

MASTERARBEIT / MASTER'S THESIS

Titel der Masterarbeit / Title of the Master's Thesis

„Zufuhr von Makronährstoffen sowie Trinkverhalten von
österreichischen Senioren im Rahmen der
NutriAging Protein Studie“

verfasst von / submitted by

Raphaela Staltner, BSc

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

Wien, 2019 / Vienna 2019

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

A 066 838

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

Masterstudium Ernährungswissenschaften

Betreut von / Supervisor:

Univ.-Prof. Mag. Dr. Karl-Heinz Wagner

Danksagung

Mein herzlicher Dank gilt meinen Eltern, Monika und Josef, die mir dieses Studium ermöglicht haben.

Außerdem möchte ich mich beim Team des NutriAging Projektes für die Möglichkeit zur Mitarbeit an der Studie bedanken – ganz besonders bei Herrn Univ.-Prof. Mag. Dr. Karl-Heinz Wagner für die Betreuung meiner Masterarbeit.

Inhaltsverzeichnis

1	EINLEITUNG.....	1
2	LITERATUR.....	3
2.1	ALTERUNGSPROZESS	3
2.2	ERNÄHRUNG IM ALTER	6
3	METHODEN	14
3.1	STUDIENDESIGN UND ZIELSETZUNG.....	14
3.2	REKRUTIERUNG, TEILNAHMEKRITERIEN UND RANDOMISIERUNG.....	16
3.3	INTERVENTION	18
3.3.1	Ernährungsintervention.....	18
3.3.2	Logistikteam.....	19
3.3.3	Trainingsintervention	20
3.4	ERNÄHRUNGSERHEBUNGEN	21
3.4.1	Globo Diet.....	22
3.5	STATISTISCHE AUSWERTUNG.....	23
4	ERGEBNISSE UND DISKUSSION	24
4.1	KOLLEKTIVBESCHREIBUNG	24
4.1.1	Kontrollgruppe	25
4.1.2	Protein low Gruppe	25
4.1.3	Protein high Gruppe	26
4.2	ERNÄHRUNGSERHEBUNGEN	27
4.2.1	Nährstoffzufuhr in Phase 1.....	28
4.2.2	Nährstoffzufuhr in Phase 2.....	44
4.2.3	Nährstoffzufuhr in Phase 3.....	58
4.2.4	Zeitverlauf.....	72
5	SCHLUSSBETRACHTUNG	82
6	ZUSAMMENFASSUNG	85
7	SUMMARY.....	86
8	ANHANG	87
8.1	ANTHROPOMETRISCHE DATEN.....	87
8.2	DESKRIPTIVE DARSTELLUNG DER ERNÄHRUNGSERHEBUNGEN	90
8.2.1	Deskriptive Darstellung der Nährstoffzufuhr in Phase 1	91
8.2.2	Deskriptive Darstellung der Nährstoffzufuhr in Phase 2	97
8.2.3	Deskriptive Darstellung der Nährstoffzufuhr in Phase 3	103
9	LITERATURVERZEICHNIS.....	109

Abbildungsverzeichnis

ABBILDUNG 1: DIE GRAFIK ZEIGT DEN STUDIENABLAUF DER 115 PERSONEN (INSGESAMT RANDOMISIERT 117 PERSONEN) WELCHE ALLE DREI PHASEN ABSOLVIERT HABEN. VON 2 PROBANDEN FEHLT DAS INTERVIEW DER P 1.	16
ABBILDUNG 2: FLOW CHART DER NUTRIAGING PROTEIN STUDIE	17
ABBILDUNG 3: TRAININGSINTERVENTION	20
ABBILDUNG 4: DIE UNTERSCHIEDE DER KOHLENHYDRATZUFUHR, ANGEGBEN ALS GERUNDETE MW IN [EN%], ZWISCHEN DEN DREI GRUPPEN IN PHASE 2; UNTERSCHIEDLICHE BUCHSTABEN ZEIGEN DIE UNTERSCHIEDE ZWISCHEN DEN GRUPPEN	50
ABBILDUNG 5: DIE UNTERSCHIEDE DER BALLASTSTOFFZUFUHR, ANGEGBEN ALS GERUNDETE MW IN [EN%], ZWISCHEN DEN DREI GRUPPEN IN PHASE 2; UNTERSCHIEDLICHE BUCHSTABEN ZEIGEN DIE UNTERSCHIEDE ZWISCHEN DEN GRUPPEN.	50
ABBILDUNG 6: DIE UNTERSCHIEDE DER FETTZUFUHR, ANGEGBEN ALS GERUNDETE MW IN [EN%], ZWISCHEN DEN DREI GRUPPEN IN PHASE 2; UNTERSCHIEDLICHE BUCHSTABEN ZEIGEN DIE UNTERSCHIEDE ZWISCHEN DEN GRUPPEN	51
ABBILDUNG 7: DIE UNTERSCHIEDE DER PROTEINZUFUHR, ANGEGBEN ALS GERUNDETE MW IN [EN%],	52
ABBILDUNG 8: DIE UNTERSCHIEDE DER PROTEINZUFUHR IN [G/KGKG/TAG] ZWISCHEN DEN GRUPPEN IN PHASE 2.	52
ABBILDUNG 9: UNTERSCHIED DER KOHLENHYDRATAUFNAHME [EN%] IN PHASE 3 ZWISCHEN DEN GRUPPEN; UNTERSCHIEDLICHE BUCHSTABEN ZEIGEN DIE UNTERSCHIEDE ZWISCHEN DEN GRUPPEN	63
ABBILDUNG 10: UNTERSCHIED DER BALLASTSTOFFAUFNAHME [G] IN PHASE 3 ZWISCHEN DEN GRUPPEN; UNTERSCHIEDLICHE BUCHSTABEN ZEIGEN DIE UNTERSCHIEDE ZWISCHEN DEN GRUPPEN.....	64
ABBILDUNG 11: UNTERSCHIEDE DER PROTEINZUFUHR [EN%] ALS GERUNDETE MW ZWISCHEN DEN GRUPPEN IN PHASE 3; UNTERSCHIEDLICHE BUCHSTABEN ZEIGEN DIE UNTERSCHIEDE ZWISCHEN DEN GRUPPEN	65
ABBILDUNG 12: UNTERSCHIEDE DER PROTEINZUFUHR [G/KGKG/TAG] ALS GERUNDETE MW ZWISCHEN DEN GRUPPEN IN PHASE 3; UNTERSCHIEDLICHE BUCHSTABEN ZEIGEN DIE UNTERSCHIEDE ZWISCHEN DEN GRUPPEN.....	65
ABBILDUNG 13: DER VERLAUF DER PROTEINZUFUHR [EN%] DER PL (N=35) IN DEN PHASEN 1-3. DIE UNTERSCHIEDLICHEN BUCHSTABEN ZEIGEN DIE UNTERSCHIEDE ZWISCHEN DEN PHASEN.	76
ABBILDUNG 14: DER VERLAUF DER PROTEINZUFUHR [G/KGKG/TAG] DER PL (N=35) IN DEN PHASEN 1-3. DIE UNTERSCHIEDLICHEN BUCHSTABEN ZEIGEN DIE UNTERSCHIEDE ZWISCHEN DEN PHASEN.....	76
ABBILDUNG 15: DIE ENERGIEZUFUHR [KCAL] DER PH (N=38) IN DEN PHASEN 1-3. UNTERSCHIEDLICHE BUCHSTABEN ZEIGEN DIE UNTERSCHIEDE ZWISCHEN DEN PHASEN.	80
ABBILDUNG 16: DIE KOHLENHYDRATZUFUHR [EN%] DER PH (N=38) IN DEN PHASEN 1-3. UNTERSCHIEDLICHE BUCHSTABEN ZEIGEN DIE UNTERSCHIEDE ZWISCHEN DEN PHASEN.....	80
ABBILDUNG 17: DIE PROTEINZUFUHR [EN%] IN DER PH (N=38) IN DEN PHASEN 1-3. UNTERSCHIEDLICHE BUCHSTABEN ZEIGEN DIE UNTERSCHIEDE ZWISCHEN DEN PHASEN.....	81
ABBILDUNG 18: DIE PROTEINZUFUHR [G/KGKG/TAG] DER PH (N=38) IN DEN PHASEN 1-3. UNTERSCHIEDLICHE BUCHSTABEN ZEIGEN DIE UNTERSCHIEDE ZWISCHEN DEN PHASEN.	81

Tabellenverzeichnis

TABELLE 1: PRODUKT – BZW. LEBENSMITTELLISTE DER GRUPPEN PH UND PL	18
TABELLE 2: ÜBUNGEN DER TRAININGSINTERVENTION.....	21
TABELLE 3: KOLLEKTIVBESCHREIBUNG ABSOLUT UND IN PROZENT	24
TABELLE 4: UNTERSCHIEDE ZWISCHEN DEN GRUPPEN	25
TABELLE 5: ANTHROPOMETRISCHE DATEN DER K (N=42) ZU BEGINN DER STUDIE.....	25
TABELLE 6: ANTHROPOMETRISCHE DATEN DER PL (N=35) ZU BEGINN DER STUDIE	25
TABELLE 7: ANTHROPOMETRISCHE DATEN DER PH (N=38) ZU BEGINN DER STUDIE	26
TABELLE 8: DESKRIPTIVE DARSTELLUNG DER NÄHRSTOFFZUFUHR BEI ALLEN PROBANDEN (N=115) VOR DER RANDOMISIERUNG IN PHASE 1.....	28
TABELLE 9: DESKRIPTIVE DARSTELLUNG DER NÄHRSTOFFZUFUHR DER FRAUEN (N=61) IN PHASE 1.....	28
TABELLE 10: DESKRIPTIVE DARSTELLUNG DER NÄHRSTOFFZUFUHR DER MÄNNER (N=54) IN PHASE 1	30
TABELLE 11: NÄHRSTOFFZUFUHR ALS MEDIAN UND PROZENT DER EMPFEHLUNGEN VON DEN REFERENZWERTEN PRO GESCHLECHT IN PHASE 1	31
TABELLE 12: DESKRIPTIVE DARSTELLUNG DER NÄHRSTOFFZUFUHR DER K (N=42) IN PHASE 1.....	34
TABELLE 13: DESKRIPTIVE DARSTELLUNG DER NÄHRSTOFFZUFUHR DER PL (N=35) IN PHASE 1	35
TABELLE 14: DESKRIPTIVE DARSTELLUNG DER NÄHRSTOFFZUFUHR DER PH (N=38) IN PHASE 1	36
TABELLE 15: NÄHRSTOFFZUFUHR ALS MEDIAN IN PHASE 1 PRO GRUPPE	37
TABELLE 16: UNTERSCHIEDE DER NÄHRSTOFFZUFUHR ZWISCHEN DEN GRUPPEN IN PHASE 1	38
TABELLE 17: NÄHRSTOFFZUFUHR ALS MEDIAN IN PHASE 1 PRO GRUPPE UND GESCHLECHT.....	40
TABELLE 18: UNTERSCHIEDE DER NÄHRSTOFFZUFUHR ZWISCHEN DEN GESCHLECHTERN INNERHALB DER GRUPPEN IN PHASE 1	41
TABELLE 19: UNTERSCHIEDE DER NÄHRSTOFFZUFUHR INNERHALB DER GESCHLECHTER ZWISCHEN DEN GRUPPEN IN PHASE 1	42
TABELLE 20: DESKRIPTIVE DARSTELLUNG DER NÄHRSTOFFZUFUHR DER K (N=42) IN PHASE 2.....	44
TABELLE 21: DESKRIPTIVE DARSTELLUNG DER NÄHRSTOFFZUFUHR DER PL (N=35) IN PHASE 2	44
TABELLE 22: DESKRIPTIVE DARSTELLUNG DER NÄHRSTOFFZUFUHR DER PH (N=38) IN PHASE 2	46
TABELLE 23: NÄHRSTOFFZUFUHR ALS MEDIAN UND PROZENT DER EMPFEHLUNGEN VON DEN D-A-CH REFERENZWERTEN IN PHASE 2 PRO GRUPPE.....	47
TABELLE 24: UNTERSCHIEDE DER NÄHRSTOFFZUFUHR ZWISCHEN DEN GRUPPEN IN PHASE 2	48
TABELLE 25: NÄHRSTOFFZUFUHR ALS MEDIAN IN PHASE 2 PRO GRUPPE UND GESCHLECHT.....	53
TABELLE 26: UNTERSCHIEDE DER NÄHRSTOFFZUFUHR ZWISCHEN DEN GESCHLECHTERN PRO GRUPPE IN PHASE 2	54
TABELLE 27: UNTERSCHIEDE DER NÄHRSTOFFZUFUHR INNERHALB DER GESCHLECHTER ZWISCHEN DEN GRUPPEN IN PHASE 2	54
TABELLE 28: DESKRIPTIVE DARSTELLUNG DER NÄHRSTOFFZUFUHR DER K (N=42) IN PHASE 3.....	58
TABELLE 29: DESKRIPTIVE DARSTELLUNG DER NÄHRSTOFFZUFUHR DER PL (N=35) IN PHASE 3	58
TABELLE 30: DESKRIPTIVE DARSTELLUNG DER NÄHRSTOFFZUFUHR DER PH (N=38) IN PHASE 3	60
TABELLE 31: NÄHRSTOFFZUFUHR ALS MEDIAN UND PROZENT DER EMPFEHLUNGEN VON DEN D-A-CH REFERENZWERTEN IN PHASE 3 PRO GRUPPE.....	61

TABELLE 32: VERGLEICH DER NÄHRSTOFFZUFUHR, ANGEZEIGT ALS $MW \pm SD$, ZWISCHEN DEN GRUPPEN IN PHASE 3;	62
TABELLE 33: NÄHRSTOFFZUFUHR ALS MEDIAN IN PHASE 3 PRO GRUPPE UND GESCHLECHT	67
TABELLE 34: UNTERSCHIEDE DER NÄHRSTOFFZUFUHR ZWISCHEN DEN GESCHLECHTERN INNERHALB DER GRUPPEN IN PHASE 3	68
TABELLE 35: UNTERSCHIEDE DER NÄHRSTOFFZUFUHR INNERHALB DER GESCHLECHTER ZWISCHEN DEN GRUPPEN IN PHASE 3	69
TABELLE 36: UNTERSCHIEDE DER NÄHRSTOFFZUFUHR ZWISCHEN DEN 3 PHASEN DER K	72
TABELLE 37: UNTERSCHIEDE DER NÄHRSTOFFZUFUHR ZWISCHEN DEN 3 PHASEN IN DER PL	74
TABELLE 38: UNTERSCHIEDE DER NÄHRSTOFFZUFUHR ALS $MW \pm SD$ ZWISCHEN DEN 3 PHASEN IN DER PH	77
TABELLE 39: ANTHROPOMETRISCHE DATEN VON FRAUEN IN DER K PRO PHASE.....	87
TABELLE 40: ANTHROPOMETRISCHE DATEN VON MÄNNERN IN DER K PRO PHASE	87
TABELLE 41: ANTHROPOMETRISCHE DATEN VON MÄNNERN IN DER PL PRO PHASE.....	88
TABELLE 42: ANTHROPOMETRISCHE DATEN VON FRAUEN IN DER PH PRO PHASE	89
TABELLE 43: ANTHROPOMETRISCHE DATEN VON MÄNNERN IN DER PH PRO PHASE.....	89
TABELLE 44: DESKRIPTIVE DARSTELLUNG DER NÄHRSTOFFZUFUHR VON FRAUEN DER K (N=23) IN PHASE 1.....	91
TABELLE 45: DESKRIPTIVE DARSTELLUNG DER NÄHRSTOFFZUFUHR VON MÄNNERN DER K (N=19) IN PHASE 1	92
TABELLE 46: DESKRIPTIVE DARSTELLUNG DER NÄHRSTOFFZUFUHR VON FRAUEN DER PL (N=18) IN PHASE 1	93
TABELLE 47: DESKRIPTIVE DARSTELLUNG DER NÄHRSTOFFZUFUHR VON MÄNNERN DER PL (N=17) IN PHASE 1.....	94
TABELLE 48: DESKRIPTIVE DARSTELLUNG DER NÄHRSTOFFZUFUHR VON FRAUEN IN DER PH (N=20) IN PHASE 1	95
TABELLE 49: DESKRIPTIVE DARSTELLUNG DER NÄHRSTOFFZUFUHR DER MÄNNER IN DER PH (N=18) IN PHASE 1	96
TABELLE 50: DESKRIPTIVE DARSTELLUNG DER NÄHRSTOFFZUFUHR DER FRAUEN IN DER K (N=23) IN PHASE 2	97
TABELLE 51: DESKRIPTIVE DARSTELLUNG DER NÄHRSTOFFZUFUHR DER MÄNNER IN DER K (N=19) IN PHASE 2.....	98
TABELLE 52: DESKRIPTIVE DARSTELLUNG DER NÄHRSTOFFZUFUHR DER FRAUEN IN DER PL (N=18) IN PHASE 2	99
TABELLE 53: DESKRIPTIVE DARSTELLUNG DER NÄHRSTOFFZUFUHR DER MÄNNER IN DER PL (N=17) IN PHASE 2	100
TABELLE 54: DESKRIPTIVE DARSTELLUNG DER NÄHRSTOFFZUFUHR DER FRAUEN IN DER PH (N=20) IN PHASE 2.....	100
TABELLE 55: DESKRIPTIVE DARSTELLUNG DER NÄHRSTOFFZUFUHR DER MÄNNER IN DER PH (N=18) IN PHASE 2	102
TABELLE 56: DESKRIPTIVE DARSTELLUNG DER NÄHRSTOFFZUFUHR DER FRAUEN IN DER K (N=23) IN PHASE 3	103
TABELLE 57: DESKRIPTIVE DARSTELLUNG DER NÄHRSTOFFZUFUHR DER MÄNNER IN DER K (N=19) IN PHASE 3.....	104
TABELLE 58: DESKRIPTIVE DARSTELLUNG DER NÄHRSTOFFZUFUHR DER FRAUEN IN DER PL (N=18) IN PHASE 3	105
TABELLE 59: DESKRIPTIVE DARSTELLUNG DER NÄHRSTOFFZUFUHR DER MÄNNER IN DER PL (N=17) IN PHASE 3	106
TABELLE 60: DESKRIPTIVE DARSTELLUNG DER NÄHRSTOFFZUFUHR DER FRAUEN IN DER PH (N=20) IN PHASE 3.....	107

Aus Gründen der Lesbarkeit wird darauf verzichtet, geschlechtsspezifische Formulierungen zu verwenden. Soweit personenbezogene Bezeichnungen nur in männlicher Form angeführt sind (Probanden, Senioren), beziehen sie sich auf Männer und Frauen in gleicher Weise.

1 Einleitung

Ein Kind das heute in Österreich das Licht der Welt erblickt, hat – so die Prognose von Statistik Austria – eine durchschnittliche Lebenserwartung von 80,68 Jahren. Je nach Geschlecht des Kindes liegt diese bei männlich geborenen bei 77,95 Jahren während sich ein Mädchen über eine Lebenserwartung von 83,25 Jahren freuen darf. [1] Laut WHO¹ wird im Jahr 2050 eine von fünf Personen über 60 Jahre sein und etwa 426 Millionen Menschen werden ein Alter von über 80 erreichen, also etwa das Dreifache des heutigen aktuellen Standes von ca. 143 Millionen Personen. [2] Abhängig von den Ländern in denen sie leben, welcher gesellschaftlichen Schicht sie angehören, welcher Religion und ganz besonders auch vom Familienstand und vielen anderen Faktoren; sehen sich Menschen mit individuell verschiedenen Problematiken und Herausforderungen des Alterns konfrontiert. Der Vollständigkeit halber und weil diese Faktoren einen direkten Einfluss auf die Qualität des Alterns haben, sollen hier auch die großen Probleme und Herausforderungen der Altersarmut und damit einhergehend der sozialen Isolation genannt werden. In Österreich sind laut Statistik Austria rund 14 % der Menschen über 65 Jahre armutsgefährdet, wobei davon Frauen erheblicher betroffen sind (16 %) als Männer (10 %). (1) Über das *Warum* und *Wie* des Alterns gibt es verschiedene Theorien welche in Kapitel 2.1 ausführlicher beschrieben werden.

Neben der erhofften hohen Lebensdauer gewinnt jedoch die Gesundheitsspanne, die Lebensjahre welche in Gesundheit verbracht werden, an Bedeutung. (2) Mit dem Alterungsprozess gehen bekanntlich viele physiologische Veränderungen und Herausforderungen einher. Jedoch können diese Prozesse individuell sehr verschieden sein und hängen ab von den Genen, dem Lebensstil und dem Gesundheitsstatus. Zu glauben, dass „Altern“ erst ab einem gewissen, fortgeschrittenem Alter beginnt, ist falsch, denn es ist ganz im Gegenteil ein kontinuierlicher Prozess und die größte Veränderung beginnt bereits ab dem 30. Lebensjahr mit der Abnahme der *Lean Body Mass* = *LBM*² von 2-3 % pro Dekade. Parallel dazu kommt es aufgrund verminderter Aktivität mit fortgeschrittenem Alter zu einer Zunahme von Körperfett - dies ist problematisch, denn damit sinkt auch der Gehalt der Skelettmuskulatur um etwa 15 % was in weiterer Folge

¹ WHO = World Health Organization

² LBM = fettfreie Masse

zu Sarkopenie³ führen kann. (3) (4) Daher ist es auch für ältere Personen > 60 Jahren unerlässlich regelmäßig körperlich aktiv zu bleiben, um somit vorzeitigem Altern entgegen wirken zu können bzw. beim Altern so fit wie möglich zu bleiben. Besonders sind die positiven Effekte von Krafttraining auf erhöhte Muskelmasse, verbesserte körperliche Funktionalität und dadurch auf die Prävention von Osteoporose und anderen altersabhängigen Erkrankungen des Bewegungsapparates durch verschiedene Studien belegt. (5) Jeanne Calment, der älteste nachweislich dokumentierte Mensch, welche im August 1997 im Alter von 122 Jahren starb, wurde nach ihrem Geheimtipp für ein langes Leben gefragt und ihre Antwort war folgende: „Ein Leben lang sportlich bleiben!“. [3] In diesem Kontext muss aber auch erwähnt werden, dass besonders auch in diesem Altersabschnitt auf eine ausgewogene Ernährung geachtet werden muss, um einem Nährstoffmangel und damit einem weiteren Risikofaktor für altersabhängige Krankheiten gegenzusteuern. Besonders im Fokus steht hier eine ausreichende Proteinzufuhr, welche für die Muskelproteinsynthese benötigt wird. Aus diesem Grund wurden die D-A-CH-Referenzwerte für eine adäquate Proteinzufuhr von älteren Menschen ab 65 Jahren neu überarbeitet und auf 1,00 g/kgKG/Tag angehoben. (6)

Unter diesen Gesichtspunkten hat sich das aktuelle *NutriAging Projekt*, welches auf der interdisziplinären Forschungsplattform *ActiveAging* aufbaut, zum Ziel gesetzt, zu untersuchen wie eine modifizierte Ernährung (Protein, Vitamin D und Omega-3-Fettsäuren) in Kombination mit Krafttraining ältere Personen im Alterungsprozess unterstützen kann, um so eine höchstmögliche Selbständigkeit und Gesundheit auch im fortgeschrittenen Alter zu gewährleisten und neben der erhofften hohen Lebensspanne eine höchstmögliche Gesundheitsspanne zu erreichen.

Die vorliegende Masterarbeit beschäftigt sich mit der Veränderung der Zufuhr von Makronährstoffen sowie dem Trinkverhalten der Senioren im Rahmen der *NutriAging Protein Studie*, deren Ziel es war, die Auswirkungen einer proteinreichen Ernährung mit und ohne Krafttraining auf die körperliche Leistungsfähigkeit sowie auf den allgemeinen Gesundheitszustand und die Lebensqualität zu untersuchen.

³ Griechisch für ‚Fleischarmut‘

2 Literatur

2.1 Alterungsprozess

Menschen im fortgeschrittenen Alter sind keine homogene Gruppe und wenn man von „alt“ spricht, muss man bedenken, dass es viele verschiedene Definitionen von *Alter* gibt – chronologisch, biologisch, psychologisch – und verschiedene Altersgrenzen ab denen man als „alt“ gilt. Beispielsweise gelten gemäß WHO 60-65 Jahre als Übergang ins Alter. Nach Küpper unterscheidet man zwischen „jungen Alten“ (60/65 - 74 Jahre), „Betagte und Hochbetagte“ (75 - 89 Jahre) und „Höchstbetagte und Langlebige“ (90+ Jahre). (7)

Über das *Warum* und *Wie* des Alterns gibt es verschiedene Theorien und die werden wiederum in zwei Kategorien eingeteilt. Einerseits gibt es die Kategorie „Programmiertes Altern“. Hierzu gehört die so genannte *Hayflick Theorie*, welche vermutet, dass die Zellteilung eines Menschen über das ganze Leben begrenzt ist und sich nach einer bestimmten Anzahl von Teilungen die Zelle nicht mehr regenerieren kann und als Folge davon stirbt. (8) Eine weitere ist die *Molecular clock Theorie* und diese besagt, dass die Telomere, die DNA Abschnitte am Ende eines Chromosoms, mit jeder Zellteilung kürzer werden und es den Chromosomen im Laufe der Zeit nicht mehr möglich ist sich zu teilen. (9) Neben der Theorie des „Programmierten Alterns“ gibt es eine zweite Theorie die besagt, dass menschliche Zellen im Laufe der Zeit „verbraucht“ werden also unter dem „Verschleiß“ leiden, es durch Gebrauch zu Fehlern in der Zellteilung kommt und wir dadurch altern – diese Kategorie nennt sich „Wear and Tear Theorie“. Darunter fällt die *Freie Radikale* oder *Oxidative Stress Theorie*. Im menschlichen Zellstoffwechsel entstehen *ROS = Reaktive Sauerstoffspezies* und *RNS = Reaktive Stickstoffspezies* und diese können, wenn die richtige Balance zum Antioxidantiengehalt nicht gegeben ist, zu Oxidativem Stress führen - dieser wiederum kann zu Schäden an DNA und Makromolekülen führen und wird daher auch mit Altern assoziiert, da mit höherem Alter die Fähigkeit zur Reparatur oxidativer Schäden abnimmt. (10) Davon kaum abzugrenzen ist die *Rate of living theory*, welche behauptet, dass jede Zelle nur ein bestimmtes Maß an Energie zur Verfügung hat, was bedeuten würde, dass ein sehr aktives oder stressiges Leben eine verkürzende Wirkung hat, da die Energie schneller verbraucht wird als es bei einem gemächlicheren Lebensentwurf der Fall wäre. (11) Ein

vielversprechender Ansatz um die Lebensspanne zu erhöhen scheint in diesem Kontext die Restriktion der Kalorienzufuhr zu sein. (12) Man geht davon aus, dass eine verminderte Energieaufnahme = Kalorienrestriktion (CR) mit erhöhter Lebensdauer und verminderten altersassoziierten Krankheitsrisiken in Verbindung gebracht werden kann, was eine Studie um Willcox und Kollegen bereits 2007 gezeigt hat. Die untersuchte Population von Okinawa zeigte eine verminderte Energieaufnahme bis ungefähr ins mittlere Alter von rund 11 % im Vergleich zum errechneten Energiebedarf und dies konnte mit geringerer Morbidität und erhöhter Lebensspanne assoziiert werden. (13) Im Rahmen des Biosphäre 2 Projektes, in dem untersucht wurde, ob es möglich wäre ein eigenständiges sich selbst erhaltendes Ökosystem zu schaffen, wurden 8 Personen für 18 Monate von der Außenwelt isoliert und mussten autark leben. Aufgrund technischer Schwierigkeiten kam es zu einer verminderten Nahrungszufuhr von etwa 22 %. Die untersuchten Probanden zeigten nach Abschluss dieses Versuches ein vermindertes Körpergewicht und einen geringeren BMI. Außerdem wurden ein verbessertes Lipidprofil und ein verminderter Blutdruck festgestellt. Die Mitglieder (Durchschnittsalter ca. 55 Jahre) der Calorie Restriction Society, welche Kalorienrestriktion auf freiwilliger Basis praktizieren mit dem Wunsch, damit ihr Leben zu verlängern, zeigen die gleichen Merkmale und ebenso eine verbesserte Insulinsensitivität und verminderte Inflammationsmarker. (14) Dies lässt den Schluss zu, dass eine geringfügige Kalorienrestriktion ein gesundheitsförderliches Potenzial und damit lebensverlängernde Effekte haben kann. Natürlich vorausgesetzt, dass die verzehrte Nahrung nährstoffreich und qualitativ hochwertig ist. (15) Moriguti et al. kamen jedoch zu dem Schluss, dass diese Methode für Senioren nicht geeignet ist, da es zu einer zu hohen unerwünschten Gewichtsabnahme führen kann, was kontraproduktiv wäre, da ein gewisser Fettanteil als Energiereserve bzw. auch als isolierende Schutzschicht evtl. gebraucht werden könnte. (16) (17) In diesem Kontext ist zu erwähnen, dass ein BMI von $< 23 \text{ kg/m}^2$ für Senioren mit einem erhöhtem Mortalitätsrisiko assoziiert ist und daher von einer unkontrollierten Gewichtsabnahme abgeraten werden muss. (18)

Mit dem Altern assoziierte Veränderungen sind einerseits optischer Natur, wie beispielsweise das Ergrauen der Haare, eine verminderte Elastizität der Haut und damit Faltenbildung. Aber auch eine Abnahme der Immunabwehr, geringere neuronale und kognitive Funktionsfähigkeit und Funktionseinbußen des Bewegungsapparates werden

mit erhöhtem Alter assoziiert. (19) Wie eingangs schon erwähnt, ist im fortgeschrittenen Alter die größte physiologische Veränderung die Abnahme der Skelettmuskelmasse um etwa 2-3 % pro Dekade. Diese Veränderung beginnt schon ab dem 30. Lebensjahr. Da es oftmals durch verminderte körperliche Aktivität zu Fettzunahme vor allem im viszeralen Bereich kommt, passiert diese Veränderung eher unauffällig. (3) Diese Skelettmuskulaturabnahme kann in weiterer Folge zu Sarkopenie führen. (20) Im Oktober 2016 wurde Sarkopenie in den *International Classification of Diseases*, ICD-10-CM (M62.84), aufgenommen und gilt seitdem als Krankheit, wobei es aber keine definierten klinischen Anzeichen gibt. Es wird durch zwei Faktoren bestimmt, einerseits die Muskelmasse initial und die Abbaurate. (21) Es gibt verschiedene Möglichkeiten Messungen durchzuführen. Hier sind zum einen die Messung der Muskelmasse (BIA, Dualenergy X-ray absorptiometry, Magnetresonanztomographie, Computertomographie), die Messung der Muskelkraft, aber auch zum anderen die körperliche Leistungsfähigkeit zu nennen. (22)

Mit zunehmendem Alter sinkt auch die olfaktorische Wahrnehmung, was natürlich den Appetit und Genuss am Essen und Trinken mindert, dadurch auch weniger davon zugeführt wird und zu Nährstoffmangel führen kann. (23) Daten der *NHANES III*⁴ Studie zeigen, dass auch die Zahngesundheit bei älteren Personen in Zusammenhang mit deren Ernährungsstatus steht. Je ungesünder die Zähne sind bzw. umso weniger Zähne man noch besitzt, umso mehr Schwierigkeiten treten beim Zerkauen der Nahrung auf. In weiterer Folge nimmt der Genuss beim Essen, besonders beim Verzehr von nährstoffreichen, aber schwerer kaubaren Lebensmitteln, ab und dieser Umstand führt wiederum langfristig zu Nährstoffmangel. (24) (17) Außerdem verhalten sich ältere Menschen bei der Energieaufnahme weniger sensitiv gegenüber Hunger- und Sättigungssignalen, wie eine Studie von Roberts et al. zeigte und richten das Ausmaß der Nahrung eher nach Gewohnheiten als nach diesen Signalen. (25) Im unteren Gastrointestinal Trakt kommt es zu etlichen Veränderungen, wie beispielsweise der Bakterienzusammensetzung und verminderter Nährstoffabsorption sowie einer verringerten Beweglichkeit des Darmes = Darmmotilität. (26) Bei vielen Personen kann auch eine Erhöhung des Blutdruckes durch eine verminderte Elastizität der Blutgefäße beobachtet

⁴ NHANES III = National Health and Nutrition Examination Survey III

tet werden. (27) Ebenfalls kann es im Alter zu einer verminderten Nierenfunktion kommen. (28) Durch all diese Veränderungen steigt das Risiko von Erkrankungen wie Alzheimer, Demenz, Schlaganfall, Krebs, Arteriosklerose, Osteoarthritis und Osteoporose, um nur ein paar zu nennen. (19)

2.2 Ernährung im Alter

Die D-A-CH-Referenzwerte⁵ bilden die Basis für ernährungs- und nährstoffbezogene Empfehlungen in Österreich und werden laufend, entsprechend aktuellen wissenschaftlich fundierten Erkenntnissen, aktualisiert und richten sich an gesunde Personen. Die Referenzwerte liefern der Altersgruppe entsprechende Empfehlungen, wobei jedoch grob zwischen *Kindern und Jugendlichen* (Alter 1-unter 19 Jahren) und *Erwachsenen* (19+ Jahren) unterschieden wird. Diese zwei Überkategorien werden nochmals unterteilt in verschiedene Altersklassen. In der Kategorie der *Erwachsenen* bildet die Gruppe von ab 65 Jahren und älter die letzte Altersklasse. Deren Empfehlungen bilden die Basis der folgenden Auswertungen und Vergleiche. Im Folgenden werden für diese Gruppe folgende Referenzwerte näher behandelt: die Energieaufnahme und damit die Aufnahme der drei Makronährstoffe Kohlenhydrate, Fette und Proteine sowie auch das Trinkverhalten von sowohl alkoholischen als auch nichtalkoholhaltigen Getränken. (29)

Die tägliche Wasserzufuhr von Senioren sollte gemäß den Referenzwerten etwa 2250 ml/Tag betragen. (29) Dies ist älteren Personen meist nicht bewusst bzw. nimmt das Durstgefühl mit höherem Alter ab. (4) Dehydrierung wird assoziiert mit erhöhter Morbidität und Mortalität. Viele Menschen dieser Altersgruppe unterschätzen die Wichtigkeit ausreichender Flüssigkeitszufuhr für ihre Gesundheit und das Risiko von Dehydrierung, welche von leichtem Schwindelgefühl bis hin zum Tod reichen kann. (30) Eine besondere Herausforderung ist daher, Strategien zu entwickeln wie man ältere Menschen dazu animieren kann ausreichend zu trinken, da dies evtl. durch eine bereits bestehende Demenz vergessen wird, was wiederum die Demenz verstärken und sich in weiterer Folge daraus ein Teufelskreis entwickeln kann. (4)

⁵ Fachgesellschaften der drei Länder Deutschland (D), Österreich (A) und der Schweiz (CH)

Für die tägliche Energieaufnahme gelten so genannte *Richtwerte* die allenfalls als Orientierungshilfe dienen sollen, denn natürlich ist die Energieaufnahme auch abhängig von Aktivität, Lebensstil und verschiedenen anderen Faktoren. Die energieliefernden Nährstoffe sind Kohlenhydrate (4 kcal/g), Fett (9 kcal/g), Protein (4 kcal/g) und Alkohol (7 kcal/g). Ballaststoffe können durch ihren Abbau zu kurzkettigen Fettsäuren 2 kcal/g liefern. Das bedeutet, dass die wünschenswerte tägliche Energieaufnahme bei einem PAL-Wert⁶ von 1,4 bei Frauen ab 65 Jahren im Bereich von 1700 kcal/Tag und bei altersgleichen Männern bei rund 2100 kcal/Tag und bei einem PAL-Wert von 1,6 der Richtwert für die Frauen auf 1900 und bei Männern auf 2500 kcal/Tag steigt. Wird ein PAL-Wert von 1,8 angenommen, liegt die tägliche mögliche Energiezufuhr bereits bei 2800 kcal/Tag bei Männern und 2100 kcal/Tag bei den Frauen dieser Altersgruppe. (29) Da die Gruppe von 65+ eine äußerst heterogene Gruppe darstellt – manche Personen weisen ein Aktivitätslevel auf dem Niveau von jüngeren Personen auf, andere sind schon von Immobilität oder Krankheit gezeichnet – kann es zu großen Schwankungen in der Energieaufnahme kommen. (31) (32) Ein Zusammenhang zwischen Bewegung und Körpergewicht und damit Energieaufnahme wurde schon in verschiedenen Studien gezeigt. (33) (34) Hier gilt es noch ein größeres Bewusstsein zu schaffen wie der *Österreichische Ernährungsbericht 2012* zeigt, denn laut diesem sind in Österreich 27,5 % der Senioren und 37 % der Seniorinnen von Übergewicht bzw. Adipositas betroffen. (35) Mit steigendem Übergewicht, vor allem durch Zunahme des viszeralen Fettes, steigt das Risiko für NCD⁷, wie beispielsweise Koronare Herzkrankheiten, das Risiko für pro-inflammatorische Prozesse im Körper sowie von negativen Auswirkungen auf die Skelettmuskulatur. (36) (37)

Die Empfehlungen der Makronährstoffe werden als En%⁸ angegeben. Dabei machen die Kohlenhydrate mit einem *Richtwert* von > 50 En% die größte Gruppe aus. Dieser Richtwert entsteht durch die Berechnung der Differenz des Richtwerts der Fettzufuhr und des empfohlenen Wertes für die Proteinzufuhr. Natürlich spielt nicht nur die Menge der Kohlenhydrate eine Rolle (1g = 4 kcal), sondern vor allem auch die Kohlenhyd-

⁶ Physical Activity Level = Maß für die körperliche Aktivität

⁷ NCD = non communicable diseases = nicht übertragbare Erkrankungen

⁸ Energieprozent

ratquellen. (38) Gemäß der *10 Regeln der DGE* soll auf eine ausreichende Zufuhr von Vollkorn geachtet werden, da diese länger sättigen und mehr Nährstoffe enthalten. Außerdem werden pro Tag drei Portionen Gemüse und zwei Portionen Obst empfohlen, um so ausreichend mit sekundären Pflanzenstoffen und der empfohlenen Menge an Ballaststoffen von 30 g/Tag versorgt zu werden. (39) (38) Hier gibt es noch Handlungsbedarf, denn die Daten aus dem Jahr 2012 zeigen, dass österreichische Senioren mit einer Aufnahme von nur rund 20 g Ballaststoffen pro Tag deutlich unter der empfohlenen Menge liegen. (35) Ballaststoffe spielen jedoch indirekt eine große Rolle in der Vorbeugung von NCD, denn die Darmbakterien bauen diese im Kolon zu kurzkettigen Fettsäuren = SCFA ab. Diese SCFA, deren wichtigste Vertreter Essigsäure, Propionsäure und Buttersäure sind, spielen einerseits eine bedeutende Rolle im Kohlenhydrat- und Lipidstoffwechsel und können andererseits die Darmbarriere stärken sowie pathogene Mikroorganismen hemmen und dadurch die Nährstoffaufnahme erhöhen. (40) (41) Ihre positiven Effekte konnten schon bei diversen inflammatorischen Krankheiten (beispielsweise entzündliche Darmerkrankungen) gezeigt werden. (42) In diversen Studien konnte außerdem ein protektiver Effekt von Buttersäure auf die Entstehung von Dickdarmkrebs nachgewiesen werden. (43) (44) Laut *Österreichischem Ernährungsbericht 2012* liegt die durchschnittliche Kohlenhydratzufuhr bei beiden Geschlechtern bei rund 45 En% wobei bei den Frauen 9 En% davon auf Saccharose und bei den Männern 8 En% auf Saccharose entfallen. (35) Diese liegen knapp unter der von der WHO empfohlenen täglichen Zufuhrmenge von 10 En%, jedoch über der neu diskutierten bedingten Empfehlung von 5 En%. (45) Eine erhöhte Zufuhr von Saccharose bzw. anderen freien Zuckern wird mit erhöhter Energiezufuhr und in weiterer Folge mit Gewichtszunahme bzw. Adipositas in Verbindung gebracht und kann damit das Risiko für das Auftreten von NCD erhöhen. (46) Außerdem konnte beobachtet werden, dass bei älteren Personen eine eher zuckerreiche Ernährung mit einer geringeren Mikronährstoffzufuhr assoziiert ist und dadurch Nährstoffmängel entstehen können. (47) (48)

Der Richtwert für die Fettzufuhr für Senioren liegt bei 30 En%. (38) Der *Österreichische Ernährungsbericht 2012* zeigte, dass sich männlichen Senioren mit 35 En% und die Frauen mit 37 En% deutlich über dem empfohlenen Richtwert ernähren. Der Schluss liegt nahe, dass der Fettverzehr zu Lasten der Kohlenhydratzufuhr ging. Essenziell ist, dass neben der Quantität vor allem die Qualität des Fettverzehrs ausschlaggebend ist.

Die Zufuhr von tierischen Fetten soll zu Gunsten pflanzlicher Öle reduziert werden. Der Unterschied besteht zwar nicht in der Kalorienzufuhr (1 g = 9 kcal), jedoch in den zugeführten Fettsäuren und deren gesundheitlichen Effekten. (39) Gemäß der evidenzbasierten Leitlinie der DGE aus dem Jahr 2015, welche den Zusammenhang zwischen der Fettzufuhr und der Entwicklung von NCD untersuchte, gibt es einen wahrscheinlichen Zusammenhang zwischen einer hohen Fettzufuhr in Kombination mit einer unkontrollierten (ad libitum) Energiezufuhr und erhöhtem Risiko für Adipositas, jedoch nicht bei kontrollierter Energiezufuhr. Außerdem gibt es einen Zusammenhang zwischen der Reduktion des Gesamtfettes sowie der gesättigten Fettsäuren = *SFA* in der Ernährung und der Abnahme des Gesamt- sowie LDL-Cholesterols im Plasma. Die Zufuhr der *SFA* sollte im Bereich von 7-10 En% liegen. (49) Entsprechend der überhöhten Gesamtzufuhr zeigen die Daten von 2012 auch eine erhöhte Zufuhr der *SFA* sowohl bei den Frauen (16 En%) als auch bei den Männern (15 En%). (35) Trans Fettsäuren wurden im *Österreichischen Ernährungsbericht 2012* nicht erfasst, jedoch sollten diese auch nur bei < 1 En% liegen, da sie in Zusammenhang gebracht werden können mit erhöhten Triglyceridwerten sowie erhöhtem Gesamt- und LDL-Cholesterols und vermindertem HDL-Cholesterols im Plasma. Für die mehrfach ungesättigten Fettsäuren = *PUFA* gelten wie für die *SFA* 7-10 En% wobei es eigene Referenzwerte für n-3-Fettsäuren (0,5 En%) und n-6-Fettsäuren (2,5 En%) gibt und das Verhältnis n-6:n-3 bei 5:1 liegen sollte. Der ausreichende Verzehr von n-3-Fettsäuren kann das Risiko für koronare Herzkrankheiten senken. (49) (29) Die Erhebungen von 2012 haben ergeben, dass der Gehalt von *PUFA* in der Ernährung österreichischer Senioren bei rund 6 En% und bei den Seniorinnen bei 7 En% liegt. (35) Der Austausch von *SFA* durch *PUFA* in der Ernährung kann die Gesamt- und LDL-Cholesterolkonzentration im Blut senken und dadurch das Risiko für Koronare Herzkrankheiten minimieren. (49) Die Aufnahme von einfach ungesättigten Fettsäuren = *MUFA* lag bei Männern bei 11 En% und bei den Frauen bei 12 En% und liegt demnach im Bereich der Referenzwerte bzw. ergibt sich dieser aus der Differenz der Referenzwerte für Gesamtfett und Fettsäuren. (35) (49) Der Referenzwert für die Cholesterinzufuhr durch die tägliche Nahrung liegt bei max. 300 mg/Tag für beide Geschlechter und wurde laut Erhebungen 2012 von den Frauen mit 305 mg knapp überschritten, während die Männer mit rund 270 mg unter dem Maximalwert lagen. (50) (35) Die Einhaltung dieses Wertes ist jedoch wichtig, da es einen Zusammenhang zwischen erhöhter Cholesterolzufuhr und der Entstehung von koronaren Herzkrankheiten

gibt, wobei jedoch zu beachten ist, dass nicht unbedingt das zugeführte Nahrungscholesterol alleine verantwortlich gemacht werden kann, sondern die Einhaltung der Vorgaben für Gesamtfett und SFA von Bedeutung ist. (51) (50) Im Kontrast zu diesen Ergebnissen stehen die Resultate der umstrittenen *PURE*⁹ Studie die besagen, dass nicht eine zu hohe Fett- sondern eine hohe Kohlenhydratzufuhr in Zusammenhang mit Gesamtmortalität, Schlaganfall und nicht-kardiovaskulärer Erkrankungsmortalität steht. (52) Aufgrund der Studienergebnisse kam es zu Unsicherheiten bzgl. der aktuellen Empfehlungen und daher verfassten Experten der DGE eine Stellungnahme in deren Rahmen auf die schweren methodischen Mängel der Studie und somit auf deren Aussagekraft Bezug genommen wurde. Als Fazit konnte gefolgert werden, dass mit den aktuellen Richtwerten für die Fett und Kohlenhydratzufuhr der DGE kein erhöhtes Risiko besteht – mehr noch, dass die aktuellen Referenzwerte durch die *PURE* Studie bestätigt wurden. (53)

Für aktives und unabhängiges Altern ist es wichtig, körperlich fit und gesund zu bleiben. Dafür ist eine ausreichende Proteinzufuhr nötig, denn der menschliche Körper braucht die durch Proteine zugeführten 20 proteinogenen Aminosäuren, von denen neun unentbehrlich sind, weil sie der Organismus nicht selbst bilden kann, und ebenso Stickstoff zur Synthese körpereigener Proteine, beispielsweise Strukturproteine zur Bildung der Muskulatur (Myosin), immunaktive Proteine (Immunglobuline), Transportproteine (Hämoglobin). Der Proteinbedarf wird mittels Stickstoffbilanzstudien ermittelt und bei Personen ab 65 Jahren werden zusätzlich Werte zur Muskelproteinsynthese eingerechnet. Da sich keine exakten Werte ableiten lassen, gelten für diese Altersgruppe *Schätzwerte* und keine Empfehlungen. Der aktuelle *Schätzwert* welcher bis 2017 noch bei 0,80 g/kgKG/Tag lag, wurde auf 1,00 g/kgKG/Tag bzw. 67 g/Tag für Männer und 57 g/Tag für Frauen, berechnet auf Basis des Referenzgewichtes der Geschlechter, angehoben. Diese Schätzwerte gelten für gesunde, normalgewichtige Erwachsene ab 65 Jahren. (6) (54) Die Einhaltung der Schätzwerte ist besonders von Bedeutung, da Studien bereits gezeigt haben, dass es einen Zusammenhang zwischen der Proteinaufnahme und der *LBM* gibt. Ältere Personen mit einer höheren Proteinzufuhr haben über die Jahre hinweg einen geringeren Verlust der *LBM* als ältere Personen mit

⁹ PURE Studie = Prospective Urban Rural Epidemiology Studie

geringerer Zufuhr. (55) Des Weiteren konnte ein Zusammenhang zwischen erhöhter Proteinzufuhr und verringerter Gebrechlichkeit bei Frauen reiferen Alters in mehreren Studien nachgewiesen werden. (56) (57) Ab dem 30. Lebensjahr und mit fortschreitendem Alter nimmt die Skelettmuskulatur kontinuierlich ab und kann im höheren Alter zu Sarkopenie führen. (20) Im Oktober 2016 wurde Sarkopenie in den *International Classification of Diseases*, ICD-10-CM (M62.84), aufgenommen und gilt seitdem als Krankheit. (21)

Die Daten welche im Rahmen des *Österreichischen Ernährungsberichtes 2012* ermittelt wurden, zeigen die Aufnahme noch in En% wobei österreichische Seniorinnen 15 En% durch Protein aufnahmen und österreichische Senioren 14 En%. Um eine ausreichende Versorgung mit proteinogenen und unentbehrlichen Aminosäuren zu gewährleisten, ist es von besonderer Bedeutung die Proteinzufuhr abwechslungsreich zu gestalten. Dabei ist zu beachten, dass nicht nur tierische Nahrungsmittel wie Fleisch, Fisch, Eier und Milchprodukte Eiweiß liefern, sondern auch viele pflanzliche Lebensmittel. Reichlich Proteine liefern Hülsenfrüchte, aber auch Getreideprodukte. Während jedoch tierische Lebensmittel in ausreichendem Umfang unentbehrliche Aminosäuren liefern, ist dies bei pflanzlichen Lebensmitteln begrenzt. Daher muss besonderer Wert auf eine gute Kombination der pflanzlichen Lebensmittel gelegt werden, da die Bioverfügbarkeit zusätzlich durch diverse Verarbeitungsschritte minimiert wird. (54) (58) Verschiedene Studien thematisieren auch die Bedeutung von schnell und langsam verdaubaren Proteinen für die Muskelsynthese, wobei herausgefunden wurde, dass schnell verdaubare Proteine (Bsp.: Molke Protein) für ältere Personen vorteilhafter sind als langsam verdaubare Proteine (Bsp.: Casein) im Hinblick auf die Muskelproteinsynthese. (59)

Des Weiteren wurde untersucht, ob es Unterschiede gibt in der Art und Weise wie Protein zugeführt wird, ob die empfohlene Menge auf mehrere Mahlzeiten pro Tag verteilt werden soll oder ob es nicht vorteilhafter wäre, wenn nur eine Mahlzeit proteinreich gestaltet wäre. Dabei wurde entdeckt, dass es für die Muskelproteinsynthese günstiger ist, wenn pro Mahlzeit mehr oder weniger die gleiche Proteinmenge verzehrt wird. (60) (61) Für ältere Personen gestaltet sich eine proteinreiche Ernährung im Alltag manchmal schwierig und daher rückt das Thema Supplementierung immer mehr in

den Vordergrund. Im Fokus dieser Untersuchungen stehen die *BCAA*¹⁰ - das sind die drei unentbehrlichen Aminosäuren Leucin, Isoleucin und Valin. (62) Besonders diskutiert werden die Auswirkungen einer Leucin Supplementierung auf den Zuwachs der Muskelmasse und welche Dosierungen die höchsten Erfolge erzielen könnte (63)(64)(65)(66). Im Fokus steht hier die Aktivierung des mTORC1 (mammalian target of rapamycin Complex) durch Leucin, welcher in weiterer Folge eine Signalkaskade auslöst, um die Muskelproteinsynthese zu stimulieren. (67) Ein Gehalt von 4,2 g Leucin pro Mahlzeit wird als förderlich für die myofibrilliäre Proteinsynthese bei älteren Frauen (65 - 75 Jahre) gesehen. (68) Bei älteren Männern konnte festgestellt werden, dass jene mit einer zusätzlichen Leucinzufuhr von 1,5 g zu ihrem Proteinshake (15g) eine höhere Muskelproteinsynthese aufwiesen als Männer ohne dieser Extrazufuhr. (69) Im Rahmen der PROT-AGE Study kam man zu dem Schluss, dass noch keine genauen Angaben bzgl. Supplementierung von Leucin bei älteren Personen und auch deren mögliche gesundheitliche Auswirkungen getroffen werden können. (70) Die Effekte der Proteinzufuhr auf die Muskelsynthese können in Kombination mit körperlicher Aktivität, besonders kombiniert mit gezieltem Krafttraining, noch erhöht werden (71). Neben der Quantität und Qualität des zugeführten Proteins spielt auch der Zeitpunkt der Verabreichung eine große Rolle, wobei diskutiert wird, ob die Zufuhr vor oder nach dem Training besser wäre und welche Abstände zum Training eingehalten werden sollten, um die gewünschten Effekte zu erzielen. (72) Auch hier kommt die PROT-AGE Studie zu dem Schluss, dass zwar eine Proteinzufuhr in kurzem zeitlichen Abstand zum Training förderlich sein kann, jedoch können keine genauen Aussagen getroffen werden, ob vor oder nach dem Training. (70) Im Kontrast dazu zeigte eine Meta-Analyse, dass durch Krafttraining kombiniert mit Proteinsupplementierung zwar eine Erhöhung der fettfreien Masse erreicht werden kann, es aber weder zu einem Muskelzuwachs noch zu einer erhöhten Muskelkraft kommt. (73) Ein weiterer Punkt der beachtet werden muss ist, in welcher Nährstoffkombination (mit Fett und oder Kohlenhydraten) die Proteine zugeführt werden und welche Effekte diese Kombinationen hervorrufen. (71) Eine Studie von Gorissen et al. fand heraus, dass die kombinierte Aufnahme von Kohlenhydraten mit Protein zwar die Proteinabsorption verzögert, jedoch keine Änderungen im Muskelzuwachs hervorruft – weder bei jüngeren noch bei älteren Männern. (74) Da

¹⁰ Branched Chain Amino Acids = verzweigtkettige Aminosäuren

die meisten Proteinprodukte jedoch mit schnell verdaulichen Kohlenhydraten kombiniert werden, kann nicht mit Sicherheit gesagt werden, ob diese Effekte auch mit komplexen Kohlenhydraten nachgewiesen werden könnten. Ob die Kombination von Protein und Fett vorteilhaft für die Muskelproteinsynthese ist, ist noch weniger erforscht als jene mit Kohlenhydraten. Eine weitere Studie von Gorissen et al. zeigte, dass es durch die Kombination von Milchfett und einem Casein Supplement zu keiner Verzögerung der Proteinaufnahme und –verdauung bei gesunden, alten Männern kam. (75) (76) Diese Resultate zeigen, dass noch mehr Forschung notwendig ist, um die genauen Effekte von Protein bzw. Proteinsupplementierung, Proteinmenge, Zeitpunkt und Kombination der Zufuhr zu klären und anwenden zu können.

Die Zufuhr von Alkohol wird in den D-A-CH Referenzwerten als maximal tolerierbare Alkoholmenge pro Tag angegeben und soll keine Aufforderung zum täglich Alkoholkonsum darstellen. Hierbei handelt es sich um Schwellenwerte, da nicht abgeschätzt werden kann ab welchem Gehalt potenzielle negative Effekte eintreten. (29) Der *Österreichische Ernährungsbericht 2012* zeigte, dass sich Frauen mit einem Alkoholkonsum von durchschnittlich 6,3 g/Tag und Männer mit 13,4 g/Tag durchaus im Rahmen der tolerierbaren Mengen bewegen. (35) Diese betragen nämlich für Frauen 10 g/Tag und für Männer 20 g/Tag oder um diese Werte besser zu veranschaulichen – eine Frau sollte pro Tag nicht mehr als ein kleines Bier (0,33 L) oder 125 ml Wein trinken, wohingegen die Männer ein großes Bier (0,5 L) oder 250 ml Wein trinken „dürften“. Jedoch muss erwähnt werden, dass Personen aus verschiedenen Gründen oftmals dazu tendieren, den tatsächlichen Alkoholkonsum zu verheimlichen und daher kann davon ausgegangen werden, dass der tatsächliche Alkoholkonsum in diesem Alter höher liegt als angegeben wurde.

3 Methoden

3.1 Studiendesign und Zielsetzung

Im Rahmen des von der EU geförderten interdisziplinären Projektes *NutriAging* werden von 2017-2021 drei verschiedene Studien, welche sich mit den Effekten von bestimmten Nährstoffen im Alter beschäftigen, durchgeführt. Dieses Projekt ist am Department für Ernährungswissenschaften der Universität Wien angesiedelt und kooperiert mit dem Zentrum der Sportwissenschaft der Universität Wien sowie der Comenius Universität Bratislava. Den Anfang machte im Jahr 2018 die Protein-Studie welche im Mai des Jahres startete und bis Dezember 2018 dauerte. Darauf folgte mit Beginn des Jahres 2019 die Vitamin D-Studie. Den Abschluss wird die Studie zur Zufuhr von Omega-3-FS bilden.

Bei der *NutriAging Protein Studie* handelt es sich um eine prospektive randomisierte kontrollierte Interventionsstudie aus den Bereichen Ernährungs- und Sportwissenschaften. Die Zielsetzung der Protein-Studie war herauszufinden welche Auswirkungen eine durch unterschiedlich hohe Proteinzufuhr optimierte Ernährung mit und ohne Krafttraining auf die körperliche Leistungsfähigkeit (Muskelkraft, Muskelmasse), den Oxidativen Stress, die Darm-Mikrobiota, immunologische Parameter sowie auf den allgemeinen Gesundheitszustand und die Lebensqualität bei älteren Personen, hat.

Die in der Masterarbeit vorgestellten Auswertungen stellen nur einen Teil dar und beschäftigen sich mit der Zufuhr von Makronährstoffen sowie dem Trinkverhalten der Senioren. Daraus ergeben sich folgende Fragestellungen:

- Haben die Probanden der beiden Interventionsgruppen die Ziele bzgl. der Proteinaufnahme (Protein low (PL) 1,00 g/kgKG/Tag bzw. Protein high (PH) 2,00 g/kgKG/Tag) erreicht?
- Hat sich die Zufuhr der Makronährstoffe sowie das Trinkverhalten während der drei Phasen der Studie verändert?
- Gibt es Unterschiede zwischen den Gruppen und Geschlechtern in der Nährstoffzufuhr?

Die übrigen Nährstoffauswertungen wurden von Frau Samira Rube, Frau Bianca Wolf, Frau Aleksandra Mystek, Frau Eva Gallyova-Baier sowie Frau Linda Hofbauer im Rah-

men ihrer Abschlussarbeiten ausgewertet. Wie bereits erwähnt, handelt es sich bei der *NutriAging Protein Studie* um eine prospektive randomisierte kontrollierte Interventionsstudie.

Zu diesem Zweck wurden 3 Gruppen gebildet:

- *PH* = Protein high
- *PL* = Protein low
- *K* = Kontrollgruppe

Je nach Gruppe gab es verschiedene Vorgaben. Personen welche in die *PH* Gruppe eingeteilt wurden, unterlagen der Vorgabe täglich 2,00 g/kgKG/Tag Protein zu sich zu nehmen während Personen in der *PL* Gruppe lediglich die von den D-A-CH Referenzwerten für diese Altersgruppe (65+) überarbeitete empfohlene Menge von 1,00 g/kgKG/Tag Protein verzehren sollten. (6) Zum Erreichen dieser Ziele bekamen diese beiden Gruppen speziell dafür ausgewählte Produkte und Lebensmittel. Neben diesen beiden Interventionsgruppen wurden die Personen in der *K* Gruppe gebeten die gewohnte Ernährungsweise und das übliche Bewegungsausmaß für die gesamte Dauer der Studie beizubehalten und so als Referenzgruppe zu fungieren. Bevor die Studie beginnen konnte, mussten alle Bewerber im Rahmen von Voruntersuchungen zum Zeitpunkt T-1 erst auf ihre Einschließbarkeit¹¹ geprüft werden (siehe Abbildung 1). Die Studie wurde in weiterer Folge in drei Phasen unterteilt. Nach erfolgreicher Absolvierung der Voruntersuchung startete Phase 1 = P1 mit dem 24-h-Recall zur Baseline vor der Randomisierung, welche die typische Ernährungsweise des Probanden abbilden sollte, um so als Referenzinterview dienen zu können. Als T0 wird die Untersuchungswoche vor Beginn der Intervention mit den beiden Eingangsuntersuchungstagen bezeichnet. Am ersten Tag wurden zum einen medizinische und anthropometrische Tests durchgeführt bzw. Stuhl- und Urinproben von den Probanden eingesammelt und am zweiten Tag die sportlichen Tests (siehe Kapitel 3.3.3 Trainingsintervention) abgehalten, um so die Ausgangswerte der Probanden zu ermitteln. Mit Beginn der Phase zwei, direkt nach der Randomisierung, wurde die Ernährungsintervention begonnen und dauerte für jede Person sechs Wochen. Nach der sechsten Woche der Ernährungsintervention wurde die sogenannte Zwischenuntersuchung = T1, welche die gleichen

¹¹ Siehe Kapitel 3.2 Teilnahmekriterien

Tests wie die Eingangsuntersuchung umfasste, abgehalten um die Effekte der Ernährungsintervention bzw. den Ausgangspunkt vor der Sportintervention festzuhalten. Nach erfolgreicher Absolvierung der Zwischenuntersuchung startete die dritte und letzte Phase = P3 der Studie in der die Ernährungsintervention mit regelmäßigem (zweimal/Woche) und kontrolliertem Krafttraining über einen Zeitraum von acht Wochen kombiniert wurde. Während der gesamten Studienzeit mussten in einem Abstand von sieben bis zehn Tagen 24-h-Recalls durchgeführt werden, um die Ernährung der Studienteilnehmer aller drei Gruppen zu erfassen und zu beobachten. Nach insgesamt 15 Wochen folgten die Abschlussuntersuchungen = T2 und damit das Ende der Studie.

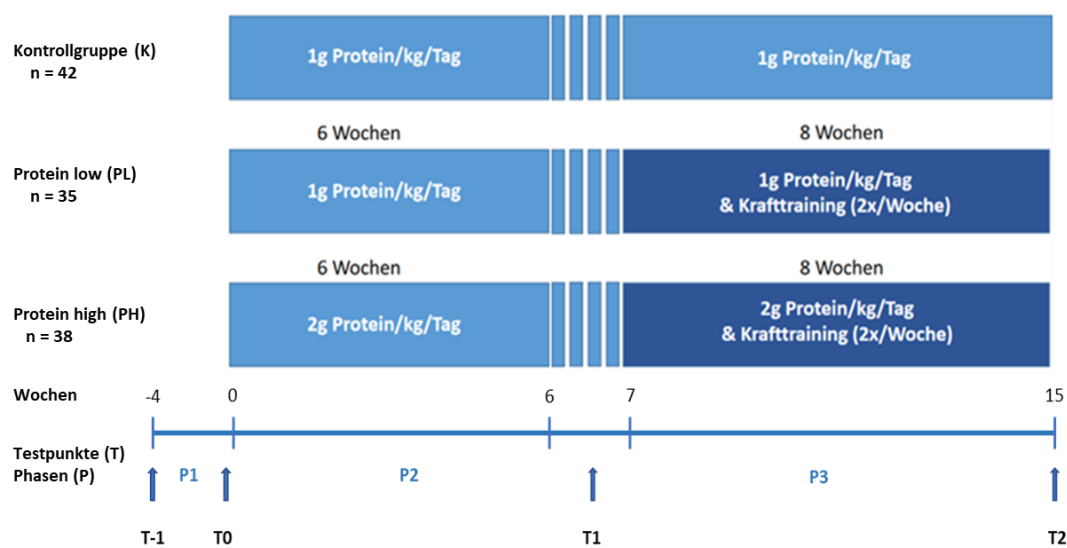


Abbildung 1: Die Grafik zeigt den Studienablauf der 115 Personen (insgesamt randomisiert 117 Personen) welche alle drei Phasen absolviert haben. Von 2 Probanden fehlt das Interview der P 1.

3.2 Rekrutierung, Teilnahmekriterien und Randomisierung

Die Rekrutierung der älteren Personen begann zunächst in einigen Pensionistenclubs der Stadt Wien und wurde in weiterer Folge ergänzt durch Artikel in diversen Tageszeitungen sowie durch Radio- und Fernsehberichte, welche durch ihre größere Reichweite mehrere Interessenten erreichen konnten.

Die Zielgruppe der *NutriAging Protein Studie* waren mobile, gesunde Männer und Frauen im Alter von ≥ 65 bis $\leq 85,1$ Jahren, welche noch in der Lage waren selbständig einen Haushalt zu führen. Eine weitere Anforderung war auch, dass die Personen kein regelmäßiges Krafttraining (> 1 Mal/Woche) absolvieren. Ein Ärzteteam überprüfte im Rahmen der Voruntersuchung, ob die Personen körperlich und geistig imstande waren an der Studie teilzunehmen. Ob die Personen die kognitiven Voraussetzungen für die

Teilnahme erfüllten, wurde mithilfe des *Mini Mental State Test (MMST)* erhoben. Bei einem Ergebnis < 23 Punkten wurden die Personen abgelehnt. Neben diesem Test war auch der *Uhrentest* ein weiteres Kriterium welches zu bestehen galt, um eine eventuelle Demenzerkrankung auszuschließen. Weitere Ausschlussgründe waren die Einnahme von Antibiotika im letzten halben Jahr vor Studienbeginn sowie chronische Erkrankungen und manifeste Osteoporose. Von den ursprünglich 632 Personen, welche Interesse bekundet haben an der Studie teilzunehmen, wurden 183 Personen auf ihre Eignung untersucht. Dabei kam es zum Ausschluss von 51 Personen, da sie die Einschlusskriterien nicht erfüllten, selbst den Wunsch zur Teilnahme zurückzogen oder aus verschiedenen anderen Gründen nicht an der Studie teilnehmen konnten. Randomisiert wurden 137 Personen von denen 20 Personen während des Studienverlaufs aus verschiedenen Gründen aus der Studie ausschieden. Die Randomisierung erfolgte mittels Randomisierungstool „www.randomizer.at“ der Medizinischen Universität Graz nach Alter und Geschlecht. [4] Die Abschlussuntersuchung haben 117 Personen absolviert. Da bei zwei Personen in Phase 1 kein 24-h-Recall durchgeführt wurde, stehen für folgende Auswertungen der Ernährungserhebungen nur 115 Personen zur Verfügung.

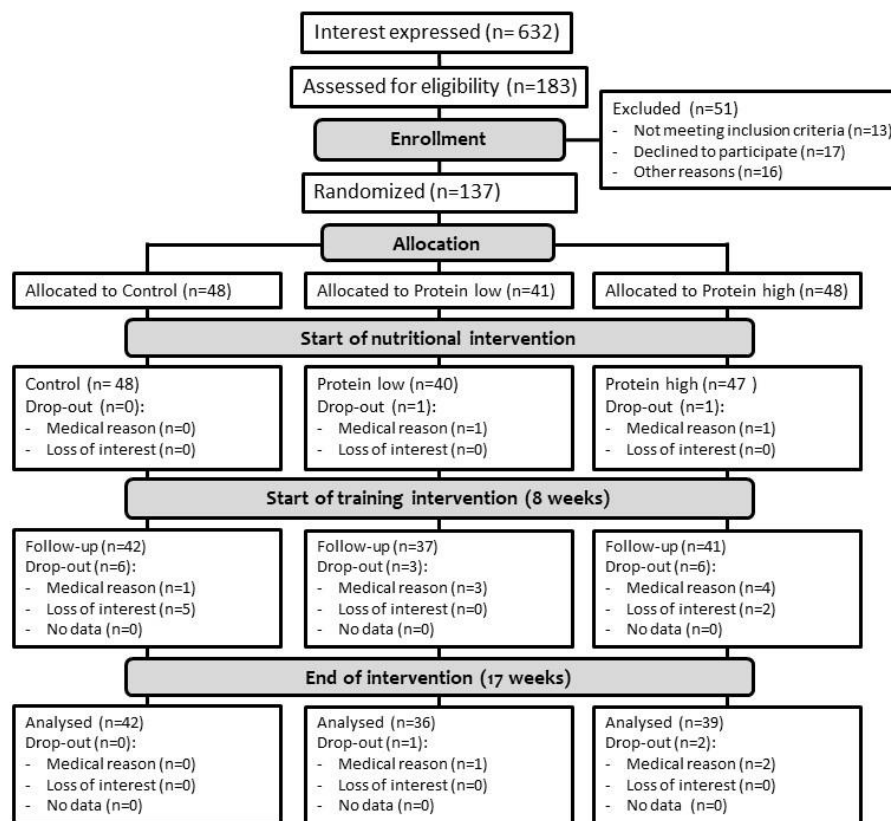


Abbildung 2: Flow Chart der NutriAging Protein Studie

3.3 Intervention

3.3.1 Ernährungsintervention

Wie bereits erwähnt, hatten die beiden Interventionsgruppen *PH* und *PL* unterschiedliche Vorgaben bzgl. der Proteinaufnahme. Während Personen in der *PH* Gruppe die Vorgabe von 2,00 g/kgKG/Tag Protein erfüllen sollten, mussten Personen in der *PL* Gruppe die von den D-A-CH Referenzwerten empfohlene Menge für diese Altersgruppe (65+) von 1,00 g/kgKG/Tag Protein zu sich nehmen (6).

Um die Vorgaben zu erreichen, wurde die gewohnte Ernährung in der *PH* mit speziell ausgewählten proteinreichen Lebensmitteln ergänzt bzw. auch substituiert, um zu verhindern, dass die Personen an Körpergewicht zulegen (siehe Tabelle 1). Da die *PL* lediglich die Hälfte an Protein als die *PH* aufnehmen sollte, standen diesen Personen mehr kohlenhydrat- als proteinreiche Lebensmittel zur Verfügung um die Vorgabe von 1,00 g/kgKG/Tag Protein zu erreichen, aber trotzdem isokalorisch und damit vergleichbar mit der *PH* Gruppe zu bleiben. In Tabelle 1 ist ein Auszug der bereitgestellten Produkte angeführt.

Tabelle 1: Produkt – bzw. Lebensmittelliste der Gruppen PH und PL

PH	PL
NÖM Fasten Proteindrink	Nöm to go Drinks
Chiefs Protein Drink	Gittis Riegel
NEOH CrossBar Schokoriegel	Clafoutis
Chiefs Protein Pudding	Smoothies
Ölz Eiweißbrot	Vollkornbrot
Süßkartoffel Brownie	Obst
Beeriger Cheesecake-Muffin	Saftiger Gemüse-muffin
Topfenkekse	Cupcake
...	...

Anhand ihres Proteingehaltes wurden die Produkte mit Punkten versehen, wobei 10 g Protein einem Punkt entsprachen. Damit wurde den Probanden die Auswahl der Lebensmittel für eine adäquate Aufnahme der vorgeschriebenen Proteinmenge erleichtert. Je nach Körpergewicht und Interventionsgruppe wurde die Zahl der zu erreichen-

den Punkte pro Tag bzw. pro Woche berechnet. Aus den zur Verfügung gestellten Lebensmitteln, welche durch ein eigens zusammengestelltes Logistikteam (siehe Kapitel 3.3.2) direkt zu den Probanden nach Hause geliefert wurden, konnten sie sich die passenden aussuchen. Für die leichte Handhabung bekamen die Probanden ein Studienbuch in dem alle Lebensmittel mit ihrem Proteingehalt in Form der Punkte, ihren möglichen Zubereitungsarten bzw. Verzehrmöglichkeiten, aufgelistet waren. Außerdem enthielt dieses Buch noch beispielhafte Speisepläne, um zu veranschaulichen wie diese Lebensmittel in den Alltag integriert bzw. welche Lebensmittel durch Produkte der Studie ersetzt werden können. Beispielsweise konnten Probanden der PH das täglich konsumierte Brot durch ein Brot mit erhöhtem Eiweißgehalt austauschen (Ölz Eiweißbrot). Das Studienbuch enthielt auch Wochenpläne und Punktaufkleber wobei eben jeder Aufkleber für 1 Proteinpunkt = 10 g Protein stand. Zur Übersicht und für die spätere Kontrolle mussten die Probanden für alle verzehrten Lebensmittel pro Tag Punkte einkleben und bei den 24-h-Recalls (siehe Kapitel 3.4) den Interviewern abgeben. Somit konnte kontrolliert werden, ob sich die Probanden an die Vorgaben hielten.

3.3.2 Logistikteam

Für eine lücken- und reibungslose Versorgung der Probanden der beiden Interventionsgruppen mit den benötigten Produkten über die gesamte Studienzeit, wurde eigens ein Logistikteam zusammengestellt. Dieses Team hatte die Aufgabe aus den zur Verfügung gestellten Produkten für jeden Probanden individuell auf den errechneten Bedarf abgestimmte Pakete zu erstellen und die Probanden zu beliefern. Um dies so effizient wie möglich zu gestalten, wurde pro Paket der Bedarf für mehrere Wochen gepackt. Es war besonders wichtig, dass sich die Studentinnen welche die Interviews führten, in regelmäßigem Austausch mit den Mitgliedern des Logistikteams befanden, denn so konnte das Logistikteam rechtzeitig reagieren, falls es Beschwerden oder Anregungen bzgl. Produktauswahl, Verträglichkeit, geschmacklicher Präferenzen etc. seitens der Probanden gab.

3.3.3 Trainingsintervention

Die Fragestellung der Studie befasst sich mit den Auswirkungen von Proteinzufuhr sowie Krafttraining auf die körperliche Konstitution der Probanden, daher wurden zu den Zeitpunkten T0, T1, T2 folgende Parameter gemessen:

- Gehgeschwindigkeit
- Ausdauerleistung: 6 Minuten Gehtest
- Gleichgewicht: Statisches Gleichgewicht, Timed Up & Go
- Muskelfunktion: Chair-Stand Test, 30-Second Arm Curl Test, isometrische Handgriffkraft
- Flexibilität des Körpers: Back Scratch Test, Chair Sit and Reach, Timed Up & Go, 30-Second Arm Curl Test

Nach sechs Wochen Ernährungsintervention begann nach der Zwischenuntersuchung die dritte und letzte Phase in der die Ernährungsintervention in Kombination mit gezieltem Krafttraining fortgeführt wurde. Die Gruppen *PH* und *PL* mussten zweimal pro Woche über acht Wochen hinweg in ausgewählten Fitnessstudios unter Anleitung von ausgebildeten Sportwissenschaftlern bestimmte Übungen (siehe Tabelle 2) durchführen. Dieses Training wurde in 4 Stufen durchgeführt: Gewöhnungstraining – Anpassungstraining – Intensivierung I und Intensivierung II.

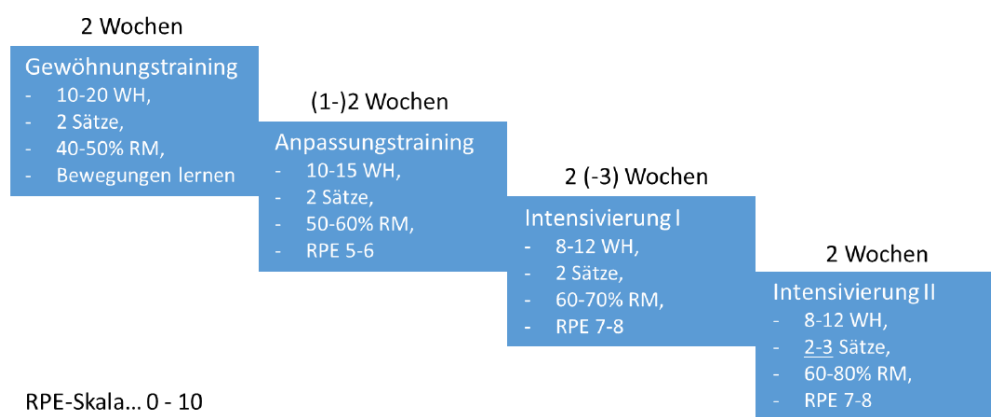


Abbildung 3: Trainingsintervention

Für alle Probanden wurde ein Trainingstagebuch geführt, um die korrekten Gewichte, die Übungswiederholungen und die Leistungssteigerung zu erfassen. Die Übungen wurden in Übungspaaren (siehe Tabelle 2) durchgeführt.

Tabelle 2: Übungen der Trainingsintervention

Übungspaar A1 & A2	
Goblet Kniebeuge von Bank mit Kurzhantel	Beinbeuger liegend/sitzend
Übungspaar B1 & B2	
Latzug zur Brust	Schulterdrücken mit Kurzhanteln (sitzend)
Übungspaar C1 & C2	
Beinpresse	Liegestützposition mit Beinheben (Hände erhöht)
Übungspaar D1 & D2	
Rudern sitzend	Brustpresse

3.4 Ernährungserhebungen

Für die Ernährungserhebungen wurde ein eigenes Team von Masterstudierenden zusammengestellt, welche die Aufgabe hatten sich über die gesamte Studiendauer regelmäßig alle sieben bis zehn Tage mit den Probanden zu einem Interview zu treffen. Zu diesem Zweck wurden sogenannte 24-h-Recalls mittels der Software *Globo Diet* durchgeführt. Dies ist eine retrospektive Interviewmethode, bei der der Verzehr des Vortages sowohl chronologisch als auch quantitativ und qualitativ erfasst wird. Diese Methode ist einerseits vorteilhaft, weil nur das Kurzzeitgedächtnis der Personen beansprucht wird und weil es durch den Aufbau der Software zu einem hohen Standardisierungsgrad kommt. Außerdem sind sehr präzise Angaben mithilfe eines Portionsgrößenbuches möglich. Andererseits reflektieren die einzelnen Tage nicht unbedingt das persönliche Ernährungsmuster und dies könnte auch zu Verfälschungen führen. Außerdem könnte es zu Underreporting kommen, da sich manche Personen aus verschiedenen Gründen unwohl fühlen, ihre tatsächlich verzehrten Lebensmittel ob quantitativ oder qualitativ vor fremden Personen preiszugeben. (77) Jeder Studentin wurden fixe Probanden zugeteilt, um einerseits die Organisation der Interviewtermine zu erleichtern, aber auch um andererseits ein Vertrauensverhältnis aufzubauen und dadurch die Qualität der Interviews zu steigern d.h. um sogenannte Recallbias wie beispielsweise Underreporting zu vermeiden. Außerdem waren die Studentinnen auch „Vermittler“ zwischen Probanden und Studienleitung, falls Probleme oder Fragen auftauchten.

Die Ernährungserhebungen stellten einen wesentlichen Teil der Studie dar und wurden über alle drei Phasen durchgeführt. *Phase 1* der Ernährungserhebungen stellt den 24-h-Recall zur Baseline, also vor der Randomisierung in eine der drei Gruppen, dar. Die-

ses Interview hatte den Zweck die typischen Ernährungsgewohnheiten der Probanden vor der Ernährungsintervention abzubilden, und diente als Referenz um die Veränderungen in der Nährstoffzufuhr zu verdeutlichen. Daher musste für das Interview ein Tag gewählt werden dessen Vortag ein typisches Ernährungsverhalten der betreffenden Person abbildete. Demzufolge waren Feiertage, Geburtstage oder ähnliche Anlässe an denen eine außergewöhnliche Ernährungsweise angenommen werden kann, nicht geeignet für dieses Interview. In den *Phasen zwei und drei* wurden alle sieben bis zehn Tage 24-h-Recalls durchgeführt. Für die Interviewerinnen war es einerseits wichtig anhand der Punktezetteln zu kontrollieren, ob die Vorgaben an die *PH* bzw. *PL* von den Probanden tatsächlich eingehalten wurden und andererseits um sicherzugehen, dass die *K* Gruppe nicht eigenständig Ernährungsmodifikationen vornahm. Die erhobenen Daten wurden an die zuständige Diätologin weitergeleitet und von ihr regelmäßig kontrolliert, damit bei Über- oder Unterschreitung der Vorgaben sogleich Maßnahmen getroffen werden konnten.

3.4.1 *Globo Diet*

Die Software *Globo Diet* wurde von der IARC¹² für die Ernährungserhebungen im Rahmen der EPIC-Studie¹³ entwickelt und validiert. (78) Für diese Studie wurde eine österreichische Version von *GloboDiet* verwendet, welche ebenso schon für die Erhebungen des *Österreichischen Ernährungsberichtes 2017* angewendet wurde und an die lokalen Gepflogenheiten angepasst ist. Sie erlaubt eine chronologische detaillierte Befragung der Probanden und hilft auch dem Gedächtnis durch gezielte Zwischenfragen auf die Sprünge. Für eine bessere Abschätzung der Portionsgrößen wurde auch noch ein Fotobuch entwickelt, welches Abbildungen zu Lebensmitteln und Getränken, haushaltsüblichen Küchenmaßen oder aber auch Formen von Lebensmitteln beispielsweise Kuchen, Brot oder ähnliches zeigt. Im Anschluss an die Interviews wurden die erhobenen Daten mit dem Bundeslebensmittelschlüssel verknüpft. (79)

¹² IARC = International Agency for Research on Cancer

¹³ EPIC Studie = European Prospective Investigation into Cancer and Nutrition Study

3.5 Statistische Auswertung

Die Daten, welche durch die Software *Globo Diet* ermittelt wurden, wurden in eine Excel-Datei exportiert worin die einzelnen Interviews mit allen Informationen aufschienen. Mittels einer Formel wurden die einzelnen Interviews anhand ihres Datums in die drei, bereits erwähnten, Phasen eingeteilt und davon ein Mittelwert pro Phase gebildet. Diese bildeten die Basis für die weiteren statistischen Auswertungen. Sämtliche statistische Auswertungen erfolgten durch das Statistik- und Analyseprogramm SPSS. Zunächst wurden die Daten mittels Shapiro-Wilk-Test auf Normalverteilung geprüft. Für die deskriptive Statistik wurde einerseits der Median, Mittelwert und Standardabweichung sowie die Perzentilen (5, 25, 50, 75, 95) und die minimalen und maximalen Werte der einzelnen Nährstoffe ausgewertet und angegeben. Der Mittelwert wird in weiterer Folge als MW und die Standardabweichung als SD abgekürzt (MW $\pm$ SD).

Um die Unterschiede zwischen den einzelnen Phasen und Gruppen zu messen, wurden ANOVA mit und ohne Messwiederholungen durchgeführt. Hierfür wurde die Varianzhomogenität mittels Levene-Test als eine der Voraussetzung getestet. Bei einem signifikanten Levene-Test ($p < 0,05$) kann nicht von Gleichheit der Varianzen ausgegangen werden und so wurde in diesen Fällen die robustere Welch-ANOVA ausgewertet. Welche Unterschiede es genau zwischen den drei verschiedenen Gruppen (K, PL, PH) sowie innerhalb einer Gruppe zwischen den drei Phasen - in weiterer Folge abgekürzt als PH1, PH2 und PH3 – gab, wurde mittels Bonferroni-korrigierten post-hoc Test festgestellt. Die Frage, ob Differenzen zwischen den Geschlechtern in der Nährstoffaufnahme pro Phase bestanden, konnte mithilfe des T-Test bei unabhängigen Stichproben berechnet werden. Das Signifikanzniveau wurde bei $\alpha = 0,05$ festgelegt, d.h. p-Wert Ergebnisse welche darunter liegen zeigen einen signifikanten Unterschied. Die signifikanten Unterschiede zwischen den einzelnen Gruppen werden in weiterer Folge, und zum leichteren Verständnis, sowohl in den Tabellen als auch in den Abbildungen durch unterschiedliche Buchstaben angegeben.

4 Ergebnisse und Diskussion

4.1 Kollektivbeschreibung

Die drei Phasen der Studie wurden von insgesamt 115 Personen absolviert, da von zwei Personen die Interviews in Phase 1 fehlten und daher nicht in die Auswertungen inkludiert werden konnten. Davon waren 42 Personen in die Kontrollgruppe randomisiert von denen wiederum 19 Personen (16,5 %) männlich und 23 Frauen (20 %) weiblich waren. Die PL umfasste 35 Personen, wobei die 18 Frauen davon einen Anteil an der Gesamtteilnehmerzahl von 15,7 % und die 17 Männer einen Anteil von 14,8 % hatten. Die zweitgrößte Gruppe war die PH mit 38 Teilnehmern (15,7 % = 18 Männer und 17,4 % = 20 Frauen).

Tabelle 3: Kollektivbeschreibung absolut und in Prozent

	Gruppen			Summe
	K	PL	PH	
männlich	19	17	18	54
%	16,5	14,8	15,7	47
weiblich	23	18	20	61
%	20	15,7	17,4	53
Summe	42	35	38	115
%	36,5	30,4	33,1	100

In Tabelle 4 werden die einzelnen Gruppen hinsichtlich der anthropometrischen Daten gegenübergestellt und die Variablen als $MW \pm SD$ angegeben. Mittels Einfaktorieller Varianzanalyse (ANOVA) wurden die Unterschiede zwischen den Gruppen getestet, wobei das Ergebnis war, dass es weder im Alter noch in den anthropometrischen Daten einen signifikanten Unterschied zwischen den Gruppen gab ($p > 0,05$). Im Anhang (siehe Kapitel 8.1) sind die erhobenen Daten aller 3 Phasen ergänzt und als Median dargestellt.

Tabelle 4: Unterschiede zwischen den Gruppen

	n=115			
	K (n=42)	PL (n=35)	PH (n=38)	p-Werte
Alter [Jahre]	72,8 ± 4,6	72,2 ± 4,3	73,3 ± 4,8	0,608
Größe [cm]	168,1 ± 10,9	169,6 ± 9,0	167,7 ± 9,7	0,682
Gewicht [kg]	73,6 ± 12,2	75,9 ± 15,8	72,8 ± 13,8	0,611
BMI [kg/m ²]	26,1 ± 3,9	26,3 ± 4,4	25,8 ± 3,7	0,869

4.1.1 Kontrollgruppe

Die MW ± SD in Tabelle 5 zeigen, dass sich das Alter zwischen den Geschlechtern in der K-Gruppe nicht signifikant ($p = 0,389$) unterscheidet und ebenso wenig der BMI. Signifikant unterschiedlich war jedoch die Größe und das Gewicht, wobei die Männer deutlich größer bzw. schwerer waren als die Frauen ($p < 0,001$), nicht aber der BMI ($p = 0,497$).

Tabelle 5: Anthropometrische Daten der K (n=42) zu Beginn der Studie

	K (n=42)		p-Werte
	m (n=19)	w (n=23)	
Alter [Jahre]	72,1 ± 4,7	73,4 ± 4,6	0,389
Größe [cm]	177,6 ± 7,1	160,0 ± 6	< 0,001
Gewicht [kg]	80,6 ± 9,5	67,9 ± 11,4	< 0,001
BMI [kg/m ²]	25,6 ± 3,4	26,5 ± 4,4	0,497

MW ± SD

4.1.2 Protein low Gruppe

Die 17 Männer und 18 Frauen waren durchschnittlich gleich alt ($p = 0,846$). Größe und Gewicht unterschieden sich signifikant ($p < 0,001$) zwischen den Geschlechtern. Der BMI war im Durchschnitt nicht signifikant verschieden ($p = 0,128$).

Tabelle 6: Anthropometrische Daten der PL (n=35) zu Beginn der Studie

	PL (n=35)		p-Werte
	m (n=17)	w (n=18)	
Alter [Jahre]	72,1 ± 4,6	72,4 ± 4,1	0,846
Größe [cm]	176,2 ± 7	163,4 ± 5,6	< 0,001
Gewicht [kg]	84,9 ± 13,6	67,5 ± 13	< 0,001
BMI [kg/m ²]	27,4 ± 4,6	25,2 ± 3,9	0,128

MW ± SD

4.1.3 Protein high Gruppe

Wie in den anderen Gruppen war auch in dieser das Alter zwischen den Gruppen durchschnittlich gleich verteilt ($p = 0,955$). Größe und Gewicht waren signifikant unterschiedlich ($p < 0,001$), jedoch nicht der BMI ($p = 0,351$).

Tabelle 7: Anthropometrische Daten der PH (n=38) zu Beginn der Studie

	PH (n=38)		
	m (n=18)	w (n=20)	p-Werte
Alter [Jahre]	73,3 ± 5,2	73,3 ± 4,6	0,955
Größe [cm]	174,8 ± 6,7	161,2 ± 7,1	< 0,001
Gewicht [kg]	80,7 ± 10	65,8 ± 12,9	< 0,001
BMI [kg/m ²]	26,4 ± 2,7	25,2 ± 4,4	0,351

MW ± SD

4.2 Ernährungserhebungen

Im Folgenden werden die Ergebnisse der Daten gezeigt, welche mittels 24-h-Recalls erfasst wurden. Sämtliche Auswertungen erfolgten durch das Statistik- und Analyseprogramm *SPSS*. Die einzelnen drei Phasen werden separat betrachtet, wobei zu Beginn die Daten der einzelnen Nährstoffe pro Interventions- bzw. Kontrollgruppe deskriptiv als Mittelwert $\pm$ Standardabweichung bzw. als Median pro Phase dargestellt werden. Des Weiteren wurden die Perzentile (5, 25, 50, 75, 95) sowie der Minimum- und Maximalwert ausgewertet. Für die detaillierte Beschreibung der Nährstoffzufuhr der Geschlechter pro Phase und Gruppe sind die einzelnen Tabellen unter Kapitel 8.2 ersichtlich. Außerdem werden die Aufnahmedaten mit den D-A-CH Referenzwerten verglichen und auf dieser Basis die Abweichungen in Prozent berechnet. Nach der deskriptiven Auswertung folgt die statistische Auswertung der Unterschiede zwischen den Gruppen innerhalb der einzelnen Phasen bzw. zwischen den Geschlechtern der einzelnen Gruppen innerhalb der Phase aber auch innerhalb der Geschlechter zwischen den einzelnen Gruppen pro Phase. Den Abschluss der Auswertungen bildet das Kapitel 4.2.2 Phasenvergleich, worin veranschaulicht werden soll, wie sich die Nährstoffzufuhr der einzelnen Gruppen im Zeitverlauf verändert hat und ob die Vorgaben an die PL bzw. die PH erreicht wurden. Aufgrund mangelnder Nährwertdeklaration der Supplementprodukte, welche den Interventionsgruppen PL und PH in den Phasen zwei und drei zur Erreichung der Ziele von 1,00 g/kgKG/Tag bzw. 2,00 g/kgKG/Tag verabreicht wurden, zeigen die folgenden Nährstoffe nur die Zufuhr welche durch die „normale Ernährung“ der Probanden erfolgte, d.h. es können in diesen Gruppen und Phasen nur Aussagen darüber getroffen werden wie sich die Nährstoffzufuhr durch die „normale Ernährung“ aufgrund der Zufuhr der Produkte der Studie verändert hat. Folgende Nährstoffe sind davon betroffen: Ballaststoffe [g], Ballaststoffdichte [g/1000 kcal], Saccharose [En%], SFA [En%], MUFA [En%], PUFA [En%], Omega-6-FS [En%], Omega-3-FS [En%], Cholesterin [mg], BCAA [g], Leucin [mg/kgKG], Isoleucin [mg/kgKG] und Valin [mg/kgKG]. Die Variable Wasser [ml] repräsentiert das Trinkverhalten der Probanden exkl. Supplementprodukte.

4.2.1 Nährstoffzufuhr in Phase 1

Tabelle 8: Deskriptive Darstellung der Nährstoffzufuhr bei allen Probanden (n=115) vor der Randomisierung in Phase 1

n = 115	MW ± SD	Min	P5	P25	P50	P75	P95	Max
Energie [kcal]	1836 ± 712	459	868	1310	1725	2223	3248	3932
Energie [kJ]	7681 ± 2978	1920	3630	5481	7217	9301	13591	16451
KH [En%]	42,5 ± 10,3	7,0	26,5	35,1	42,0	49,5	61,0	68,0
Ballaststoffe [g]	19,5 ± 12,9	3,0	7,8	12,0	18,0	24,0	33,2	127,0
Ballaststoffdichte [g/1000 kcal]	10,4 ± 6,8	1,8	4,4	6,2	8,6	12,8	21,8	61,0
Saccharose [En%]	8,8 ± 4,8	0,0	1,3	5,6	8,2	11,4	19,2	23,5
Fett [En%]	39,0 ± 10,2	16,0	22,5	31,6	39,2	46,8	54,3	66,0
SFA [En%]	17,2 ± 6,6	5,0	7,2	12,4	16,7	20,9	27,9	42,0
MUFA [En%]	13,1 ± 4,5	4,5	6,2	10,1	12,8	16,1	21,1	32,1
PUFA [En%]	4,9 ± 3,5	2,0	2,0	2,7	3,8	5,8	12,0	25,0
Omega-6-FA [En%]	4,0 ± 3,0	1,3	1,5	2,2	3,1	4,3	9,6	22,6
Omega-3-FA [En%]	1,0 ± 1,2	0,3	0,3	0,4	0,6	0,9	3,9	7,1
Cholesterin [mg]	288 ± 200	0	66	153	234	377	681	1013
Protein [En%]	14,1 ± 4,2	4,0	8,0	11,3	13,7	16,5	21,1	27,0
Protein [g/kgKG/Tag]	0,83 ± 0,34	0,17	0,37	0,58	0,80	1,00	1,38	2,54
BCAA [g]	10,0 ± 3,1	3,6	5,9	8,2	9,6	11,7	16,3	20,8
Leucin [mg/kgKG/Tag]	59,1 ± 27,3	17,4	20,8	39,3	54,8	69,6	115,2	155,6
Isoleucin [mg/kgKG/Tag]	38,8 ± 16,4	5,8	16,7	27,1	37,3	47,4	66,6	117,6
Valin [mg/kgKG/Tag]	41,9 ± 19,2	11,7	14,6	27,9	39,0	50,5	81,9	107,6
Wasser [ml]	2808 ± 670	1398	1762	2317	2748	3215	4129	4394
Alkohol [g]	10,9 ± 14,9	0,0	0,0	0,0	2,1	18,5	39,5	78,0

Tabelle 9: Deskriptive Darstellung der Nährstoffzufuhr der Frauen (n=61) in Phase 1

n = 61	MW ± SD	Min	P5	P25	P50	P75	P95	Max
Energie [kcal]	1592 ± 625	459	792	1169	1397	1944	2746	3811
Energie [kJ]	6661 ± 2612	1920	3312	4891	5845	8132	11490	15945
KH [En%]	42,9 ± 11,5	7,0	25,6	35,5	41,7	51,0	64,2	68,0
Ballaststoffe [g]	18,6 ± 15,9	3,0	6,1	11,0	16,0	22,5	31,0	127,0
Ballaststoffdichte [g/1000 kcal]	11,0 ± 8,1	1,8	4,5	6,4	9,1	13,9	21,8	61,0
Saccharose [En%]	8,9 ± 5,3	0,0	0,9	4,4	8,4	11,6	19,3	23,5
Fett [En%]	39,6 ± 10,6	16,0	24,1	31,2	39,5	47,7	60,8	64,0
SFA [En%]	17,8 ± 7,4	5,0	6,7	12,2	17,7	22,2	31,6	42,0
MUFA [En%]	13,3 ± 4,6	4,5	6,4	10,1	13,3	16,0	20,9	32,1
PUFA [En%]	4,6 ± 2,8	2,0	2,0	2,6	3,7	5,4	11,4	14,0
Omega-6-FA [En%]	3,6 ± 2,2	1,5	1,6	2,1	2,9	4,3	8,3	12,4
Omega-3-FA [En%]	1,0 ± 1,2	0,3	0,3	0,4	0,6	0,9	4,3	6,9
Cholesterin [mg]	243 ± 173	0	42	128	211	309	537	1013
Protein [En%]	13,7 ± 4,5	4,0	8,2	10,3	12,6	16,6	21,8	27,0
Protein [g/kgKG/Tag]	0,78 ± 0,37	0,17	0,36	0,53	0,73	0,94	1,54	2,54
BCAA [g]	9,8 ± 3,0	3,6	5,6	8,2	9,5	11,0	16,2	20,8
Leucin [mg/kgKG/Tag]	66,9 ± 29,6	17,4	26,7	47,1	59,8	85,4	128,0	155,6
Isoleucin [mg/kgKG/Tag]	36,6 ± 17,8	5,8	15,2	24,7	34,9	45,1	71,4	117,6
Valin [mg/kgKG/Tag]	47,4 ± 20,5	11,7	19,3	32,6	41,2	62,8	88,0	107,6
Wasser [ml]	2744 ± 634,6	1398	1728	2265	2748	3169	3928	4394
Alkohol [g]	7,9 ± 12,2	0,0	0,0	0,0	0,83	13,6	34,2	52,2

MW ± SD, Minimum, Maximum, Perzentile

Tabelle 10: Deskriptive Darstellung der Nährstoffzufuhr der Männer (n=54) in Phase 1

n =54	MW ± SD	Min	P5	P25	P50	P75	P95	Max
Energie [kcal]	2111 ± 709	620	947	1651	2017	2599	3550	3932
Energie [kJ]	8834 ± 2966	2594	3961	6907	8437	10874	14853	16451
KH [En%]	42,0 ± 8,9	16,0	27,7	34,9	43,2	48,7	57,3	61,0
Ballaststoffe [g]	20,6 ± 8,3	7,0	8,0	14,0	19,5	27,0	34,8	43,0
Ballaststoffdichte [g/1000 kcal]	9,6 ± 5,0	3,5	4,2	5,9	8,4	12,5	22,1	24,6
Saccharose [En%]	8,9 ± 4,3	1,4	2,8	6,3	8,0	11,1	19,3	20,6
Fett [En%]	38,4 ± 9,8	16,0	20,9	32,5	38,6	46,6	52,2	66,0
SFA [En%]	16,5 ± 5,6	7,0	7,6	13,2	16,0	18,6	27,7	35,0
MUFA [En%]	12,9 ± 4,4	5,0	5,7	9,9	12,4	16,2	21,9	23,7
PUFA [En%]	5,4 ± 4,1	2,0	2,0	2,9	3,8	7,3	12,6	25,0
Omega-6-FA [En%]	4,4 ± 3,6	1,3	1,4	2,3	3,2	4,8	10,2	22,6
Omega-3-FA [En%]	1,0 ± 1,3	0,3	0,3	0,4	0,5	0,9	4,2	7,1
Cholesterin [mg]	340 ± 217	5	82	173	277	478	827	960
Protein [En%]	14,5 ± 3,8	7,0	8,0	12,2	14,5	16,4	21,2	24,0
Protein [g/kgKG/Tag]	0,89 ± 0,29	0,21	0,40	0,66	0,88	1,08	1,38	1,46
BCAA [g]	10,3 ± 3,2	3,8	5,9	8,3	10,0	12,1	17,5	19,4
Leucin [mg/kgKG/Tag]	50,1 ± 21,6	17,5	19,6	34,1	51,0	65,8	96,9	105,8
Isoleucin [mg/kgKG/Tag]	41,3 ± 14,4	8,3	18,7	31,2	40,4	50,9	66,7	70,4
Valin [mg/kgKG/Tag]	35,7 ± 15,6	12,7	13,9	24,3	35,3	46,9	71,2	75,8
Wasser [ml]	2881 ± 706	1658	1761	2372	2762	3312	4296	4388
Alkohol [g]	14,3 ± 17,0	0,0	0,0	0,88	10,0	21,6	48,6	78,0

MW SD, Minimum, Maximum, Perzentile

Tabelle 11: Nährstoffzufuhr als Median und Prozent der Empfehlungen von den Referenzwerten pro Geschlecht in Phase 1

	Männer	% der Empfehlungen	Frauen	% der Empfehlungen	D-A-CH	
	n = 54		n = 61		m	w
Energie [kcal]	2017	96 ⁴	1397	82 ⁴	2100/2500/2800 ¹	1700/1900/2100 ¹
Energie [kJ]	8437	96 ⁴	5845	82 ⁴	8800/10500/11700 ¹	7100/7900/8800 ¹
KH [En%]	43,2	86,3	41,7	83,4	≥ 50	
Ballaststoffe [g]	19,5	65,0	16,0	53,3	≥ 30	
Saccharose [En%]	8,0	79,9	8,4	84,3	≤ 10 ²	
Fett [En%]	38,6	128,6	39,5	131,8	≤ 30	
SFA [En%]	16,0	160,2	17,7	177,3	≤ 10	
MUFA [En%]	12,4	124,5	13,3	132,6	≤ 10	
PUFA [En%]	3,8	53,7	3,7	52,9	≥ 7	
Omega-6-FA [En%]	3,2	128,3	2,9	116,5	2,5	
Omega-3-FA [En%]	0,5	103,2	0,6	129,2	0,5	
Cholesterin [mg]	277	92	211	70	300	
Protein [En%]	14,5	96,5	12,6	84,2	15	
Protein [g/kgKG/Tag]	0,88	88,0	0,73	73,0	1	
Wasser [ml]	2762	123	2748	122	2250	
Alkohol [g]	10,0	49,8	0,8	8,3	20 ³	10 ³

¹PAL von 1,4/1,6/1,8; ²WHO; ³maximal tolerierbare tägliche Zufuhr, aber keine Aufforderung zum täglichen Alkoholkonsum; ⁴berechnet mit PAL 1,4

In Phase eins waren die Probanden noch nicht in die Gruppen randomisiert, daher wird in Tabelle 8 zunächst das gesamte Studienkollektiv (n=115) hinsichtlich Nährstoffzufuhr deskriptiv, d.h. MW $\pm$ SD, Perzentilen sowie Angabe der Minimal- und Maximalwerte, beschrieben, um einen Gesamtüberblick zu erhalten. Die Tabellen 9 und 10 zeigen die deskriptive Nährstoffzufuhr separat nach Geschlecht. Diese Daten bilden außerdem wertvolle, wenngleich auch nur momentane, Einblicke in das Ernährungsverhalten österreichischer Seniorinnen und Senioren und können zum Vergleich mit den erhobenen Daten des *Österreichischen Ernährungsberichtes* vom Jahr 2012 herangezogen werden. Im Rahmen des *Österreichischen Ernährungsberichtes 2012* wurden Daten von insgesamt 176 Seniorinnen (n=100, 57%) und Senioren (n=76, 43%) zwischen 65-80 Jahren mittels zweimaligem 24-h-Recall über ihre Energie- und Makronährstoffaufnahme erfragt. Bezüglich der Vergleichbarkeit dieser Daten mit denen des *Österreichischen Ernährungsberichtes 2012* ist zu erwähnen, dass die beiden Stichproben annähernd gleich groß waren. Des Weiteren ist zu erwähnen, dass jedoch nur ein 24-h-Recall der gesamten *NutriAging* Studienpopulation vorliegt der zu diesem Vergleich herangezogen werden kann, während beim Ernährungsbericht zweimalig befragt wurde.

Die Frauen der *NutriAging* Studie nahmen durchschnittlich weniger Energie (MW = 1592 $\pm$ SD = 625; Median = 1397 kcal) zu sich als jene die im *Österreichischen Ernährungsbericht 2012* (Median = 1675 kcal) erfasst wurden. Entsprechend der niederen Energiezufuhr zeigt sich auch eine niedrigere Kohlenhydrat- (MW = 42,9 $\pm$ SD = 11,5; Median = 41,7 En%) und Eiweißzufuhr (MW = 13,7 $\pm$ 4,5; Median = 12,6 En%) als bei den Frauen im *Österreichischen Ernährungsbericht 2012*, welche im Mittel 45 En% Kohlenhydrate und 15 En% Proteine verzehrten. Im Gegensatz dazu verzehrten die Frauen der *NutriAging* Studie in Phase eins mehr Fett (MW = 39,6 $\pm$ SD = 10,6; Median = 39,5 En%) als diese Vergleichsgruppe (Median = 37 En%). Nicht nur in der Quantität der Gesamtfettzufuhr zeigen sich Unterschiede, sondern ebenso in der Qualität der aufgenommenen Fette. Während die Frauen dieser Studie durchschnittlich (MW = 17,8 $\pm$ SD = 7,4; Median = 17,7 En%) SFA durch die Ernährung zu sich nahmen waren es bei den Frauen im *Österreichischen Ernährungsbericht 2012* durchschnittlich 16 En%. MUFA waren bei den Frauen der Studie etwas höher (MW = 13,3 $\pm$ SD = 4,6; Median = 13,3 En%) verglichen mit denen des weiblichen Kollektives im *Österreichischen Ernährungs-*

bericht 2012 (Median = 12 En%). Die Frauen der *NutriAging* Studie verzehrten weniger PUFA (MW = $4,6 \pm \text{SD} = 2,8$; Median = 3,7 En%) und Cholesterin (MW = $243 \pm \text{SD} = 173$; Median = 211 mg) als jene im *Österreichischen Ernährungsbericht 2012* (PUFA = 7 En%; Cholesterin = 305 mg). Der Alkoholkonsum lag bei den Seniorinnen der *NutriAging* Studie durchschnittlich höher (MW = $7,9 \pm \text{SD} = 12,2$; Median = 0,83 g) als bei den Seniorinnen des *Österreichischen Ernährungsberichtes 2012* (Median = 6,3 g). Bei Vergleich der Männer der Studie (Tabelle 10) mit den Männern des *Österreichischen Ernährungsbericht 2012* zeigte sich, dass jene der *NutriAging* Studie mehr Energie (MW = $2111 \pm \text{SD} = 709$; Median = 2017 kcal) aufnahmen als die Vergleichskohorte (Median = 1920 kcal). Jedoch nahmen sie weniger Energie durch Kohlenhydrate (MW = $42,0 \pm \text{SD} = 8,9$; Median = 43,2 En%) auf als die Senioren des *Österreichischen Ernährungsbericht 2012* (Median = 45 En%). Die Proteinaufnahme war etwa gleich bei rund 14 En%. Hingegen die Fettaufnahme der Männer des *NutriAging* Kollektives lag deutlich höher (MW = $38,4 \pm \text{SD} = 9,8$; Median = 38,6 En%) als bei jenen im *Österreichischen Ernährungsbericht 2012* (Median = 35 En%). Die Fettqualität war jedoch annähernd gleich in beiden Kollektiven (siehe Tabelle 10) und folgenden Ergebnissen des Ernährungsberichtes: MUFA: 11 En%, PUFA: 6 En%, SFA: 15 En%. (35).

Tabelle 11 zeigt die Abweichungen der Nährstoffzufuhr von Männern und Frauen der *NutriAging* Studie von den D-A-CH Referenzwerten in Prozent. Hierbei ist auffallend, dass sich sowohl Männer (96 %) als auch Frauen (82 %) bzgl. der Energiezufuhr unter den jeweiligen geschlechtsabhängigen Referenzwerten bewegen, wenn von einem PAL von 1,4 ausgegangen wird. Kritisch zu bemerken ist jedoch die Zufuhr von Kohlenhydraten und Ballaststoffen bei beiden Geschlechtern, welche deutlich unter den Richtwerten liegen und offensichtlich zu Lasten des deutlich erhöhten Fettkonsums (ca. 130 % bei Frauen und Männern) gehen. Auffallend sind in diesem Kontext auch die Abweichungen der verschiedenen Fettsäuren zu nennen, wobei ganz besonders die erhöhte Zufuhr von SFA und die zu geringe Zufuhr von PUFA zu nennen sind. Ein besonderes Augenmerk gilt der Zufuhr von Protein in g/kgKG/Tag von denen Männer nur rund 88 % und Frauen, mit einer Proteinaufnahme von 73 % des Schätzwertes, sogar noch weniger durch die Nahrung zuführen. Positiv anzumerken ist der Konsum von Alkohol deren maximal tolerierbare tägliche Menge weder von den Frauen noch von den Männern erreicht wurde, wobei hier verstärkt mit Underreporting gerechnet werden kann.

Tabelle 12: Deskriptive Darstellung der Nährstoffzufuhr der K (n=42) in Phase 1

n = 42	MW ± SD	Min	P5	P25	P50	P75	P95	Max
Energie [kcal]	1815 ± 732	459	875	1248	1713	2417	3287	3811
Energie [kJ]	7595 ± 3061	1920	3663	5221	7165	10114	13751	15945
KH [En%]	43,2 ± 10,3	25,0	26,3	34,7	42,1	51,5	60,5	67,0
Ballaststoffe [g]	22,4 ± 18,6	5,0	6,2	12,8	20,0	27,5	36,4	127,0
Ballaststoffdichte [g/1000 kcal]	12,3 ± 9,3	3,8	4,4	6,1	10,2	15,8	23,8	61,0
Saccharose [En%]	9,3 ± 4,8	0,9	1,3	6,3	9,2	11,8	19,4	20,6
Fett [En%]	39,1 ± 10,2	20,0	21,3	31,4	38,7	47,9	56,1	61,0
SFA [En%]	17,5 ± 7,0	6,0	6,9	12,0	17,6	21,8	27,9	42,0
MUFA [En%]	12,7 ± 3,6	5,1	6,0	10,1	13,2	16,0	17,5	18,1
PUFA [En%]	5,0 ± 3,0	2,0	2,2	2,8	3,9	6,4	12,6	14,0
Omega-6-FA [En%]	4,1 ± 2,7	1,4	1,6	2,2	3,1	5,4	10,3	12,4
Omega-3-FA [En%]	0,9 ± 0,7	0,3	0,3	0,4	0,6	1,1	2,4	3,7
Cholesterin [mg]	270 ± 158	48	72	146	238	364	564	666
Protein [En%]	14,0 ± 4,7	7,0	8,2	11,0	13,2	16,0	23,5	27,0
Protein [g/kgKG/Tag]	0,82 ± 0,40	0,30	0,36	0,56	0,75	0,99	1,54	2,54
BCAA [g]	9,8 ± 2,3	5,3	5,5	8,5	9,6	11,6	13,1	16,2
Leucin [mg/kgKG/Tag]	58,3 ± 23,4	20,0	22,9	45,1	54,3	69,3	105,1	128,4
Isoleucin [mg/kgKG/Tag]	38,4 ± 18,8	13,9	15,4	26,2	37,1	46,2	71,2	117,6
Valin [mg/kgKG/Tag]	41,2 ± 16,2	14,6	15,7	31,8	39,9	50,7	73,5	88,0
Wasser [ml]	2751 ± 653	1658	1682	2300	2686	3141	4094	4295
Alkohol [g]	8,4 ± 12,4	0,0	0,0	0,0	0,9	13,5	38,4	52,2

MW ± SD, Minimum, Maximum, Perzentile

Tabelle 13: Deskriptive Darstellung der Nährstoffzufuhr der PL (n=35) in Phase 1

n = 35	MW ± SD	Min	P5	P25	P50	P75	P95	Max
Energie [kcal]	1962 ± 691	700	768	1471	1916	2392	3341	3832
Energie [kJ]	8209 ± 2891	2929	3213	6155	8017	10008	13978	16033
KH [En%]	42,0 ± 10,4	7,0	21,8	36,5	44,0	47,3	59,0	62,0
Ballaststoffe [g]	18,1 ± 7,7	3,0	7,8	12,0	17,0	22,0	35,8	43,0
Ballaststoffdichte [g/1000 kcal]	9,0 ± 4,6	1,8	4,0	6,2	8,2	10,3	22,3	23,1
Saccharose [En%]	8,1 ± 4,8	0,0	0,5	4,5	8,0	11,4	18,3	19,2
Fett [En%]	38,5 ± 9,2	21,0	22,5	31,3	38,9	43,8	54,3	64,0
SFA [En%]	16,7 ± 6,1	7,0	7,5	12,4	16,6	18,7	29,6	37,0
MUFA [En%]	13,3 ± 5,2	5,9	6,2	9,7	12,6	15,5	23,6	32,1
PUFA [En%]	4,9 ± 3,0	2,0	2,0	2,6	3,8	5,8	11,9	14,0
Omega-6-FA [En%]	3,6 ± 1,9	1,5	1,5	2,1	3,2	4,1	7,8	9,0
Omega-3-FA [En%]	1,3 ± 1,7	0,3	0,3	0,4	0,6	0,9	6,2	6,9
Cholesterin [mg]	332 ± 228	71	77	171	247	399	878	960
Protein [En%]	14,7 ± 4,2	7,0	7,2	12,1	14,3	18,5	21,6	26,0
Protein [g/kgKG/Tag]	0,88 ± 0,28	0,40	0,44	0,67	0,85	1,02	1,49	1,61
BCAA [g]	10,7 ± 3,4	6,0	6,4	8,1	10,1	132	17,9	19,4
Leucin [mg/kgKG/Tag]	59,2 ± 23,5	24,8	27,1	42,0	55,5	69,9	113,4	120,3
Isoleucin [mg/kgKG/Tag]	42,0 ± 14,3	16,2	21,2	32,9	39,1	49,9	71,7	77,1
Valin [mg/kgKG/Tag]	42,0 ± 16,5	18,4	19,6	28,7	39,0	49,5	77,5	81,8
Wasser [ml]	2716 ± 511	1398	1962	2371	2640	3079	3784	3826
Alkohol [g]	12,1 ± 13,4	0,0	0,0	0,0	5,1	21,4	38,3	43,3

MW ± SD, Minimum, Maximum, Perzentile

Tabelle 14: Deskriptive Darstellung der Nährstoffzufuhr der PH (n=38) in Phase 1

n = 38	MW ± SD	Min	P5	P25	P50	P75	P95	Max
Energie [kcal]	1742 ± 710	620	839	1235	1633	2148	3480	3932
Energie [kJ]	7290 ± 2972	2594	3508	5168	6832	8987	14559	16451
KH [En%]	42,2 ± 10,5	16,0	26,7	34,8	41,3	49,0	64,7	68,0
Ballaststoffe [g]	17,7 ± 7,6	7,0	8,0	11,0	16,5	22,5	33,1	34,0
Ballaststoffdichte [g/1000 kcal]	9,5 ± 4,7	3,5	4,3	6,1	8,3	12,0	19,3	24,6
Saccharose [En%]	9,1 ± 4,9	2,1	3,3	5,7	7,7	11,2	20,1	23,5
Fett [En%]	39,5 ± 11,4	16,0	16,5	33,3	39,8	47,3	61,8	66,0
SFA [En%]	17,2 ± 6,7	5,0	6,4	13,0	16,0	21,3	32,1	35,0
MUFA [En%]	13,5 ± 4,8	4,5	5,0	10,1	12,7	16,7	23,2	23,7
PUFA [En%]	5,0 ± 4,4	2,0	1,9	2,5	3,5	5,0	13,2	25,0
Omega-6-FA [En%]	4,1 ± 3,9	1,3	1,5	2,2	3,0	4,1	12,6	22,6
Omega-3-FA [En%]	0,8 ± 1,2	0,3	0,3	0,4	0,5	0,8	3,0	7,1
Cholesterin [mg]	268 ± 212	0	5	152	210	334	753	1013
Protein [En%]	13,6 ± 3,6	4,0	8,1	10,9	14,4	15,6	19,4	21,0
Protein [g/kgKG/Tag]	0,79 ± 0,31	0,17	0,21	0,50	0,79	1,02	1,33	1,37
BCAA [g]	9,6 ± 3,4	3,6	3,8	7,6	9,2	10,9	17,7	20,8
Leucin [mg/kgKG/Tag]	59,8 ± 34,5	17,4	17,5	34,7	54,7	78,3	135,5	155,6
Isoleucin [mg/kgKG/Tag]	36,4 ± 15,3	5,8	8,1	21,3	36,1	49,1	64,2	65,3
Valin [mg/kgKG/Tag]	42,6 ± 24,4	11,7	12,6	24,8	39,1	56,2	92,8	107,6
Wasser [ml]	2957 ± 797	1743	1849	2149	2891	3569	4389	4394
Alkohol [g]	12,6 ± 18,5	0,0	0,0	0,0	2,1	21,3	65,0	78,0

MW ± SD, Minimum, Maximum, Perzentile

Tabelle 15: Nährstoffzufuhr als Median in Phase 1 pro Gruppe

	K (n=42)	PL (n=35)	PH (n=38)
Energie [kcal]	1713	1916	1633
Energie [kJ]	7165	8017	6832
KH [En%]	42,1	44,0	41,3
Ballaststoffe [g]	20,0	17,0	16,5
Ballaststoffdichte [g/1000 kcal]	10,2	8,2	8,3
Saccharose [En%]	9,2	8,0	7,7
Fett [En%]	38,7	38,9	39,8
SFA [En%]	17,6	16,6	16,0
MUFA [En%]	13,2	12,6	12,7
PUFA [En%]	3,9	3,8	3,5
Omega-6-FA [En%]	3,1	3,2	3,0
Omega-3-FA [En%]	0,6	0,6	0,5
Cholesterin [mg]	238	247	210
Protein [En%]	13,2	14,3	14,4
Protein [g/kgKG/Tag]	0,75	0,85	0,79
BCAA [g]	9,6	10,1	9,2
Leucin [mg/kgKG/Tag]	54,3	55,5	54,7
Isoleucin [mg/kgKG/Tag]	37,1	39,1	36,1
Valin [mg/kgKG/Tag]	39,9	39,0	39,1
Wasser [ml]	2686	2640	2891
Alkohol [g]	0,9	5,1	2,1

Tabelle 16: Unterschiede der Nährstoffzufuhr zwischen den Gruppen in Phase 1

	K (n=42)	PL (n=35)	PH (n=38)	p-Wert
Energie [kcal]	1815 ± 732	1962 ± 691	1742 ± 710	0,412
Energie [kJ]	7595 ± 3061	8209 ± 2891	7290 ± 2972	0,412
KH [En%]	43,2 ± 10,3	42,0 ± 10,4	42,2 ± 10,5	0,862
Ballaststoffe [g]	22,4 ± 18,6	18,1 ± 7,7	17,7 ± 7,6	0,193
Ballaststoffdichte [g/1000 kcal]	12,3 ± 9,3	9,0 ± 4,6	9,5 ± 4,7	0,072
Saccharose [En%]	9,3 ± 4,8	8,1 ± 4,8	9,1 ± 4,9	0,497
Fett [En%]	39,1 ± 10,2	38,5 ± 9,2	39,5 ± 11,4	0,916
SFA [En%]	17,5 ± 7,0	16,7 ± 6,1	17,2 ± 6,7	0,883
MUFA [En%]	12,7 ± 3,6	13,3 ± 5,2	13,5 ± 4,8	0,727
PUFA [En%]	5,0 ± 3,0	4,9 ± 3,0	5,0 ± 4,4	0,987
Omega-6-FA [En%]	4,1 ± 2,7	3,6 ± 1,9	4,1 ± 3,9	0,696
Omega-3-FA [En%]	0,9 ± 0,7	1,3 ± 1,7	0,8 ± 1,2	0,441
Cholesterin [mg]	270 ± 158	332 ± 228	268 ± 212	0,302
Protein [En%]	14,0 ± 4,7	14,7 ± 4,2	13,6 ± 3,6	0,547
Protein [g/kgKG/Tag]	0,82 ± 0,40	0,88 ± 0,28	0,79 ± 0,31	0,476
BCAA [g]	9,8 ± 2,3	10,7 ± 3,4	9,6 ± 3,4	0,250
Leucin [mg/kgKG/Tag]	58,3 ± 23,4	59,2 ± 23,5	59,8 ± 34,5	0,973
Isoleucin [mg/kgKG/Tag]	38,4 ± 18,8	42,0 ± 14,3	36,4 ± 15,3	0,341
Valin [mg/kgKG/Tag]	41,2 ± 16,2	42,0 ± 16,5	42,6 ± 24,4	0,954
Wasser [ml]	2751 ± 653	2716 ± 511	2957 ± 797	0,294
Alkohol [g]	8,4 ± 12,4	12,1 ± 13,4	12,6 ± 18,5	0,400

MW ± SD

Die Tabellen 12-14 zeigen die deskriptive Darstellung der einzelnen drei Gruppen im Detail. Der Median pro Nährstoff und Gruppe wird in Tabelle 15 zur besseren Übersicht noch einmal aufgelistet. Auffallend ist hier zum einen, dass die PL im Durchschnitt mehr Energie zu sich genommen hat als die anderen beiden Gruppen und zum anderen, dass auch der Ausgangswert der Proteinzufuhr in g/kgKG/Tag höher lag als die der K bzw. PH, allerdings waren diese Unterschiede nicht signifikant.

Wie bereits erwähnt repräsentiert die Phase eins den 24-h-Recall vor der Randomisierung der Probanden in eine der drei Gruppen. Um festzustellen, ob alle drei vom gleichen Ausgangsniveau gestartet waren, wurde eine Einfaktorielle Varianzanalyse (ANOVA) durchgeführt. Mittels Levene-Test wurde die Varianzhomogenität überprüft, welche bei allen gemessenen abhängigen Variablen, abgesehen der Variablen Wasser, Omega-3-Fettsäuren, Valin und Leucin ($p < 0,05$), als nicht signifikant gemessen wurde ($p > 0,05$) und daraufhin von Varianzhomogenität ausgegangen werden kann. Für die genannten Variablen deren Levene-Test signifikant war, wurde die Welch-ANOVA interpretiert. Da die Ergebnisse der ANOVA bei keiner der angegebenen Variable signifikant waren (siehe Tabelle 16 $p > 0,05$), konnte auf die Interpretation des Bonferroni-korrigierten post-hoc Testes verzichtet werden. Das bedeutet, dass alle drei Gruppen hinsichtlich ihrer Nährstoffzufuhr in Phase eins durchschnittlich die gleiche Ausgangsposition zu Studienbeginn hatten und Phase eins als Referenz repräsentativ ist. Vor allem gilt dies auch für die beiden Messungen der Proteinzufuhr angegeben in [En%] ($p = 0,476$) und in [g/kgKG/Tag] ($p = 0,476$).

Tabelle 17: Nährstoffzufuhr als Median in Phase 1 pro Gruppe und Geschlecht

	K (n=42)		PL (n=35)		PH (n=38)	
	m (n=19)	w (n=23)	m (n=17)	w (n=18)	m (n=18)	w (n=20)
Energie [kcal]	1807	1466	2185	1563	2139	1324
Energie [kJ]	7560	6134	9142	6538	8947	5538
KH [En%]	45,7	38,0	44,5	42,9	38,3	42,1
Ballaststoffe [g]	20,0	19,0	17,0	16,0	19,0	15,0
Ballaststoffdichte [g/1000 kcal]	10,1	10,4	7,2	9,1	8,4	8,2
Saccharose [En%]	9,4	7,1	8,0	8,0	7,5	9,4
Fett [En%]	36,1	42,1	38,3	40,0	40,7	36,9
SFA [En%]	15,6	19,9	17,5	15,3	15,7	17,9
MUFA [En%]	13,1	13,3	11,7	12,9	12,4	14,0
PUFA [En%]	3,8	4,1	3,8	4,0	3,7	3,2
Omega-6-FA [En%]	3,1	3,1	3,2	3,0	3,2	2,7
Omega-3-FA [En%]	0,5	0,6	0,5	0,7	0,5	0,5
Cholesterin [mg]	241	198	323	229	259	195
Protein [En%]	14,3	12,5	14,5	13,5	15,2	13,4
Protein [g/kgKG/Tag]	0,79	0,67	0,95	0,78	0,97	0,72
BCAA [g]	9,8	9,5	12,1	9,5	8,5	9,4
Leucin [mg/kgKG/Tag]	49,4	59,8	55,5	55,2	37,7	65,7
Isoleucin [mg/kgKG/Tag]	37,3	34,9	44,2	37,0	42,1	33,2
Valin [mg/kgKG/Tag]	34,9	42,2	39,0	39,1	26,9	48,2
Wasser [ml]	2532	2984	2877	2494	3069	2796
Alkohol [g]	1,7	0,3	18,1	1,5	8,6	1,4

Tabelle 18: Unterschiede der Nährstoffzufuhr zwischen den Geschlechtern innerhalb der Gruppen in Phase 1

	K (n=42)			PL (n=35)			PH (n=38)		
	m (n=19)	w (n=23)	p-Wert	m (n=17)	w (n=18)	p-Wert	m (n=18)	w (n=20)	p-Wert
Energie [kcal]	1879 ± 594	1763 ± 838	0,616	2356 ± 664	1590 ± 488	< 0,001	2126 ± 811	1397 ± 359	0,002
Energie [kJ]	7860 ± 2486	7376 ± 3506	0,616	9857 ± 2779	6653 ± 2042	< 0,001	8897 ± 3392	5844 ± 1502	0,002
KH [En%]	45 ± 9	41,7 ± 11,3	0,305	41,6 ± 8,4	42,3 ± 12,3	0,836	39,2 ± 8,8	44,8 ± 11,4	0,104
Ballaststoffe [g]	21,6 ± 8,5	23,0 ± 24,2	0,810	20,1 ± 8,4	16,3 ± 6,6	0,153	20,0 ± 8,5	15,6 ± 6,2	0,072
Ballaststoffdichte [g/1000 kcal]	10,7 ± 5,1	13,6 ± 11,6	0,327	8,3 ± 4,2	9,7 ± 4,9	0,378	9,7 ± 5,5	9,3 ± 4,0	0,783
Saccharose [En%]	10,6 ± 4,7	8,2 ± 4,7	0,103	8,3 ± 4,7	7,8 ± 5,0	0,771	7,6 ± 2,7	10,5 ± 6,0	0,061
Fett [En%]	37,3 ± 8,8	40,7 ± 11,1	0,288	37,3 ± 9,0	39,6 ± 9,5	0,479	40,6 ± 11,6	38,5 ± 11,4	0,577
SFA [En%]	15,9 ± 5,1	18,8 ± 8,2	0,186	16,7 ± 4,5	16,8 ± 7,4	0,985	16,9 ± 7	17,5 ± 6,6	0,804
MUFA [En%]	12,6 ± 3,9	12,8 ± 3,4	0,886	12,7 ± 4,7	13,8 ± 5,7	0,525	13,5 ± 5,0	13,5 ± 4,9	0,998
PUFA [En%]	5,0 ± 3,1	4,9 ± 3,1	0,932	4,5 ± 2,3	5,2 ± 3,5	0,467	6,6 ± 5,9	3,6 ± 1,5	0,051
Omega-6-FA [En%]	4,0 ± 2,6	4,2 ± 2,8	0,879	3,6 ± 2,0	3,6 ± 1,9	0,982	5,4 ± 5,3	3,0 ± 1,4	0,068
Omega-3-FA [En%]	1,0 ± 0,9	0,8 ± 0,4	0,329	0,9 ± 1,2	1,6 ± 2,0	0,194	1,1 ± 1,7	0,6 ± 0,2	0,199
Cholesterin [mg]	304 ± 163	242 ± 152	0,212	412 ± 272	257 ± 148	0,048	309 ± 202	231 ± 219	0,261
Protein [En%]	14,6 ± 4,5	13,6 ± 4,9	0,474	15 ± 3,7	14,4 ± 4,7	0,665	14,0 ± 3,0	13,3 ± 4,1	0,572
Protein [g/kgKG/Tag]	0,79 ± 0,26	0,84 ± 0,49	0,761	0,98 ± 0,25	0,79 ± 0,27	0,035	0,89 ± 0,33	0,70 ± 0,26	0,057
BCAA [g]	9,7 ± 2,1	10,0 ± 2,5	0,704	12,2 ± 3,6	9,3 ± 2,6	0,009	9,2 ± 3,1	10,0 ± 3,8	0,438
Leucin [mg/kgKG/Tag]	49,8 ± 19,4	65,4 ± 24,4	0,030	56,9 ± 20,9	61,3 ± 26,1	0,590	44,1 ± 23,7	73,8 ± 37,1	0,006
Isoleucin [mg/kgKG/Tag]	37,4 ± 12,4	39,2 ± 23,0	0,760	46,4 ± 14,3	37,9 ± 13,4	0,080	40,7 ± 15,7	32,5 ± 14,2	0,101
Valin [mg/kgKG/Tag]	35,3 ± 14,0	46,1 ± 16,5	0,031	40,6 ± 15,1	43,4 ± 18,0	0,619	31,4 ± 17,0	52,6 ± 25,9	0,006
Wasser [ml]	2692 ± 703	2799 ± 621	0,604	2852 ± 472	2587 ± 526	0,128	3107 ± 853	2822 ± 738	0,277
Alkohol [g]	8,1 ± 9,4	8,7 ± 14,6	0,864	16,9 ± 14,2	7,5 ± 11,1	0,037	18,6 ± 23,3	7,2 ± 10,6	0,069

MW ± SD

Tabelle 19: Unterschiede der Nährstoffzufuhr innerhalb der Geschlechter zwischen den Gruppen in Phase 1

	Männer (n=54)				Frauen (n=61)			
	K (n=19)	PL (n=17)	PH (n=18)	p-Wert	K (n=23)	PL (n=18)	PH (n=20)	p-Wert
Energie [kcal]	1879 ± 594	2356 ± 664	2126 ± 811	0,130	1763 ± 838	1590 ± 488	1397 ± 359	0,123
Energie [kJ]	7860 ± 2486	9857 ± 2779	8897 ± 3392	0,130	7376 ± 3506	6653 ± 2042	5844 ± 1502	0,123
KH [En%]	45,0 ± 9,0	41,6 ± 8,4	39,2 ± 8,8	0,142	41,7 ± 11,3	42,3 ± 12,3	44,8 ± 11,4	0,659
Ballaststoffe [g]	21,6 ± 8,5	20,1 ± 8,4	20,0 ± 8,5	0,733	23,0 ± 24,2	16,3 ± 6,6	15,6 ± 6,2	0,105
Ballaststoffdichte [g/1000 kcal]	10,7 ± 5,1	8,3 ± 4,2	9,7 ± 5,5	0,363	13,6 ± 11,6	9,7 ± 4,9	9,3 ± 4,0	0,161
Saccharose [En%]	10,6 ± 4,7	8,3 ± 4,7	7,6 ± 2,7	0,075	8,2 ± 4,7	7,8 ± 5,0	10,5 ± 6,0	0,231
Fett [En%]	37,3 ± 8,8	37,3 ± 9,0	40,6 ± 11,6	0,525	40,7 ± 11,1	39,6 ± 9,5	38,5 ± 11,4	0,797
SFA [En%]	15,9 ± 5,1	16,7 ± 4,5	16,9 ± 7,0	0,844	18,8 ± 8,2	16,8 ± 7,4	17,5 ± 6,6	0,669
MUFA [En%]	12,6 ± 3,9	12,7 ± 4,7	13,5 ± 5,0	0,854	12,8 ± 3,4	13,8 ± 5,7	13,5 ± 4,9	0,760
PUFA [En%]	5,0 ± 3,1	4,5 ± 2,3	6,6 ± 5,9	0,393	4,9 ± 3,1	5,2 ± 3,5	3,6 ± 1,5	0,059
Omega-6-FA [En%]	4,0 ± 2,6	3,6 ± 2,0	5,4 ± 5,3	0,292	4,2 ± 2,8	3,6 ± 1,9	3,0 ± 1,4	0,209
Omega-3-FA [En%]	1,0 ± 0,9	0,9 ± 1,2	1,1 ± 1,7	0,857	0,8 ± 0,4 ^{a,b}	1,6 ± 2,0 ^a	0,6 ± 0,2 ^b	0,016
Cholesterin [mg]	304 ± 163	412 ± 272	309 ± 202	0,255	242 ± 152	257 ± 148	231 ± 219	0,904
Protein [En%]	44,6 ± 4,5	15,0 ± 3,7	14,0 ± 3,0	0,710	13,6 ± 4,9	14,4 ± 4,7	13,3 ± 4,1	0,751
Protein [g/kgKG/Tag]	0,80 ± 0,26	0,98 ± 0,25	0,89 ± 0,33	0,168	0,84 ± 0,49	0,79 ± 0,27	0,70 ± 0,26	0,459
BCAA [g]	9,7 ± 2,1 ^a	12,2 ± 3,6 ^b	9,2 ± 3,1 ^a	0,025	10,0 ± 2,5	9,3 ± 2,6	10,0 ± 3,8	0,738
Leucin [mg/kgKG/Tag]	49,8 ± 19,4	56,9 ± 20,9	44,1 ± 23,7	0,217	65,4 ± 24,4	61,3 ± 26,1	73,8 ± 37,1	0,412
Isoleucin [mg/kgKG/Tag]	37,4 ± 12,4	46,4 ± 14,3	40,7 ± 15,7	0,173	39,2 ± 23,0	27,9 ± 13,4	32,5 ± 14,2	0,452
Valin [mg/kgKG/Tag]	35,3 ± 14,0	40,6 ± 15,1	31,4 ± 17,0	0,223	46,1 ± 16,5	43,4 ± 18,0	52,6 ± 25,9	0,361
Wasser [ml]	2692 ± 703	2852 ± 472	3107 ± 853	0,201	2799 ± 621	2587 ± 526	2822 ± 738	0,462
Alkohol [g]	8,1 ± 9,4	16,9 ± 14,2	18,6 ± 23,3	0,053	8,7 ± 14,6	7,5 ± 11,1	7,2 ± 10,6	0,911

MW ± SD, Unterschiedliche Buchstaben zeigen die Unterschiede zwischen den Gruppen

Tabelle 17 fasst die Nährstoffzufuhr pro Geschlecht und Phase als Median pro Nährstoff zur besseren Übersicht zusammen. Die Unterschiede zwischen den Geschlechtern in den einzelnen Gruppen (siehe Tabelle 18) wurden mittels T-Test bei unabhängigen Stichproben in SPSS berechnet. Varianzhomogenität wurde wiederum mittels Levene-Test festgestellt. Dieser zeigte für die Personen in der K-Gruppe keinerlei Unterschied zwischen den Geschlechtern ($p > 0,05$). In der PL waren alle Variablen, außer Cholesterin [mg], varianzhomogen. Die Energieaufnahme [kcal] bzw. [kJ] der Männer in der PL war signifikant höher als die Zufuhr der Frauen in Phase eins, $p < 0,001$. Da die Variable Cholesterin [mg] keine Varianzhomogenität aufwies, wurde für die Auswertung der Unterschiede die Welch-ANOVA herangezogen und diese ergab einen signifikanten Unterschied zwischen den Geschlechtern d.h., dass die Männer im Durchschnitt (MW = $412 \pm \text{SD} = 272$ mg) signifikant mehr Cholesterin durch die Nahrung zu sich genommen haben als die Frauen (MW = $257 \pm \text{SD} = 148$ mg) innerhalb der Gruppe, $p = 0,048$. Die Proteinzufuhr in g/kgKG/Tag zeigte ebenso eine signifikant höhere Zufuhr der Männer (MW = $0,98 \pm \text{SD} = 0,25$ g/kgKG/Tag) als der Frauen (MW = $0,79 \pm \text{SD} = 0,27$) in Phase eins, $p=0,035$. Außerdem konnte noch ein signifikanter Unterschied beim Alkoholkonsum festgestellt werden bei dem ebenso die Männer (MW = $16,9 \pm \text{SD} = 14,2$ g) den Konsum der Frauen im Durchschnitt übertrafen (MW = $7,5 \pm \text{SD} = 11,1$ g), $p = 0,037$. In der PH war für folgende Variablen Energiezufuhr, Alkohol, Saccharose, PUFA, Omega-3-Fettsäuren und Omega-6-Fettsäuren keine Varianzhomogenität ($p < 0,05$) gegeben und daher wurde auch für deren Interpretation die Welch-ANOVA angewandt. Die Energiezufuhr war in dieser Gruppe zwischen Männern (MW = $2126 \pm \text{SD} = 811$ kcal) und Frauen (MW = $1397 \pm \text{SD} = 359$ kcal) ebenfalls signifikant unterschiedlich, $p = 0,002$. Die Zufuhr der verzweigtkettigen Aminosäure Valin [mg/kgKG/Tag] durch die Ernährung war bei den Frauen (MW = $52,6 \pm \text{SD} = 25,9$ mg/kgKG/Tag) signifikant höher als bei den Männern (MW = $31,4 \pm \text{SD} = 17,0$ mg/kgKG/Tag) der PH, $p = 0,006$. Des Weiteren wurden, wie in Tabelle 19 aufgelistet, die Unterschiede innerhalb der Geschlechter zwischen den Gruppen mittels ANOVA getestet, wobei sich zeigte, dass sich die Männer zwischen den Gruppen nur hinsichtlich der Zufuhr der BCAA [g] signifikant unterschieden, wobei hier die Männer der PL einen höheren Verzehr aufwiesen als die Männer der K und PH, $p = 0,025$. Bei den Frauen gab es signifikante Unterschiede bei der Aufnahme der Omega-3-FS, $p = 0,016$.

4.2.2 Nährstoffzufuhr in Phase 2

Tabelle 20: Deskriptive Darstellung der Nährstoffzufuhr der K (n=42) in Phase 2

n = 42	MW ± SD	Min	P5	P25	P50	P75	P95	Max
Energie [kcal]	1940 ± 588	996	1032	1473	2037	2229	3086	3721
Energie [kJ]	8115 ± 2459	4167	4319	6164	8525	9327	12911	15569
KH [En%]	41,3 ± 7,8	23,0	26,4	36,0	41,5	46,4	55,9	62,0
Ballaststoffe [g]	21,5 ± 12,0	9,0	10,2	14,0	21,0	24,0	35,9	85,0
Ballaststoffdichte [g/1000 kcal]	11,1 ± 3,7	5,0	5,8	8,3	10,6	12,9	17,1	22,8
Saccharose [En%]	8,2 ± 3,3	3,7	3,9	5,6	7,9	9,4	15,5	18,5
Fett [En%]	40,0 ± 7,5	23,0	28,6	35,0	39,0	45,8	51,9	64,0
SFA [En%]	16,7 ± 3,9	8,4	10,2	14,1	16,2	19,6	24,3	24,8
MUFA [En%]	14,0 ± 3,0	8,4	10,0	12,0	13,5	15,9	19,5	24,8
PUFA [En%]	4,7 ± 3,5	1,5	1,6	2,5	3,5	5,7	15,2	15,8
Omega-6-FA [En%]	4,2 ± 1,5	2,2	2,4	3,0	4,1	4,9	6,6	10,1
Omega-3-FA [En%]	1,0 ± 0,7	0,4	0,4	0,6	0,7	1,1	2,0	4,6
Cholesterin [mg]	300 ± 133	69	82	190	307	379	536	582
Protein [En%]	13,4 ± 2,7	9,0	10,2	12,2	13,4	15,6	19,8	21,0
Protein [g/kgKG/Tag]	0,88 ± 0,35	0,44	0,52	0,65	0,85	0,99	1,36	2,62
BCAA [g]	11,0 ± 4,5	4,5	4,6	8,2	10,0	13,5	18,7	29,6
Leucin [mg/kgKG/Tag]	63,6 ± 31,0	23,2	24,4	41,7	58,3	74,4	119,3	192,6
Isoleucin [mg/kgKG/Tag]	41,8 ± 16,9	19,7	23,6	31,8	41,0	46,4	66,6	125,1
Valin [mg/kgKG/Tag]	44,4 ± 20,2	18,0	18,8	29,5	42,9	51,9	83,4	122,9
Wasser [ml]	2719 ± 558	1739	1820	2250	2840	3054	3523	4255
Alkohol [g]	13,4 ± 16,1	0,0	0,0	0,5	9,6	19,2	56,8	69,0

MW ± SD, Minimum, Maximum, Perzentile

Tabelle 21: Deskriptive Darstellung der Nährstoffzufuhr der PL (n=35) in Phase 2

n = 35	MW ± SD	Min	P5	P25	P50	P75	P95	Max
Energie [kcal]	2116 ± 640	1050	1112	1710	2097	2365	3405	3799
Energie [kJ]	8853 ± 2676	4393	4651	7155	8774	9895	14248	15895
KH [En%]	42,5 ± 6,9	28,0	29,9	38,5	42,0	45,9	57,4	57,0
Ballaststoffe° [g]	17,4 ± 7,7	5,0	7,4	12,0	15,0	21,0	33,6	44,0
Ballaststoffdichte° [g/1000 kcal]	11,1 ± 4,7	5,4	6,3	8,7	9,9	12,1	23,6	31,5
Saccharose° [En%]	8,0 ± 3,6	2,6	2,8	5,7	7,5	9,8	16,5	17,5
Fett [En%]	37,8 ± 6,5	27,0	28,3	32,5	38,1	42,0	49,5	60,0
SFA° [En%]	17,1 ± 4,8	5,8	9,1	13,7	16,9	20,6	28,3	29,2
MUFA° [En%]	13,6 ± 3,9	7,9	8,1	10,8	13,0	15,8	21,7	24,9
PUFA° [En%]	6,3 ± 5,2	1,6	2,0	3,4	4,8	6,7	21,1	26,6
Omega-6-FA° [En%]	4,2 ± 1,8	1,6	1,6	2,9	3,9	5,7	7,2	9,4
Omega-3-FA° [En%]	1,2 ± 1,0	0,4	0,4	0,6	0,9	1,2	3,9	6,0
Cholesterin° [mg]	286 ± 139	12	83	197	252	334	618	676
Protein [En%]	16,3 ± 3,1	10,0	10,6	14,8	16,3	19,6	20,5	21,0
Protein [g/kgKG/Tag]	1,07 ± 0,33	0,39	0,40	0,87	0,99	1,28	1,75	1,81
BCAA° [g]	11,8 ± 4,4	4,0	5,6	8,8	10,4	14,8	20,8	23,7
Leucin° [mg/kgKG/Tag]	68,5 ± 22,2	25,6	32,5	54,0	68,3	80,5	113,0	117,4
Isoleucin° [mg/kgKG/Tag]	36,4 ± 14,1	7,1	15,8	26,4	35,6	45,0	66,2	66,6
Valin° [mg/kgKG/Tag]	48,2 ± 15,8	18,9	22,4	37,8	46,6	54,8	79,7	82,8
Wasser° [ml]	2601 ± 507	1641	1660	2281	2640	2827	3853	4032
Alkohol [g]	11,1 ± 12,7	0,0	0,0	0,5	6,5	18,5	39,8	49,0

MW ± SD, Minimum, Maximum, Perzentile; Nährstoffe welche mit „°“ gekennzeichnet sind, wurden in Relation zur Energiezufuhr exkl. Supplementprodukte berechnet

Tabelle 22: Deskriptive Darstellung der Nährstoffzufuhr der PH (n=38) in Phase 2

n = 38	MW ± SD	Min	P5	P25	P50	P75	P95	Max
Energie [kcal]	1985 ± 505	1233	1268	1636	1890	2337	3036	3110
Energie [kJ]	8304 ± 2112	5159	5306	6846	7908	9777	12702	13012
KH [En%]	36,8 ± 5,6	27,0	27,2	32,9	37,1	41,4	46,0	49,0
Ballaststoffe° [g]	14,0 ± 5,2	5,0	5,0	10,0	14,0	17,3	24,3	29,0
Ballaststoffdichte° [g/1000 kcal]	10,0 ± 3,3	4,4	5,3	7,2	9,7	12,2	16,9	20,0
Saccharose° [En%]	8,9 ± 4,3	2,1	3,2	5,3	8,3	12,6	17,3	18,5
Fett° [En%]	35,9 ± 6,0	17,0	28,0	32,2	35,5	38,9	47,5	49,0
SFA° [En%]	17,4 ± 4,1	3,3	10,8	14,3	18,2	20,1	23,8	23,9
MUFA° [En%]	12,8 ± 2,9	3,8	6,0	11,6	12,4	15,0	17,3	17,4
PUFA° [En%]	6,0 ± 5,2	1,4	1,8	3,0	4,0	6,3	19,4	23,1
Omega-6-FA° [En%]	3,7 ± 1,7	1,4	1,9	2,4	3,5	4,5	9,0	9,1
Omega-3-FA° [En%]	1,0 ± 1,0	0,3	0,4	0,5	0,7	1,1	4,6	5,1
Cholesterin° [mg]	264 ± 117	55	80	176	243	325	525	554
Protein [En%]	22,9 ± 3,6	15,0	16,7	20,4	22,5	26,2	29,0	31,0
Protein [g/kgKG/Tag]	1,53 ± 0,36	0,96	0,99	1,21	1,48	1,77	2,21	2,35
BCAA° [g]	9,9 ± 3,9	2,3	3,5	6,8	9,9	12,5	17,5	19,6
Leucin° [mg/kgKG/Tag]	61,6 ± 26,2	8,4	13,5	38,1	62,3	81,7	107,3	111,3
Isoleucin° [mg/kgKG/Tag]	32,7 ± 13,2	11,6	14,8	21,0	31,9	40,4	57,4	59,7
Valin° [mg/kgKG/Tag]	43,0 ± 17,8	6,9	9,8	26,2	42,8	57,9	75,1	75,3
Wasser° [ml]	2587 ± 744	1080	1614	2180	2465	2979	4267	4955
Alkohol [g]	13,1 ± 17,1	0,0	0,0	1,8	6,5	20,0	54,5	74,0

MW ± SD, Minimum, Maximum, Perzentile; Nährstoffe welche mit „°“ gekennzeichnet sind, wurden in Relation zur Energiezufuhr exkl. Supplementprodukte berechnet

Tabelle 23: Nährstoffzufuhr als Median und Prozent der Empfehlungen von den D-A-CH Referenzwerten in Phase 2 pro Gruppe

	K (n=42)	% der Empfehlungen	PL (n=35)	% der Empfehlungen	PH (n=38)	% der Empfehlungen
Energie [kcal] (w / m)	1529 / 2107 ¹	89,9 / 100,3 ¹	1726 / 2235 ¹	102 / 106 ¹	1750 / 2144 ¹	103 / 102 ¹
Energie [kJ] (w / m)	6397 / 8816 ¹	89,9 / 100,3 ¹	7219 / 9351 ¹	102 / 106 ¹	7320 / 8968 ¹	103 / 102 ¹
KH [En%]	41,5	83,0	42,0	84,0	37,1	74,1
Ballaststoffe° [g]	21,0	70,0	15,0	50,0	14,0	46,7
Saccharose° [En%]	7,9	79,0	7,5	75,4	8,3	83,0
Fett [En%]	39,0	129,9	38,1	126,8	35,5	118,2
SFA° [En%]	16,2	161,8	16,9	169,4	18,2	181,9
MUFA° [En%]	13,5	134,8	13,0	130,4	12,4	123,9
PUFA° [En%]	3,5	49,8	4,8	68,1	4,0	56,5
Omega-6-FA° [En%]	4,1	164,0	3,9	154,0	3,5	138,4
Omega-3-FA° [En%]	0,7	137,9	0,9	174,3	0,7	131,1
Cholesterin° [mg]	307	102	252	84,0	243	81,0
Protein [En%]	13,4	89,2	16,3	108,5	22,5	150,0
Protein [g/kgKG/Tag]	0,85	84,6	0,99	99,1	1,48	147,7
BCAA° [g]	10,0	k. A.	10,4	k. A.	9,9	k. A.
Leucin° [mg/kgKG/Tag]	58,3	k. A.	68,3	k. A.	62,3	k. A.
Isoleucin° [mg/kgKG/Tag]	41,0	k. A.	35,6	k. A.	31,9	k. A.
Valin° [mg/kgKG/Tag]	42,9	k. A.	46,6	k. A.	42,8	k. A.
Wasser° [ml]	2840	126	2640	117	2465	110
Alkohol [g] (w / m)	6,4 / 12,7	64 / 63,2	2,3 / 18,1	22,5 / 90,3	4,0 / 14,2	39,9 / 70,9

Nährstoffe welche mit „°“ gekennzeichnet sind, wurde in den Gruppen PL und PH exkl. Supplementprodukte berechnet; ¹ berechnet auf PAL 1,4

Tabelle 24: Unterschiede der Nährstoffzufuhr zwischen den Gruppen in Phase 2

	K (n=42)	PL (n=35)	PH (n=38)	p-Wert
Energie [kcal]	1940 ± 588	2116 ± 640	1985 ± 505	0,397
Energie [kJ]	8115 ± 2459	8853 ± 2676	8304 ± 2112	0,397
KH [En%]	41,3 ± 7,8 ^a	42,5 ± 6,9 ^a	36,8 ± 5,6 ^b	0,001
Ballaststoffe° [g]	21,5 ± 12,0 ^a	17,4 ± 7,7 ^{a,b}	14,0 ± 5,2 ^b	0,001
Ballaststoffdichte° [g/1000 kcal]	11,1 ± 3,7	11,1 ± 4,7	10,0 ± 3,3	0,398
Saccharose° [En%]	8,2 ± 3,3	8,0 ± 3,6	8,9 ± 4,3	0,577
Fett [En%]	40,0 ± 7,5 ^a	37,8 ± 6,5 ^{a,b}	35,9 ± 6,0 ^b	0,032
SFA° [En%]	16,7 ± 3,9	17,1 ± 4,8	17,4 ± 4,1	0,757
MUFA° [En%]	14,0 ± 3,0	13,6 ± 3,9	12,8 ± 2,9	0,219
PUFA° [En%]	4,7 ± 3,5	6,3 ± 5,2	6,0 ± 5,2	0,265
Omega-6-FA° [En%]	4,2 ± 1,5	4,2 ± 1,8	3,7 ± 1,7	0,426
Omega-3-FA° [En%]	1,0 ± 0,7	1,2 ± 1,0	1,0 ± 1,0	0,622
Cholesterin° [mg]	300 ± 133	286 ± 139	264 ± 117	0,463
Protein [En%]	13,9 ± 2,7 ^a	16,3 ± 3,1 ^b	22,9 ± 3,6 ^c	< 0,001
Protein [g/kgKG/Tag]	0,88 ± 0,35 ^a	1,07 ± 0,33 ^a	1,53 ± 0,36 ^b	< 0,001
BCAA° [g]	11,0 ± 4,5	11,8 ± 4,4	9,9 ± 3,9	0,177
Leucin° [mg/kgKG/Tag]	63,6 ± 31,0	68,5 ± 22,2	61,6 ± 26,2	0,536
Isoleucin° [mg/kgKG/Tag]	41,8 ± 16,9 ^a	36,4 ± 14,1 ^a	32,7 ± 13,2 ^b	0,025
Valin° [mg/kgKG/Tag]	44,4 ± 20,2	48,2 ± 15,8	43,0 ± 17,8	0,450
Wasser° [ml]	2719 ± 558	2601 ± 507	2587 ± 744	0,571
Alkohol [g]	13,4 ± 16,1	11,1 ± 12,7	13,1 ± 17,1	0,783

MW ± SD; Nährstoffe welche mit „°“ gekennzeichnet sind, wurde in den Gruppen PL und PH in Relation zur Energiezufuhr exkl. Supplementprodukte berechnet

In Phase zwei fand die Ernährungsumstellung in den beiden Interventionsgruppen PL und PH statt. Während dieser Zeit war die Vorgabe, dass die Personen in der PL die tägliche empfohlene Menge von 1,00 g/kgKG/Tag zu sich nehmen sollten, während die Männer und Frauen in der PH eine Vorgabe von 2,00 g/kgKG/Tag hatten, welche sie mit speziellen Lebensmitteln der Studie (siehe Kapitel 3.3.1) erreichen sollten. Eine große Herausforderung für die Personen in den beiden Interventionsgruppen, besonders in der PH, war es, dass sie sich trotz der Vorgaben bzgl. der Erhöhung der Proteinzufuhr isokalorisch ernähren sollten, um so einer unerwünschten Gewichtszunahme entgegenzuwirken. Aus diesem Grund mussten sie entweder bei der Fett- oder/und bei der Kohlenhydratzufuhr einsparen. Für die Teilnehmer in der Kontrollgruppe galt lediglich, dass sie sich an die gewohnte Ernährung halten und keinerlei Modifikationen oder Ähnliches vornehmen sollten. Die deskriptive Statistik der einzelnen Gruppen ist in den Tabellen 20, 21 und 22 veranschaulicht und die detailliertere Nährstoffzufuhr nach Geschlecht ist im Anhang ersichtlich (siehe Kapitel 8.2). In Tabelle 23 ist die Nährstoffzufuhr als Median und als Abweichung in % von den Referenzwerten pro Nährstoff zur besseren Übersicht angegeben.

Die Messung der Unterschiede zwischen den Gruppen in Phase zwei wurde ebenfalls mittels Einfaktorieller Varianzanalyse (ANOVA) in SPSS durchgeführt. Der Levene-Test bestätigte die Varianzhomogenität, welche bei allen gemessenen abhängigen Variablen, außer der Variable Saccharose [En%], als nicht signifikant gemessen wurde ($p > 0,05$). Für deren Interpretation wurde daher die Welch-ANOVA herangezogen. Für die genauere Betrachtung der als signifikant gemessenen Unterschiede, welche mittels ANOVA ermittelt wurden, zeigte der Bonferroni-korrigierten post-hoc Test die detaillierten Unterschiede zwischen den Gruppen. Obwohl die beiden Gruppen PL und PH die Vorgabe hatten, die Proteinzufuhr zu erhöhen, gab es keinen signifikanten Unterschied in der Energiezufuhr [kcal] bzw. [kJ] zwischen den Gruppen, $p = 0,397$. Dies wurde möglich durch die Reduktion der Kohlenhydratzufuhr [En%], wo es daher signifikante Unterschiede gab, $p = 0,001$ (siehe Abbildung 4). Die Mitglieder der PH ($MW=36,8 \pm SD=5,6$ En%) nahmen zugunsten der Proteine signifikant weniger Kohlenhydrate [En%] zu sich als die Mitglieder der K ($MW = 41,3 \pm SD = 7,8$ En%, $p = 0,013$) und ebenso der PL ($MW = 42,5 \pm SD = 6,9$ En%, $p = 0,002$). Da die PL vermehrt kohlenhydratreiche Produkte bekam um die 1,00 g/kgKG/Tag zu erreichen und trotzdem iso-

kalorisch mit der PH zu bleiben, ist dieses Ergebnis nicht verwunderlich. Keine signifikanten Unterschiede konnten zwischen PL und K festgestellt werden ($p = 1,000$).

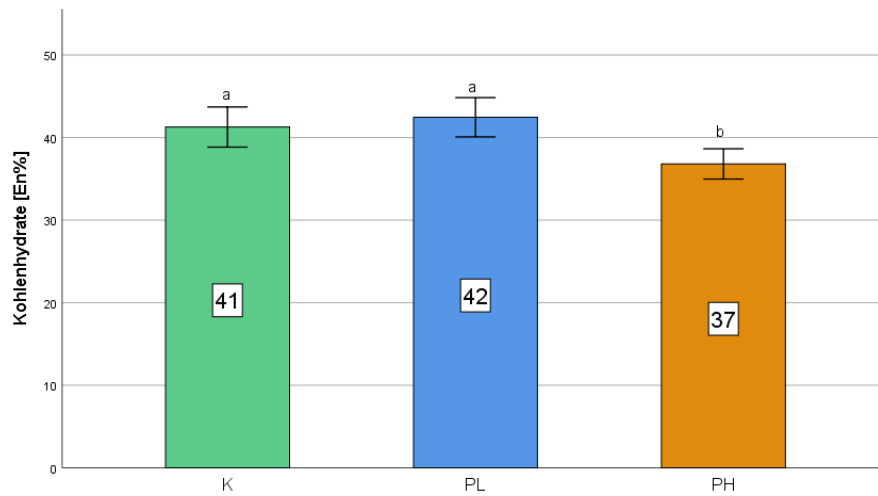


Abbildung 4: Die Unterschiede der Kohlenhydratzufuhr, angegeben als gerundete MW in [En%], zwischen den drei Gruppen in Phase 2; unterschiedliche Buchstaben zeigen die Unterschiede zwischen den Gruppen

Die Ballaststoffzufuhr durch die „normale Ernährung“ der Probanden zeigte signifikante Unterschiede, $p = 0,001$, wobei sich hier bei näherer Betrachtung mittels Bonferro-ni-korrigierten post-hoc Test der signifikante Unterschied zwischen K und PH zeigt, $p = 0,001$. Die Ballaststoffdichte [g/1000 kcal] der Ernährung war im Durchschnitt bei allen Gruppen gleich, $p = 0,398$. Aufgrund mangelnder Nährstoffangaben der Supplementprodukte der Studie wurde die Ballaststoffdichte in der PL und PH in Relation zur Energiezufuhr exklusiv dieser Produkte berechnet.

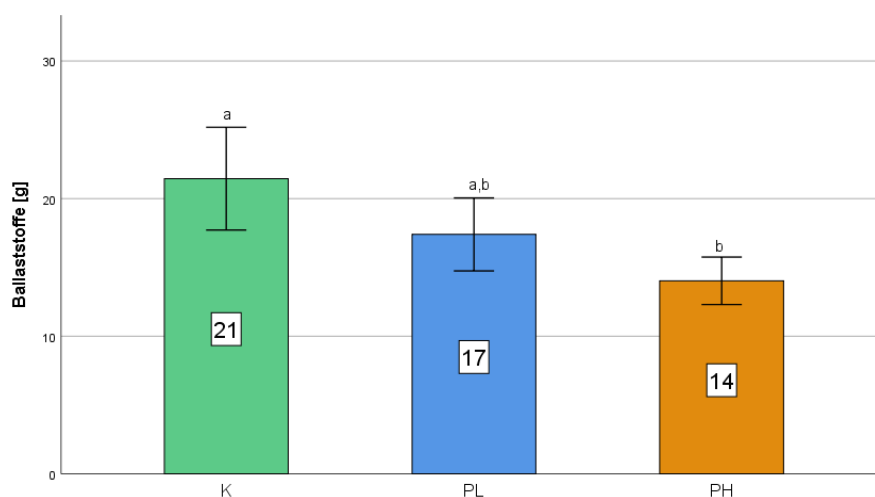


Abbildung 5: Die Unterschiede der Ballaststoffzufuhr, angegeben als gerundete MW in [En%], zwischen den drei Gruppen in Phase 2; unterschiedliche Buchstaben zeigen die Unterschiede zwischen den Gruppen

Ebenfalls differierte die Fettzufuhr der drei Gruppen signifikant, $p = 0,032$, wie in Abbildung 5 ersichtlich. Bei genauerer Betrachtung kann ein signifikanter Unterschied zwischen der K (MW = $40,0 \pm \text{SD} = 7,5 \text{ En\%}$) und PH (MW = $35,9 \pm \text{SD} = 6,0 \text{ En\%}$) gefunden werden, $p = 0,027$. Allerdings nicht zwischen K und PL ($p = 0,502$) und nicht zwischen PL (MW = $37,8 \pm \text{SD} = 6,5 \text{ En\%}$) und PH, $p = 0,712$.

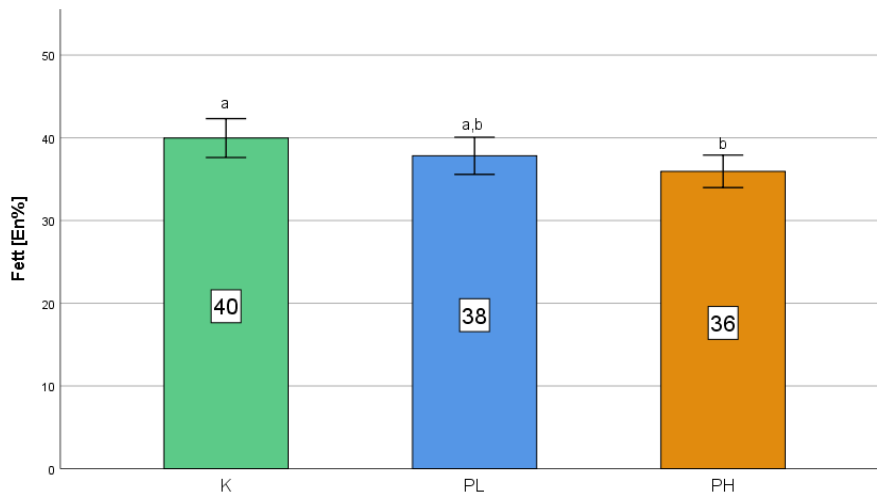


Abbildung 6: Die Unterschiede der Fettzufuhr, angegeben als gerundete MW in [En%], zwischen den drei Gruppen in Phase 2; unterschiedliche Buchstaben zeigen die Unterschiede zwischen den Gruppen

Dass die Vorgaben bzgl. der Proteinzufuhr eingehalten wurden, zeigten die gemessenen Unterschiede zwischen den einzelnen drei Gruppen, $p < 0,001$. Der Bonferroni-korrigierte post-hoc Test bestätigte dies, denn es gab sowohl einen signifikanten Unterschied zwischen der K (MW = $13,9 \pm \text{SD} = 2,7 \text{ En\%}$) und der PL (MW = $16,3 \pm \text{SD} = 3,1 \text{ En\%}$, $p = 0,004$), als auch zwischen der K und PH ($p < 0,001$) und der PL und PH (MW = $22,9 \pm \text{SD} = 3,6 \text{ En\%}$, $p < 0,001$), siehe Abbildung 6. Bei Auswertung der Proteinzufuhr in g/kgKG/Tag sah man dementsprechend ebenso einen Gruppenunterschied, $p < 0,001$, nämlich zwischen der K (MW = $0,88 \pm \text{SD} = 0,35 \text{ g/kgKG/Tag}$) und PH (MW = $1,53 \pm \text{SD} = 0,36 \text{ g/kgKG/Tag}$, $p < 0,001$), jedoch nicht zwischen K und PL (MW = $1,07 \pm \text{SD} = 0,33 \text{ g/kgKG/Tag}$), $p = 0,064$. Die Zufuhr zwischen PL und PH unterschied sich ebenso signifikant ($p < 0,001$). Abbildung 7 zeigt sowohl die Unterschiede als auch, dass die vorgegebene Proteinzufuhr von $2,00 \text{ g/kgKG/Tag}$ trotz Supplementierung mit proteinreichen Lebensmitteln in der PH (MW = $1,53 \pm \text{SD} = 0,36 \text{ g/kgKG/Tag}$) im Mittel nicht ganz erreicht wurde, während die PL durch die speziell auf diese Gruppe abgestimmten Produkte (MW = $1,07 \pm \text{SD} = 0,33$) sogar etwas über dem Soll von $1,00 \text{ g/kgKG/Tag}$ lag.

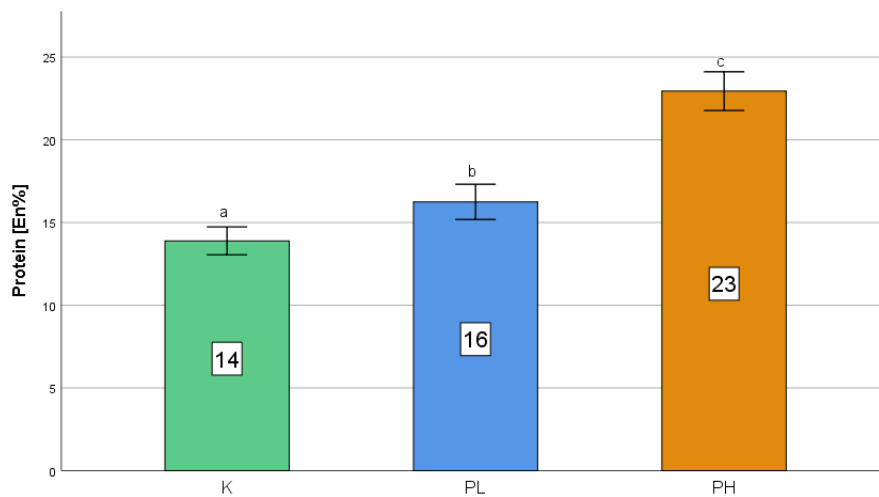


Abbildung 7: Die Unterschiede der Proteinzufuhr, angegeben als gerundete MW in [En%], zwischen den drei Gruppen in Phase 2. Die unterschiedlichen Buchstaben zeigen die Unterschiede zwischen den Gruppen.

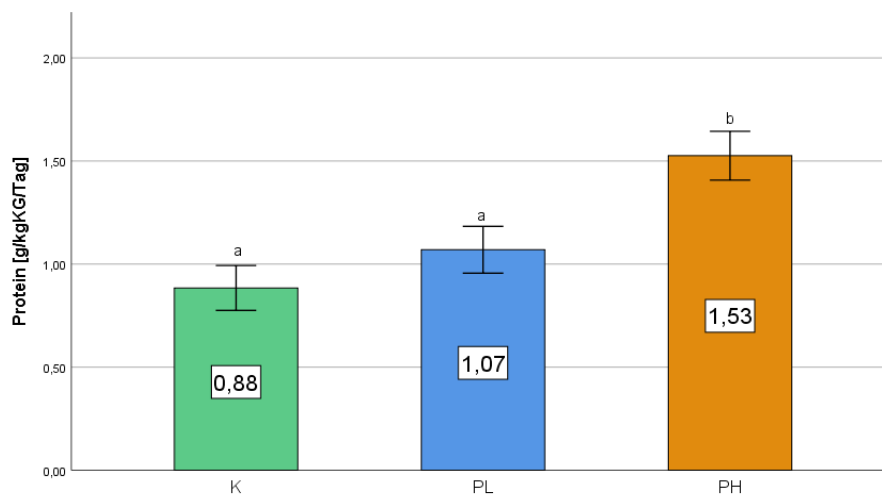


Abbildung 8: Die Unterschiede der Proteinzufuhr in [g/kgKG/Tag] zwischen den Gruppen in Phase 2. Die unterschiedlichen Buchstaben zeigen die Unterschiede zwischen den Gruppen.

Diesen Auswertungen zufolge führte die Zugehörigkeit in eine der drei Gruppen zu keinen signifikanten Unterschieden bei folgenden Nährstoffen, welche durch die „normale Ernährung“, exklusiv der Produkte der Studie in den Gruppen PL und PH verzehrt wurden: Saccharose $p = 0,577$; Cholesterin $p = 0,463$; SFA $p = 0,757$; MUFA $p = 0,219$; PUFA $p = 0,265$; Omega-6-FS $p = 0,426$; Omega-3-FS $p = 0,622$; Alkohol $p = 0,783$; Wasser $p = 0,571$.

Tabelle 25: Nährstoffzufuhr als Median in Phase 2 pro Gruppe und Geschlecht

	K (n=42)		PL (n=35)		PH (n=38)	
	m (n=19)	w (n=23)	m (n=17)	w (n=18)	m (n=18)	w (n=20)
Energie [kcal]	2107	1529	2235	1726	2144	1750
Energie [kJ]	8816	6397	9351	7219	8968	7320
KH [En%]	42,8	38,6	42,4	41,0	35,8	37,4
Ballaststoffe° [g]	21,0	16,0	18,0	13,0	15,5	12,0
Ballaststoffdichte° [g/1000 kcal]	10,7	10,6	9,4	10,2	9,9	9,4
Saccharose° [En%]	8,3	7,6	8,1	6,6	6,6	11,2
Fett [En%]	36,6	42,3	38,2	37,1	36,0	35,4
SFA° [En%]	15,3	16,7	17,1	16,8	17,1	18,5
MUFA° [En%]	13,0	14,2	13,0	12,9	12,4	12,4
PUFA° [En%]	3,1	3,7	4,8	4,7	4,6	3,7
Omega-6-FA° [En%]	3,4	4,3	3,6	4,2	3,5	3,4
Omega-3-FA° [En%]	0,7	0,7	0,9	1,0	0,6	0,7
Cholesterin° [mg]	351	251	300	237	248	231
Protein [En%]	13,4	13,4	15,6	16,7	22,0	22,8
Protein [g/kgKG/Tag]	0,87	0,78	1,05	0,98	1,55	1,47
BCAA° [g]	12,1	8,7	13,3	9,5	12,3	7,3
Leucin° [mg/kgKG/Tag]	59,4	55,2	71,7	60,8	71,8	56,6
Isoleucin° [mg/kgKG/Tag]	42,6	35,9	32,1	36,1	31,3	32,1
Valin° [mg/kgKG/Tag]	44,3	39,6	51,5	41,8	50,0	39,4
Wasser° [ml]	2872	2808	2640	2507	2640	2340
Alkohol [g]	12,7	6,4	18,1	2,3	14,2	4,0

Nährstoffe welche mit „°“ gekennzeichnet sind, wurde in den Gruppen PL und PH in Relation zur Energiezufuhr exkl. Supplementprodukte berech-

Tabelle 26: Unterschiede der Nährstoffzufuhr zwischen den Geschlechtern pro Gruppe in Phase 2

	K (n=42)			PL (n=35)			PH (n=38)		
	m (n=19)	w (n=23)	p-Wert	m (n=17)	w (n=18)	p-Wert	m (n=18)	w (n=20)	p-Wert
Energie [kcal]	2171 ± 481	1748 ± 608	0,018	2564 ± 561	1693 ± 363	< 0,001	2235 ± 515	1759 ± 383	0,002
Energie [kJ]	9085 ± 2011	7314 ± 2545	0,018	10727 ± 2348	7083 ± 1518	< 0,001	9353 ± 2153	7360 ± 1601	0,002
KH [En%]	42,6 ± 5,3	40,2 ± 9,4	0,296	42,6 ± 6,9	42,3 ± 7,1	0,882	35,6 ± 5,6	37,9 ± 5,5	0,223
Ballaststoffe° [g]	22,5 ± 6,6	20,6 ± 15,2	0,622	18,5 ± 6,2	16,4 ± 9,0	0,433	15,4 ± 4,0	12,8 ± 6,0	0,115
Ballaststoffdichte° [g/1000 kcal]	10,6 ± 3,3	11,4 ± 4,1	0,486	9,8 ± 2,5	12,3 ± 5,9	0,111	9,9 ± 3,0	10,1 ± 3,7	0,890
Saccharose° [En%]	8,8 ± 3,5	7,7 ± 3,1	0,264	8,4 ± 3,6	7,6 ± 3,7	0,529	6,7 ± 3,1	11,0 ± 4,3	0,001
Fett [En%]	37,6 ± 5,4	42 ± 8,5	0,060	36,6 ± 4,7	39,0 ± 7,8	0,299	35,5 ± 7,1	36,4 ± 4,9	0,645
SFA° [En%]	15,9 ± 3,4	17,4 ± 4,3	0,220	17,1 ± 3,3	17,1 ± 6,0	0,963	17,0 ± 4,7	17,8 ± 3,5	0,548
MUFA° [En%]	13,4 ± 2,1	14,6 ± 3,5	0,189	12,8 ± 3,1	14,4 ± 4,5	0,221	12,8 ± 3,5	12,7 ± 2,2	0,924
PUFA° [En%]	4,4 ± 3,3	5,0 ± 3,6	0,595	5,8 ± 3,5	6,8 ± 6,5	0,578	8,2 ± 6,8	4,1 ± 1,9	0,021
Omega-6-FA° [En%]	3,8 ± 1,2	4,5 ± 1,7	0,151	4,1 ± 1,9	4,3 ± 1,7	0,761	3,8 ± 1,9	3,7 ± 1,6	0,812
Omega-3-FA° [En%]	0,8 ± 0,4	1,1 ± 0,9	0,159	1,0 ± 0,7	1,3 ± 1,3	0,426	1,1 ± 1,4	0,9 ± 0,5	0,482
Cholesterin° [mg]	348 ± 114	260 ± 137	0,032	344 ± 156	231 ± 96,1	0,014	288 ± 134	242 ± 96,7	0,228
Protein [En%]	14,08 ± 2,9	13,7 ± 2,6	0,682	15,7 ± 2,9	16,8 ± 3,3	0,328	22,6 ± 2,9	23,3 ± 4,1	0,556
Protein [g/kgKG/Tag]	0,89 ± 0,14	0,88 ± 0,46	0,962	1,11 ± 0,31	1,03 ± 0,35	0,448	1,54 ± 0,33	1,52 ± 0,40	0,880
BCAA° [g]	12,0 ± 2,8	10,2 ± 5,5	0,208	14,2 ± 4,5	9,5 ± 2,9	0,001	11,9 ± 4,2	8,1 ± 2,6	0,002
Leucin° [mg/kgKG/Tag]	62,0 ± 20,6	64,8 ± 37,9	0,772	75,4 ± 22,2	61,9 ± 20,7	0,071	68,5 ± 27,1	55,3 ± 24,4	0,124
Isoleucin° [mg/kgKG/Tag]	42,0 ± 6,4	41,7 ± 22,3	0,943	36,2 ± 13,6	36,6 ± 14,9	0,920	32,6 ± 13,6	32,9 ± 13,1	0,945
Valin° [mg/kgKG/Tag]	44,1 ± 14,2	44,7 ± 24,4	0,923	53,5 ± 16,0	43,2 ± 14,2	0,051	47,9 ± 18,5	38,5 ± 16,4	0,105
Wasser° [ml]	2825 ± 565	2632 ± 548	0,269	2660 ± 261	2545 ± 666	0,504	2693 ± 781	2492 ± 715	0,414
Alkohol [g]	17,4 ± 18,4	10,1 ± 13,3	0,141	17,7 ± 14,7	4,8 ± 6	0,003	20,8 ± 21,6	6,1 ± 6,4	0,011

MW ± SD; Nährstoffe welche mit „°“ gekennzeichnet sind, wurde in den Gruppen PL und PH in Relation zur Energiezufuhr exkl. Supplementprodukte berechnet

Tabelle 27: Unterschiede der Nährstoffzufuhr innerhalb der Geschlechter zwischen den Gruppen in Phase 2

	Männer (n=54)				Frauen (n=61)			
	K (n=19)	PL (n=17)	PH (n=18)	p-Wert	K (n=23)	PL (n=18)	PH (n=20)	p-Wert
Energie [kcal]	2172 ± 481	2564 ± 561	2235 ± 514	0,064	1748 ± 608	1693 ± 363	1759 ± 383	0,901
Energie [kJ]	9085 ± 2011	10727 ± 2348	9353 ± 2153	0,064	7314 ± 2545	7083 ± 1518	7360 ± 1601	0,901
KH [En%]	42,6 ± 5,3 ^a	42,6 ± 6,9 ^a	35,6 ± 5,6 ^b	0,001	40,2 ± 9,4	42,3 ± 7,1	37,9 ± 5,5	0,210
Ballaststoffe° [g]	22,5 ± 6,6 ^a	18,5 ± 6,2 ^{a,b}	15,4 ± 4,0 ^b	0,002	20,6 ± 15,2	16,4 ± 9,0	12,8 ± 6,0	0,075
Ballaststoffdichte° [g/1000 kcal]	10,6 ± 3,3	9,8 ± 2,5	9,9 ± 3,0	0,650	11,4 ± 4,1	12,3 ± 5,9	10,1 ± 3,7	0,325
Saccharose° [En%]	8,8 ± 3,5	8,4 ± 3,6	6,7 ± 3,1	0,156	7,7 ± 3,1 ^a	7,6 ± 3,7 ^a	11,0 ± 4,3 ^b	0,007
Fett [En%]	37,6 ± 5,4	36,6 ± 4,7	35,5 ± 7,1	0,551	42,0 ± 8,5 ^a	39,0 ± 7,8 ^{a,b}	36,4 ± 4,9 ^b	0,052
SFA° [En%]	15,9 ± 3,4	17,1 ± 3,3	17,0 ± 4,7	0,587	17,4 ± 4,3	17,1 ± 6,0	17,8 ± 3,5	0,901
MUFA° [En%]	13,4 ± 2,1	12,8 ± 3,1	12,8 ± 3,5	0,798	14,6 ± 3,5	14,4 ± 4,5	12,7 ± 2,2	0,087
PUFA° [En%]	4,4 ± 3,3	5,8 ± 3,5	8,2 ± 6,8	0,096	5,0 ± 3,6	6,8 ± 6,5	4,1 ± 1,9	0,197
Omega-6-FA° [En%]	3,8 ± 1,2	4,1 ± 1,9	3,8 ± 1,9	0,848	4,5 ± 1,7	4,3 ± 1,7	3,7 ± 1,6	0,289
Omega-3-FA° [En%]	0,8 ± 0,4	1,0 ± 0,7	1,1 ± 1,4	0,344	1,1 ± 0,9	1,3 ± 1,3	0,9 ± 0,5	0,405
Cholesterin° [mg]	348 ± 114	344 ± 156	288 ± 134	0,338	260 ± 137	231 ± 96,0	242 ± 96,7	0,733
Protein [En%]	14,1 ± 2,9 ^a	15,7 ± 2,9 ^a	22,6 ± 2,9 ^b	< 0,001	13,7 ± 2,6 ^a	16,8 ± 3,3 ^b	23,3 ± 4,1 ^c	< 0,001
Protein [g/kgKG/Tag]	0,89 ± 0,14 ^a	1,11 ± 0,31 ^b	1,54 ± 0,33 ^c	< 0,001	0,88 ± 0,46 ^a	1,03 ± 0,35 ^a	1,52 ± 0,40 ^b	< 0,001
BCAA° [g]	12,0 ± 2,8	14,2 ± 4,5	11,9 ± 4,2	0,154	10,2 ± 5,5	9,5 ± 2,9	8,1 ± 2,6	0,241
Leucin° [mg/kgKG/Tag]	62,0 ± 20,6	75,4 ± 22,2	68,5 ± 27,1	0,239	64,8 ± 37,9	61,9 ± 20,7	55,3 ± 24,4	0,567
Isoleucin° [mg/kgKG/Tag]	42,0 ± 6,4 ^a	36,2 ± 13,6 ^{a,b}	32,6 ± 13,6 ^b	0,025	41,7 ± 22,3	36,6 ± 14,9	32,9 ± 13,1	0,266
Valin° [mg/kgKG/Tag]	44,1 ± 14,2	53,5 ± 16,0	47,9 ± 18,5	0,231	44,7 ± 24,4	43,2 ± 14,2	38,5 ± 16,4	0,562
Wasser° [ml]	2825 ± 565	2660 ± 261	2693 ± 781	0,536	2632 ± 548	2545 ± 666	2492 ± 715	0,771
Alkohol [g]	17,4 ± 18,4	17,7 ± 14,7	20,8 ± 21,6	0,828	10,1 ± 13,3	4,8 ± 6,0	6,1 ± 6,4	0,257

MW ± SD, Unterschiedliche Buchstaben zeigen die Unterschiede zwischen den Gruppen

Tabelle 25 zeigt zusammenfassend die Nährstoffe als Median pro Geschlecht pro Gruppe, während Tabelle 26 die Unterschiede der Geschlechter je Gruppe veranschaulichen soll. Der Geschlechterunterschied in Phase 2 innerhalb der drei Gruppen wurde mittels T-Test bei unabhängigen Stichproben berechnet. In Phase 2 zeigte sich ein signifikanter Unterschied in der K zwischen den Geschlechtern bei der Energieaufnahme, wobei die männlichen Teilnehmer ($MW = 2171 \pm SD = 481 \text{ kcal}$) signifikant mehr kcal bzw. kJ aufnahmen als die weiblichen Teilnehmerinnen ($MW = 1748 \pm SD = 608 \text{ kcal}$), $p = 0,018$. Für die nicht varianzhomogenen (Levene Test $p < 0,05$) Variablen Kohlenhydrate [En%] und Protein [g/kgKG/Tag] wurde die Welch ANOVA ausgewertet. Ein signifikanter Unterschied wurde in der K bei der Cholesterinzufuhr gemessen, $p = 0,032$.

Die PL zeigte in Phase 2 bei den Variablen Energie [kcal] bzw. Energie [kJ], Alkohol [g] und Wasser [ml] keine Varianzhomogenität (Levene Test $p < 0,05$), daher wurde für diese ebenso die Welch ANOVA interpretiert. Neben der Energiezufuhr, $p < 0,001$, unterschied sich auch noch die Cholesterinzufuhr in dieser Gruppe signifikant zwischen den männlichen und weiblichen Teilnehmern und zeigte in beiden Fällen eine deutlich erhöhte Aufnahme der Männer verglichen mit der der Frauen, $p = 0,014$. Gleich verhielt es sich mit der Aufnahme der BCAA, welche ebenso von den Männern in höherem Maße verzehrt wurden, $p = 0,001$. Hierbei ist jedoch anzumerken, dass über die tatsächliche Cholesterinzufuhr sowie dem Zufuhr der BCAA nur bekannt ist, wieviel durch die „normale Ernährung“ exklusive der Produkte der Studie zugeführt wurde und daher ein tatsächlicher signifikanter Unterschied nicht mit absoluter Gewissheit angenommen werden kann. Ebenso tranken die Männer durchschnittlich signifikant mehr Alkohol, $p = 0,003$.

Erwartungsgemäß lag die Energieaufnahme der Männer der PH über der Energie der Frauen derselben Gruppe, $p = 0,002$. Die Mitglieder der PH nahmen unterschiedlich viel Saccharose [En%] zu sich, wobei die Frauen davon deutlich mehr konsumierten als die Männer, $p = 0,001$. Die Männer der PH nahmen durch die Nahrung signifikant mehr PUFA zu sich als ihre Kolleginnen in der gleichen Gruppe $p = 0,021$. Auch bei der Interpretation dieser Unterschiede muss darauf hingewiesen werden, dass die genannten Unterschiede beim Saccharose- und PUFA-Konsum nur auf Basis der „normalen Ernährung“ exklusive der Produkte der Studie gegeben sind und nicht zwangsläufig tatsächliche Unterschiede der Ernährungsgewohnheiten zwischen den Geschlechtern widerspiegeln. Der Alkoholkonsum war auch in dieser Gruppe signifikant höher bei den

männlichen Studienteilnehmern, $p = 0,011$. Inwieweit und ob sich die Frauen bzw. die Männer der drei unterschiedlichen Gruppen voneinander unterscheiden kann in Tabelle 27 eingesehen werden. Offensichtlich ernährten sich die Männer in den verschiedenen Gruppen mehr oder weniger isokalorisch, $p = 0,064$. Erwartungsgemäß differierte die Zufuhr von Kohlenhydraten signifikant zwischen den Männern der verschiedenen Gruppen, $p = 0,001$. Während die Kohlenhydratzufuhr der PH durch die erhöhte Aufnahme von Protein gegenüber der PL und K deutlich sank, verzehrten die Probanden dieser beiden Gruppen im Mittel beinahe gleich viel, $p = 1,000$. Erwartungsgemäß signifikante Unterschiede zeigen die Daten auch hinsichtlich der Proteinzufuhr [En%], $p < 0,001$. Den verschiedenen Ansprüchen an die Gruppen gemäß, unterschied sich die Zufuhr der Männer in der PH (MW = $22,6 \pm \text{SD} = 2,9$ En %) signifikant von dem der Männer welche in die K (MW = $14,1 \pm \text{SD} = 2,9$ En%, $p < 0,001$) bzw. in die PL (MW = $15,7 \pm \text{SD} = 2,9$ En%, $p < 0,001$) randomisiert waren. Noch deutlicher zeigt es sich, wenn man die Proteinzufuhr in g/kgKG/Tag auswertet, denn hier sieht man signifikante Unterschiede zwischen den Männern in allen drei Gruppen, $p < 0,001$. Während die Männer der K im Mittel $0,89 \pm \text{SD} = 0,14$ g/kgKG/Tag verzehrten, waren es bei denen der PL $1,11 \pm \text{SD} = 0,31$ g/kgKG/Tag und die Teilnehmer der PH erreichten durchschnittlich $1,54 \pm \text{SD} = 0,33$ g/kgKG/Tag. Ein ähnliches Bild zeigt sich bei der Auswertung der Daten der Frauen der verschiedenen Gruppen, welche sich alle ebenso beinahe isokalorisch ernährten, $p = 0,901$. Interessanterweise zeigt sich, dass sich die Kohlenhydratzufuhr zwischen den Frauen nicht signifikant unterscheidet, jedoch die Saccharosezufuhr über die „normale Ernährung“ höher liegt bei den Damen der PH als bei den übrigen, $p = 0,007$. Gemäß der unterschiedlichen Vorgaben an die Gruppen, verzehrten die Frauen unterschiedliche Mengen an Protein sowohl in En% ($p < 0,001$) als auch in g/kgKG ($p < 0,001$). Mit der durchschnittlichen Aufnahme von $23,3 \pm \text{SD} = 4,1$ En% bzw. $1,52 \pm 0,40$ g/kgKG/Tag lagen die Frauen der PH an der Spitze, gefolgt von den Frauen der PL (MW = $16,8 \pm \text{SD} = 3,3$ En% bzw. $1,03 \pm 0,35$ g/kgKG/Tag). Erwartungsgemäß am wenigsten verzehrten durchschnittlich die Frauen der K (MW = $13,7 \pm \text{SD} = 2,6$ En% bzw. $0,88 \pm 0,46$ g/kgKG/Tag).

4.2.3 Nährstoffzufuhr in Phase 3

Tabelle 28: Deskriptive Darstellung der Nährstoffzufuhr der K (n=42) in Phase 3

n = 42	MW ± SD	Min	P5	P25	P50	P75	P95	Max
Energie [kcal]	1880 ± 535	897	1046	1507	1897	2112	2970	3726
Energie [kJ]	7864 ± 2240	3753	4376	6306	7937	8835	12425	15590
KH [En%]	44,4 ± 7,6	18,0	33,4	40,0	44,8	49,7	56,4	57,0
Ballaststoffe [g]	22,4 ± 8,6	10,0	11,0	15,8	21,0	29,3	41,7	45,0
Ballaststoffdichte [g/1000 kcal]	12,1 ± 4,1	6,0	6,7	8,8	11,5	14,3	21,4	24,0
Saccharose [En%]	9,1 ± 3,1	2,3	3,0	7,3	9,4	11,3	13,8	14,9
Fett [En%]	37,5 ± 6,2	25,0	26,4	32,6	37,1	41,9	49,5	52,0
SFA [En%]	16,0 ± 3,5	9,2	10,3	13,7	15,6	18,2	22,5	23,1
MUFA [En%]	15,0 ± 5,6	7,4	7,5	11,2	15,0	17,3	23,1	38,7
PUFA [En%]	5,0 ± 4,4	1,6	1,7	2,4	3,6	5,8	18,8	22,7
Omega-6-FA [En%]	4,5 ± 2,7	2,0	2,1	2,9	3,9	5,3	8,3	18,0
Omega-3-FA [En%]	1,1 ± 1,0	0,3	0,4	0,5	0,6	1,1	3,3	6,0
Cholesterin [mg]	300 ± 123	121	130	227	271	354	513	781
Protein [En%]	13,8 ± 3,0	9,0	10,2	11,5	13,3	15,4	20,5	21,0
Protein [g/kgKG/Tag]	0,85 ± 0,26	0,45	0,50	0,64	0,80	1,04	1,39	1,51
BCAA [g]	11,5 ± 3,8	5,8	6,1	8,8	11,5	13,1	17,4	27,9
Leucin [mg/kgKG/Tag]	68,9 ± 27,5	32,8	39,1	51,1	66,9	77,4	107,1	203,5
Isoleucin [mg/kgKG/Tag]	39,7 ± 12,2	20,9	21,9	29,8	37,5	49,0	63,2	70,1
Valin [mg/kgKG/Tag]	48,5 ± 18,3	22,7	26,5	35,9	48,1	55,0	76,4	134,8
Wasser [ml]	2457 ± 501	1159	1601	2120	2500	2829	3220	3279
Alkohol [g]	12,4 ± 16,1	0,0	0,0	0,4	6,5	16,7	54,8	69,0

MW ± SD, Minimum, Maximum, Perzentile

Tabelle 29: Deskriptive Darstellung der Nährstoffzufuhr der PL (n=35) in Phase 3

n = 35	MW ± SD	Min	P5	P25	P50	P75	P95	Max
Energie [kcal]	2108 ± 566	1128	1170	1702	1957	2449	3410	3575
Energie [kJ]	2219 ± 2367	4720	4897	7121	8188	10247	14268	14958
KH [En%]	43,3 ± 6,9	26,0	31,0	38,3	42,8	48,2	56,3	58,0
Ballaststoffe° [g]	15,4 ± 8,1	6,0	6,0	11,0	13,0	18,0	31,6	50,0
Ballaststoffdichte° [g/1000 kcal]	11,0 ± 5,5	5,0	5,4	8,0	9,2	12,3	29,0	29,0
Saccharose° [En%]	9,5 ± 4,5	2,9	3,2	6,8	8,9	11,2	22,7	23,8
Fett [En%]	36,9 ± 6,5	23,0	25,9	32,6	36,9	39,5	49,6	57,0
SFA° [En%]	16,1 ± 4,9	3,2	5,3	13,6	16,1	19,6	24,6	27,4
MUFA° [En%]	15,4 ± 5,9	7,3	7,8	11,3	15,0	17,3	29,9	35,4
PUFA° [En%]	6,9 ± 6,1	1,9	2,2	3,3	5,0	8,0	21,6	35,0
Omega-6-FA° [En%]	4,8 ± 2,8	1,0	1,8	2,8	4,5	5,5	12,3	17,0
Omega-3-FA° [En%]	1,2 ± 1,0	0,4	0,4	0,7	0,9	1,4	3,6	5,5
Cholesterin° [mg]	259 ± 124	6	41	160	253	351	492	498
Protein [En%]	16,5 ± 3,0	12,0	11,9	14,1	16,2	18,6	22,2	24,0
Protein [g/kgKG/Tag]	1,04 ± 0,26	0,57	0,59	0,81	1,07	1,27	1,49	1,56
BCAA° [g]	10,1 ± 3,6	3,0	45	8,1	9,2	11,7	17,4	18,4
Leucin° [mg/kgKG/Tag]	59,5 ± 22,8	12,6	25,9	40,7	60,6	71,9	105,8	106,7
Isoleucin° [mg/kgKG/Tag]	32,5 ± 11,8	8,2	14,6	23,2	32,4	39,2	54,3	59,4
Valin° [mg/kgKG/Tag]	42,3 ± 16,1	8,7	19,3	29,9	42,1	52,2	75,2	75,3
Wasser° [ml]	2518 ± 567	1488	1705	2204	2497	2785	3615	4638
Alkohol [g]	10,1 ± 12,8	0,0	0,0	0,5	4,5	15,3	38,2	54,0

MW ± SD, Minimum, Maximum, Perzentile; Nährstoffe welche mit „°“ gekennzeichnet sind, wurde in Relation zur Energiezufuhr exkl. Supplementprodukte berechnet

Tabelle 30: Deskriptive Darstellung der Nährstoffzufuhr der PH (n=38) in Phase 3

n = 38	MW ± SD	Min	P5	P25	P50	P75	P95	Max
Energie [kcal]	1950 ± 478	1016	1109	1640	2012	2311	2687	2829
Energie [kJ]	8158 ± 1999	4251	4640	6860	8418	9668	11240	11837
KH [En%]	35,6 ± 6,5	23,0	24,1	31,6	35,1	40,8	47,6	49,0
Ballaststoffe° [g]	13,3 ± 5,3	3,0	4,0	10,0	13,0	16,0	24,2	27,0
Ballaststoffdichte° [g/1000 kcal]	9,6 ± 3,2	3,0	4,8	7,0	9,6	12,2	16,1	17,0
Saccharose° [En%]	8,9 ± 4,4	1,2	3,4	5,3	7,8	11,5	17,1	19,1
Fett [En%]	35,8 ± 5,0	24,0	25,2	33,4	36,0	39,0	43,8	44,0
SFA° [En%]	17,6 ± 3,5	9,0	12,5	15,2	17,4	19,4	24,8	25,2
MUFA° [En%]	13,5 ± 4,8	3,7	6,6	9,8	13,7	16,2	21,8	27,3
PUFA° [En%]	6,3 ± 5,7	1,4	1,6	3,0	4,5	6,8	18,9	27,7
Omega-6-FA° [En%]	4,0 ± 2,2	1,0	1,5	2,4	3,3	4,7	9,6	10,0
Omega-3-FA° [En%]	1,0 ± 0,9	0,3	0,3	0,5	0,7	1,1	3,7	4,5
Cholesterin° [mg]	285 ± 140	75	100	192	254	375	559	650
Protein [En%]	24,8 ± 4,0	18,0	18,6	22,0	24,8	26,8	33,3	34,0
Protein [g/kgKG/Tag]	1,60 ± 0,36	1,08	1,10	1,34	1,52	1,77	2,34	2,36
BCAA° [g]	8,9 ± 3,1	3,8	4,7	6,1	9,0	10,6	15,8	17,3
Leucin° [mg/kgKG/Tag]	53,7 ± 21,7	19,6	25,3	35,3	52,4	65,8	94,4	98,5
Isoleucin° [mg/kgKG/Tag]	33,2 ± 14,8	14,6	14,9	20,5	31,1	41,0	67,7	68,7
Valin° [mg/kgKG/Tag]	38,2 ± 15,0	17,4	17,7	24,7	37,5	47,4	68,3	69,1
Wasser° [ml]	2583 ± 676	1286	1564	2137	2650	2879	3933	5089
Alkohol [g]	11,4 ± 13,9	0,0	0,0	0,5	6,0	18,1	41,2	54,0

MW ± SD, Minimum, Maximum, Perzentile; Nährstoffe welche mit „°“ gekennzeichnet sind, wurde in Relation zur Energiezufuhr exkl. Supplementprodukte berechnet

Tabelle 31: Nährstoffzufuhr als Median und Prozent der Empfehlungen von den D-A-CH Referenzwerten in Phase 3 pro Gruppe

	K (n=42)	% der Empfehlungen	PL (n=35)	% der Empfehlungen	PH (n=38)	% der Empfehlungen
Energie [kcal] (w / m)	1725 / 2050 ¹	101 / 98 ¹	1705 / 2372 ¹	100 / 113 ¹	1657 / 2223 ¹	98 / 106 ¹
Energie [kJ] (w / m)	7217 / 8577 ¹	101 / 98 ¹	7134 / 9924 ¹	100 / 113 ¹	6933 / 9299 ¹	98 / 106 ¹
KH [En%]	44,8	89,5	42,8	85,5	35,1	70,2
Ballaststoffe° [g]	21,0	70,0	13,0	43,3	13,0	43,3
Saccharose° [En%]	9,4	94,2	8,9	88,6	7,8	78,4
Fett [En%]	37,1	123,6	36,9	123,1	36,0	120,1
SFA° [En%]	15,6	155,6	16,1	161,4	17,4	173,7
MUFA° [En%]	15,0	149,9	15,0	149,7	13,7	136,9
PUFA° [En%]	3,6	51,0	5,0	72,1	4,5	63,8
Omega-6-FA° [En%]	3,9	156,6	4,5	181,2	3,3	131,5
Omega-3-FA° [En%]	0,6	129,4	0,9	185,3	0,7	147,6
Cholesterin° [mg]	271	90,3	253	84,3	254	84,5
Protein [En%]	13,3	88,4	16,2	108,1	24,8	165,5
Protein [g/kgKG/Tag]	0,80	79,8	1,07	106,5	1,52	152,1
BCAA° [g]	11,5	k. A.	9,2	k. A.	9,0	k. A.
Leucin° [mg/kgKG/Tag]	67,0	k. A.	60,6	k. A.	52,4	k. A.
Isoleucin° [mg/kgKG/Tag]	37,5	k. A.	32,4	k. A.	31,1	k. A.
Valin° [mg/kgKG/Tag]	48,1	k. A.	42,1	k. A.	37,5	k. A.
Wasser° [ml]	2500	111	2497	111	2650	118
Alkohol [g] (w / m)	3,5 / 15,2	35,3 / 76,1	3,3 / 11,6	32,7 / 57,9	2,4 / 9,9	24,1 / 49,7

Nährstoffe welche mit „°“ gekennzeichnet sind, wurde in den Gruppen PL und PH exkl. Supplementprodukte berechnet; ¹ auf PAL 1,4 berechnet

Tabelle 32: Vergleich der Nährstoffzufuhr, angegeben als MW $\pm$ SD, zwischen den Gruppen in Phase 3;

	K (n=42)	PL (n=35)	PH (n=38)	p-Wert
Energie [kcal]	1880 $\pm$ 535	2108 $\pm$ 566	1950 $\pm$ 478	0,163
Energie [kJ]	7864 $\pm$ 2240	8819 $\pm$ 2367	8158 $\pm$ 1999	0,163
KH [En%]	44,1 $\pm$ 7,6 ^a	43,3 $\pm$ 6,9 ^a	35,6 $\pm$ 6,5 ^b	< 0,001
Ballaststoffe° [g]	22,4 $\pm$ 8,6 ^a	15,4 $\pm$ 8,1 ^b	13,3 $\pm$ 5,3 ^b	< 0,001
Ballaststoffdichte° [g/1000 kcal]	12,1 $\pm$ 4,1 ^a	11,0 $\pm$ 5,5 ^{a,b}	9,6 $\pm$ 3,2 ^b	0,034
Saccharose° [En%]	9,1 $\pm$ 3,1	9,5 $\pm$ 4,5	8,9 $\pm$ 4,4	0,787
Fett [En%]	37,5 $\pm$ 6,2	36,9 $\pm$ 6,5	35,8 $\pm$ 5,0	0,444
SFA° [En%]	16,0 $\pm$ 3,5	16,1 $\pm$ 4,9	17,6 $\pm$ 3,5	0,160
MUFA° [En%]	15,0 $\pm$ 5,6	15,4 $\pm$ 5,9	13,5 $\pm$ 4,8	0,291
PUFA° [En%]	5,0 $\pm$ 4,4	6,9 $\pm$ 6,1	6,3 $\pm$ 5,7	0,280
Omega-6-FA° [En%]	4,5 $\pm$ 2,7	4,8 $\pm$ 2,8	4,0 $\pm$ 2,2	0,364
Omega-3-FA° [En%]	1,1 $\pm$ 1,0	1,2 $\pm$ 1,0	1,0 $\pm$ 0,9	0,567
Cholesterin° [mg]	300 $\pm$ 123	259 $\pm$ 124	285 $\pm$ 140	0,392
Protein [En%]	13,8 $\pm$ 3,0 ^a	16,5 $\pm$ 3,0 ^b	24,8 $\pm$ 4,0 ^c	< 0,001
Protein [g/kgKG/Tag]	0,85 $\pm$ 0,26 ^a	1,04 $\pm$ 0,26 ^b	1,60 $\pm$ 0,36 ^c	< 0,001
BCAA° [g]	11,5 $\pm$ 3,8 ^a	10,1 $\pm$ 3,6 ^a	8,9 $\pm$ 3,1 ^b	0,005
Leucin° [mg/kgKG/Tag]	68,9 $\pm$ 27,5 ^a	59,5 $\pm$ 22,8 ^{a,b}	53,7 $\pm$ 21,7 ^b	0,021
Isoleucin° [mg/kgKG/Tag]	39,7 $\pm$ 12,2 ^a	32,5 $\pm$ 11,8 ^b	33,2 $\pm$ 14,8 ^b	0,027
Valin° [mg/kgKG/Tag]	48,5 $\pm$ 18,3 ^a	42,3 $\pm$ 16,1 ^a	38,2 $\pm$ 15,0 ^b	0,022
Wasser° [ml]	2457 $\pm$ 501	2518 $\pm$ 567	2583 $\pm$ 676	0,627
Alkohol [g]	12,4 $\pm$ 16,1	10,1 $\pm$ 12,8	11,4 $\pm$ 13,9	0,778

MW $\pm$ SD

Für die Gruppen PL und PH markierte der Beginn des Trainings den Beginn der Phase drei. In dieser letzten Phase wurde die Ernährungsmodifikation von Phase zwei beibehalten und zusätzlich zweimal pro Woche kontrolliertes Krafttraining durchgeführt. Im Rahmen des Krafttrainings wurden die Senioren zusätzlich zu den bereits gewohnten Produkten mit Protein- bzw. Kohlenhydratshakes versorgt. Die K hatte auch in dieser Phase die Auflage, dass sie sich an die gewohnten Ernährungs- und Aktivitätsmuster halten und nichts verändern sollten.

Die Tabellen 28-31 beschreiben die Nährstoffzufuhr der K bzw. der beiden Interventionsgruppen als MW $\pm$ SD, Median, Perzentile und Minimal- bzw. Maximalwert. Für die detaillierte Betrachtung der Nährstoffzufuhr dieser Phase pro Gruppe und Geschlecht siehe Kapitel 8.2 im Anhang. Mittels ANOVA wurden auch in dieser Phase alle drei Gruppen auf Unterschiede in der Ernährung untersucht und die Ergebnisse in der Tabelle 32 dargestellt. Der Levene Test bestätigte die Varianzhomogenität bei allen gemessenen Variablen ($p > 0,05$). Keine signifikanten Unterschiede konnten in der Energiezufuhr [kcal] bzw. [kJ] zwischen den Gruppen festgestellt werden, $p = 0,163$. Obwohl die Energiezufuhr sich nicht signifikant unterschied, zeigten sich unterschiedliche Aufnahmen von Kohlenhydraten [En%], $p < 0,001$. Der Bonferroni-korrigierte post-hoc Test ergab, dass die K (MW = $44,1 \pm \text{SD} = 7,6$ En%) und die PL (MW = $43,3 \pm \text{SD} = 6,9$ En%) durchschnittlich die gleiche Menge an Kohlenhydraten zu sich nahmen ($p = 1,000$), während sich K und PH (MW = $35,6 \pm \text{SD} = 6,5$ En%, $p < 0,001$) sowie PL und PH signifikant unterschieden, $p < 0,001$.

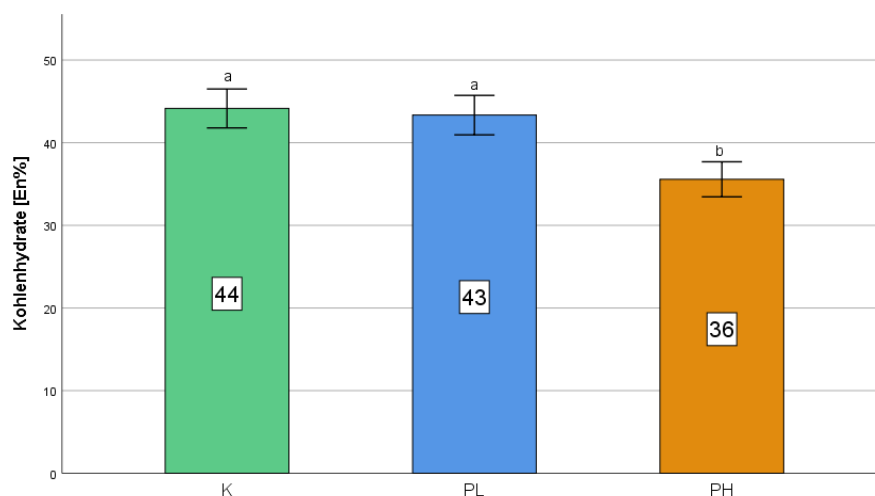


Abbildung 9: Unterschied der Kohlenhydrataufnahme [En%] in Phase 3 zwischen den Gruppen; unterschiedliche Buchstaben zeigen die Unterschiede zwischen den Gruppen

Außerdem zeigte die ANOVA ebenso signifikante Unterschiede in der gesamten Ballaststoffzufuhr [g] als auch in der Ballaststoffdichte [g/1000 kcal] der Ernährung zwischen den Gruppen, $p = 0,034$, genauer zwischen K (MW = $12,1 \pm \text{SD} = 4,1$ g/1000 kcal) und PH (MW = $9,6 \pm \text{SD} = 3,2$ g/1000 kcal), $p = 0,029$, während diese zwischen K und PL (MW = $11,0 \pm \text{SD} = 5,5$ g/1000 kcal, $p = 0,703$) sowie zwischen PL und PH nahezu gleich war, $p = 0,538$. Der Ballaststoffgehalt waren ebenfalls nicht auf den Produkten der PL und PH deklariert, daher können hier nur Aussagen über die Unterschiede in der „normalen Ernährung“ der Probanden gemacht werden. Jedoch kann man durch die Auswertung der K-Gruppe erkennen, dass die Senioren mit ihrem durchschnittlichen täglichen Verzehr unter den Empfehlungen von 30 g liegen (siehe Tabelle 31).

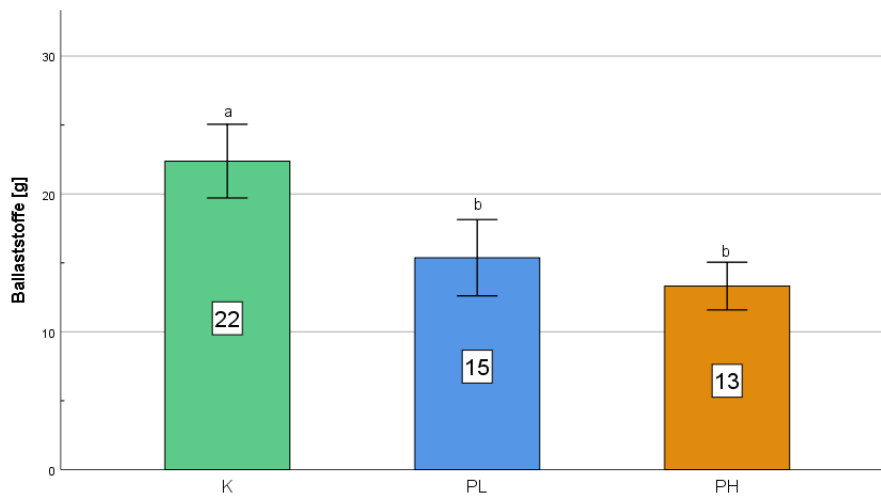


Abbildung 10: Unterschied der Ballaststoffaufnahme [g] in Phase 3 zwischen den Gruppen; unterschiedliche Buchstaben zeigen die Unterschiede zwischen den Gruppen

Erwartungsgemäß konnten auch die Differenzen in der Proteinaufnahme sowohl gesamt [En%], $p < 0,001$, als auch in [g/kgKG/Tag] durch die ANOVA bestätigt werden, $p < 0,001$. Der Bonferroni-korrigierte post-hoc Test zeigte, dass die Personen in der K (MW = $13,8 \pm \text{SD} = 3,0$ En%) signifikant weniger Energieprozent durch Eiweiß aufnahmen als die PL (MW = $16,5 \pm \text{SD} = 3,0$ En%, $p = 0,003$) und auch signifikant weniger als die PH (MW = $24,8 \pm \text{SD} = 4,0$ En%, $p < 0,001$). Genauso deutlich signifikant ist die Differenz der Eiweißzufuhr in En% zwischen PL und PH in dieser letzten Phase, $p < 0,001$. Diese signifikanten Unterschiede zeigen sich ebenso in der Proteinzufuhr, welche in g/kgKG/Tag angegeben werden, $p < 0,001$. Die K (MW = $0,85 \pm \text{SD} = 0,26$ g/kgKG/Tag) unterschied sich durch den Verzehr verschiedener Produkte signifikant sowohl von der PL (MW = $1,04 \pm \text{SD} = 0,26$ g/kgKG/Tag, $p = 0,012$) als auch von der PH (MW = $1,60 \pm \text{SD}$

= 0,36 g/kgKG/Tag, $p < 0,001$). Gleichmaßen signifikant war die Abweichung der Proteinaufnahme zwischen PL und PH, $p < 0,001$. Dem zufolge konnten die Probanden in der PL die gewünschte Zufuhr von 1,00 g/kgKG/Tag durch die Supplementprodukte erreichen, während die Probanden in der PH mit ihren spezifischen Supplementprodukten durchschnittlich 1,60 g/kgKG/Tag unter der gewünschten Menge von 2,00 g/kgKG/Tag lagen. Die Probanden der Kontrollgruppe erreichten, zum Vergleich, durchschnittlich nur 0,85 g/kgKG/Tag durch ihre Ernährung. Es können zwar statistisch signifikante Unterschiede in der Zufuhr der verzweigtkettigen Aminosäuren verzeichnet werden ($p = 0,005$), dennoch kann aufgrund mangelnder Nährwertdeklaration auf den Produkten keine Aussage über die tatsächliche Aminosäurezufuhr gemacht werden. Auffällig ist lediglich, dass die Aufnahme der BCAA durch die normale Ernährung in der Gruppe mit der höchsten Energiezufuhr, PH, gesunken ist.

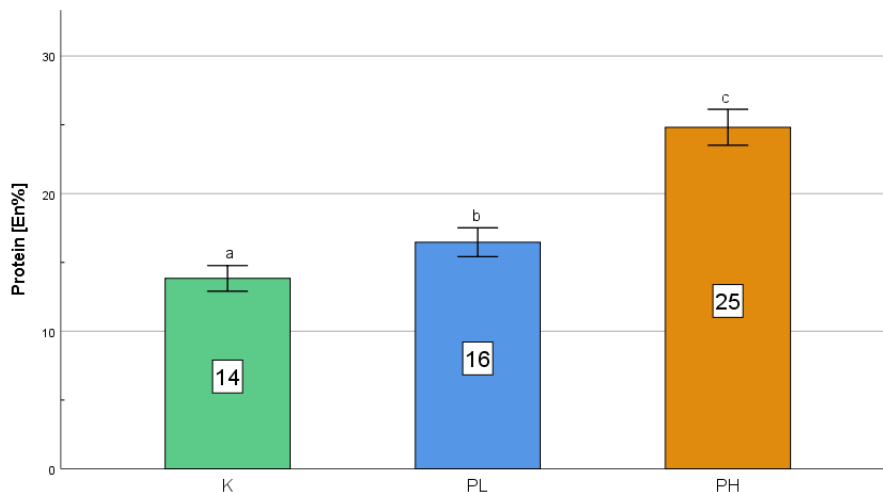


Abbildung 11: Unterschiede der Proteinzufuhr [En%] als gerundete MW zwischen den Gruppen in Phase 3; unterschiedliche Buchstaben zeigen die Unterschiede zwischen den Gruppen

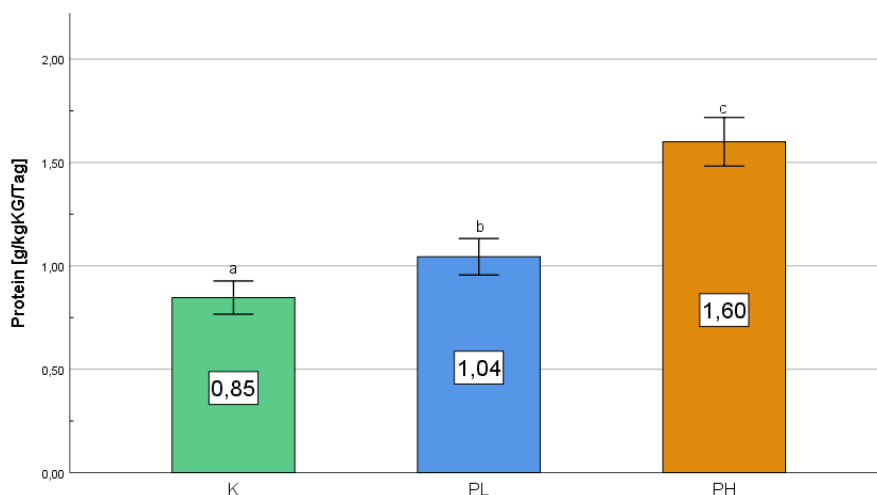


Abbildung 12: Unterschiede der Proteinzufuhr [g/kgKG/Tag] als gerundete MW zwischen den Gruppen in Phase 3; unterschiedliche Buchstaben zeigen die Unterschiede zwischen den Gruppen

Keinerlei Unterschiede des Ernährungsmusters konnten hinsichtlich folgender Nährstoffe festgestellt werden: Die Fettzufuhr in En% zeigte keinerlei Unterschied ($p = 0,444$), was die Hypothese untermauern würde, dass die Gruppen mit erhöhter Proteinzufuhr durch ihre zusätzlichen Produkte, PL und PH, eher die Kohlenhydrate zugunsten des Proteins in der Ernährung reduzierten, jedoch die Fettzufuhr davon unbeeinträchtigt blieb. Ebenso unerheblich waren die Unterschiede in der Qualität der Fette, da weder ein Unterschied in der Zufuhr der SFA [En%] ($p = 0,160$), der MUFA [En%] ($p = 0,291$), PUFA [En%] ($p = 0,280$), Omega-3-FS [En%] ($p = 0,567$), Omega-6-FS [En%] ($p = 0,364$) noch im Cholesterin [mg] ($p = 0,392$) zu erkennen war. Festzuhalten ist, dass die Aussagekraft über die genannten Fettsäuren und Cholesterin eingeschränkt ist, da diese Daten nur den Verzehr über die „normale Ernährung“ der Probanden zeigen, da diese Angaben auf den Produkten der Studie fehlten. Außerdem zeigte sich kein differenziertes Trinkverhalten zwischen den Gruppen – weder bei der Wasserzufuhr ($p = 0,627$) noch beim Alkoholkonsum ($p = 0,778$).

Tabelle 33: Nährstoffzufuhr als Median in Phase 3 pro Gruppe und Geschlecht

	K (n=42)		PL (n=35)		PH (n=38)	
	m (n=19)	w (n=23)	m (n=17)	w (n=18)	m (n=18)	w (n=20)
Energie [kcal]	2050	1725	2372	1705	2223	1657
Energie [kJ]	8577	7217	9924	7134	9299	6933
KH [En%]	46,4	44,3	42,8	43,1	33,9	36,4
Ballaststoffe° [g]	23,0	19,0	13,0	12,5	14,0	12,5
Ballaststoffdichte° [g/1000 kcal]	11,2	13,2	8,8	11,2	7,7	11,0
Saccharose° [En%]	10,0	8,8	8,9	9,1	6,3	9,0
Fett [En%]	36,6	37,5	35,5	37,7	36,0	36,0
SFA° [En%]	15,8	15,3	15,2	16,6	17,5	16,6
MUFA° [En%]	14,5	15,0	14,5	16,5	13,5	13,9
PUFA° [En%]	3,5	3,7	5,8	4,6	4,8	3,3
Omega-6-FA° [En%]	3,8	3,9	4,1	4,7	3,4	3,0
Omega-3-FA° [En%]	0,6	0,8	1,0	0,9	0,8	0,7
Cholesterin° [mg]	305	240	281	234	301	222
Protein [En%]	12,4	13,3	15,5	16,4	24,4	25,8
Protein [g/kgKG/Tag]	0,80	0,79	1,05	1,08	1,60	1,45
BCAA° [g]	12,5	9,6	10,1	8,9	10,0	7,7
Leucin° [mg/kgKG/Tag]	69,7	58,8	54,1	61,0	52,0	52,7
Isoleucin° [mg/kgKG/Tag]	37,9	36,4	29,6	34,1	31,1	28,4
Valin° [mg/kgKG/Tag]	49,8	42,0	37,3	42,6	37,1	37,5
Wasser° [ml]	2651	2453	2522	2394	2719	2308
Alkohol [g]	15,2	3,5	11,6	3,3	9,9	2,4

Nährstoffe welche mit „°“ gekennzeichnet sind, wurde in den Gruppen PL und PH in Relation zur Energiezufuhr exkl. Supplementprodukte berechnet

Tabelle 34: Unterschiede der Nährstoffzufuhr zwischen den Geschlechtern innerhalb der Gruppen in Phase 3

	K (n=42)			PL (n=35)			PH (n=38)		
	m (n=19)	w (n=23)	p-Wert	m (n=17)	w (n=18)	p-Wert	m (n=18)	w (n=20)	p-Wert
Energie [kcal]	2152 ± 581	1655 ± 376	0,002	2472 ± 516	1764 ± 363	< 0,001	2195 ± 425	1729 ± 418	0,002
Energie [kJ]	9005 ± 2429	6923 ± 1572	0,002	10342 ± 2161	7381 ± 1517	< 0,001	9185 ± 1778	7234 ± 1747	0,002
KH [En%]	44,5 ± 6,5	43,9 ± 8,4	0,811	43,8 ± 6,7	42,9 ± 7,3	0,688	34,6 ± 7,0	36,4 ± 6,0	0,402
Ballaststoffe° [g]	23,2 ± 8,5	21,7 ± 8,8	0,576	15,3 ± 5,7	15,4 ± 10,0	0,957	13,4 ± 5,0	13,2 ± 5,6	0,889
Ballaststoffdichte° [g/1000 kcal]	10,9 ± 3,5	13,1 ± 4,3	0,078	9,2 ± 2,5	12,7 ± 6,9	0,057	8,3 ± 3,2	10,7 ± 2,9	0,019
Saccharose° [En%]	9,8 ± 3,1	8,5 ± 3,1	0,194	9,6 ± 4,9	9,4 ± 4,2	0,907	7,2 ± 3,9	10,3 ± 4,4	0,026
Fett [En%]	36,9 ± 6,3	38 ± 6,2	0,562	35,3 ± 6,2	38,4 ± 6,6	0,157	35,8 ± 5,5	35,8 ± 4,7	0,966
SFA° [En%]	16,4 ± 3,4	15,7 ± 3,5	0,508	15,5 ± 4,0	16,6 ± 5,7	0,512	17,5 ± 3,7	17,6 ± 3,4	0,948
MUFA° [En%]	14,1 ± 4,4	15,7 ± 6,5	0,370	14,7 ± 4,5	16,1 ± 7,0	0,490	13,4 ± 5,3	13,6 ± 4,6	0,935
PUFA° [En%]	4,2 ± 2,4	5,6 ± 5,5	0,305	6,1 ± 2,7	7,6 ± 8,1	0,458	8,3 ± 7,2	4,5 ± 3,1	0,047
Omega-6-FA° [En%]	3,9 ± 1,4	5,0 ± 3,3	0,207	4,8 ± 3,3	4,7 ± 2,3	0,916	3,9 ± 2,1	4,0 ± 2,3	0,928
Omega-3-FA° [En%]	0,8 ± 0,5	1,3 ± 1,3	0,128	1,1 ± 0,6	1,4 ± 1,3	0,451	1,1 ± 1,2	1,0 ± 0,7	0,708
Cholesterin° [mg]	333 ± 143	272 ± 98	0,110	298 ± 140	223 ± 96,9	0,070	334 ± 147	240 ± 121	0,038
Protein [En%]	13,1 ± 2,3	14,5 ± 3,4	0,130	16,1 ± 3,2	16,9 ± 2,9	0,440	24,4 ± 4,1	25,2 ± 4,0	0,563
Protein [g/kgKG/Tag]	0,84 ± 0,22	0,86 ± 0,29	0,817	1,08 ± 0,27	1,01 ± 0,25	0,463	1,61 ± 0,32	1,59 ± 0,40	0,861
BCAA° [g]	12,7 ± 2,1	10,5 ± 4,6	0,053	11,3 ± 3,6	9,0 ± 3,2	0,054	9,9 ± 3,4	7,9 ± 2,5	0,045
Leucin° [mg/kgKG/Tag]	69,4 ± 11,5	68,4 ± 36,1	0,899	58,7 ± 22,1	60,3 ± 24,0	0,832	53,1 ± 21,4	54,2 ± 22,5	0,879
Isoleucin° [mg/kgKG/Tag]	39,1 ± 10,2	40,3 ± 13,7	0,747	32,2 ± 12,0	32,8 ± 12,0	0,876	33,7 ± 13,8	32,8 ± 16,0	0,864
Valin° [mg/kgKG/Tag]	49,2 ± 7,8	48,0 ± 24,0	0,822	41,8 ± 15,6	42,7 ± 17,0	0,874	38,2 ± 14,8	38,1 ± 15,5	0,987
Wasser° [ml]	2553 ± 564	2377 ± 440	0,264	2444 ± 400	2589 ± 694	0,459	2673 ± 507	2502 ± 804	0,443
Alkohol [g]	17 ± 17	8,6 ± 14,4	0,092	15,9 ± 15,7	4,5 ± 5,3	0,010	16,7 ± 17,4	6,6 ± 7,6	0,032

MW ± SD; Nährstoffe welche mit „°“ gekennzeichnet sind, wurde in den Gruppen PL und PH in Relation zur Energiezufuhr exkl. Supplementprodukte berechnet

Tabelle 35: Unterschiede der Nährstoffzufuhr innerhalb der Geschlechter zwischen den Gruppen in Phase 3

	Männer (n=54)				Frauen (n=61)			
	K (n=19)	PL (n=17)	PH (n=18)	p-Wert	K (n=23)	PL (n=18)	PH (n=20)	p-Wert
Energie [kcal]	2152 ± 581	2472 ± 516	2195 ± 425	0,145	1655 ± 376	1764 ± 363	1729 ± 418	0,648
Energie [kJ]	9005 ± 2429	10342 ± 2161	9185 ± 1778	0,145	6923 ± 1572	7381 ± 1517	7234 ± 1747	0,648
KH [En%]	44,5 ± 6,5 ^a	43,8 ± 6,7 ^a	34,6 ± 7,0 ^b	< 0,001	43,9 ± 8,4 ^a	42,9 ± 7,3 ^a	36,4 ± 6,0 ^b	0,004
Ballaststoffe° [g]	23,2 ± 8,5 ^a	15,3 ± 5,7 ^b	13,4 ± 5,0 ^b	< 0,001	21,7 ± 8,8 ^a	15,4 ± 10,0 ^{a,b}	13,2 ± 5,6 ^b	0,004
Ballaststoffdichte° [g/1000 kcal]	10,9 ± 3,5 ^a	9,2 ± 2,5 ^a	8,3 ± 3,2 ^b	0,042	13,1 ± 4,3	12,7 ± 6,9	10,7 ± 2,9	0,252
Saccharose° [En%]	9,8 ± 3,1	9,6 ± 4,9	7,2 ± 3,9	0,104	8,5 ± 3,1	9,4 ± 4,2	10,3 ± 4,4	0,317
Fett [En%]	36,9 ± 6,3	35,3 ± 6,2	35,8 ± 5,5	0,730	38,0 ± 6,2	38,4 ± 6,6	35,8 ± 4,7	0,319
SFA° [En%]	16,4 ± 3,4	15,5 ± 4,0	17,5 ± 3,7	0,283	15,7 ± 3,5	16,6 ± 5,7	17,6 ± 3,4	0,344
MUFA° [En%]	14,1 ± 4,4	14,7 ± 4,5	13,4 ± 5,3	0,737	15,7 ± 6,5	16,1 ± 7,0	13,6 ± 4,6	0,382
PUFA° [En%]	4,2 ± 2,4 ^a	6,1 ± 2,7 ^a	8,3 ± 7,2 ^b	0,025	5,6 ± 5,5	7,6 ± 8,1	4,5 ± 3,1	0,256
Omega-6-FA° [En%]	3,9 ± 1,4	4,8 ± 3,3	3,9 ± 2,1	0,428	5,0 ± 3,3	4,7 ± 2,3	4,0 ± 2,3	0,472
Omega-3-FA° [En%]	0,8 ± 0,5	1,1 ± 0,6	1,1 ± 1,2	0,459	1,3 ± 1,3	1,4 ± 1,3	1,0 ± 0,7	0,493
Cholesterin° [mg]	333 ± 143	298 ± 140	334 ± 147	0,705	272 ± 98	223 ± 97	240 ± 121	0,317
Protein [En%]	13,1 ± 2,3 ^a	16,1 ± 3,2 ^b	24,4 ± 4,1 ^c	< 0,001	14,5 ± 3,4 ^a	16,9 ± 2,9 ^a	25,2 ± 4,0 ^b	< 0,001
Protein [g/kgKG/Tag]	0,84 ± 0,22 ^a	1,08 ± 0,27 ^b	1,61 ± 0,32 ^c	< 0,001	0,86 ± 0,29 ^a	1,01 ± 0,25 ^a	1,59 ± 0,40 ^b	< 0,001
BCAA° [g]	12,7 ± 2,1 ^a	11,3 ± 3,6 ^a	9,9 ± 3,4 ^b	0,015	10,5 ± 4,6	9,0 ± 3,2	7,9 ± 2,5	0,072
Leucin° [mg/kgKG/Tag]	69,4 ± 11,5 ^a	58,7 ± 22,1 ^{a,b}	53,1 ± 21,4 ^b	0,016	68,4 ± 36,1	60,3 ± 24,0	54,2 ± 22,5	0,274
Isoleucin° [mg/kgKG/Tag]	39,1 ± 10,2	32,2 ± 12,0	33,7 ± 13,8	0,202	40,3 ± 13,7	32,8 ± 12,0	32,8 ± 16,0	0,142
Valin° [mg/kgKG/Tag]	49,2 ± 7,8 ^a	41,8 ± 15,6 ^a	38,2 ± 14,8 ^b	0,018	48,0 ± 24,0	42,7 ± 17,0	38,1 ± 15,5	0,263
Wasser° [ml]	2553 ± 564	2444 ± 400	2673 ± 507	0,402	2377 ± 440	2589 ± 694	2502 ± 804	0,582
Alkohol [g]	17,0 ± 17,1	15,9 ± 15,7	16,7 ± 17,4	0,981	8,6 ± 14,4	4,5 ± 5,3	6,6 ± 7,6	0,454

MW ± SD; Unterschiedliche Buchstaben zeigen die Unterschiede zwischen den Gruppen

In Tabelle 33 wird die Nährstoffzufuhr pro Geschlecht je Gruppe zusammenfassend als Median angegeben. Die Geschlechterunterschiede in den Gruppen werden in Tabelle 34 veranschaulicht, welche mittels T-Test bei unabhängigen Stichproben getestet wurden. Der einzig signifikante Unterschied zwischen den Geschlechtern in Phase drei in der Kontrollgruppe war, dass die Männer signifikant mehr Energie [kcal] bzw. [kJ] zu sich nahmen als die Frauen dieser Gruppe, $p = 0,002$. Wie in der K konnte auch in der PL ein signifikanter Unterschied zwischen den Geschlechtern in der Energieaufnahme [kcal] bzw. [kJ] festgestellt werden, $p < 0,001$. Im Durchschnitt nahmen die Männer signifikant mehr Alkohol zu sich als die Frauen der gleichen Gruppe, $p = 0,010$. Wie in den beiden anderen Gruppen führten auch in der PH in Phase drei die Männer signifikant mehr Energie zu, verglichen mit den Frauen der PH, $p = 0,002$. Die Ernährung der Frauen (MW = $10,7 \pm \text{SD} = 2,9$ g/1000 kcal) war durch eine signifikant höhere Ballaststoffdichte [g/1000kcal] geprägt als die der Männer (MW = $8,3 \pm 3,2$ g/1000 kcal), $p = 0,019$. Ebenso war dies der Fall beim Saccharose Konsum [En%]. Während die Männer im Mittel unter den Empfehlungen der WHO lagen (MW = $7,2 \pm \text{SD} = 3,9$ En%), lag der Konsum der Frauen etwas darüber (MW = $10,3 \pm \text{SD} = 4,4$ En%) und war damit signifikant höher, $p = 0,026$. Umgekehrt war es mit der Zufuhr der PUFA [En%] welche bei den Männern (MW = $8,3 \pm \text{SD} = 7,2$ En%) signifikant höher lag als bei den Frauen (MW = $4,5 \pm \text{SD} = 3,1$ En%), $p = 0,047$. Ebenso war die Cholesterinzufuhr durch die Ernährung signifikant höher bei den männlichen Teilnehmern der PH (MW = $334 \pm \text{SD} = 147$ mg) als bei den weiblichen (MW = $240 \pm \text{SD} = 121$ mg), $p = 0,038$. Die Aussagekraft dieser Unterschiede ist jedoch eingeschränkt, da diese Nährstoffe auf den Produkten der Studie nicht deklariert waren und daher nur Aussagen über die Unterschiede in der „normalen Ernährung“ zwischen Männern und Frauen getroffen werden können. Deutliche Unterschiede zeigte auch die Auswertung der Alkoholzufuhr [g] welche bei den Männern (MW = $16,7 \pm \text{SD} = 17,4$ g/Tag) signifikant höher lag als bei den Frauen (MW = $6,6 \pm \text{SD} = 7,6$ g/Tag), aber dennoch bei beiden Geschlechtern noch immer im Rahmen der maximal tolerierbaren Alkoholzufuhr pro Tag liegt, welche bei Frauen 10 g/Tag und bei Männer 20 g/Tag ist. (29)

In Tabelle 35 wird aufgezeigt, wie sich die Männer bzw. die Frauen der unterschiedlichen Gruppen in dieser dritten und letzten Phase ernährten. Zu erwähnen ist, dass es keine wesentlichen Unterschiede in der Energiezufuhr gab zwischen den Männern der drei Gruppen ($p = 0,145$), aber auch nicht zwischen den Frauen ($p = 0,648$), d.h., dass

sich alle mehr oder weniger isokalorisch ernährten und es nur quantitative Verschiebungen in den einzelnen Nährstoffen geben musste. Deutliche Unterschiede wurden verzeichnet beim Verzehr von Kohlenhydraten – davon verzehrten Männer der PH (MW = $34,6 \pm \text{SD} = 7,0 \text{ En\%}$) deutlich weniger als die Männer in der PL (MW = $43,8 \pm \text{SD} = 6,7 \text{ En\%}$) und jene der K (MW = $44,5 \pm \text{SD} = 6,5 \text{ En\%}$), $p < 0,001$. Dieses Resultat entspricht im Hinblick auf die erhöhte Proteinzufuhr dieser Gruppe den Erwartungen. Die Aussagen über die Ballaststoffzufuhr sind aufgrund der mangelnden Deklaration der Studienprodukte zwar eingeschränkt, aber zeigen, dass eine erhöhte Proteinzufuhr mittels Supplementprodukten, wie in unserer Studie, die Ballaststoffzufuhr über die „normale Ernährung“ signifikant einschränkt, wie die Ergebnisse in Tabelle 35 zeigen. Obwohl die Fettzufuhr der Männer nicht signifikant von der Erhöhung der Proteinzufuhr ($p = 0,730$) betroffen war, kam es doch zu einer Veränderung der aufgenommenen Fettqualität ($p = 0,025$), denn die Männer der PH (MW = $8,3 \pm \text{SD} = 7,2 \text{ En\%}$) verzehrten signifikant mehr PUFA durch die normale Ernährung als ihre Kollegen in den beiden anderen Gruppen, wobei interessant ist, dass die Männer der K (MW = $4,2 \pm \text{SD} = 2,4 \text{ En\%}$) davon am wenigsten verzehrten. Die erhofften signifikanten Unterschiede bei der Proteinzufuhr konnten durch die ANOVA auch bestätigt werden, $p < 0,001$. Männer der PH erreichten im Durchschnitt MW = $24,4 \pm \text{SD} = 4,1 \text{ En\%}$ bzw. $1,61 \pm 0,32 \text{ g/kgKG/Tag}$, davon signifikant unterschiedlich war sowohl der Verzehr der PL (MW = $16,1 \pm 3,2 \text{ En\%}$ bzw. $1,08 \pm 0,27 \text{ g/kgKG/Tag}$, $p < 0,001$), als auch der der K (MW = $13,1 \pm 2,3 \text{ En\%}$ bzw. $0,84 \pm 0,22 \text{ g/kgKG/Tag}$, $p < 0,001$). Der Unterschied zwischen Kontrollgruppe und PL war ebenso signifikant, $p = 0,025$. Die Zufuhr der BCAA wird hier zwar als signifikant unterschiedlich angegeben ($p < 0,015$), jedoch spiegelt dies nur den Verzehr durch die normale Ernährung der Probanden wieder und ist nicht aussagekräftig, da die Zufuhr durch die Proteinprodukte unbekannt ist. Auch bei den Frauen der verschiedenen Gruppen zeigte sich, dass die Kohlenhydratzufuhr parallel zu einer erhöhten Proteinzufuhr sank und zwischen den drei Gruppen signifikant unterschiedlich war, $p = 0,004$. Gemäß den Erwartungen unterschied sich auch die Proteinzufuhr signifikant ($p < 0,001$), wobei die Frauen der PH durchschnittlich $25,2 \pm \text{SD} = 4,0 \text{ En\%}$ bzw. $1,59 \pm 0,40 \text{ g/kgKG/Tag}$ zu sich nahmen, die Frauen der PL MW = $16,9 \pm \text{SD} = 2,9 \text{ En\%}$ bzw. $1,01 \pm 0,25 \text{ g/kgKG/Tag}$, während die Frauen in der Kontrollgruppe im Mittel nur $14,5 \pm \text{SD} = 3,4 \text{ En\%}$ bzw. $0,86 \pm 0,29 \text{ g/kgKG/Tag}$ erreichten.

4.2.4 Zeitverlauf

Tabelle 36: Unterschiede der Nährstoffzufuhr zwischen den 3 Phasen der K

K (n=42)	PH1	PH2	PH3	p-Wert
Energie [kcal]	1815 ± 732	1940 ± 588	1880 ± 535	0,400
Energie [kJ]	7595 ± 3061	8115 ± 2459	7864 ± 2240	0,400
KH [En%]	43,2 ± 10,3	41,3 ± 7,8	44,1 ± 7,6	0,078
Ballaststoffe [g]	22,4 ± 18,6	21,5 ± 12,0	22,4 ± 8,6	0,744
Ballaststoffdichte [g/1000 kcal]	12,3 ± 9,3	11,1 ± 3,7	12,1 ± 4,1	0,422
Saccharose [En%]	9,3 ± 4,8	8,2 ± 3,3	9,1 ± 3,1	0,173
Fett [En%]	39,1 ± 10,2	40,0 ± 7,5	37,5 ± 6,2	0,130
SFA [En%]	17,5 ± 7,0	16,7 ± 3,9	16,0 ± 3,5	0,238
MUFA [En%]	12,7 ± 3,6	14,0 ± 3,0	15,0 ± 5,6	0,034
PUFA [En%]	5,0 ± 3,0	4,7 ± 3,5	5,0 ± 4,4	0,610
Omega-6-FA [En%]	4,1 ± 2,7	4,2 ± 1,5	4,5 ± 2,7	0,475
Omega-3-FA [En%]	0,9 ± 0,7	1,0 ± 0,7	1,1 ± 1,0	0,331
Cholesterin [mg]	270 ± 158	300 ± 133	300 ± 123	0,419
Protein [En%]	14,0 ± 4,7	13,9 ± 2,7	13,8 ± 3,0	0,927
Protein [g/kgKG/Tag]	0,82 ± 0,40	0,88 ± 0,35	0,85 ± 0,26	0,406
BCAA [g]	9,8 ± 2,3 ^a	11,0 ± 4,5 ^{a,b}	11,5 ± 3,8 ^b	0,018
Leucin [mg/kgKG/Tag]	58,3 ± 23,4	63,6 ± 31,0	68,9 ± 27,5	0,135
Isoleucin [mg/kgKG/Tag]	38,4 ± 18,8	41,8 ± 16,9	39,7 ± 12,2	0,356
Valin [mg/kgKG/Tag]	41,2 ± 16,2	44,4 ± 20,2	48,5 ± 18,3	0,129
Wasser [ml]	2751 ± 653 ^a	2719 ± 558 ^a	2457 ± 501 ^b	0,001
Alkohol [g]	8,4 ± 12,4 ^a	13,4 ± 16,1 ^b	12,4 ± 16,1 ^{a,b}	0,014

MW ± SD

Die Anforderung an den Teil der Probanden aus dem Studienkollektiv welche in die K randomisiert wurden war, dass sie ihr gewohntes Ernährungsmuster sowie ihr Aktivitätsausmaß während der gesamten Studiendauer beibehalten sollten. Mittels ANOVA mit Messwiederholung wurden die einzelnen drei Phasen der K miteinander verglichen und somit kontrolliert, ob sich die Personen tatsächlich an die Vorgaben gehalten haben. Erfreulicherweise hielten sich die Probanden an die Vorgaben der Studienleitung, wie die Ergebnisse (siehe Tabelle 36) zeigen, da bei beinahe allen Nährstoffen keine signifikanten Unterschiede über die gesamte Studiendauer ersichtlich waren ($p > 0,05$). In der Zufuhr der verzweigkettigen Aminosäuren (BCAA) zeigte sich über die drei Phasen ein signifikanter Anstieg, $p = 0,018$. Worauf diese Entwicklung zurückzuführen ist, ist aus den vorliegenden Daten nicht nachvollziehbar. Lediglich signifikant verändert hat sich die Zufuhr von Wasser [ml], $p = 0,001$. Bei genauerer Betrachtung der Phasen mittels Bonferroni-korrigierten post-hoc Test wurde offensichtlich, dass in Phase eins (MW = $2751 \pm SD = 653$ ml) und Phase zwei (MW = $2719 \pm SD = 558$ ml) das Trinkverhalten mehr oder weniger gleich war ($p = 1,000$), jedoch signifikant verschieden zwischen Phase eins und Phase drei (MW = $2457 \pm SD = 501$ ml, $p = 0,007$) und ebenso signifikant unterschiedlich zwischen den Phasen zwei und drei, $p = 0,001$. Im Laufe der Studie veränderte sich ebenso der Alkoholkonsum der Probanden signifikant. Die ANOVA mit Messwiederholung mit Huynh-Feldt Korrektur zeigte einen signifikanten Unterschied zwischen den Phasen, $p = 0,014$. Der genaue Phasenvergleich offenbarte die signifikanten Unterschiede zwischen Phase eins und Phase zwei ($p = 0,030$) und die nicht signifikanten Unterschiede zwischen Phase eins (MW = $8,4 \pm SD = 12,4$ g) und Phase drei (MW = $12,4 \pm SD = 16,1$ g, $p = 0,122$) sowie Phase zwei (MW = $13,4 \pm SD = 16,1$ g) und Phase drei, $p = 1,000$. Über die Gründe dieser Veränderungen kann nur gemutmaßt werden, doch können natürlich auch saisonale Faktoren eine Rolle spielen wie beispielsweise erhöhter Alkoholkonsum in der vorweihnachtlichen Zeit durch Besuch von Weihnachtsmärkten oder dergleichen. In dieser Tabelle ist ebenso gut erkennbar, dass die Männer und Frauen der K durch ihre gewohnte Ernährungsweise den Schätzwert von $1,00 \text{ g/kgKG/Tag}$ nicht erreichen konnten. Daraus lässt sich schließen, dass eine Supplementierung mit Protein von Vorteil sein kann bzw. sogar notwendig ist, um dieses Ziel zu erreichen und damit den eingangs erwähnten gesundheitlichen Risiken im fortgeschrittenen Alter entgegenzuwirken. Ebenso ist die Fettzufuhr deutlich erhöht und könnte zu Gunsten der Kohlenhydrate reduziert werden.

Tabelle 37: Unterschiede der Nährstoffzufuhr zwischen den 3 Phasen in der PL

PL (n=35)	PH1	PH2	PH3	p-Wert
Energie [kcal]	1962 ± 691	2116 ± 640	2108 ± 566	0,182
Energie [kJ]	8209 ± 2891	8853 ± 2676	8819 ± 2367	0,182
KH [En%]	42,0 ± 10,4	42,5 ± 6,9	43,3 ± 6,9	0,537
Ballaststoffe° [g]	18,1 ± 7,7	17,4 ± 7,7	15,4 ± 8,1	0,107
Ballaststoffdichte° [g/1000 kcal]	9,0 ± 4,6	11,1 ± 4,7	11,0 ± 5,5	0,033
Saccharose° [En%]	8,1 ± 4,8	8,0 ± 3,6	9,5 ± 4,5	0,031
Fett [En%]	38,5 ± 9,2	37,8 ± 6,5	36,9 ± 6,5	0,453
SFA° [En%]	16,7 ± 6,1	17,1 ± 4,8	16,1 ± 4,9	0,513
MUFA° [En%]	13,3 ± 5,2	13,6 ± 3,9	15,4 ± 5,9	0,084
PUFA° [En%]	4,9 ± 3,0 ^a	6,3 ± 5,2 ^b	6,9 ± 6,1 ^b	0,009
Omega-6-FA° [En%]	3,6 ± 1,9	4,2 ± 1,8	4,8 ± 2,8	0,056
Omega-3-FA° [En%]	1,3 ± 1,7	1,2 ± 1,0	1,2 ± 1,0	0,725
Cholesterin° [mg]	332 ± 228	286 ± 139	259 ± 124	0,108
Protein [En%]	14,7 ± 4,2 ^a	16,3 ± 3,1 ^b	16,5 ± 3,0 ^b	0,025
Protein [g/kgKG/Tag]	0,88 ± 0,28 ^a	1,07 ± 0,33 ^b	1,04 ± 0,26 ^b	0,001
BCAA° [g]	10,7 ± 3,4	11,8 ± 4,4	10,1 ± 3,6	0,059
Leucin° [mg/kgKG/Tag]	59,2 ± 23,5	68,5 ± 22,2	59,5 ± 22,8	0,148
Isoleucin° [mg/kgKG/Tag]	42,0 ± 14,3 ^a	36,4 ± 14,1 ^{a,b}	32,6 ± 11,8 ^b	0,002
Valin° [mg/kgKG/Tag]	42,0 ± 16,5	48,2 ± 15,8	42,3 ± 16,1	0,182
Wasser° [ml]	2716 ± 511	2601 ± 507	2518 ± 567	0,079
Alkohol [g]	12,1 ± 13,4	11,1 ± 12,7	10,1 ± 12,8	0,489

MW ± SD 1; Nährstoffe welche mit „^a“ gekennzeichnet sind, wurden in PH2 und PH3 in Relation zur Energiezufuhr exkl. Supplementprodukte berechnet

Die Energiezufuhr [kcal] bzw. [kJ] blieb in der PL über die gesamte Laufzeit im Wesentlichen gleich, wie die ANOVA mit Messwiederholung zeigte, $p = 0,182$. Dieses Ergebnis ist einerseits erfreulich, da es zeigt, dass sich die Probanden dieser Gruppe an die Vorgaben der Studienleitung hielten, aber auch weil es den Schluss zulässt, dass eine Ernährungsmodifikation in Richtung erhöhter Proteinzufuhr gemäß den Empfehlungen der DGE möglich ist, ohne die Energiezufuhr signifikant zu verändern. (6) Nicht verwunderlich war, dass sich die Kohlenhydratzufuhr, zwar nicht signifikant, aber dennoch durch die Verabreichung der kohlenhydratreichen Produkte der PL etwas erhöhte und sich damit den Empfehlungen der DGE von mindestens 50 En% annäherte. Die ANOVA mit Messwiederholung mit Huynh-Feldt Korrektur ergab, wie bereits erwähnt, keine signifikanten Veränderungen der Kohlenhydratzufuhr während der Studiendauer, $p = 0,537$. Durch die Erhöhung der Proteinzufuhr sank auch die Fettzufuhr etwas, jedoch nicht signifikant, $p = 0,453$. Dies kann als positive Entwicklung verzeichnet werden, da die Zufuhr ohnehin über den Empfehlungen der DGE (max. 30 En%) lag. (38) Über die Qualität der tatsächlich zugeführten Fettsäuren können nur Vermutungen angestellt werden, da diese Daten nur die normale Ernährung widerspiegeln. Die Menge der PUFA, welche durch die normale Ernährung verzehrt wurden, änderte sich signifikant während der Studiendauer, $p = 0,009$, wie die ANOVA mit Messwiederholung mit Greenhouse-Geisser Korrektur ergab. Der Bonferroni-korrigierte post-hoc Test bestätigte, dass sich die PUFA Zufuhr signifikant erhöhte zwischen Phase eins ($MW = 4,9 \pm SD = 3,0$ En%) und Phase zwei ($MW = 6,3 \pm SD = 5,2$ En%, $p = 0,041$) sowie zwischen Phase eins und drei ($MW = 6,9 \pm SD = 6,1$ En%, $p = 0,032$), aber in den Phasen zwei und drei eher konstant blieb, $p = 0,319$. Das Ziel dieser Interventionsgruppe war eine Steigerung der täglichen Proteinzufuhr auf 1,00 g/kgKG/Tag und dieses konnte auch erreicht werden, $p = 0,001$. Die Personen in der PL starteten in Phase eins mit einer Proteinzufuhr von $0,88 \pm 0,28$ g/kgKG/Tag und konnten die Zufuhr in Phase zwei, durch die speziell auf diese Gruppe abgestimmten Produkte, signifikant auf durchschnittlich 1,07 g/kgKG/Tag steigern, $p = 0,007$. Dieses Niveau konnte in Phase drei im Durchschnitt beibehalten werden ($MW = 1,04 \pm SD = 0,26$ g/kgKG/Tag). Durch die Signifikanz der Änderungen in Phase zwei verglichen mit Phase eins ist auch der Unterschied zwischen Phase eins und Phase drei signifikant, $p = 0,009$. Für die Veränderungen bei der Aufnahme der BCAA gilt das gleiche wie für die PUFA – durch mangelnde Informationen können keine Aussagen getroffen werden inwieweit sich der Gehalt der BCAA in

der täglichen Ernährung der Probanden tatsächlich verändert hat. Diese Messungen zeigen lediglich, dass durch die normale Ernährung im Verlauf der Studie tendenziell weniger Isoleucin zur Verfügung stand, $p = 0,002$.

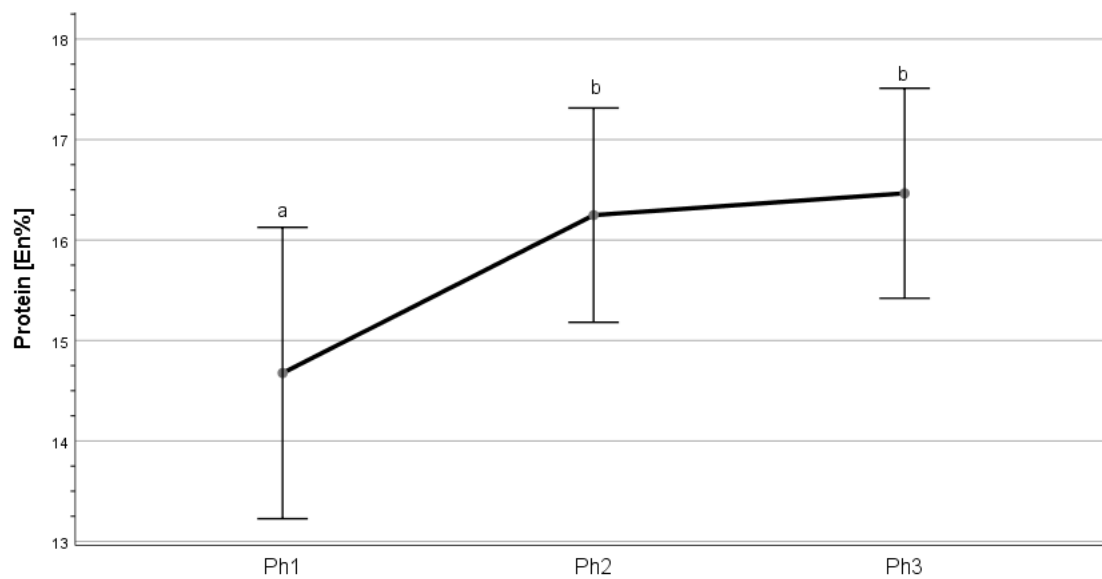


Abbildung 13: Der Verlauf der Proteinzufuhr [En%] der PL (n=35) in den Phasen 1-3. Die unterschiedlichen Buchstaben zeigen die Unterschiede zwischen den Phasen.

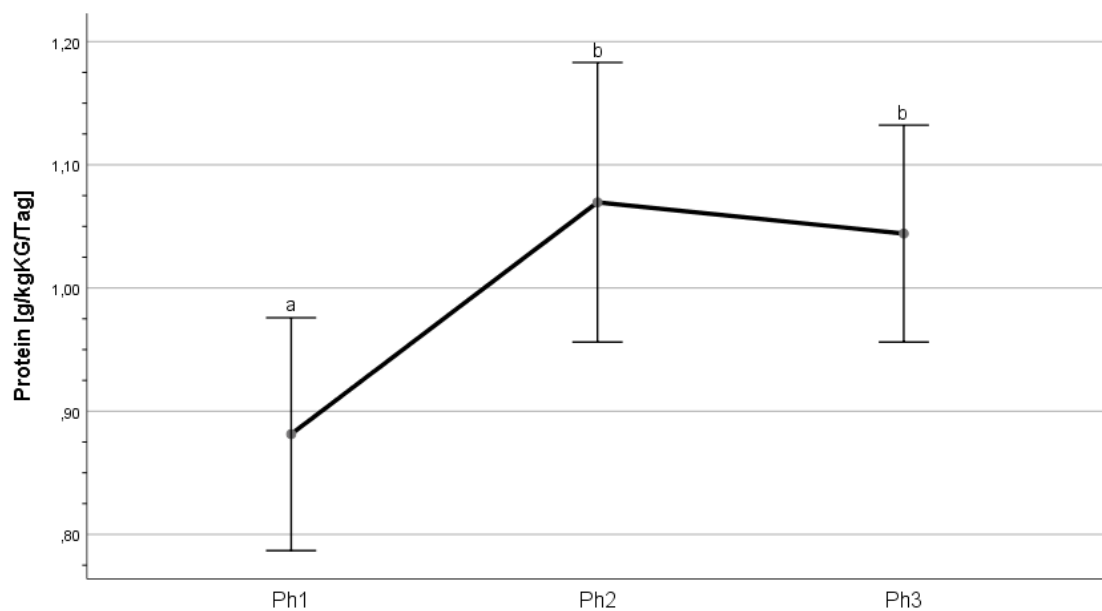


Abbildung 14: Der Verlauf der Proteinzufuhr [g/kgKG/Tag] der PL (n=35) in den Phasen 1-3. Die unterschiedlichen Buchstaben zeigen die Unterschiede zwischen den Phasen.

Tabelle 38: Unterschiede der Nährstoffzufuhr als MW $\pm$ SD zwischen den 3 Phasen in der PH

PH (n=38)	PH1	PH2	PH3	p-Wert
Energie [kcal]	1742 $\pm$ 710 ^a	1985 $\pm$ 505 ^b	1950 $\pm$ 478 ^b	0,003
Energie [kJ]	7290 $\pm$ 2972 ^a	8304 $\pm$ 2112 ^b	8158 $\pm$ 1999 ^b	0,003
KH [En%]	42,2 $\pm$ 10,5 ^a	36,8 $\pm$ 5,6 ^b	35,6 $\pm$ 6,5 ^b	< 0,001
Ballaststoffe° [g]	17,7 $\pm$ 7,6 ^a	14,0 $\pm$ 5,2 ^b	13,3 $\pm$ 5,3 ^b	0,001
Ballaststoffdichte° [g/1000 kcal]	9,5 $\pm$ 4,7	10,0 $\pm$ 3,3	9,6 $\pm$ 3,2	0,685
Saccharose° [En%]	9,1 $\pm$ 4,9	8,9 $\pm$ 4,3	8,9 $\pm$ 4,4	0,928
Fett [En%]	39,5 $\pm$ 11,4	35,9 $\pm$ 6,0	35,8 $\pm$ 5,0	0,075
SFA° [En%]	17,2 $\pm$ 6,7	17,4 $\pm$ 4,1	17,6 $\pm$ 3,5	0,918
MUFA° [En%]	13,5 $\pm$ 4,8	12,8 $\pm$ 2,9	13,5 $\pm$ 4,8	0,564
PUFA° [En%]	5,0 $\pm$ 4,4 ^a	6,0 $\pm$ 5,2 ^{a,b}	6,3 $\pm$ 5,7 ^b	0,001
Omega-6-FA° [En%]	4,1 $\pm$ 3,9	3,7 $\pm$ 1,7	4,0 $\pm$ 2,2	0,654
Omega-3-FA° [En%]	0,8 $\pm$ 1,2	1,0 $\pm$ 1,0	1,0 $\pm$ 0,9	0,257
Cholesterin° [mg]	268 $\pm$ 212	264 $\pm$ 117	285 $\pm$ 140	0,693
Protein [En%]	13,6 $\pm$ 3,6 ^a	22,9 $\pm$ 3,6 ^b	24,8 $\pm$ 4,0 ^c	< 0,001
Protein [g/kgKG/Tag]	0,79 $\pm$ 0,31 ^a	1,53 $\pm$ 0,36 ^b	1,60 $\pm$ 0,36 ^b	< 0,001
BCAA° [g]	9,6 $\pm$ 3,4	9,9 $\pm$ 3,9	8,9 $\pm$ 3,1	0,269
Leucin° [mg/kgKG/Tag]	59,8 $\pm$ 34,5	61,6 $\pm$ 26,2	53,7 $\pm$ 21,7	0,324
Isoleucin° [mg/kgKG/Tag]	36,4 $\pm$ 15,3	32,7 $\pm$ 13,2	33,2 $\pm$ 14,8	0,156
Valin° [mg/kgKG/Tag]	42,6 $\pm$ 24,4	43,0 $\pm$ 17,8	38,2 $\pm$ 15,0	0,382
Wasser° [ml]	2957 $\pm$ 797 ^a	2587 $\pm$ 744 ^b	2583 $\pm$ 676 ^b	< 0,001
Alkohol [g]	12,6 $\pm$ 18,5	13,1 $\pm$ 17,1	11,4 $\pm$ 13,9	0,647

MW $\pm$ SD; Nährstoffe welche mit „°“ gekennzeichnet sind, wurden in PH2 und PH3 in Relation zur Energiezufuhr exkl. Supplementprodukte berechnet

Ob und inwieweit sich die Makronährstoffzufuhr sowie das Trinkverhalten der PH während der Studie verändert hat, wird in Tabelle 38 dargestellt. Der Vergleich der drei Phasen mittels ANOVA mit Messwiederholung in der PH zeigte einen signifikanten Unterschied hinsichtlich der Energiezufuhr [kcal] bzw. [kJ], $p = 0,003$. Ein Bonferroni-korrigierter post-hoc Test zeigte einen signifikanten Unterschied zwischen Phase eins und Phase zwei ($p = 0,018$), sowie zwischen Phase eins und Phase drei ($p = 0,031$), jedoch nicht zwischen Phase zwei und Phase drei, $p = 1,000$. Diese Unterschiede zwischen den Phasen eins und zwei reflektieren die Umstellung von einer normalen Ernährung hin zu einer proteinreicheren Ernährung in Phase zwei, da bekanntlich diese Interventionsgruppe die Anforderung hatte, 2,00 g/kgKG/Tag zu verzehren. Durch diese Umstellung und die Integration der proteinangereicherten Produkte in den Alltag, kam es zu einer etwas erhöhten Energiezufuhr welche sich jedoch einpendelte und für den Rest der Studie mehr oder weniger auf diesem Niveau verblieb, jedoch muss hier erwähnt werden, dass diese Gruppe auf einem geringeren Energieniveau startete als die anderen Gruppen. Des Weiteren wurde untersucht, ob sich die Zufuhr der Kohlenhydrate [En%] dieser Gruppe veränderte, da ja die Proteinzufuhr erhöht wurde, während sich die Probanden isokalorisch ernähren sollten, um einer unerwünschten Gewichtszunahme entgegenzuwirken. Die ANOVA mit Messwiederholung mit Huynh-Feldt Korrektur ergab, dass sich die Zufuhr der Kohlenhydrate tatsächlich während der Dauer der Studie veränderte und sich signifikant unterschied, $p < 0,001$. In weiterer Folge zeigte ein Bonferroni-korrigierter post-hoc Test einen signifikanten Unterschied zwischen Phase eins (MW $42,2 \pm SD = 10,5$ En%) und Phase zwei (MW $= 36,8 \pm SD = 5,6$ En%, $p=0,008$) sowie zwischen Phase eins und Phase drei (MW $= 35,6 \pm SD = 6,5$ En%, $p = 0,001$). Nach dem Abfall der Kohlenhydratzufuhr in Phase zwei verglichen zu Phase eins, blieb diese in Phase drei auf einem mehr oder weniger gleichen Niveau wie in Phase zwei, $p = 0,729$. Diese Entwicklung steht im Kontrast zu den D-A-CH Referenzwerten, welche eine Kohlenhydratzufuhr von mind. 50 En% empfiehlt. (38) Durch die Einführung der Supplementprodukte in Phase zwei änderte sich auch die Ballaststoffzufuhr durch die „normale Ernährung“ der Probanden signifikant, $p = 0,001$. Von Phase eins auf Phase zwei reduzierte sie sich signifikant ($p = 0,013$) und blieb in Phase drei ungefähr auf dem gleichen Niveau, $p = 1,000$. Auch hier kann nur gemutmaßt werden, wieviel Ballaststoffe tatsächlich aufgenommen wurden bzw. ob es tatsächlich Unterschiede gab zwischen den Phasen, da diese Angaben auf den Produkten fehlten. Wäh-

rend sich die Kohlenhydratzufuhr im Verlauf der Phasen an die erhöhte Proteinzufuhr anpasste und durchschnittlich weniger davon aufgenommen wurde, blieb die Fettzufuhr durchgehend nahezu auf dem gleichen Niveau, wie mittels ANOVA mit Messwiederholung mit Greenhouse-Geisser Korrektur festgestellt werden konnte, $p = 0,075$. Obwohl die Fettquantität unverändert blieb, änderte sich die Qualität der zugeführten Fette durch die normale Ernährung im Laufe der Studie, da sie reicher an PUFA [En%] wurde, $p = 0,001$. Die Vorgabe an die Mitglieder der PH war, dass die Proteinzufuhr auf 2,00 g/kgKG/Tag angehoben werden sollte. Die erwarteten Unterschiede zwischen den Phasen wurden mittels ANOVA mit Messwiederholung bestätigt, $p < 0,001$. Der Wert bei Eintritt in die Studie lag bei $MW = 0,79 \pm SD 0,31$ g/kgKG/Tag und im Verlauf der Phase zwei wurde dieser Wert signifikant auf $1,53 \pm 0,36$ g/kgKG/Tag erhöht wie der Bonferroni-korrigierter post-hoc Test zeigte, $p < 0,001$. Ebenso wurde durch diesen Test ein signifikanter Unterschied zwischen Phase eins und Phase drei, in der der Wert bereits bei $MW 1,60 \pm SD 0,36$ g/kgKG/Tag lag, gezeigt, $p < 0,001$. Auch wenn es gegenüber Phase eins signifikante Unterschiede gibt, konnte die Proteinzufuhr von Phase zwei auf Phase drei nicht mehr signifikant erhöht werden, $p = 0,421$. Über die Gründe warum keine signifikante Steigerung von Phase zwei auf Phase drei bzw. das Ziel von 2,00 g/kgKG/Tag nicht mehr erreicht werden konnte, kann nur gemutmaßt werden. Einerseits lag es vermutlich an der Auswahl der Produkte – da manche davon nicht immer den Geschmack der Probanden bzw. dieser Zielgruppe trafen (zu süß, fremde Konsistenz o. ä.) und dadurch wahrscheinlich die Compliance¹⁴ litt. Ein weiterer Grund war vermutlich die Menge der täglich zu verzehrenden Produkte welche mit der Zeit herausfordernd war und dadurch die normale Ernährung stark reduziert wurde, was nicht das Ziel der Studie war, da diese Produkte vorwiegend als Ergänzung gedacht waren. Einige Probanden berichteten auch, dass sie ein eher unregelmäßiges Essverhalten hätten bzw., dass sie auch viel außer Haus verzehrten und dadurch auch nicht unbedingt auf die Qualität der Ernährung bzgl. Proteingehalt achteten. Entsprechend der Proteinzufuhr in g/kgKG/Tag erhöhte sich auch die Proteinzufuhr [En%] zwischen den Phasen signifikant, $p < 0,001$. Der durchschnittliche Wert zu Beginn der Studie lag bei $MW = 13,6 \pm SD = 3,6$ En% und konnte in Phase zwei signifikant auf durchschnittlich $MW = 22,9 \pm SD = 3,6$ En% erhöht werden, $p < 0,001$. Dementsprechend signifikant war

¹⁴ Bereitschaft der Probanden zur Einhaltung der Vorgaben

der Unterschied zwischen Phase eins und der letzten Phase drei in der die mittlere Proteinzufuhr bereits bei $MW = 24,8 \pm SD = 4,0 \text{ En\%}$ lag ($p < 0,001$) und auch zwischen den Phasen zwei und drei, $p = 0,013$. Die einzelnen Phasenunterschiede wurden mittels Bonferroni-korrigierten post-hoc Test getestet. Die Zufuhr von Trinkwasser [ml] veränderte sich ebenso während der Studienzeit signifikant, wie mittels ANOVA mit Messwiederholung mit Huynh-Feldt Korrektur berechnet wurde, $p < 0,001$. Signifikante Unterschiede zeigte der Bonferroni-korrigierte post-hoc Test zwischen Phase eins und Phase zwei ($p = 0,001$) und Phase eins und Phase drei ($p = 0,006$), aber nicht zwischen Phase zwei und drei, $p=1,000$. Hier muss angemerkt werden, dass nur der Trinkwassergehalt der normalen täglichen Ernährung erfasst wurde.

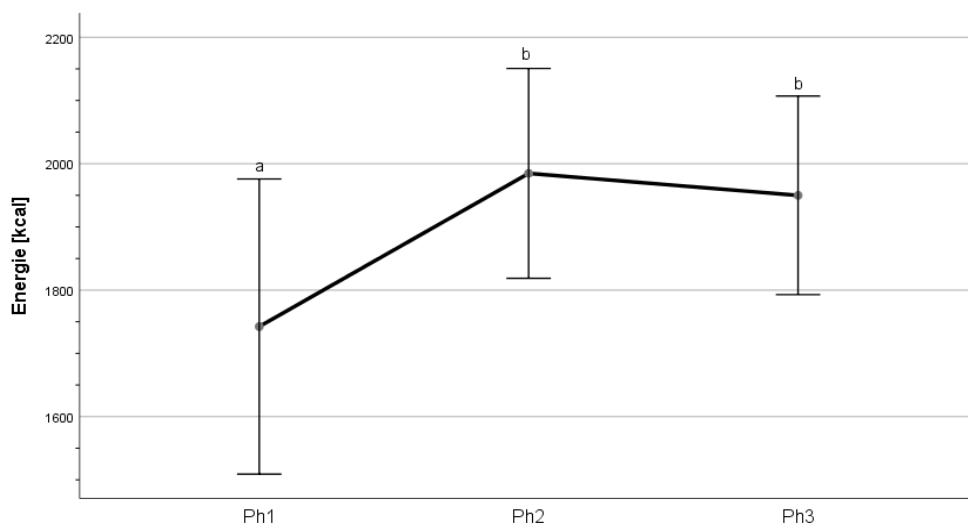


Abbildung 15: Die Energiezufuhr [kcal] der PH (n=38) in den Phasen 1-3. Unterschiedliche Buchstaben zeigen die Unterschiede zwischen den Phasen.

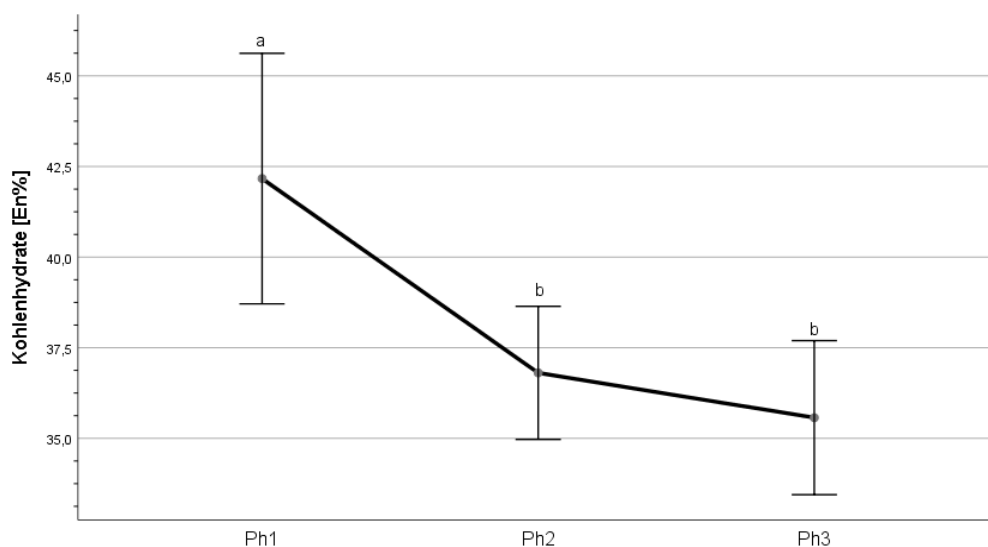


Abbildung 16: Die Kohlenhydratzufuhr [En%] der PH (n=38) in den Phasen 1-3. Unterschiedliche Buchstaben zeigen die Unterschiede zwischen den Phasen.

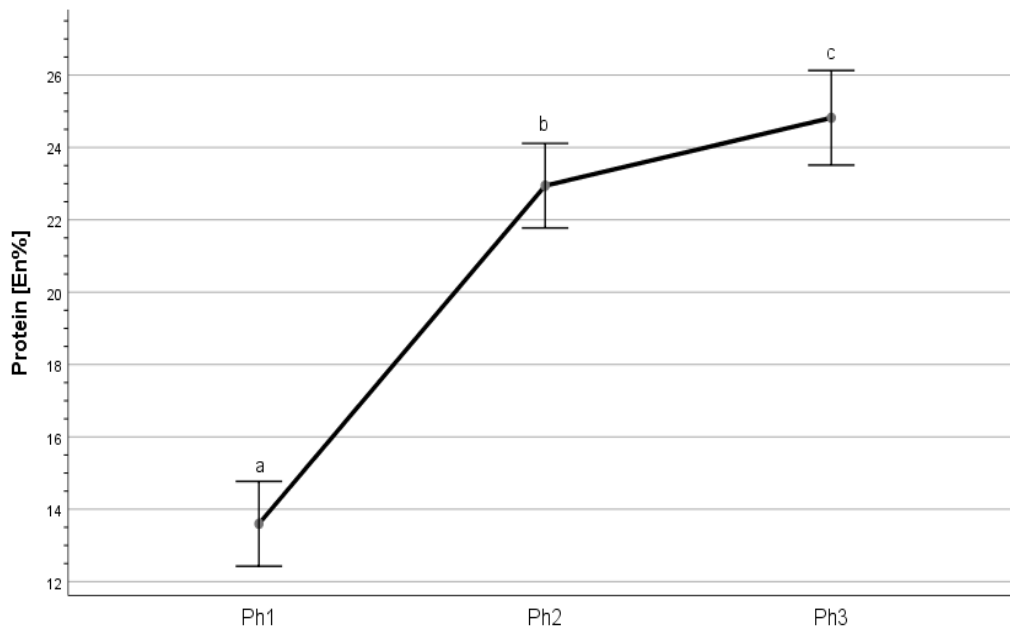


Abbildung 17: Die Proteinzufuhr [En%] in der PH (n=38) in den Phasen 1-3. Unterschiedliche Buchstaben zeigen die Unterschiede zwischen den Phasen.

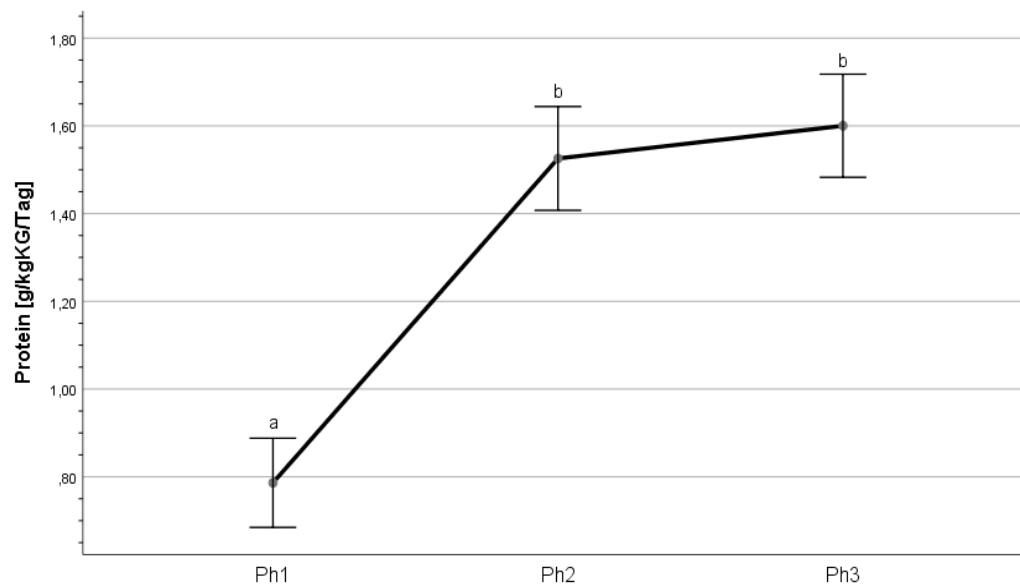


Abbildung 18: Die Proteinzufuhr [g/kgKG/Tag] der PH (n=38) in den Phasen 1-3. Unterschiedliche Buchstaben zeigen die Unterschiede zwischen den Phasen.

5 Schlussbetrachtung

Die vorliegenden Daten stellen nur eine Teilauswertung der Ernährungserhebungen der *NutriAging Protein Studie* dar. Im Rahmen dieser Arbeit wurde die Makronährstoffzufuhr sowie das Trinkverhalten von den rekrutierten Senioren auf Veränderungen während der Studie untersucht. Im Fokus der Untersuchungen stand die Proteinzufuhr in [En%] bzw. in [g/kgKG/Tag], da die Fragestellung dieser Studie war, inwieweit sich eine erhöhte Proteinzufuhr von 1,00 g/kgKG/Tag bzw. 2,00 g/kgKG/Tag mit und ohne gezieltem Krafttraining auf die körperliche Konstitution auswirkt. Die Daten von Phase eins geben außerdem einen guten Einblick in die Ernährungsgewohnheiten österreichischer Senioren und zeigen auf, dass sowohl Männer als auch Frauen die empfohlenen Mengen von Kohlenhydraten (mind. 50 En%) und Ballaststoffen (mind. 30 g) deutlich unter- und die Fettzufuhr (max. 30 En%) deutlich überschreiten. Außerdem zeigte sich ein nicht optimales Fettsäuremuster. Des Weiteren wird dargelegt, dass der Schätzwert von 1,00 g/kgKG/Tag Protein durch die normale Ernährung weder von Frauen noch von Männern erreicht wird. Natürlich handelte sich bei dieser Erhebung in Phase 1 um eine Momentaufnahme und spiegelt nur einen 24-h-Recall wieder – jedoch konnten diese Beobachtungen während der gesamten Studienzeit in der Kontrollgruppe weiterverfolgt werden. Die Personen in der PL und PH bekamen ab Phase 2 unterschiedliche Produkte, wobei jene der PL eher kohlenhydratlastig waren, da sie lediglich 1,00 g/kgKG/Tag Protein erreichen sollten, aber für eine bessere Vergleichbarkeit der zwei Gruppen und der Effekte der verschiedenen Proteingehalte annähernd isokalorisch ernährt werden sollten. Die Produkte sollten einerseits zur Ergänzung der normalen Ernährung aber auch zur Substitution dienen. In Phase zwei wurde die Proteinzufuhr in der PL signifikant auf durchschnittlich $MW = 1,07 \pm SD = 0,33$ / Median = 0,99 g/kgKG/Tag gesteigert womit das Ziel erreicht wurde. Mit der Phase drei begann auch das Krafttraining zusätzlich zur Ernährungsmodifikation. In dieser dritten und letzten Phase wurden durchschnittlich $1,04 \pm SD = 0,26$ / Median = 1,07 g/kgKG/Tag Protein erreicht. Obwohl sich die Proteinzufuhr signifikant steigerte, wurden keine wesentlichen Veränderungen in der Kohlenhydrat- bzw. Fettzufuhr ermittelt, wenngleich Tendenzen erkennbar sind, dass sich die Fettzufuhr in Richtung der D-A-CH Referenzwerte vermindert. Dies legt den Schluss nahe, dass eine Proteinzufuhr entsprechend den überarbeiteten Schätzwerten der DGE im Rahmen der gewohnten Ernährung einfach erreicht werden kann und sogar Potenzial hat die Fettzufuhr [En%] zu senken und so-

mit positiv zu beeinflussen. Durch die Einführung der proteinreichen Ernährung in Phase zwei war es möglich die Proteinzufuhr der PH auf $MW = 1,53 \pm SD = 0,36$ / Median = 1,48 g/kgKG/Tag zu steigern. Dies konnte erreicht werden durch eine signifikant verringerte Kohlenhydratzufuhr, jedoch blieb die Fettzufuhr davon im Wesentlichen unberührt. Diese Entwicklung kann durchaus kritisch betrachtet werden, da die Kohlenhydratzufuhr, wie bereits festgestellt, ohnehin unter den Empfehlungen und die Fettzufuhr darüber liegt. Manche Studien erwähnen zwar einen positiven Effekt von Low Carb und High Fat Ernährungsweisen, jedoch ist dieser Ansatz nur diskutabel, wenn eine ausreichende Versorgung mit unentbehrlichen Nährstoffen gegeben ist und es nicht zu einem ungünstigen Fettsäuremuster der Ernährung kommt, und muss daher kritisch hinterfragt werden. (52) (38) In Phase drei, in der die Ernährungsmodifikation und Krafttraining kombiniert wurden, lag der Wert der Proteinzufuhr bei durchschnittlich $1,60 \pm SD = 0,36$ / Median = 1,52 g/kgKG/Tag. Warum das Ziel von 2,00 g/kgKG/Tag nicht erreicht werden konnte, könnte einerseits an der Auswahl der Produkte der Studie liegen, da diese nicht alle geschmacklichen Vorlieben der Senioren abdeckten und dadurch evtl. zu einer verminderten Compliance der Probanden führte. Andererseits ist bekannt, dass proteinreiche Lebensmittel eine höhere Sättigung hervorrufen und von den Probanden der PH wurde ebenso berichtet, dass die Sättigung durch diese Produkte so hoch war, dass dadurch die normale Ernährung minimiert bzw. sogar ganze Mahlzeiten gestrichen wurden, was nicht im Sinne dieser Intervention war. Außerdem wirft dieses Ergebnis die Frage auf, wie viel Protein ein Mensch pro Tag durch die Ernährung tatsächlich zu sich nehmen kann bzw. wie eine Mahlzeit zusammengesetzt werden müsste, um dies zu schaffen. Verschiedenen Studien haben sich mit dieser Frage beschäftigt. Moore et al. zeigten, dass ältere Männer (65 - 80 Jahre) pro Mahlzeit eine höhere Menge an Protein (rund 0,4 g/kg) für die myofibrilläre Proteinsynthese brauchen als jüngere. (80) Andererseits wird diskutiert ab welcher Proteinmenge kein Vorteil mehr für die Muskelproteinsynthese zu erwarten, sondern mit einer erhöhten Proteinoxidation zu rechnen ist. Witard et al. kamen zu dem Schluss, dass bis zu 20 g für die Muskelproteinsynthese förderlich sind, jedoch bei 40 g diese förderlichen Effekte nicht mehr nachgewiesen werden können. (81) Da für diese Auswertungen nur die Mittelwerte pro Phase zur Verfügung stehen, kann nicht beurteilt werden wie genau die Probanden ihre täglichen Mahlzeiten gestaltet haben und ob sie auf eine ausgewogene Verteilung der Proteinprodukte auf alle Mahlzeit geachtet haben zu der sie ei-

gentlich angehalten waren. Eine Limitierung dieser Studie ist, dass die Produkte welche den Probanden in den beiden Interventionsgruppen verabreicht wurden, keine ausreichende Nährwertdeklaration enthielten, d.h. es können lediglich Aussagen über Entwicklung und Veränderung der Energie, Kohlenhydrat-, Fett- und Proteinzufuhr getroffen werden. Aussagen über Ballaststoffgehalt oder über die Qualität der zugeführten Fett- und Aminosäuren und damit über den tatsächlichen Ernährungszustand können nicht getroffen werden. Dies ist vor allem auch ein Nachteil, da im Hinblick auf die Proteinzufuhr keine Aussagen bzgl. des Verzehrs von verzweigtkettigen Aminosäuren getroffen werden können. Von besonderem Interesse wären hier die Leucin Zufuhrwerte, da wie bereits in Kapitel 2.2 erwähnt, die förderlichen Effekte dieser Aminosäure besonders im Fokus der Muskelproteinsynthese stehen. (65) (66) Der optimale Gehalt der Zufuhr wird diskutiert. Ein Gehalt von 4,2 g Leucin pro Mahlzeit wird als förderlich für die myofibrilläre Proteinsynthese bei älteren Frauen (65 - 75 Jahre) gesehen. (68) Bei älteren Männern konnte festgestellt werden, dass jene mit einer zusätzlichen Leucin-zufuhr von 1,5 g zu ihrem Proteinshake (15 g) eine höhere Muskelproteinsynthese aufwiesen als die Männer ohne diese Extrazufuhr. (69)

Des Weiteren ist die Methode der Erhebungen, obgleich sie softwaregestützt einen hohen Standardisierungsgrad aufweist, immer darauf angewiesen, dass die Probanden absolut offen über ihre Ernährungsgewohnheiten berichten. Die Problematik des Underreportings, d.h. das Weglassen von Ernährungsinformationen aus verschiedenen Gründen, ist hinreichend bekannt und kann auch hier angenommen werden.

Außerdem muss angemerkt werden, dass sich durch die Art der Rekrutierung tendenziell Personen meldeten, welche ohnehin an einem aktiven Lebensstil und gesunder Ernährung Interesse haben und die erfassten Ernährungsgewohnheiten in Phase eins nicht unbedingt das tatsächliche Ernährungsverhalten österreichischer Senioren widerspiegeln.

Zusammenfassend kann also gesagt werden, dass der im Jahr 2017 aktualisierte Schätzwert der Proteinzufuhr von 1,00 g/kgKG/Tag ohne großartige Ernährungsmodifikation einfach zu erreichen ist. Die Ziele von 2,00 g/kgKG/Tag ließen sich zwar nicht realisieren, dies könnte jedoch evtl. mit anderen Produkten der Fall sein. Mehr Forschung ist daher notwendig, um zu zeigen welche Auswirkungen eine solche Ernährungsmodifikation auf die übrige Ernährungsweise haben kann.

6 Zusammenfassung

Die *NutriAging Protein Studie* markierte den Anfang von drei Studien, welche im Rahmen des von der EU geförderten interdisziplinären Projektes *NutriAging* durchgeführt werden. Im Zentrum dieser prospektiven randomisierten kontrollierten Interventionsstudie steht die Frage wie sich eine modifizierte Ernährung von 1,00 g/kgKG/Tag bzw. 2,00 g/kgKG/Tag Protein mit und ohne gezieltem Krafttraining auf den Muskelstoffwechsel und in weiterer Folge auf die körperliche Fitness von Senioren im Alter zwischen 65-85 Jahren auswirkt. Insgesamt nahmen 117 Personen an der Studie teil. Zu diesem Zweck wurden drei Gruppen gebildet, wovon eine die Kontrollgruppe war und zwei Interventionsgruppen - die PL (Protein low) welche die Vorgabe von 1,00 g/kgKG/Tag Protein hatte und die PH (Protein high) deren Teilnehmer 2,00 g/kgKG/Tag Protein mittels Supplementprodukten erreichen sollten. Die Studiendauer betrug für jeden Probanden 15 Wochen, wobei diese in drei Phasen eingeteilt war. Phase eins war der Studienbeginn vor der Randomisierung, Phase zwei war die sechswöchige Ernährungsmodifikation in PL und PH mittels der Produkte und in Phase drei wurden Ernährungsmodifikation und Krafttraining für acht Wochen kombiniert.

Diese Auswertungen stellen nur einen Teil dar und befassen sich mit der Zufuhr von Makronährstoffen und dem Trinkverhalten im Rahmen der Studie und den Auswirkungen einer proteinreicheren Ernährung auf diese Nährstoffe. Zu diesem Zwecke wurden über die gesamte Studiendauer mehrere 24-h-Recalls und darauf aufbauend die hier vorliegenden Auswertungen durchgeführt. Die Probanden der PL konnten das Ziel von 1,00 g/kgKG/Tag Protein bereits in Phase zwei erreichen ($MW = 1,07 \pm SD = 0,33$ g/kgKG/Tag) und auch bis in Phase drei halten, ohne signifikante Veränderungen der übrigen Makronährstoffzufuhr aufzuweisen. Die Männer und Frauen der PH konnten das Ziel von 2,00 g/kgKG/Tag nicht erreichen, sondern erreichten durchschnittlich zum Schluss der Studie in Phase drei eine Proteinzufuhr von $1,60 \pm SD = 0,36$ g/kgKG/Tag. In dieser Gruppe sank jedoch durch die Erhöhung der Proteine der Anteil der En% welcher durch Kohlenhydrate zugeführt wurden signifikant, $p < 0,001$. Aufgrund mangelnder Nährwertdeklaration der Supplementprodukte können lediglich Aussagen über Energie, Kohlenhydrate, Fette, Proteine und Alkohol getätigt werden. Daher konnten Aussagen betreffend Fett- bzw. Aminosäuren nur im Hinblick auf die Veränderungen der „normalen Ernährung“ exklusive dieser Produkte getroffen werden.

7 Summary

The *NutriAging Protein Study* marked the beginning of three consecutive studies which are conducted within the interdisciplinary EU funded project *NutriAging*. The aim of this prospective randomized controlled intervention trial was to investigate whether a protein enriched diet, either 1,00 g/kgBW/day or 2,00 g/kgBW/day, with or without resistance training has beneficial effects on physical performance and muscle protein synthesis in elderly people from 65-85 years. Therefore 117 people were included in this study and randomized into 3 groups - K = Control group, PL = Protein Low and PH = Protein High. Participants who participated in the PL had to achieve 1,00 g/kgBW/day protein whereas the PH group had to consume 2,00 g/kgBW/day. Depending on the group the participants were provided with special food and food products in order to achieve their individual goals. The study lasted for 15 weeks and was divided into three phases – phase one took place before randomization and reflects the first 24-h-recall, in phase two which lasted six weeks the diet modification was implemented and finally in phase three diet modification and resistance training were combined for eight weeks.

These findings only represent a part of the study and show the outcomes of the macro nutrient analysis as well as the drinking habits of the elderly people. The basis for these data are the interviews of the 24-h-recalls which were conducted over the whole time of the study. People of the PL were able to reach the aim of 1,00 g/kgBW/day in phase two and remained stable during phase three without significant changes of the other macronutrients. Men and women of the PH were able to increase the protein intake in phase two to an average amount of more or less $1,60 \pm SD = 0,36$ g/kgBW/day but not further until the end of the study. Due to the increase of protein in this group carbohydrate intake decreased significantly, $p < 0,001$. As a result of missing nutrition information of the supplemented products fatty acid as well as amino acid intake could only be assessed based on the remaining diet without supplemented food.

8 Anhang

8.1 Anthropometrische Daten

Tabelle 39: Anthropometrische Daten von Frauen in der K pro Phase

	PH1		PH2		PH3	
n=23	MW ± SD	Median	MW ± SD	Median	MW ± SD	Median
Körpergröße (cm)	160,3 ± 6,1	160,2	160,3 ± 6,1	160,2	160,3 ± 6,1	160,2
Körpergewicht (kg)	67,9 ± 11,4	68,8	68,1 ± 10,9	69,4	68,2 ± 10,9	69,0
BMI (kg/m ²)	26,5 ± 4,4	27,0	26,6 ± 4,2	27,2	26,7 ± 4,2	27,3
Taillenumfang (cm)	91,2 ± 10,4	93,4	89,3 ± 11,5	89,6	88,7 ± 11,4	89,0
Hüftumfang (cm)	103,9 ± 7,2	106,2	103,4 ± 7,1	103,9	102,9 ± 7,3	102,8
Waist-to-Hip Ratio	0,88 ± 0,06	0,86	0,86 ± 0,07	0,87	0,86 ± 0,07	0,86

MW ± SD und Median

Tabelle 40: Anthropometrische Daten von Männern in der K pro Phase

	PH1		PH2		PH3	
n=19	MW ± SD	Median	MW ± SD	Median	MW ± SD	Median
Körpergröße (cm)	177,6 ± 7,1	177,2	177,6 ± 7,1	177,2	177,6 ± 7,1	177,2
Körpergewicht (kg)	80,6 ± 9,5	81,6	81,3 ± 9,8	81,3	81,2 ± 9,6	81,1
BMI (kg/m ²)	25,6 ± 3,4	25,7	25,8 ± 3,6	25,9	25,8 ± 3,4	26,0
Taillenumfang (cm)	96,5 ± 9,1	98,0	96,5 ± 9,2	97,1	96,3 ± 8,8	96,4
Hüftumfang (cm)	101,8 ± 5,6	101,2	101,9 ± 6,0	101,7	100,8 ± 4,9	101,0
Waist-to-Hip Ratio	0,95 ± 0,06	0,96	0,95 ± 0,06	0,94	0,95 ± 0,06	0,96

MW ± SD und Median

Tabelle 34: Anthropometrische Daten von Frauen in der PL pro Phase

	PH1		PH2		PH3	
n=18	MW ± SD	Median	MW ± SD	Median	MW ± SD	Median
Körpergröße (cm)	163,4 ± 5,6	162,0	163,4 ± 5,6	162,0	163,4 ± 5,6	162,0
Körpergewicht (kg)	67,5 ± 12,9	65,7	67,7 ± 12,5	67,0	68,2 ± 12,7	66,4
BMI (kg/m²)	25,2 ± 3,9	24,3	25,2 ± 3,7	24,6	25,4 ± 3,8	24,6
Taillenumfang (cm)	86,1 ± 7,9	86,3	85,0 ± 7,3	85,5	86,2 ± 7,1	86,7
Hüftumfang (cm)	103,2 ± 9,1	101,2	102,5 ± 8,6	100,8	102,4 ± 8,2	102,0
Waist-to-Hip Ratio	0,83 ± 0,06	0,84	0,83 ± 0,05	0,83	0,84 ± 0,04	0,85

MW ± SD und Median

Tabelle 41: Anthropometrische Daten von Männern in der PL pro Phase

	PH1		PH2		PH3	
n=17	MW ± SD	Median	MW ± SD	Median	MW ± SD	Median
Körpergröße (cm)	176,2 ± 7,0	174,2	176,2 ± 7,0	174,2	176,2 ± 7,0	174,2
Körpergewicht (kg)	84,9 ± 13,6	83,0	85,5 ± 13,1	82,2	86,7 ± 13,9	84,2
BMI (kg/m²)	27,4 ± 4,6	26,6	27,7 ± 4,5	27,1	28,0 ± 4,8	26,9
Taillenumfang (cm)	98,4 ± 13,5	96,8	98,7 ± 13,3	100,3	99,5 ± 13,9	99,3
Hüftumfang (cm)	104,0 ± 8,6	102,4	103,8 ± 8,7	101,8	102,5 ± 10,1	99,8
Waist-to-Hip Ratio	0,94 ± 0,06	0,96	0,95 ± 0,07	0,97	0,97 ± 0,06	0,97

MW SD und Median

Tabelle 42: Anthropometrische Daten von Frauen in der PH pro Phase

	PH1		PH2		PH3	
n=20	MW ± SD	Median	MW ± SD	Median	MW ± SD	Median
Körpergröße (cm)	161,2 ± 7,1	160,9	161,2 ± 7,1	160,9	161,2 ± 7,1	160,9
Körpergewicht (kg)	65,8 ± 12,9	66,9	66,4 ± 12,6	67,0	66,6 ± 12,6	66,8
BMI (kg/m²)	25,2 ± 4,4	25,3	25,4 ± 4,4	25,8	25,4 ± 4,3	25,8
Taillenumfang (cm)	87,4 ± 11,8	87,0	87,1 ± 11,8	86,3	86,1 ± 10,5	86,9
Hüftumfang (cm)	102,6 ± 11,0	102,0	101,5 ± 10,4	101,7	101,1 ± 9,9	102,0
Waist-to-Hip Ratio	0,85 ± 0,05	0,85	0,86 ± 0,06	0,85	0,85 ± 0,05	0,86

MW ± SD und Median

Tabelle 43: Anthropometrische Daten von Männern in der PH pro Phase

	PH1		PH2		PH3	
n=18	MW ± SD	Median	MW ± SD	Median	MW ± SD	Median
Körpergröße (cm)	174,8 ± 6,7	174,4	174,8 ± 6,7	174,4	174,8 ± 6,7	174,4
Körpergewicht (kg)	80,7 ± 10,0	79,9	80,2 ± 9,5	78,8	80,5 ± 9,4	79,7
BMI (kg/m²)	26,4 ± 2,7	26,6	26,2 ± 2,6	26,5	26,3 ± 2,7	26,6
Taillenumfang (cm)	99,0 ± 8,3	99,3	97,1 ± 8,5	97,5	96,2 ± 8,4	95,4
Hüftumfang (cm)	101,2 ± 5,3	100,0	101,1 ± 5,3	100,4	99,0 ± 5,4	97,4
Waist-to-Hip Ratio	0,98 ± 0,06	0,99	0,96 ± 0,06	0,97	0,97 ± 0,06	0,96

MW ± SD und Median

8.2 Deskriptive Darstellung der Ernährungserhebungen

Die folgenden Seiten enthalten Tabellen mit detaillierter deskriptiver Statistik der Nährstoffzufuhr pro Interventionsgruppe und Geschlecht je Phase.

8.2.1 Deskriptive Darstellung der Nährstoffzufuhr in Phase 1

Tabelle 44: Deskriptive Darstellung der Nährstoffzufuhr von Frauen der K (n=23) in Phase 1

n = 23	MW ± SD	Min	P5	P25	P50	P75	P95	Max
Energie [kcal]	1763 ± 838	459	542	1161	1466	2372	3723	3811
Energie [kJ]	7376 ± 3506	1920	2266	4858	6134	9924	15576	15945
KH [En%]	41,7 ± 11,3	25,0	25,3	33,7	38,0	52,8	65,3	67,0
Ballaststoffe [g]	23,0 ± 24,2	5,0	5,2	12,0	19,0	27,0	108,2	127,0
Ballaststoffdichte [g/1000 kcal]	13,6 ± 11,6	4,3	4,4	6,3	10,4	16,8	53,6	61,0
Saccharose [En%]	8,2 ± 4,7	0,9	0,9	4,3	7,1	10,9	18,8	19,4
Fett [En%]	40,7 ± 11,1	21,0	21,5	31,1	42,1	48,4	60,4	61,0
SFA [En%]	18,8 ± 8,2	6,0	6,6	11,0	19,9	23,6	39,2	42,0
MUFA [En%]	12,8 ± 3,4	5,7	6,0	10,2	13,3	15,9	17,4	17,5
PUFA [En%]	4,9 ± 3,1	2,0	2,2	2,7	4,1	6,1	13,4	14,0
Omega-6-FA [En%]	4,2 ± 2,8	1,7	1,8	2,2	3,1	5,4	12,0	12,4
Omega-3-FA [En%]	0,8 ± 0,4	0,4	0,3	0,4	0,6	0,9	1,6	1,6
Cholesterin [mg]	242 ± 152	48	52	132	198	348	535	536
Protein [En%]	13,6 ± 4,9	8,0	8,2	9,5	12,5	15,5	26,1	27,0
Protein [g/kgKG/Tag]	0,84 ± 0,49	0,30	0,31	0,53	0,67	1,05	2,34	2,54
BCAA [g]	10,0 ± 2,5	5,4	5,6	8,6	9,5	11,9	15,6	16,2
Leucin [mg/kgKG/Tag]	65,4 ± 24,4	25,2	26,2	46,6	59,8	81,9	123,0	128,4
Isoleucin [mg/kgKG/Tag]	39,2 ± 23,0	13,9	14,2	25,1	34,9	46,2	108,5	117,6
Valin [mg/kgKG/Tag]	46,1 ± 16,5	17,7	18,5	32,2	42,2	56,4	84,2	88,0
Wasser [ml]	2799 ± 621	1676	1684	2255	2984	3177	3916	3939
Alkohol [g]	8,7 ± 14,6	0,0	0,0	0,0	0,3	13,4	49,6	52,22

MW ± SD, Minimum, Maximum, Perzentile

Tabelle 45: Deskriptive Darstellung der Nährstoffzufuhr von Männern der K (n=19) in Phase 1

n=19	MW ± SD	Min	P5	P25	P50	P75	P95	Max
Energie [kcal]	1879 ± 594	895	895	1418	1807	2553	n.a.	2814
Energie [kJ]	7860 ± 2486	3745	3745	5933	7560	10682	n.a.	11774
KH [En%]	45 ± 9	26,0	26,5	40,2	45,7	51,0	n.a.	61,0
Ballaststoffe [g]	21,6 ± 8,5	8,0	8,0	14,0	20,0	29,0	n.a.	37,0
Ballaststoffdichte [g/1000 kcal]	10,7 ± 5,1	3,8	3,8	5,6	10,1	15,1	n.a.	21,8
Saccharose [En%]	10,6 ± 4,7	3,1	3,1	6,8	9,4	12,9	n.a.	20,6
Fett [En%]	37,3 ± 8,8	20,0	19,7	31,5	36,1	46,8	n.a.	51,0
SFA [En%]	15,9 ± 5,1	7,0	6,5	12,3	15,6	18,1	n.a.	28,0
MUFA [En%]	12,6 ± 3,9	5,1	5,1	8,9	13,1	16,2	n.a.	18,1
PUFA [En%]	5,0 ± 3,1	2,0	1,8	2,9	3,8	7,2	n.a.	13,0
Omega-6-FA [En%]	4,0 ± 2,6	1,4	1,4	2,2	3,1	5,7	n.a.	9,6
Omega-3-FA [En%]	1,0 ± 0,9	0,3	0,3	0,4	0,5	1,2	n.a.	3,7
Cholesterin [mg]	304 ± 163	83	83	194	241	378	n.a.	666
Protein [En%]	14,6 ± 4,5	7,0	7,4	11,3	14,3	16,3	n.a.	24,0
Protein [g/kgKG/Tag]	0,80 ± 0,26	0,38	0,38	0,62	0,79	0,92	n.a.	1,36
BCAA [g]	9,7 ± 2,1	5,3	5,3	8,3	9,8	11,4	n.a.	12,9
Leucin [mg/kgKG/Tag]	49,8 ± 19,4	20,0	20,0	38,4	49,4	54,4	n.a.	105,8
Isoleucin [mg/kgKG/Tag]	37,4 ± 12,4	16,8	16,8	29,8	37,3	44,7	n.a.	66,1
Valin [mg/kgKG/Tag]	35,3 ± 14,0	14,6	14,6	27,1	34,9	41,1	n.a.	74,2
Wasser [ml]	2692 ± 703	1658	1658	2317	2532	3068	n.a.	4295
Alkohol [g]	8,1 ± 9,4	0,0	0,0	0,0	1,7	18,1	n.a.	28,3

MW ± SD, Minimum, Maximum, Perzentile; P95 wurde aufgrund der niedrigen Gruppenzahl (n<20) von SPSS nicht ausgewertet = n.a.

Tabelle 46: Deskriptive Darstellung der Nährstoffzufuhr von Frauen der PL (n=18) in Phase 1

n=18	MW ± SD	Min	P5	P25	P50	P75	P95	Max
Energie [kcal]	1590 ± 488	700	700	1277	1563	1992	n.a.	2408
Energie [kJ]	6653 ± 2042	2929	2929	5344	6538	8332	n.a.	10075
KH [En%]	42,3 ± 12,3	7,0	7,1	37,2	42,9	47,8	n.a.	62,0
Ballaststoffe [g]	16,3 ± 6,6	3,0	3,0	11,0	16,0	22,3	n.a.	28,0
Ballaststoffdichte [g/1000 kcal]	9,7 ± 4,9	1,8	1,8	6,2	9,1	12,3	n.a.	22,2
Saccharose [En%]	7,8 ± 5,0	0,0	0,0	4,0	8,0	11,5	n.a.	18,0
Fett [En%]	39,6 ± 9,5	28,0	28,0	31,1	40,0	44,0	n.a.	64,0
SFA [En%]	16,8 ± 7,4	7,0	7,3	11,9	15,3	19,7	n.a.	37,0
MUFA [En%]	13,8 ± 5,7	6,3	6,3	10,4	12,9	15,6	n.a.	32,1
PUFA [En%]	5,2 ± 3,5	2,0	2,0	2,4	4,0	7,0	n.a.	14,0
Omega-6-FA [En%]	3,6 ± 1,9	1,5	1,5	2,0	3,0	4,8	n.a.	7,5
Omega-3-FA [En%]	1,6 ± 2,0	0,3	0,3	0,5	0,7	1,6	n.a.	6,9
Cholesterin [mg]	257 ± 148	71	71	121	229	380	n.a.	576
Protein [En%]	14,4 ± 4,7	7,0	7,2	11,1	13,5	18,0	n.a.	26,0
Protein [g/kgKG/Tag]	0,79 ± 0,27	0,40	0,40	0,61	0,78	0,90	n.a.	1,61
BCAA [g]	9,3 ± 2,6	6,0	6,0	7,0	9,5	10,5	n.a.	16,0
Leucin [mg/kgKG/Tag]	61,3 ± 26,1	32,0	32,0	42,4	55,3	71,9	n.a.	120,3
Isoleucin [mg/kgKG/Tag]	37,9 ± 13,4	16,2	16,2	29,2	37,0	43,3	n.a.	77,1
Valin [mg/kgKG/Tag]	43,4 ± 18,0	23,0	23,0	29,4	39,1	52,8	n.a.	81,8
Wasser [ml]	2587 ± 526	1398	1398	2281	2494	2877	n.a.	3774
Alkohol [g]	7,5 ± 11,1	0,0	0,0	0,0	1,5	17,3	n.a.	32,7

MW ± SD, Minimum, Maximum, Perzentile; P95 wurde aufgrund der niedrigen Gruppenzahl (n<20) von SPSS nicht ausgewertet = n.a.

Tabelle 47: Deskriptive Darstellung der Nährstoffzufuhr von Männern der PL (n=17) in Phase 1

n=17	MW ± SD	Min	P5	P25	P50	P75	P95	Max
Energie [kcal]	2356 ± 664	1478	1478	1784	2185	2875	n.a.	3832
Energie [kJ]	9857 ± 2779	6184	6184	7462	9142	12029	n.a.	16033
KH [En%]	41,6 ± 8,4	28,0	28,1	33,6	44,5	47,9	n.a.	57,0
Ballaststoffe [g]	20,1 ± 8,4	11,0	11,0	14,5	17,0	22,0	n.a.	43,0
Ballaststoffdichte [g/1000 kcal]	8,3 ± 4,2	5,1	5,1	6,2	7,2	9,3	n.a.	23,1
Saccharose [En%]	8,3 ± 4,7	1,4	1,4	4,7	8,0	10,0	n.a.	19,2
Fett [En%]	37,3 ± 9,0	21,0	21,3	31,3	38,3	44,6	n.a.	50,0
SFA [En%]	16,7 ± 4,5	8,0	8,0	14,0	17,5	18,7	n.a.	25,0
MUFA [En%]	12,7 ± 4,7	5,9	5,9	9,1	11,6	15,8	n.a.	21,5
PUFA [En%]	4,5 ± 2,3	2,0	1,9	2,8	3,8	5,3	n.a.	10,0
Omega-6-FA [En%]	3,6 ± 2,0	1,5	1,5	2,3	3,2	3,9	n.a.	9,0
Omega-3-FA [En%]	0,9 ± 1,2	0,4	0,4	0,4	0,5	0,8	n.a.	5,6
Cholesterin [mg]	412 ± 272	79	79	196	323	639	n.a.	960
Protein [En%]	15 ± 3,7	7,0	7,1	12,4	14,5	18,8	n.a.	21,0
Protein [g/kgKG/Tag]	0,98 ± 0,25	0,59	0,59	0,79	0,95	1,16	n.a.	1,46
BCAA [g]	12,2 ± 3,6	6,6	6,6	9,5	12,1	14,8	n.a.	19,4
Leucin [mg/kgKG/Tag]	56,9 ± 20,9	24,8	24,8	38,7	55,5	71,6	n.a.	94,1
Isoleucin [mg/kgKG/Tag]	46,4 ± 14,3	22,5	22,5	34,7	44,2	58,4	n.a.	70,4
Valin [mg/kgKG/Tag]	40,6 ± 15,1	18,4	18,4	27,3	39,0	50,4	n.a.	70,2
Wasser [ml]	2852 ± 472	2132	2132	2487	2877	3170	n.a.	3826
Alkohol [g]	16,9 ± 14,2	0,0	0,0	1,6	18,1	28,4	n.a.	43,3

MW ± SD, Minimum, Maximum, Perzentile; P95 wurde aufgrund der niedrigen Gruppenzahl (n<20) von SPSS nicht ausgewertet = n.a.

Tabelle 48: Deskriptive Darstellung der Nährstoffzufuhr von Frauen in der PH (n=20) in Phase 1

n=20	MW ± SD	Min	P5	P25	P50	P75	P95	Max
Energie [kcal]	1397 ± 359	850	853	1161	1324	1668	2135	2135
Energie [kJ]	5844 ± 1502	3556	3567	4859	5538	6978	8932	8933
KH [En%]	44,8 ± 11,4	27,0	27,4	35,4	42,1	52,5	67,6	68,0
Ballaststoffe [g]	15,6 ± 6,2	8,0	8,0	10,3	15,0	20,5	30,7	31,0
Ballaststoffdichte [g/1000 kcal]	9,3 ± 4,0	4,5	4,5	6,8	8,2	11,1	18,9	19,0
Saccharose [En%]	10,5 ± 6,0	2,1	2,1	5,6	9,4	15,4	23,3	23,5
Fett [En%]	38,5 ± 11,4	16,0	16,5	30,9	36,9	46,5	61,2	62,0
SFA [En%]	17,5 ± 6,6	5,0	4,8	13,6	17,9	21,4	31,6	32,0
MUFA [En%]	13,5 ± 4,9	4,5	4,7	9,5	14,0	17,9	21,3	21,3
PUFA [En%]	3,6 ± 1,5	2,0	1,9	2,4	3,2	4,0	7,2	7,0
Omega-6-FA [En%]	3,0 ± 1,4	1,5	1,5	2,0	2,7	3,3	6,7	6,7
Omega-3-FA [En%]	0,6 ± 0,2	0,3	0,3	0,4	0,5	0,8	1,0	1,1
Cholesterin [mg]	231 ± 219	0	1	110	195	247	989	1013
Protein [En%]	13,3 ± 4,1	4,0	4,5	10,3	13,4	16,3	20,5	21,0
Protein [g/kgKG/Tag]	0,70 ± 0,26	0,17	0,18	0,49	0,72	0,87	1,24	1,26
BCAA [g]	10,0 ± 3,8	3,6	3,7	8,3	9,4	11,0	20,6	20,8
Leucin [mg/kgKG/Tag]	73,8 ± 37,1	17,4	17,8	47,6	65,7	94,2	154,5	155,6
Isoleucin [mg/kgKG/Tag]	32,5 ± 14,2	5,8	6,4	20,7	33,2	39,6	64,7	65,3
Valin [mg/kgKG/Tag]	52,6 ± 25,9	11,7	12,1	33,0	48,2	67,3	106,8	107,6
Wasser [ml]	2822 ± 738	1855	1860	2045	2796	3390	4373	4394
Alkohol [g]	7,2 ± 10,6	0,0	0,0	0,0	1,4	16,2	31,7	32,0

MW ± SD, Minimum, Maximum, Perzentile

Tabelle 49: Deskriptive Darstellung der Nährstoffzufuhr der Männer in der PH (n=18) in Phase 1

n=18	MW ± SD	Min	P5	P25	P50	P75	P95	Max
Energie [kcal]	2126 ± 811	620	620	1523	2139	2615	n.a.	3932
Energie [kJ]	8897 ± 3392	2594	2594	6371	8947	10940	n.a.	16451
KH [En%]	39,2 ± 8,8	16,0	16,1	33,9	38,3	45,5	n.a.	54,0
Ballaststoffe [g]	20,0 ± 8,5	7,0	7,0	12,8	19,0	26,5	n.a.	34,0
Ballaststoffdichte [g/1000 kcal]	9,7 ± 5,5	3,5	3,5	5,0	8,4	13,0	n.a.	24,6
Saccharose [En%]	7,6 ± 2,7	3,9	3,9	5,8	7,5	9,0	n.a.	15,0
Fett [En%]	40,6 ± 11,6	16,0	16,5	33,9	40,7	49,5	n.a.	66,0
SFA [En%]	16,9 ± 7	7,0	6,5	11,8	15,7	21,3	n.a.	35,0
MUFA [En%]	13,5 ± 5,0	5,0	5,0	10,7	12,4	16,4	n.a.	23,7
PUFA [En%]	6,6 ± 5,9	2,0	1,7	2,9	3,7	10,4	n.a.	25,0
Omega-6-FA [En%]	5,4 ± 5,3	1,3	1,3	2,4	3,2	8,3	n.a.	22,6
Omega-3-FA [En%]	1,1 ± 1,7	0,3	0,3	0,4	0,5	0,9	n.a.	7,1
Cholesterin [mg]	309 ± 202	5	5	160	259	488	n.a.	739
Protein [En%]	14,0 ± 3,0	8,0	8,3	11,9	15,2	15,5	n.a.	19,0
Protein [g/kgKG/Tag]	0,89 ± 0,33	0,21	0,21	0,56	0,97	1,12	n.a.	1,37
BCAA [g]	9,2 ± 3,1	3,8	3,8	7,4	8,5	10,6	n.a.	17,5
Leucin [mg/kgKG/Tag]	44,1 ± 23,7	17,5	17,5	22,6	37,7	64,2	n.a.	105,6
Isoleucin [mg/kgKG/Tag]	40,7 ± 15,7	8,3	8,3	27,3	42,1	54,3	n.a.	64,2
Valin [mg/kgKG/Tag]	31,4 ± 17,0	12,7	12,7	15,8	26,9	44,9	n.a.	75,8
Wasser [ml]	3107 ± 853	1743	1743	2358	3069	3858	n.a.	4388
Alkohol [g]	18,6 ± 23,3	0,0	0,0	1,0	8,6	32,0	n.a.	78,0

MW ± SD, Minimum, Maximum, Perzentile; P95 wurde aufgrund der niedrigen Gruppenzahl (n<20) von SPSS nicht ausgewertet = n.a.

8.2.2 Deskriptive Darstellung der Nährstoffzufuhr in Phase 2

Tabelle 50: Deskriptive Darstellung der Nährstoffzufuhr der Frauen in der K (n=23) in Phase 2

n=23	MW ± SD	Min	P5	P25	P50	P75	P95	Max
Energie [kcal]	1748 ± 608	996	1002	1380	1529	2134	3453	3721
Energie [kJ]	7314 ± 2545	4167	4192	5774	6397	8929	14447	15569
KH [En%]	40,2 ± 9,4	23,0	23,8	33,6	38,6	46,3	61,0	62,0
Ballaststoffe [g]	20,6 ± 15,2	10,0	10,2	12,0	16,0	23,0	73,8	85,0
Ballaststoffdichte [g/1000 kcal]	11,4 ± 4,1	6,5	6,6	8,3	10,6	15,0	21,7	22,8
Saccharose [En%]	7,7 ± 3,1	3,7	3,8	4,9	7,6	9,2	15,4	15,7
Fett [En%]	42 ± 8,5	23,0	24,2	36,2	42,3	46,9	61,7	64,0
SFA [En%]	17,4 ± 4,3	8,4	8,8	14,1	16,7	19,8	24,7	24,8
MUFA [En%]	14,6 ± 3,5	8,4	8,7	12,5	14,2	16,8	23,8	24,8
PUFA [En%]	5,0 ± 3,6	1,6	1,6	2,5	3,7	6,0	15,1	15,6
Omega-6-FA [En%]	4,5 ± 1,7	2,4	2,4	3,0	4,3	5,2	9,4	10,1
Omega-3-FA [En%]	1,1 ± 0,9	0,4	0,4	0,6	0,7	1,5	4,1	4,6
Cholesterin [mg]	260 ± 137	69	71	140	251	364	525	540
Protein [En%]	13,7 ± 2,6	9,0	9,6	12,1	13,4	15,5	19,5	20,0
Protein [g/kgKG/Tag]	0,88 ± 0,46	0,44	0,46	0,58	0,78	1,01	2,37	2,62
BCAA [g]	10,2 ± 5,5	4,5	4,5	7,1	8,7	12,3	27,4	29,6
Leucin [mg/kgKG/Tag]	64,8 ± 37,9	23,2	23,3	41,7	55,2	75,0	178,5	192,6
Isoleucin [mg/kgKG/Tag]	41,7 ± 22,3	19,7	20,5	27,2	35,9	48,5	113,6	125,1
Valin [mg/kgKG/Tag]	44,7 ± 24,4	18,0	18,1	29,3	39,6	51,6	115,4	122,9
Wasser [ml]	2632 ± 548	1739	1754	2041	2808	3049	3521	3524
Alkohol [g]	10,1 ± 13,3	0,0	0,0	0,1	6,4	15,7	47,5	49,0

MW ± SD, Minimum, Maximum, Perzentile

Tabelle 51: Deskriptive Darstellung der Nährstoffzufuhr der Männer in der K (n=19) in Phase 2

n=19	MW ± SD	Min	P5	P25	P50	P75	P95	Max
Energie [kcal]	2171 ± 481	1492	1492	1710	2107	2574	n.a.	3127
Energie [kJ]	9085 ± 2011	6243	6243	7155	8816	10770	n.a.	13083
KH [En%]	42,6 ± 5,3	32,0	31,8	39,2	42,8	47,4	n.a.	51,0
Ballaststoffe [g]	22,5 ± 6,6	9,0	9,0	20,0	21,0	25,0	n.a.	36,0
Ballaststoffdichte [g/1000 kcal]	10,6 ± 3,3	5,0	5,0	8,2	10,7	12,8	n.a.	16,8
Saccharose [En%]	8,8 ± 3,5	3,9	3,9	6,2	8,3	11,0	n.a.	18,5
Fett [En%]	37,6 ± 5,4	30,0	30,0	32,8	36,6	41,4	n.a.	48,0
SFA [En%]	15,9 ± 3,4	10,2	10,2	14,1	15,3	17,4	n.a.	24,1
MUFA [En%]	13,4 ± 2,1	10,5	10,5	11,7	13,0	15,0	n.a.	17,4
PUFA [En%]	4,4 ± 3,3	1,5	1,5	2,3	3,1	5,6	n.a.	24,1
Omega-6-FA [En%]	3,8 ± 1,2	2,2	2,2	2,8	3,4	4,7	n.a.	6,0
Omega-3-FA [En%]	0,8 ± 0,4	0,4	0,4	0,5	0,7	0,9	n.a.	2,0
Cholesterin [mg]	348 ± 114	153	153	261	351	414	n.a.	582
Protein [En%]	14,08 ± 2,9	10,0	10,2	12,2	13,4	16,6	n.a.	21,0
Protein [g/kgKG/Tag]	0,89 ± 0,14	0,65	0,65	0,79	0,87	0,98	n.a.	1,22
BCAA [g]	12,0 ± 2,8	7,1	7,1	9,5	12,1	13,6	n.a.	18,7
Leucin [mg/kgKG/Tag]	62,0 ± 20,6	27,9	27,9	51,0	59,4	74,1	n.a.	104,0
Isoleucin [mg/kgKG/Tag]	42,0 ± 6,4	31,7	31,7	36,2	42,6	45,8	n.a.	55,1
Valin [mg/kgKG/Tag]	44,1 ± 14,2	20,1	20,1	33,9	44,3	53,1	n.a.	70,9
Wasser [ml]	2825 ± 565	1897	1897	2402	2872	3153	n.a.	4255
Alkohol [g]	17,4 ± 18,4	0,0	0,0	6,0	12,7	20,4	n.a.	69,0

MW ± SD, Minimum, Maximum, Perzentile; P95 wurde aufgrund der niedrigen Gruppenzahl (n<20) von SPSS nicht ausgewertet = n.a.

Tabelle 52: Deskriptive Darstellung der Nährstoffzufuhr der Frauen in der PL (n=18) in Phase 2

n=18	MW ± SD	Min	P5	P25	P50	P75	P95	Max
Energie [kcal]	1693 ± 363	1050	1050	1425	1726	1951	n.a.	2365
Energie [kJ]	7083 ± 1518	4393	4393	5960	7219	8164	n.a.	9895
KH [En%]	42,3 ± 7,1	28,0	27,5	38,5	41,0	47,2	n.a.	57,0
Ballaststoffe° [g]	16,4 ± 9,0	5,0	5,0	10,8	13,0	20,0	n.a.	44,0
Ballaststoffdichte° [g/1000 kcal]	12,3 ± 5,9	5,4	5,4	9,6	10,2	12,9	n.a.	31,5
Saccharose° [En%]	7,6 ± 3,7	2,9	2,9	4,8	6,6	10,1	n.a.	16,3
Fett [En%]	39,0 ± 7,8	27,0	27,0	33,0	37,1	44,5	n.a.	60,0
SFA° [En%]	17,1 ± 6,0	5,8	5,8	13,4	16,8	20,7	n.a.	29,2
MUFA° [En%]	14,4 ± 4,5	7,9	7,9	11,5	12,9	17,7	n.a.	24,9
PUFA° [En%]	6,8 ± 6,5	2,1	2,1	3,1	4,7	6,7	n.a.	26,6
Omega-6-FA° [En%]	4,3 ± 1,7	1,6	1,6	2,7	4,2	5,8	n.a.	6,6
Omega-3-FA° [En%]	1,3 ± 1,3	0,4	0,4	0,6	1,0	1,5	n.a.	6,0
Cholesterin° [mg]	231 ± 96,1	12	12	183	237	266	n.a.	415
Protein [En%]	16,8 ± 3,3	10,0	10,2	15,1	16,7	19,7	n.a.	21,0
Protein [g/kgKG/Tag]	1,03 ± 0,35	0,39	0,39	0,83	0,98	1,34	n.a.	1,68
BCAA° [g]	9,5 ± 2,9	4,0	4,0	7,7	9,5	10,4	n.a.	15,2
Leucin° [mg/kgKG/Tag]	61,9 ± 20,7	25,6	25,6	47,5	60,8	74,5	n.a.	117,4
Isoleucin° [mg/kgKG/Tag]	36,6 ± 14,9	7,1	7,1	26,0	36,1	46,5	n.a.	66,2
Valin° [mg/kgKG/Tag]	43,2 ± 14,2	18,9	18,9	34,3	41,8	51,2	n.a.	82,8
Wasser° [ml]	2545 ± 666	1641	1641	2137	2507	2863	n.a.	4032
Alkohol [g]	4,8 ± 6	0,0	0,0	0,1	2,3	7,8	n.a.	18,0

MW ± SD, Minimum, Maximum, Perzentile; P95 wurde aufgrund der niedrigen Gruppenzahl (n<20) von SPSS nicht ausgewertet = n.a.; Nährstoffe welche mit „°“ gekennzeichnet sind, wurden in Relation zur Energiezufuhr exkl. Supplementprodukte berechnet;

Tabelle 53: Deskriptive Darstellung der Nährstoffzufuhr der Männer in der PL (n=17) in Phase 2

n=17	MW ± SD	Min	P5	P25	P50	P75	P95	Max
Energie [kcal]	2564 ± 561	1795	1795	2155	2235	3054	n.a.	3799
Energie [kJ]	10727 ± 2348	7510	7510	9017	9351	12776	n.a.	15895
KH [En%]	42,6 ± 6,9	31,0	30,5	38,3	42,4	45,3	n.a.	57,0
Ballaststoffe° [g]	18,5 ± 6,2	11,0	11,0	13,5	18,0	25,0	n.a.	31,0
Ballaststoffdichte° [g/1000 kcal]	9,8 ± 2,5	6,6	6,6	7,6	9,4	11,0	n.a.	15,4
Saccharose° [En%]	8,4 ± 3,6	2,6	2,6	6,9	8,1	9,8	n.a.	17,5
Fett [En%]	36,6 ± 4,7	29,0	28,7	32,1	38,2	40,2	n.a.	43,0
SFA° [En%]	17,1 ± 3,3	11,9	11,9	13,5	17,1	20,5	n.a.	21,7
MUFA° [En%]	12,8 ± 3,1	8,2	8,2	9,5	13,0	15,3	n.a.	17,3
PUFA° [En%]	5,8 ± 3,5	1,6	1,6	3,3	4,8	7,5	n.a.	14,0
Omega-6-FA° [En%]	4,1 ± 1,9	1,6	1,6	2,9	3,6	5,1	n.a.	9,4
Omega-3-FA° [En%]	1,0 ± 0,7	0,4	0,4	0,6	0,9	1,1	n.a.	3,4
Cholesterin° [mg]	344 ± 156	140	140	223	300	420	n.a.	676
Protein [En%]	15,7 ± 2,9	11,0	10,8	13,8	15,6	18,3	n.a.	20,0
Protein [g/kgKG/Tag]	1,11 ± 0,31	0,69	0,69	0,88	1,05	1,21	n.a.	1,81
BCAA° [g]	14,2 ± 4,5	7,3	7,3	10,8	13,3	18,3	n.a.	23,7
Leucin° [mg/kgKG/Tag]	75,4 ± 22,2	41,1	41,1	56,0	71,7	94,6	n.a.	111,9
Isoleucin° [mg/kgKG/Tag]	36,2 ± 13,6	20,4	20,4	25,6	32,1	41,1	n.a.	66,6
Valin° [mg/kgKG/Tag]	53,5 ± 16,0	27,4	27,4	40,2	51,5	68,7	n.a.	79,0
Wasser° [ml]	2660 ± 261	2281	2281	2410	2640	2827	n.a.	3193
Alkohol [g]	17,7 ± 14,7	0,0	0,1	4,0	18,1	28,7	n.a.	49,0

MW ± SD, Minimum, Maximum, Perzentile; Nährstoffe welche mit „°“ gekennzeichnet sind, wurden in Relation zur Energiezufuhr exkl. Supplementprodukte berechnet; P95 wurde aufgrund der niedrigen Gruppenzahl (n<20) von SPSS nicht ausgewertet = n.a.

Tabelle 54: Deskriptive Darstellung der Nährstoffzufuhr der Frauen in der PH (n=20) in Phase 2

n=20	MW ± SD	Min	P5	P25	P50	P75	P95	Max
Energie [kcal]	1759 ± 383	1270	1270	1442	1750	1871	2568	2571
Energie [kJ]	7360 ± 1601	5314	5315	6034	7320	7827	10746	10757
KH [En%]	37,9 ± 5,5	27,0	27,3	34,1	37,4	43,1	45,8	46,0
Ballaststoffe° [g]	12,8 ± 6,0	5,0	5,0	8,5	12,0	16,5	28,6	29,0
Ballaststoffdichte° [g/1000 kcal]	10,1 ± 3,7	5,9	5,9	7,0	9,4	11,9	19,8	20,0
Saccharose° [En%]	11,0 ± 4,3	3,4	3,5	7,7	11,2	14,4	18,4	18,5
Fett [En%]	36,4 ± 4,9	29,0	28,6	33,1	35,4	38,7	48,9	49,0
SFA° [En%]	17,8 ± 3,5	11,2	11,3	14,1	18,5	19,9	23,9	23,9
MUFA° [En%]	12,7 ± 2,2	6,1	6,4	11,7	12,4	13,8	17,3	17,4
PUFA° [En%]	4,1 ± 1,9	1,8	1,9	2,6	3,7	5,0	9,8	10,0
Omega-6-FA° [En%]	3,7 ± 1,6	2,0	2,0	2,4	3,4	4,4	8,8	9,0
Omega-3-FA° [En%]	0,9 ± 0,5	0,4	0,4	0,5	0,7	1,1	2,4	2,5
Cholesterin° [mg]	242 ± 96,7	81	84	164	231	324	468	474
Protein [En%]	23,3 ± 4,1	15,0	15,4	20,2	22,8	26,6	30,8	31,0
Protein [g/kgKG/Tag]	1,52 ± 0,40	0,96	0,96	1,15	1,47	1,78	2,34	2,35
BCAA° [g]	8,1 ± 2,6	2,3	2,4	6,6	7,3	10,3	12,6	12,6
Leucin° [mg/kgKG/Tag]	55,3 ± 24,4	8,4	9,5	36,3	56,6	67,9	110,6	111,3
Isoleucin° [mg/kgKG/Tag]	32,9 ± 13,1	15,0	15,1	20,6	32,1	43,0	57,3	57,3
Valin° [mg/kgKG/Tag]	38,5 ± 16,4	6,9	7,7	25,3	39,4	46,8	74,7	75,3
Wasser° [ml]	2492 ± 715	1645	1650	2056	2340	2672	4868	4955
Alkohol [g]	6,1 ± 6,4	0,0	0,0	0,7	4,0	9,8	23,0	23,0

MW ± SD, Minimum, Maximum, Perzentile; Nährstoffe welche mit „°“ gekennzeichnet sind, wurden in Relation zur Energiezufuhr exkl. Supplementprodukte berechnet

Tabelle 55: Deskriptive Darstellung der Nährstoffzufuhr der Männer in der PH (n=18) in Phase 2

n=18	MW ± SD	Min	P5	P25	P50	P75	P95	Max
Energie [kcal]	2235 ± 515	1233	1233	1923	2144	2747	n.a.	3110
Energie [kJ]	9353 ± 2153	5159	5159	8047	8968	11494	n.a.	13012
KH [En%]	35,6 ± 5,6	27,0	26,5	31,2	35,8	39,1	n.a.	49,0
Ballaststoffe° [g]	15,4 ± 4,0	9,0	9,0	12,5	15,5	18,0	n.a.	24,0
Ballaststoffdichte° [g/1000 kcal]	9,9 ± 3,0	4,4	4,4	7,4	9,9	12,2	n.a.	15,3
Saccharose° [En%]	6,7 ± 3,1	2,1	2,1	4,1	6,6	8,6	n.a.	12,9
Fett [En%]	35,5 ± 7,1	17,0	16,6	30,8	36,0	40,2	n.a.	47,0
SFA° [En%]	17,0 ± 4,7	3,3	3,3	14,3	17,1	20,8	n.a.	23,6
MUFA° [En%]	12,8 ± 3,5	3,8	3,8	11,1	12,4	15,6	n.a.	17,3
PUFA° [En%]	8,2 ± 6,8	1,4	1,4	3,3	4,6	12,3	n.a.	23,1
Omega-6-FA° [En%]	3,8 ± 1,9	1,4	1,4	2,4	3,5	4,7	n.a.	9,1
Omega-3-FA° [En%]	1,1 ± 1,4	0,3	0,3	0,4	0,6	0,8	n.a.	5,1
Cholesterin° [mg]	288 ± 134	55	55	200	248	415	n.a.	554
Protein [En%]	22,6 ± 2,9	18,0	18,4	20,4	22,0	24,8	n.a.	29,0
Protein [g/kgKG/Tag]	1,54 ± 0,33	1,12	1,12	1,21	1,55	1,78	n.a.	2,20
BCAA° [g]	11,9 ± 4,2	3,5	3,5	9,2	12,3	14,8	n.a.	19,6
Leucin° [mg/kgKG/Tag]	68,5 ± 27,1	13,7	13,7	42,8	71,8	92,6	n.a.	107,1
Isoleucin° [mg/kgKG/Tag]	32,6 ± 13,6	11,6	11,6	21,3	31,3	39,1	n.a.	59,7
Valin° [mg/kgKG/Tag]	47,9 ± 18,5	10,0	10,0	31,8	50,0	64,2	n.a.	75,1
Wasser° [ml]	2693 ± 781	1080	1080	2300	2640	3063	n.a.	4230
Alkohol [g]	20,8 ± 21,6	0,0	0,0	3,4	14,2	33,0	n.a.	74,0

MW ± SD, Minimum, Maximum, Perzentile; P95 wurde aufgrund der niedrigen Gruppenzahl (n<20) von SPSS nicht ausgewertet = n.a.; Nährstoffe welche mit „°“ gekennzeichnet sind, wurden in Relation zur Energiezufuhr exkl. Supplementprodukte berechnet

8.2.3 Deskriptive Darstellung der Nährstoffzufuhr in Phase 3

Tabelle 56: Deskriptive Darstellung der Nährstoffzufuhr der Frauen in der K (n=23) in Phase 3

n=23	MW ± SD	Min	P5	P25	P50	P75	P95	Max
Energie [kcal]	1655 ± 376	897	924	1385	1725	1957	2194	2205
Energie [kJ]	6923 ± 1572	3753	3867	5795	7217	8188	9180	9226
KH [En%]	43,9 ± 8,4	18,0	21,4	41,1	44,3	49,5	56,80	57,0
Ballaststoffe [g]	21,7 ± 8,8	10,0	10,2	15,0	19,0	30,0	42,8	45,0
Ballaststoffdichte [g/1000 kcal]	13,1 ± 4,3	7,0	7,3	10,7	13,2	15,5	23,2	24,0
Saccharose [En%]	8,5 ± 3,1	2,3	2,5	6,3	8,8	10,9	13,8	13,8
Fett [En%]	38 ± 6,2	26,0	26,7	32,9	37,5	43,3	49,4	50,0
SFA [En%]	15,7 ± 3,5	9,2	9,4	13,3	15,3	17,2	22,9	23,1
MUFA [En%]	15,7 ± 6,5	7,4	7,5	11,6	15,0	16,8	35,6	38,7
PUFA [En%]	5,6 ± 5,5	1,6	1,6	2,5	3,7	5,9	22,2	22,7
Omega-6-FA [En%]	5,0 ± 3,3	2,0	2,2	3,1	3,9	5,4	16,3	18,0
Omega-3-FA [En%]	1,3 ± 1,3	0,4	0,4	0,5	0,8	1,5	5,5	6,0
Cholesterin° [mg]	272 ± 98	128	130	209	240	331	492	499
Protein [En%]	14,5 ± 3,4	9,0	9,5	12,4	13,3	17,5	20,9	21,0
Protein [g/kgKG/Tag]	0,86 ± 0,29	0,45	0,46	0,61	0,79	1,10	1,47	1,51
BCAA [g]	10,5 ± 4,6	5,8	5,8	7,9	9,6	11,6	25,7	27,9
Leucin [mg/kgKG/Tag]	68,4 ± 36,1	32,8	34,1	45,0	58,8	77,8	184,5	203,5
Isoleucin [mg/kgKG/Tag]	40,3 ± 13,7	20,9	21,0	28,2	36,4	51,4	68,4	70,1
Valin [mg/kgKG/Tag]	48,0 ± 24,0	22,7	23,3	32,5	42,0	55,3	123,4	134,8
Wasser [ml]	2377 ± 440	1587	1605	1973	2453	2639	3106	3140
Alkohol [g]	8,6 ± 14,4	0,0	0,0	0,0	3,5	10,4	54,3	57,0

MW ± SD, Minimum, Maximum, Perzentile 1

Tabelle 57: Deskriptive Darstellung der Nährstoffzufuhr der Männer in der K (n=19) in Phase 3

n=19	MW ± SD	Min	P5	P25	P50	P75	P95	Max
Energie [kcal]	2152 ± 581	1241	1241	1743	2050	2342	n.a.	3726
Energie [kJ]	9005 ± 2429	5192	5192	7293	8577	9799	n.a.	15590
KH [En%]	44,5 ± 6,5	34,0	34,0	39,8	46,4	50,1	n.a.	54,0
Ballaststoffe [g]	23,2 ± 8,5	11,0	11,0	18,0	23,0	29,0	n.a.	43,0
Ballaststoffdichte [g/1000 kcal]	10,9 ± 3,5	6,0	5,5	7,8	11,2	13,8	n.a.	18,0
Saccharose [En%]	9,8 ± 3,1	2,9	2,9	7,8	10,0	11,9	n.a.	14,9
Fett [En%]	36,9 ± 6,3	25,0	25,3	31,1	36,6	41,1	n.a.	52,0
SFA [En%]	16,4 ± 3,4	11,3	11,3	13,9	15,8	18,9	n.a.	22,6
MUFA [En%]	14,1 ± 4,4	7,4	7,4	9,9	14,5	17,6	n.a.	22,7
PUFA [En%]	4,2 ± 2,4	1,8	1,8	2,2	3,5	5,5	n.a.	10,7
Omega-6-FA [En%]	3,9 ± 1,4	2,0	2,0	2,8	3,8	5,1	n.a.	6,0
Omega-3-FA [En%]	0,8 ± 0,5	0,3	0,3	0,6	0,6	1,0	n.a.	2,3
Cholesterin [mg]	333 ± 143	121	121	247	305	379	n.a.	781
Protein [En%]	13,1 ± 2,3	10,0	10,2	11,3	12,4	14,5	n.a.	19,0
Protein [g/kgKG/Tag]	0,84 ± 0,22	0,49	0,49	0,66	0,80	0,94	n.a.	1,41
BCAA [g]	12,7 ± 2,1	8,4	8,4	11,7	12,5	14,1	n.a.	17,5
Leucin [mg/kgKG/Tag]	69,4 ± 11,5	51,1	51,1	59,6	69,7	76,5	n.a.	94,0
Isoleucin [mg/kgKG/Tag]	39,1 ± 10,2	23,1	23,1	30,6	37,9	45,3	n.a.	63,5
Valin [mg/kgKG/Tag]	49,2 ± 7,8	35,7	35,7	43,6	49,8	55,0	n.a.	65,7
Wasser [ml]	2553 ± 564	1159	1159	2230	2651	3046	n.a.	3279
Alkohol [g]	17,0 ± 17,0	0,0	0,0	2,2	15,2	28,1	n.a.	69,0

MW ± SD, Minimum, Maximum, Perzentile; P95 wurde aufgrund der niedrigen Gruppenzahl nicht ausgewertet = n.a.

Tabelle 58: Deskriptive Darstellung der Nährstoffzufuhr der Frauen in der PL (n=18) in Phase 3

n=18	MW ± SD	Min	P5	P25	P50	P75	P95	Max
Energie [kcal]	1764 ± 363	1128	1128	1552	1705	1957	n.a.	2449
Energie [kJ]	7381 ± 1517	4720	4720	6493	7134	8188	n.a.	10247
KH [En%]	42,9 ± 7,3	26,0	25,7	38,3	43,1	47,7	n.a.	58,0
Ballaststoffe° [g]	15,4 ± 10,0	6,0	6,0	11,0	12,5	18,3	n.a.	50,0
Ballaststoffdichte° [g/1000 kcal]	12,7 ± 6,9	6,0	5,7	7,9	11,2	13,6	n.a.	29,0
Saccharose° [En%]	9,4 ± 4,2	3,3	3,3	7,7	9,1	10,7	n.a.	22,4
Fett [En%]	38,4 ± 6,6	28,0	27,7	35,5	37,7	41,6	n.a.	57,0
SFA° [En%]	16,6 ± 5,7	3,2	3,2	13,7	16,6	20,6	n.a.	27,4
MUFA° [En%]	16,1 ± 7,0	7,3	7,3	11,3	16,5	17,6	n.a.	35,4
PUFA° [En%]	7,6 ± 8,1	1,9	1,9	3,1	4,6	8,0	n.a.	35,0
Omega-6-FA° [En%]	4,7 ± 2,3	1,0	1,2	3,0	4,7	5,8	n.a.	11,0
Omega-3-FA° [En%]	1,4 ± 1,3	0,4	0,4	0,7	0,9	1,4	n.a.	5,5
Cholesterin° [mg]	223 ± 96,9	6	6	180	234	276	n.a.	364
Protein [En%]	16,9 ± 2,9	12,0	11,9	15,3	16,4	18,6	n.a.	24,0
Protein [g/kgKG/Tag]	1,01 ± 0,25	0,57	0,57	0,80	1,08	1,19	n.a.	1,34
BCAA° [g]	9,0 ± 3,2	3,0	3,0	6,4	8,9	10,9	n.a.	17,2
Leucin° [mg/kgKG/Tag]	60,3 ± 24,0	12,6	12,6	40,7	61,0	75,7	n.a.	105,6
Isoleucin° [mg/kgKG/Tag]	32,8 ± 12,0	8,2	8,2	23,8	34,1	44,0	n.a.	53,1
Valin° [mg/kgKG/Tag]	42,7 ± 17,0	8,7	8,7	29,4	42,6	54,0	n.a.	75,2
Wasser° [ml]	2589 ± 694	1759	1759	2149	2394	2955	n.a.	4638
Alkohol [g]	4,5 ± 5,3	0,0	0,0	0,12	3,3	8,2	n.a.	16,0

MW ± SD, Minimum, Maximum, Perzentile; P95 wurde aufgrund der niedrigen Gruppenzahl (n<20) von SPSS nicht ausgewertet = n.a.; Nährstoffe welche mit „°“ gekennzeichnet sind, wurden in Relation zur Energiezufuhr exkl. Supplementprodukte berechnet

Tabelle 59: Deskriptive Darstellung der Nährstoffzufuhr der Männer in der PL (n=17) in Phase 3

n=17	MW ± SD	Min	P5	P25	P50	P75	P95	Max
Energie [kcal]	2472 ± 516	1865	1865	1999	2372	2808	n.a.	3575
Energie [kJ]	10342 ± 2161	7803	7803	8362	9924	11749	n.a.	14958
KH [En%]	43,8 ± 6,7	32,0	32,3	38,4	42,8	48,4	n.a.	56,0
Ballaststoffe° [g]	15,3 ± 5,7	9,0	9,0	11,0	13,0	20,0	n.a.	26,0
Ballaststoffdichte° [g/1000 kcal]	9,2 ± 2,5	5,0	5,0	8,1	8,8	10,6	n.a.	14,0
Saccharose° [En%]	9,6 ± 4,9	2,9	2,8	6,0	8,9	11,6	n.a.	23,8
Fett [En%]	35,3 ± 6,2	23,0	23,2	30,8	35,5	39,3	n.a.	45,0
SFA° [En%]	15,5 ± 4,0	5,8	5,8	13,4	15,2	17,9	n.a.	23,3
MUFA° [En%]	14,7 ± 4,5	8,0	8,0	11,2	14,5	16,4	n.a.	24,7
PUFA° [En%]	6,1 ± 2,7	2,8	2,8	3,5	5,8	8,4	n.a.	11,0
Omega-6-FA° [En%]	4,8 ± 3,3	2,0	2,3	2,8	4,1	5,2	n.a.	17,0
Omega-3-FA° [En%]	1,1 ± 0,6	0,4	0,4	0,6	1,0	1,4	n.a.	2,4
Cholesterin° [mg]	298 ± 140	77	77	150	281	436	n.a.	498
Protein [En%]	16,1 ± 3,2	12,0	11,7	13,5	15,5	18,9	n.a.	22,0
Protein [g/kgKG/Tag]	1,08 ± 0,27	0,69	0,69	0,84	1,05	1,31	n.a.	1,56
BCAA° [g]	11,3 ± 3,6	6,8	6,8	8,5	10,1	14,6	n.a.	18,4
Leucin° [mg/kgKG/Tag]	58,7 ± 22,1	33,5	33,5	40,3	54,1	68,3	n.a.	106,7
Isoleucin° [mg/kgKG/Tag]	32,2 ± 12,0	17,1	17,1	21,7	29,6	38,4	n.a.	59,4
Valin° [mg/kgKG/Tag]	41,8 ± 15,6	23,8	23,8	29,5	37,3	49,3	n.a.	75,3
Wasser° [ml]	2444 ± 400	1488	1488	2185	2522	2687	n.a.	3148
Alkohol [g]	15,9 ± 15,7	0,0	0,0	2,2	11,6	29,4	n.a.	54,0

MW ± SD, Minimum, Maximum, Perzentile; P95 wurde aufgrund der niedrigen Gruppenzahl (n<20) von SPSS nicht ausgewertet = n.a.; Nährstoffe welche mit „°“ gekennzeichnet sind, wurden in Relation zur Energiezufuhr exkl. Supplementprodukte berechnet

Tabelle 60: Deskriptive Darstellung der Nährstoffzufuhr der Frauen in der PH (n=20) in Phase 3

n=20	MW ± SD	Min	P5	P25	P50	P75	P95	Max
Energie [kcal]	1729 ± 418	1114	1116	1363	1657	2086	2583	2595
Energie [kJ]	7234 ± 1747	4661	4670	5703	6933	8726	10809	10857
KH [En%]	36,4 ± 6,0	23,0	23,2	32,9	36,4	40,7	47,4	48,0
Ballaststoffe° [g]	13,2 ± 5,6	4,0	4,2	9,3	12,5	16,8	26,8	27,0
Ballaststoffdichte° [g/1000 kcal]	10,7 ± 2,9	6,0	5,6	8,3	11,0	12,6	16,7	17,0
Saccharose° [En%]	10,3 ± 4,4	4,4	4,4	7,5	9,0	14,9	19,0	19,1
Fett [En%]	35,8 ± 4,7	28,0	27,9	32,5	36,0	39,5	42,5	43,0
SFA° [En%]	17,6 ± 3,4	12,7	12,8	15,0	16,6	19,7	24,7	24,7
MUFA° [En%]	13,6 ± 4,6	6,8	6,8	10,3	13,9	15,7	26,9	27,3
PUFA° [En%]	4,5 ± 3,1	1,6	1,6	2,7	3,3	4,9	13,1	13,2
Omega-6-FA° [En%]	4,0 ± 2,3	2,0	1,9	2,4	3,0	4,5	10,3	10,3
Omega-3-FA° [En%]	1,0 ± 0,7	0,4	0,4	0,6	0,7	1,1	3,0	3,1
Cholesterin° [mg]	240 ± 121	75	76	133	222	327	527	533
Protein [En%]	25,2 ± 4,0	19,0	18,7	22,0	25,8	27,0	33,1	33,1
Protein [g/kgKG/Tag]	1,59 ± 0,40	1,10	1,10	1,32	1,45	1,83	2,36	2,36
BCAA° [g]	7,9 ± 2,5	3,8	3,8	5,8	7,7	10,3	12,8	12,9
Leucin° [mg/kgKG/Tag]	54,2 ± 22,5	25,6	25,7	34,5	52,7	71,0	98,2	98,5
Isoleucin° [mg/kgKG/Tag]	32,8 ± 16,0	14,6	14,6	19,4	28,4	43,8	68,5	68,7
Valin° [mg/kgKG/Tag]	38,1 ± 15,5	17,7	17,9	24,4	37,5	49,6	68,2	
Wasser° [ml]	2502 ± 804	1286	1311	1924	2308	2792	4999	5089
Alkohol [g]	6,6 ± 7,6	0,0	0,0	0,2	2,4	15,9	19,6	20,0

MW ± SD, Minimum, Maximum, Perzentile; Nährstoffe welche mit „°“ gekennzeichnet sind, wurden in Relation zur Energiezufuhr exkl. Supplementprodukte berechnet

Tabelle 54: Deskriptive Darstellung der Nährstoffzufuhr der Männer in der PH (n=18) in Phase 3

n=18	MW ± SD	Min	P5	P25	P50	P75	P95	Max
Energie [kcal]	2195 ± 425	1016	1016	1989	2223	2545	n.a.	2829
Energie [kJ]	9185 ± 1778	4251	4251	8321	9299	10646	n.a.	11837
KH [En%]	34,6 ± 7,0	24,0	24,2	30,1	33,9	40,8	n.a.	49,0
Ballaststoffe° [g]	13,4 ± 5,0	3,0	3,0	11,5	14,0	15,3	n.a.	24,0
Ballaststoffdichte° [g/1000 kcal]	8,3 ± 3,2	3,0	3,3	6,1	7,7	10,1	n.a.	16,0
Saccharose° [En%]	7,2 ± 3,9	1,2	1,2	5,2	6,3	8,0	n.a.	15,9
Fett [En%]	35,8 ± 5,5	24,0	23,5	33,4	36,0	39,1	n.a.	44,0
SFA° [En%]	17,5 ± 3,7	9,0	9,0	15,3	17,5	19,0	n.a.	25,2
MUFA° [En%]	13,4 ± 5,3	3,7	3,7	8,4	13,5	17,9	n.a.	21,6
PUFA° [En%]	8,3 ± 7,2	1,4	1,4	3,4	4,8	14,9	n.a.	27,7
Omega-6-FA° [En%]	3,9 ± 2,1	1,0	1,4	2,4	3,4	5,2	n.a.	10,0
Omega-3-FA° [En%]	1,1 ± 1,2	0,3	0,3	0,4	0,8	1,0	n.a.	4,5
Cholesterin° [mg]	334 ± 147	119	119	231	301	443	n.a.	650
Protein [En%]	24,4 ± 4,1	18,0	18,2	21,9	24,4	26,2	n.a.	34,0
Protein [g/kgKG/Tag]	1,61 ± 0,32	1,08	1,08	1,39	1,60	1,77	n.a.	2,32
BCAA° [g]	9,9 ± 3,4	5,2	5,2	7,3	10,0	11,7	n.a.	17,3
Leucin° [mg/kgKG/Tag]	53,1 ± 21,4	19,6	19,6	35,9	52,0	64,2	n.a.	94,2
Isoleucin° [mg/kgKG/Tag]	33,7 ± 13,8	17,8	17,8	23,6	31,1	38,9	n.a.	67,7
Valin° [mg/kgKG/Tag]	38,2 ± 14,8	17,4	17,4	27,1	37,1	47,4	n.a.	69,1
Wasser° [ml]	2673 ± 507	1578	1578	2386	2719	2960	n.a.	3872
Alkohol [g]	16,7 ± 17,4	0,0	0,0	1,8	9,9	32,9	n.a.	54,0

MW ± SD, Minimum, Maximum, Perzentile; Nährstoffe welche mit „°“ gekennzeichnet sind, wurden in Relation zur Energiezufuhr exkl. Supplementprodukte berechnet; P95 wurde aufgrund der niedrigen Gruppengröße (n<20) von SPSS nicht ausgewertet = n.a.

9 Literaturverzeichnis

1. Lamei N. EU-SILC 2012 Einkommen , Armut und Lebensbedingungen. 2013.
2. Crimmins EM. Lifespan and healthspan: Past, present, and promise. *Gerontologist*. 2015;55:901–11.
3. Chodzko-Zajko WJ, Proctor DN, Fiatarone Singh MA, Minson CT, Nigg CR, Salem GJ, Skinner JS. Exercise and physical activity for older adults [Internet]. THIRD EDIT. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. Elsevier Inc.; 2009. 1510–1530 p. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/B978-0-323-02948-3/00014-6>
4. Judith B. Nutrition and Older Adults In *Nutrition Through the Life Cycle*. 6. Internationale Auflage. Wadsworth; 2016.
5. Mayer F, Scharhag-Rosenberger F, Carlsohn A, Cassel M, Müller S, Scharhag J. The Intensity and Effects of Strength Training in the Elderly. *Dtsch Arztebl*. 2011;108:359–64.
6. Richter M, Baerlocher K, Bauer JM, Elmadfa I, Heseker H, Leschik-Bonnet E, Stangl G, Volkert D, Stehle P. Revised Reference Values for the Intake of Protein. *Ann Nutr Metab*. 2019;74:242–50.
7. Küpper C. Ernährung älterer Menschen. *Ernährungs Umschau*. 2008;9:548–58.
8. Hayflick L. How and why we age. *Exp Gerontol*. 1998;33:639–53.
9. Charles H.C.M. Buys PD. Telomeres, Telomerase, and Cancer. *N Engl J Med*. 2000;342:1282–3.
10. Carocho M, Ferreira ICFR, Morales P, Soković M. Antioxidants and prooxidants: Effects on health and aging 2018. *Oxid Med Cell Longev*. 2019;2019.
11. Redman LM, Smith SR, Burton JH, Martin CK, Il'yasova D, Ravussin E. Metabolic Slowing and Reduced Oxidative Damage with Sustained Caloric Restriction Support the Rate of Living and Oxidative Damage Theories of Aging. *Cell Metab* [Internet]. Elsevier Inc.; 2018;27:805-815.e4. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.cmet.2018.02.019>
12. Potes Y, de Luxán-Delgado B, Rodríguez-González S, Guimarães MRM, Solano JJ, Fernández-Fernández M, Bermúdez M, Boga JA, Vega-Naredo I, Coto-Montes A. Overweight in elderly people induces impaired autophagy in skeletal muscle. *Free Radic Biol Med* [Internet]. Elsevier B.V.; 2017;110:31–41. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.freeradbiomed.2017.05.018>
13. Willcox BJ, Willcox DC, Todoriki H, Fujiyoshi A, Yano K, He Q, Curb JD, Suzuki M.

- Caloric restriction, the traditional okinawan diet, and healthy aging: The diet of the world's longest-lived people and its potential impact on morbidity and life span. *Ann N Y Acad Sci.* 2007;1114:434–55.
14. Holloszy JO, Fontana L. Caloric restriction in humans. *Exp Gerontol.* 2007;42:709–12.
 15. Walford RL, Mock D, Verdery R, Maccallum T. Calorie Restriction in Biosphere 2 : Alterations in Parameters in Humans Restricted for a 2-Year Period. *America (NY).* 2002;57:211–24.
 16. Moriguti JC, Das SK, Saltzman E, Corrales A, McCrory MA, Greenberg AS, Roberts SB. Effects of a 6-week hypocaloric diet on changes in body composition, hunger, and subsequent weight regain in healthy young and older adults. *Journals Gerontol - Ser A Biol Sci Med Sci.* 2000;55:B580–7.
 17. Judith B. Nutrition and Older Adults In *Nutrition Through the Life Cycle*. 6. Internationale Auflage. Wadsworth; 2016.
 18. Winter JE, MacInnis RJ, Wattanapenpaiboon N, Nowson CA. BMI and all-cause mortality in older adults: A meta-analysis. *Am J Clin Nutr.* 2014;99:875–90.
 19. Behl C, Ziegler C. *Molekulare Mechanismen der Zellalterung und ihre Bedeutung für Alterserkrankungen des Menschen*. Berlin Heidelberg: Springer-Verlag Berlin Heidelberg; 2016.
 20. Jean IHR. Sarcopenia: Origins and Clinical Relevance. *J Nutr.* 1997;127:994–7.
 21. Anker SD, Morley JE, von Haehling S. Welcome to the ICD-10 code for sarcopenia. *J Cachexia Sarcopenia Muscle.* 2016;7:512–4.
 22. Cruz-Jentoft AJ, Baeyens JP, Bauer JM, Boirie Y, Cederholm T, Landi F, Martin FC, Michel JP, Rolland Y, Schneider SM, et al. Sarcopenia: European consensus on definition and diagnosis. *Age Ageing.* 2010;39:412–23.
 23. Murphy C, Cruickshanks KJ, Klein BEK, Klein R, Nondahl DM. Prevalence of Olfactory Impairment. *JAMA [Internet].* 2002;288:2307–12. Available from: <https://jamanetwork.com/journals/jama/fullarticle/195502>
 24. Sahyoun NR, Lin CL, Krall E. Nutritional status of the older adult is associated with dentition status. *J Am Diet Assoc.* 2003;103:61–6.
 25. Roberts SB, Fuss P, Heyman MB, Evans WJ, Tsay R, Rasmussen H, Fiatarone M, Cortiella J, Dallal GE, Young VR. Control of Food Intake in Older Men. *JAMA J Am Med Assoc.* 1994;272:1601–6.

26. Dumić I, Nordin T, Jecmenica M, Stojković Lalosević M, Milosavljević T, Milovanović T. Gastrointestinal tract disorders in older age. *Can J Gastroenterol Hepatol*. Hindawi; 2019;2019.
27. Middeke M. Zentraler aortaler Blutdruck: Bedeutender Parameter für Diagnostik und Therapie. *Dtsch Medizinische Wochenschrift*. 2017;142:1430–6.
28. Langley-Evans S. Nutrition, ageing and the elderly. *Nutrition, health and disease A lifespan approach*. 2nd ed. Chichester, West Sussex: John Wiley & Sons, Ltd; 2015.
29. Deutsche Gesellschaft für Ernährung (DGE), Österreichische Gesellschaft für Ernährung (ÖGE) Schweizerische Gesellschaft für Ernährung (SGE). Referenzwerte für die Nährstoffzufuhr. 2. Auflage. Bonn; 2019.
30. Picetti D, Foster S, Pangle AK, Schrader A, George M, Wei JY, Azhar G. Hydration health literacy in the elderly. *Nutr Heal Aging*. 2017;4:227–37.
31. Nutrition G, Dge S. New Reference Values for Energy Intake. *Ann Nutr Metab* [Internet]. 2015;66:219–23. Available from: <https://www.karger.com/Article/FullText/430959>
32. Roberts SB, Dallal GE. Energy requirements and aging. *Public Health Nutr*. 2005;8:1028–36.
33. Zbrońska I, Mędreła-Kuder E. The level of physical activity in elderly persons with overweight and obesity. *Rocz Panstw Zakl Hig*. 2018;69:369–73.
34. Stehr MD, Von Lengerke T. Preventing weight gain through exercise and physical activity in the elderly: A systematic review. *Maturitas* [Internet]. Elsevier Ireland Ltd; 2012;72:13–22. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.maturitas.2012.01.022>
35. Universität Wien. Österreichischer Ernährungsbericht 2012. 2012.
36. Fan H, Li X, Zheng L, Chen X, Lan Q, Wu H, Ding X, Qian D, Shen Y, Yu Z, et al. Abdominal obesity is strongly associated with Cardiovascular Disease and its Risk Factors in Elderly and very Elderly Community-dwelling Chinese. *Sci Rep*. Nature Publishing Group; 2016;6:1–9.
37. Ramos RM, Coelho-Júnior HJ, Prado RCR do, da Silva RS, Asano RY, Prestes J, Medeiros AIA, Rodrigues B, Assumpção C de O. Moderate Aerobic Training Decreases Blood Pressure but No Other Cardiovascular Risk Factors in Hypertensive Overweight/Obese Elderly Patients. *Gerontol Geriatr Med*.

2018;4:233372141880864.

38. Deutsche H. DGE-Positionspapier: Richtwerte für die Energiezufuhr aus Kohlenhydraten und Fett. Ernährungs Umschau. 2011;58:152–4.
39. Mettu SR, Shivakumar V, Beck JM, Yeh F, Williams LC, Forman RG, McMahon JJ, Newman JC. 10 Regeln der Deutsche Gesellschaft für Ernährung. Design [Internet]. 2006;7:1–2. Available from: <http://www.legislation.gov.uk/ukpga/Eliz2/9-10/54>
40. Macfarlane GTM and S. Bacteria, Colonic Fermentation, and Gastrointestinal Health. J AOAC Int [Internet]. 2012;95:5–24. Available from: <http://www.ingentaconnect.com/content/aoac/jaoac/2012/00000095/00000001/art00003>
41. Ríos-Covián D, Ruas-Madiedo P, Margolles A, Gueimonde M, De los Reyes-Gavilán CG, Salazar N. Intestinal short chain fatty acids and their link with diet and human health. Front Microbiol. 2016;7:1–9.
42. Bilotta AJ, Cong Y. Gut microbiota metabolite regulation of host defenses at mucosal surfaces: implication in precision medicine. Precis Clin Med. 2019;2:110–9.
43. Canani RB, Costanzo M Di, Leone L, Pedata M, Meli R, Calignano A. Potential beneficial effects of butyrate in intestinal and extraintestinal diseases. World J Gastroenterol. 2011;17:1519–28.
44. Keku TO, Dulal S, Deveau A, Jovov B, Han X. The gastrointestinal microbiota and colorectal cancer. Am J Physiol - Gastrointest Liver Physiol. 2015;308:G351–63.
45. Anderson, Annie , Reid, Jenny, Thomson M. Guideline: Sugars intake for adults and children. World Heal Organ. 2018;57:1716–22.
46. Volpe SL, Sukumar D, Milliron BJ. Obesity Prevention in Older Adults. Curr Obes Rep [Internet]. Current Obesity Reports; 2016;5:166–75. Available from: <http://dx.doi.org/10.1007/s13679-016-0213-z>
47. Moshtaghian H, Louie JCY, Charlton KE, Probst YC, Gopinath B, Mitchell P, Flood VM. Added sugar intake that exceeds current recommendations is associated with nutrient dilution in older Australians. Nutrition [Internet]. Elsevier Inc.; 2016;32:937–42. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.nut.2016.02.004>
48. Charlton KE, Kolbe-Alexander TL, Nel JH. Micronutrient dilution associated with added sugar intake in elderly black South African women. Eur J Clin Nutr.

2005;59:1030–42.

49. Wolfram G, Bechthold A, Boeing H, Ellinger S, Hauner H, Kroke A, Leschik-Bonnet E, Linseisen J, Lorkowski S, Schulze M, et al. Evidence-Based Guideline of the German Nutrition Society: Fat Intake and Prevention of Selected Nutrition-Related Diseases. *Ann Nutr Metab*. 2015;67:141–204.
50. Gahl A. Cholesterinwerte im Griff. 2010.
51. Félix-Redondo FJ, Grau M, Fernández-Bergés D. Cholesterol and cardiovascular disease in the elderly. Facts and gaps. *Aging Dis*. 2013;4:154–69.
52. Dehghan M, Mente A, Zhang X, Swaminathan S, Li W, Mohan V, Iqbal R, Kumar R, Wentzel-Viljoen E, Rosengren A, et al. Associations of fats and carbohydrate intake with cardiovascular disease and mortality in 18 countries from five continents (PURE): a prospective cohort study. *Lancet*. 2017;390:2050–62.
53. Margrit Richter A, Egert S, Watzl B, Lorkowski S, Margrit Richter K. Das PURE Desaster: Vorschnelle Schlagzeilen führen zu unnötiger Verunsicherung von Verbrauchern und Patienten A PURE Disaster: Premature Headlines Lead to Needless Uncertainty of Consumers and Patients Einleitung. *Aktuell Ernährungsmed* [Internet]. 2018;43:173–7. Available from: <https://doi.org/10.1055/a-0603-2782>
54. Deutsche Gesellschaft für Ernährung. Ausgewählte Fragen und Antworten zu Protein und unentbehrlichen Aminosäuren. 2017;1–10. Available from: <https://www.dge.de/index.php?id=825>
55. Houston DK, Nicklas BJ, Ding J, Harris TB, Tyavsky FA, Newman AB, Jung SL, Sahyoun NR, Visser M, Kritchevsky SB. Dietary protein intake is associated with lean mass change in older, community-dwelling adults: The Health, Aging, and Body Composition (Health ABC) study. *Am J Clin Nutr*. 2008;87:150–5.
56. Kobayashi S, Asakura K, Suga H, Sasaki S, Study T. High protein intake is associated with low prevalence of frailty. *Nutr J*. 2013;12:1–10.
57. Jeannette M. Beasley, PhD, MPH, RD*, Andrea Z. LaCroix, PhD*, Marian L. Neuhauser, PhD*, Ying Huang, PhD†, Lesley Tinker, PhD*, Nancy Woods, PhD‡, Yvonne Michael P, J. David Curb, MD¶, and Ross L. Prentice P. Protein Intake and Incident Frailty in the Women’s Health Initiative Observational Study. *J Am Geriatr Soc*. 2010;58:1063–71.

58. Wu G. Dietary protein intake and human health. *Food Funct.* Royal Society of Chemistry; 2016;7:1251–65.
59. Dangin M, Guillet C, Garcia-Rodenas C, Gachon P, Bouteloup-Demange C, Reiffers-Magnani K, Fauquant J, Ballèvre O, Beaufrère B. The rate of protein digestion affects protein gain differently during aging in humans. *J Physiol.* 2003;549:635–44.
60. Morley JE, Argiles JM, Evans WJ, Bhasin S, Cella D, Deutz NEP, Doehner W, Ken C, Fearon H, Ferrucci L, et al. Nutritional Recommendations for the Management of Sarcopenia. *J Am Med Dir Assoc.* 2010;11:391–6.
61. Mamerow MM, Mettler JA, English KL, Casperson SL, Arentson-Lantz E, Sheffield-Moore M, Layman DK, Paddon-Jones D. Dietary Protein Distribution Positively Influences 24-h Muscle Protein Synthesis in Healthy Adults. *J Nutr.* 2014;144:876–80.
62. Wolfe RR. Branched-chain amino acids and muscle protein synthesis in humans: Myth or reality? *J Int Soc Sports Nutr. Journal of the International Society of Sports Nutrition*; 2017;14:1–7.
63. Calvani R, Martone AM, Marzetti E, Onder G, Saveria G, Lorenzi M, Serafini E, Bernabei R, Landi F. Pre-hospital dietary intake correlates with muscle mass at the time of fracture in older hip fractured patients. *Front Aging Neurosci.* 2014;6:1–6.
64. Katsanos CS, Kobayashi H, Sheffield-Moore M, Aarsland A, Wolfe RR. A high proportion of leucine is required for optimal stimulation of the rate of muscle protein synthesis by essential amino acids in the elderly. *Am J Physiol - Endocrinol Metab.* 2006;291:381–7.
65. Wall BT, Hamer HM, de Lange A, Kiskini A, Groen BBL, Senden JMG, Gijsen AP, Verdijk LB, Van Loon LJC. Leucine co-ingestion improves post-prandial muscle protein accretion in elderly men. *Clin Nutr [Internet]. Elsevier Ltd*; 2013;32:412–9. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.clnu.2012.09.002>
66. Casperson SL, Sheffield-Moore M, Hewlings SJ, Paddon-Jones D. Leucine supplementation chronically improves muscle protein synthesis in older adults consuming the RDA for protein. *Clin Nutr.* 2012;31:512–9.
67. Laplante M, Sabatini DM. mTOR signaling in growth control and disease Mathieu. *Cell.* 2012;149:274–93.

68. Devries MC, McGlory C, Bolster DR, Kamil A, Rahn M, Harkness L, Baker SK, Phillips SM. Protein leucine content is a determinant of shorter-and longer-term muscle protein synthetic responses at rest and following resistance exercise in healthy older women: A randomized, controlled trial. *Am J Clin Nutr.* 2018;107:217–26.
69. Holwerda AM, Paulussen KJM, Overkamp M, Goessens JPB, Kramer I-F, Wodzig WKWH, Verdijk LB, Groot LCPGM de, and Luc J. C. van Loon. Leucine coingestion augments the muscle protein synthetic response to the ingestion of 15 g of protein following resistance exercise in older men. *Am J Physiol - Endocrinol Metab.* 2019;317:E473–82.
70. Bauer J, Biolo G, Cederholm T, Cesari M, Cruz-Jentoft AJ, Morley JE, Phillips S, Sieber C, Stehle P, Teta D, et al. Evidence-based recommendations for optimal dietary protein intake in older people: A position paper from the prot-age study group. *J Am Med Dir Assoc [Internet]. Elsevier Ltd;* 2013;14:542–59. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jamda.2013.05.021>
71. Witard OC, Wardle SL, Macnaughton LS, Hodgson AB, Tipton KD. Protein considerations for optimising skeletal muscle mass in healthy young and older adults. *Nutrients.* 2016;8:1–25.
72. OLIVER C. WITARD, TIPTON KD. Defining the anabolic window of opportunity - Is protein intake immediately post resistance exercise critically important for muscle growth ? *Sport Nutr - Agro Food Ind Hi Tech.* 2014;25:1–6.
73. Finger D, Reistenbach Goltz F, Umpierre D, Meyer E, Telles Rosa L, Henrique, Schneider CD. Effects of Protein Supplementation in Older Adults Undergoing Resistance Training: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Sport Med.* 2015;45:245–55.
74. Gorissen SHM, Burd NA, Hamer HM, Gijzen AP, Groen BB, Van Loon LJC. Carbohydrate coingestion delays dietary protein digestion and absorption but does not modulate postprandial muscle protein accretion. *J Clin Endocrinol Metab.* 2014;99:2250–8.
75. Trommelen J, Betz MW, van Loon LJC. The Muscle Protein Synthetic Response to Meal Ingestion Following Resistance-Type Exercise. *Sport Med [Internet]. Springer International Publishing;* 2019;49:185–97. Available from: <https://doi.org/10.1007/s40279-019-01053-5>

76. Gorissen SHM, Burd NA, Kramer IF, van Kranenburg J, Gijsen AP, Rooyackers O, van Loon LJC. Co-ingesting milk fat with micellar casein does not affect postprandial protein handling in healthy older men. Clin Nutr [Internet]. Elsevier Ltd; 2017;36:429–37. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.clnu.2015.12.011>
77. Straßburg A. Ernährungserhebungen methoden und instrumente. Ernährungs Umschau. 2010;57:422–30.
78. Slimani N, Casagrande C, Nicolas G, Freisling H, Huybrechts I, Ocké MC, Niekerk EM, van Rossum C, Bellemans M, De Maeyer M, et al. The standardized computerized 24-h dietary recall method EPIC-Soft adapted for pan-European dietary monitoring. Eur J Clin Nutr. 2011;65:S5–15.
79. Universität Wien. Österreichischer Ernährungsbericht 2017 [Internet]. 2017. Available from: www.bmgf.gv.at
80. Moore DR, Churchward-Venne TA, Witard O, Breen L, Burd NA, Tipton KD, Phillips SM. Protein ingestion to stimulate myofibrillar protein synthesis requires greater relative protein intakes in healthy older versus younger men. Journals Gerontol - Ser A Biol Sci Med Sci. 2015;70:57–62.
81. Witard OC, Jackman SR, Breen L, Smith K, Selby A, Tipton KD. Myofibrillar muscle protein synthesis rates subsequent to a meal in response to increasing doses of whey protein at rest and after resistance exercise. Am J Clin Nutr. 2014;99:86–95.

Internetquellen

- [1] Statistik Austria. Berechnung der ferneren Lebenserwartung gemäß Sterbetafel 2010/2012. Aktuelle Version 1. Oktober 2019. Internet: <http://www.statistik.at/Lebenserwartung/action.do> (Zugriff: 21.10.2019).
- [2] World Health Organization. Aktuelle Version 1. Oktober 2019. Internet: <https://www.instagram.com/p/B3FKly9liU5/> (Zugriff: 21.10.2019).
- [3] Oberösterreichische Nachrichten. Das Geheimnis hohen Alters: die zehn ältesten Menschen der Welt. Aktuelle Version 11.11.2019. Internet: <https://www.nachrichten.at/panorama/weltspiegel/Das-Geheimnis-hohen-Alters-die-zehn-aeltesten-Menschen-der-Welt;art17,2958990> (Zugriff: 11.11.2019).
- [4] Medical University of Graz. Aktuelle Version 1. Oktober 2019. Internet: <https://randomizer.at/> (Zugriff: 31.10.2019).