



universität
wien

MASTERARBEIT / MASTER'S THESIS

Titel der Masterarbeit / Title of the Master's Thesis

„Zufuhr von Mineralstoffen bei Personen über 65
Jahren im Rahmen der NutriAging Protein Studie“

verfasst von / submitted by

Samira Rube, B.Sc.

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 066 836

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

Masterstudium Ernährungswissenschaften

Betreut von / Supervisor:

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

Danksagung

Ich danke meinen Eltern, dass sie mir dieses Studium ermöglicht und mich immer unterstützt haben. Danken möchte ich auch allen anderen, die mich in dieser Zeit begleitet haben.

Ein großer Dank gilt auch Herrn Prof. Dr. Karl-Heinz Wagner sowie dem gesamten Team aus der NutriAging Studie für die gute Zusammenarbeit und eine sehr spannende Zeit.

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	11
2	Zielsetzung	13
3	Literaturüberblick	15
4	Methodik.....	26
4.1	Studiendesign und Rekrutierung der Stichprobe.....	26
4.2	Randomisierung	27
4.3	Intervention	28
4.3.1	Ernährung.....	29
4.3.2	Sporttests und Krafttraining	31
4.3.3	Logistik	33
4.4	Ernährungserhebungen	33
4.5	Auswertung	35
4.5.1	Aufbereitung der Daten aus den 24h-Recalls	35
4.5.2	Kollektivbeschreibung und statistische Analysen	36
4.5.3	Vergleich der Daten mit Ergebnissen anderer Erhebungen und Studien	39
5	Ergebnisse und Diskussion	41
5.1	Kollektivbeschreibung.....	41
5.2	Energie- und Mineralstoffzufuhr des Kollektivs in Phase 1	43
5.2.1	Ermittlung der durchschnittlichen Energie- und Mineralstoffzufuhr sowie der durchschnittlichen Mineralstoffdichte in Phase 1	44
5.2.2	Ermittlung der durchschnittlichen Zufuhr einzelner Mineralstoffe, Vergleich der Ergebnisse mit den D-A-CH Referenzwerten, Daten aus dem österreichischen Ernährungsbericht 2012 sowie weiteren Studien.....	47
5.3	Entwicklung der Energie- und Mineralstoffzufuhr im Verlauf der Studie (P1-P3).....	64
5.3.1	Entwicklung der Energie- und Mineralstoffzufuhr im Verlauf der Studie innerhalb der Kontrollgruppe.....	64
5.3.2	Entwicklung der Mineralstoffzufuhr sowie der Mineralstoffdichte im Verlauf der Studie in den Interventionsgruppen verglichen mit der Kontrollgruppe	67
6	Fazit	91
7	Zusammenfassung	94
8	Literatur	96
9	Anhang	101

Abkürzungsverzeichnis

ANOVA: Analysis of Variances (Varianzanalyse)

AGES: Österreichische Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit GmbH

BLS: Bundeslebensmittelschlüssel

DGE: Deutsche Gesellschaft für Ernährung

EAR: Estimated Average Requirement (durchschnittlicher Bedarf)

EPIC: European Investigation into Cancer and Nutrition Study

EFCOVAL: European Food Consumption Validation Project

EURRECA: European Micronutrient Recommendations Aligned

FFQ: Food Frequency Questionnaire

IARC: International Agency for Research on Cancer

KG: Körpergewicht

KORA-Age Studie: Kooperative Gesundheitsforschung in der Region Augsburg

NNR: Nordic Nutrition Recommendations

MMST: Mini-Mental-Status-Test

ÖGE: Österreichische Gesellschaft für Ernährung

RDA: Recommended Daily Allowance

SENECA-Studie: Survey in Europe on Nutrition and the Elderly

Tabellenverzeichnis

<i>Tabelle 1: Ein- und Ausschlusskriterien der NutriAging – Protein Studie</i>	27
<i>Tabelle 2: Produkte für die Interventionsgruppen</i>	31
<i>Tabelle 3: Kollektivbeschreibung zu Beginn der Studie (P1)</i>	42
<i>Tabelle 4: Durchschnittliche Zufuhr an Energie und Mineralstoffen im gesamten Kollektiv in P1</i>	46
<i>Tabelle 5: Durchschnittliche Zufuhr der einzelnen Mineralstoffe in den Gruppen in P1 (Teil 1)</i>	49
<i>Tabelle 6: Durchschnittliche Zufuhr der einzelnen Mineralstoffe in den Gruppen in P1 (Teil 2)</i>	50
<i>Tabelle 7: Durchschnittliche Zufuhr der einzelnen Mineralstoffe in den Gruppen in P1 (Teil 3)</i>	51
<i>Tabelle 8: Durchschnittliche Zufuhr der einzelnen Mineralstoffe bezogen auf 1000 kcal (Mineralstoffdichte) in P1 (Teil 1)</i>	52
<i>Tabelle 9: Durchschnittliche Zufuhr der einzelnen Mineralstoffe bezogen auf 1000 kcal (Mineralstoffdichte) in P1 (Teil 2)</i>	53
<i>Tabelle 10: Durchschnittliche Zufuhr der einzelnen Mineralstoffe bezogen auf 1000 kcal (Mineralstoffdichte) in P1 (Teil 3)</i>	54
<i>Tabelle 11: Prozentual erreichter Anteil der ermittelten Zufuhrmengen von den empfohlenen Zufuhrmengen in allen Gruppen in P1 (Teil 1)</i>	56
<i>Tabelle 12: Prozentual erreichter Anteil der ermittelten Zufuhrmengen von den empfohlenen Zufuhrmengen in allen Gruppen in P1 (Teil 2)</i>	57
<i>Tabelle 13: Prozentual erreichter Anteil der ermittelten Zufuhrmengen von den empfohlenen Zufuhrmengen in allen Gruppen in P1 (Teil 3)</i>	58
<i>Tabelle 14: Vergleich der Zufuhrwerte aller Probanden in P1 und der mittleren Zufuhrmenge in der Kontrollgruppe im gesamten Verlauf</i>	66
<i>Tabelle 15: Signifikante Unterschiede in der Mineralstoffzufuhr zwischen den Phasen im gesamten Kollektiv sowie unterteilt nach Interventionsgruppen (Teil 1)</i>	68
<i>Tabelle 16: Signifikante Unterschiede in der Mineralstoffzufuhr zwischen den Phasen im gesamten Kollektiv sowie unterteilt nach Interventionsgruppen (Teil 2)</i>	69
<i>Tabelle 17: Signifikante Unterschiede in der Mineralstoffzufuhr zwischen den Phasen im gesamten Kollektiv sowie unterteilt nach Interventionsgruppen (Teil 3)</i>	70
<i>Tabelle 18: Zufuhrmengen der einzelnen Mineralstoffe sowie signifikante Unterschiede zwischen Männern und Frauen und zwischen den Gruppen in P2 (Teil 1)</i>	71

<i>Tabelle 19: Zufuhrmengen der einzelnen Mineralstoffe sowie signifikante Unterschiede zwischen Männern und Frauen und zwischen den Gruppen in P2 (Teil 2)</i>	<i>72</i>
<i>Tabelle 20: Zufuhrmengen der einzelnen Mineralstoffe sowie signifikante Unterschiede zwischen Männern und Frauen und zwischen den Gruppen in P2 (Teil 3)</i>	<i>73</i>
<i>Tabelle 21: Zufuhrmengen der einzelnen Mineralstoffe sowie signifikante Unterschiede zwischen Männern und Frauen und zwischen den Gruppen in P3 (Teil 1)</i>	<i>74</i>
<i>Tabelle 22: Zufuhrmengen der einzelnen Mineralstoffe sowie signifikante Unterschiede zwischen Männern und Frauen und zwischen den Gruppen in P3 (Teil 2)</i>	<i>75</i>
<i>Tabelle 23: Zufuhrmengen der einzelnen Mineralstoffe sowie signifikante Unterschiede zwischen Männern und Frauen und zwischen den Gruppen in P3 (Teil 3)</i>	<i>76</i>
<i>Tabelle 24: Signifikante Unterschiede in der Mineralstoffzufuhr bezogen auf 1000 kcal zwischen den Phasen im gesamten Kollektiv sowie unterteilt nach Interventionsgruppen (Teil 1).....</i>	<i>82</i>
<i>Tabelle 25: Signifikante Unterschiede in der Mineralstoffzufuhr bezogen auf 1000 kcal zwischen den Phasen im gesamten Kollektiv sowie unterteilt nach Interventionsgruppen (Teil 2).....</i>	<i>83</i>
<i>Tabelle 26: Signifikante Unterschiede in der Mineralstoffzufuhr bezogen auf 1000 kcal zwischen den Phasen im gesamten Kollektiv sowie unterteilt nach Interventionsgruppen (Teil 3).....</i>	<i>84</i>
<i>Tabelle 27: Durchschnittliche Zufuhr der einzelnen Mineralstoffe bezogen auf 1000 kcal (Mineralstoffdichte) in P2 (Teil 1).....</i>	<i>85</i>
<i>Tabelle 28: Durchschnittliche Zufuhr der einzelnen Mineralstoffe bezogen auf 1000 kcal (Mineralstoffdichte) in P2 (Teil 2).....</i>	<i>86</i>
<i>Tabelle 29: Durchschnittliche Zufuhr der einzelnen Mineralstoffe bezogen auf 1000 kcal (Mineralstoffdichte) in P2 (Teil 3).....</i>	<i>87</i>
<i>Tabelle 30: Durchschnittliche Zufuhr der einzelnen Mineralstoffe bezogen auf 1000 kcal (Mineralstoffdichte) in P3 (Teil 1).....</i>	<i>88</i>
<i>Tabelle 31: Durchschnittliche Zufuhr der einzelnen Mineralstoffe bezogen auf 1000 kcal (Mineralstoffdichte) in P3 (Teil 2).....</i>	<i>89</i>
<i>Tabelle 32: Durchschnittliche Zufuhr der einzelnen Mineralstoffe bezogen auf 1000 kcal (Mineralstoffdichte) in P3 (Teil 3).....</i>	<i>90</i>
<i>Tabelle 33: Signifikante Unterschiede in der Energie- und Mineralstoffzufuhr in P1 zwischen den Gruppen.....</i>	<i>104</i>
<i>Tabelle 34: Signifikante Unterschiede in der Zufuhr der einzelnen Mineralstoffe zwischen Männern und Frauen in den K, PL und PH in P1 (Teil 1)</i>	<i>104</i>

<i>Tabelle 35: Signifikante Unterschiede in der Zufuhr der einzelnen Mineralstoffe zwischen Männern und Frauen in den K, PL und PH in P1 (Teil 2).....</i>	<i>105</i>
<i>Tabelle 36: Durchschnittliche Mineralstoffzufuhr im gesamten Studienverlauf (P1-P3) (Teil 1)</i>	<i>106</i>
<i>Tabelle 37: Durchschnittliche Mineralstoffzufuhr im gesamten Studienverlauf (P1-P3) (Teil 2)</i>	<i>107</i>
<i>Tabelle 38: Durchschnittliche Mineralstoffzufuhr im gesamten Studienverlauf (P1-P3) (Teil 3)</i>	<i>108</i>
<i>Tabelle 39: Signifikante Unterschiede mit p-Werten in der Mineralstoffzufuhr zwischen den Gruppen je nach Phase</i>	<i>109</i>
<i>Tabelle 40: Signifikante Unterschiede in der Dichte der Mineralstoffzufuhr zwischen den Gruppen je nach Phase</i>	<i>110</i>
<i>Tabelle 41: Durchschnittliche Mineralstoffzufuhr (Median) inkl. Prozent der Empfehlungen in den einzelnen Interventionsgruppen in P2.....</i>	<i>111</i>
<i>Tabelle 42: Durchschnittliche Mineralstoffzufuhr (Median) inkl. Prozent der Empfehlungen in den einzelnen Interventionsgruppen in P3.....</i>	<i>113</i>

Abbildungsverzeichnis

<i>Abbildung 1: Geplanter Verlauf der Protein Studie</i>	<i>29</i>
<i>Abbildung 2: Phasen des Krafttrainings</i>	<i>32</i>
<i>Abbildung 3: Durchschnittliche Mineralstoffzufuhr von Männern und Frauen der jeweiligen Interventionsgruppe in P1</i>	<i>45</i>
<i>Abbildung 4: Durchschnittliche Energiezufuhr von Männern und Frauen der jeweiligen Interventionsgruppe in P1</i>	<i>45</i>
<i>Abbildung 5: Durchschnittliche Mineralstoffzufuhr in P1 in % von den D-A-CH Referenzwerten</i>	<i>47</i>
<i>Abbildung 6: Durchschnittliche Iod-Zufuhr im Verlauf der Studie innerhalb der Kontrollgruppe.....</i>	<i>65</i>
<i>Abbildung 7: Durchschnittliche Zufuhr von Chlorid und Natrium im Verlauf der Studie innerhalb der Kontrollgruppe</i>	<i>65</i>
<i>Abbildung 8: Flowchart der NutriAging Protein Studie</i>	<i>101</i>
<i>Abbildung 9: Ermittlung der Zielpunkte lt. Studienbuch</i>	<i>102</i>
<i>Abbildung 10: Beispiel für Punktevergabe lt. Studienbuch</i>	<i>102</i>
<i>Abbildung 11: Fragebogen vom Informationstag zur ersten Einschätzung des Gesundheitszustandes.....</i>	<i>103</i>

1 Einleitung

Laut Kriterien der WHO zählen Personen ab einem Alter von 60 Jahren zur Gruppe der „älteren Menschen“ [1]. Weltweit betrachtet war im Jahr 2012 einer von neun Menschen 60 Jahre alt – 2050 wird es einer von fünf sein. „Ältere Menschen“ machen demnach einen zunehmend größeren Teil der Gesellschaft aus. Zusätzlich steigt die Lebenserwartung in immer mehr Ländern, 2017 lag sie bereits in 33 Ländern bei über 80 Jahren; die Tendenz ist steigend. Themen wie „Altern“ und „Langlebigkeit“ betreffen zunehmend Länder auf der ganzen Welt; ein längeres Leben ist gleichermaßen ein Erfolg wie eine Herausforderung. [1,2] Die WHO spricht auch von der „demographic burden“ und von Maßnahmen die es zu entwickeln gilt, um diese erfolgreich zu bewältigen [1]. Doch welche Veränderungen bringt eine zunehmend ältere und älter werdende Bevölkerung mit sich und in welchen Bereichen sind Maßnahmen wichtig und sinnvoll?

Einer der relevanten Bereiche ist die Ernährung älterer Menschen: sie ist ein Leben lang fester Bestandteil des Alltags, verändert sich aber mit zunehmendem Alter. Beeinflusst wird sie beispielsweise durch weniger Aktivität im Alltag, was zu einem geringeren Energiebedarf und weniger Appetit führen kann. Auch Probleme beim Kauen und Schlucken oder weniger ausgeprägte Geruchs- und Geschmackswahrnehmungen können dazu beitragen. Hinzu kommen Veränderungen im Verdauungstrakt, die eine verminderte Absorption einzelner Nährstoffe zur Folge haben können sowie eine altersbedingte Veränderung der Körperzusammensetzung, bei der die fettfreie Masse abnimmt. All diese Veränderungen können die Qualität der Ernährung und somit auch den Ernährungsstatus bei älteren Menschen beeinflussen und so evtl. negative Auswirkungen für die Gesundheit bedeuten. [3–7]

Die Qualität der Ernährung kann jedoch – zumindest teilweise – mit einer bedarfsgerechten Zufuhr von Energie, Makro- und Mikronährstoffen präventiv positiv beeinflusst werden. [8]

Ein grundlegender Unterschied im Nährstoffbedarf verglichen mit jüngeren Erwachsenen liegt nur für einzelne Nährstoffe vor. Aufgrund der genannten altersbedingten Veränderungen existieren dennoch eigene Referenzwerte¹ für diese Altersgruppe. Es soll darin berücksichtigt werden, dass ältere Menschen keine heterogene Gruppe bilden; auf Basis der veränderten körperlichen Voraussetzungen wird versucht altersgerechte Empfehlungen zur Nährstoffversorgung zu geben. [5,6,7]

Mit dem Alter verändert sich der Bedarf an Energie, der Bedarf an Vitaminen und Mineralstoffen wird jedoch nicht geringer, kann in manchen Fällen sogar steigen. Verschiedene Studien und Erhebungen zeigen allerdings, dass ältere Menschen dazu neigen insgesamt weniger zu essen und damit nicht nur weniger Energie, sondern auch weniger Vitamine und Mineralstoffe zu sich zu nehmen. Das kann das Risiko einer Mangelversorgung bei älteren Menschen erhöhen. [3,4,6,7,9,10]

Alle Mikronährstoffe haben einzeln und teilweise auch in Kombination wichtige Aufgaben im Organismus und im Stoffwechsel. Ist die Zufuhr über längere Zeit zu gering kann dies zu Mangelerscheinungen führen und sich auf die Gesundheit auswirken. Eine Betrachtung der möglichen Risiken bei einer unzureichenden Versorgung zusammen mit einigen der genannten altersspezifischen Veränderungen macht deutlich, weshalb Maßnahmen zur Verbesserung der Versorgung wichtig sind. Eine Grundlage dafür können längerfristige Beobachtungen der Ernährung älterer Menschen schaffen. Dafür bietet das Projekt NutriAging eine sehr gute Möglichkeit, da hier die Ernährung älterer Menschen über mehrere Monate detailliert erfasst wird.

¹ hier klassifiziert ab 65 Jahre (D-A-CH Referenzwerte)

2 Zielsetzung

Das Projekt NutriAging basiert auf dem Ansatz, sich schwerpunktmäßig mit einzelnen Nährstoffen in der Ernährung älterer Menschen zu befassen. Es wird vom Department für Ernährungswissenschaften und der Forschungsplattform ‚Active Aging‘ der Universität Wien in Kooperation mit dem Zentrum für Sportwissenschaften der Universität Wien und der Comenius Universität Bratislava durchgeführt.

In mehreren unabhängigen Studien wird untersucht, welche Auswirkungen eine erhöhte Aufnahme von Protein, Vitamin D und Omega 3-Fettsäuren allein sowie in Kombination mit Krafttraining im Alter haben. Ziel ist dabei, neben der körperlichen Aktivität eine optimale Zufuhr dieser Nährstoffe im Alter zu ermitteln, um älteren Menschen möglichst lange eine hohe Lebensqualität und Unabhängigkeit ermöglichen zu können. Mittels optimaler Ernährung soll den bereits angesprochenen Begleiterscheinungen des Alterns, wie beispielsweise dem Abbau der Muskulatur u.a. durch körperliche Inaktivität oder eine mangelhafte Versorgung mit Energie und Nährstoffen, entgegengewirkt werden.

Die erste Studie des Projektes ist die „Protein Studie“. Sie beschäftigt sich mit den Auswirkungen eines von verschiedenen Gesellschaften empfohlenen Verzehr² von Protein (1g/kg KG/Tag³) im Vergleich zu einem erhöhten Proteinverzehr (2g/kg KG) auf klinisch funktionelle und biochemische Parameter. Zusätzlich werden die Auswirkungen des Proteinverzehr in Kombination mit progressivem Krafttraining untersucht. Es gilt herauszufinden, ob lediglich ein erhöhter Proteinverzehr bereits Auswirkungen auf Parameter wie Muskelmasse und -funktion, körperliche Leistungsfähigkeit, den allgemeinen Gesundheitszustand oder immunologische Parameter hat, ob diese erst in Kombination mit Krafttraining eintreten oder ob die Parameter unverändert bleiben.

² D-A-CH Referenzwerte

³ KG = Körpergewicht

Da im Verlauf der Studie die Ernährung der Senioren über mehrere Monate hinweg regelmäßig detailliert erhoben wurde, liegen zusätzlich Daten zur Zufuhr von weiteren Makro- und Mikronährstoffen vor.

Diese werden im Rahmen mehrerer Masterarbeiten aufgegriffen und analysiert⁴, um die Versorgung älterer Menschen genauer zu betrachten und zu überprüfen, ob und wie sich eine Veränderung der Ernährung hin zu einem erhöhten Proteingehalt auch auf die Versorgung mit Mikronährstoffen auswirkt.

Im Fokus dieser Arbeit steht die Zufuhr von Mineralstoffen. Dabei sollen folgende Fragestellungen beantwortet werden:

- Entspricht die Zufuhr von Mineralstoffen in Phase 1 (zu Studienbeginn) den Empfehlungen laut D-A-CH-Referenzwerten für Menschen über 65 Jahre? Gibt es Mineralstoffe, deren Zufuhr als kritisch zu betrachten ist? Wenn ja, decken sich die Ergebnisse mit denen aktueller Studien/Erhebungen im europäischen Raum?
- Gibt es Unterschiede in der Mineralstoffzufuhr zwischen Männern und Frauen? Wenn ja, fallen einzelne Mineralstoffe besonders auf?
- Verändert sich die durchschnittliche Mineralstoffaufnahme der Kontrollgruppe im Verlauf der Studie oder bleibt sie über die Zeit konstant?
- Welche Tendenzen zur Zufuhr ergeben sich bei Betrachtung der Daten aus den Interventionsgruppen im Vergleich mit denen der Kontrollgruppe über den Studienverlauf?

⁴ Masterarbeiten von R. Staltner MSc, L. Hofbauer BSc, A. Mystek BSc, B. Wolf MSc, E. Gallyova MSc

3 Literaturüberblick

Im Folgenden soll die besondere Relevanz von Mikronährstoffen – insbesondere von Mineralstoffen – in der Ernährung älterer Menschen erläutert und anhand von bisherigen wissenschaftlichen Erkenntnissen belegt werden. Zudem ist es für nachfolgende Analysen von Interesse, welche Mineralstoffe für Menschen über 65 Jahre besonders wichtig sind, bei welchen die Versorgung bisher als nicht optimal gilt und bei welchen die Zufuhr durchschnittlich den Bedarf gut deckt. Dieser Überblick über bisherige Ergebnisse soll die Basis für die weiterführende Beurteilung der Ergebnisse der Protein Studie bilden.

Bereits seit einigen Jahren beschäftigen sich Studien aus verschiedenen europäischen Ländern verstärkt mit dem Thema der Ernährung älterer Menschen⁵. Im Fokus steht dabei besonders die Versorgung mit Energie und Protein, aber auch die Versorgung mit Vitaminen und Mineralstoffen wird zunehmend thematisiert. Denn das Risiko einer Mangel- bzw. Fehlernährung ist mit zunehmendem Alter erhöht.

Dies scheint darin begründet zu sein, dass sich der Körper mit dem Alter verändert: die fettfreie Körpermasse nimmt altersbedingt stärker ab, körpereigene Funktionen lassen nach, wie beispielsweise die Wahrnehmung von Gerüchen und Geschmack, die Darmperistaltik oder motorische Fähigkeiten, was sich wiederum auf den Lebensstil und die Ernährung auswirken kann. Hinzu kommt ein geringerer Grundumsatz von bis zu 20% im Vergleich zu jüngeren Personen und ein früheres Sättigungsgefühl, da sich die Level von Ghrelin und Cholecystokinin verändern. [3,4,9,11,12]

Wie bereits einleitend erwähnt, nimmt der Energiebedarf im Alter ab. Der Bedarf an Mikronährstoffen wird jedoch nicht geringer; im Gegenteil kann er durch eine verminderte Verfügbarkeit durch Veränderungen im Darm oder durch Wechselwirkungen mit Medikamenten eher erhöht sein. Dies stellt eine Herausforderung in der Ernährung älterer Menschen dar, denn auch wenn weniger Energie aufgenommen wird, sollte die Zufuhr von Mikronährstoffen gleich bleiben.

⁵ ab 65 Jahren

Verschiedene Studien und Erhebungen zeigen, dass ältere Menschen jedoch meist insgesamt weniger essen und damit nicht nur weniger Energie, sondern auch weniger Vitamine und Mineralstoffe zu sich nehmen. Das wiederum ist der Grund, weshalb das Risiko einer Mangel- bzw. Fehlernährung im Alter erhöht ist. [3,4,6,7,9,10]

Dass ein erhöhtes Risiko für Mangel- bzw. Fehlernährung besteht und in den letzten Jahren die Prävalenz sogar gestiegen ist, belegt ein Review aus dem Jahr 2018. Betroffen seien mittlerweile bis zu 60% der älteren Menschen, darunter auch zunehmend gesunde und selbstständig lebende Menschen über 65 Jahre. [3] Eine Unterscheidung, ob sich dies auf die Zufuhr an Energie, Makro- oder Mikronährstoffen auswirkt, liegt nicht vor. Das erhöhte Risiko gilt nicht nur quantitativ, wenn zu wenig Energie zugeführt wird, sondern auch qualitativ, wenn durch eine unausgewogene oder nicht zielgruppengerechte Ernährung der Bedarf an Mikronährstoffen nicht gedeckt wird. Mangel- und Fehlernährung bedeutet dabei nicht zwangsläufig, dass betroffene Personen untergewichtig sind. Dies kann auch bei äußerlich gut genährten Menschen auftreten. [11]

Die Ernährung ist daher auch im Alter ein sehr wichtiger Faktor für die Gesundheit und das eigene Wohlbefinden. Hinweise darauf lieferte bereits im Jahr 1999 die SENECA-Studie aus den Niederlanden. Über zehn Jahre wurden Menschen zwischen 70 und 75 Jahren⁶ begleitet und beobachtet, wie sich ihre Ernährung und ihre Gesundheit verändert. Die Ergebnisse belegen, dass eine langfristig ausgewogene und dem Bedarf der Altersgruppe entsprechende Ernährung wichtiger ist als bis dahin angenommen. [13,14]

Fachgesellschaften empfehlen besonders auf die Nährstoffdichte der Mahlzeiten zu achten und sehr energiereiche Lebensmittel eher zu meiden. [5,11] Praktische Empfehlungen, wie Gemüse, Obst oder Vollkornprodukte gut in den Alltag integriert und so gereicht werden, dass sie gut verzehrt werden können⁷, gibt beispielsweise die DGE auf einer eigenen Website zum Thema „Fit im Alter“. Diese Tipps und Informationen richten sich sowohl an die Personengruppe selbst als auch an Menschen, die mit ihnen zusammenleben oder sie ggf. pflegen. [11]

⁶ Zu Beginn der Studie

⁷ Beispiele: Obst und Gemüse püriert in Form von Smoothies, Vollkorn in Form von Schmelzflocken im Müsli, Vollkornmehl verwenden im Kuchen- oder Waffelteig

Um einschätzen zu können, ab wann die Ernährung dem tatsächlichen Bedarf gerecht wird, gibt es zielgruppenspezifische Referenzwerte zur Zufuhr von Energie, Makro- und Mikronährstoffen. Sie existieren in verschiedenen Ausführungen, je nach Land können andere Empfehlungen standardmäßig zur Beurteilung des Ernährungszustandes in der Bevölkerung herangezogen werden; in Österreich werden dafür die D-A-CH Referenzwerte verwendet. Die darin empfohlenen Mengen gelten je nach Nährstoff als Referenz- bzw. Richt- und Schätzwert für eine optimale Zufuhr. Zur Ableitung der Empfehlungen wird zunächst experimentell der durchschnittliche Bedarf ermittelt; dieser entspricht der durchschnittlichen täglichen Nährstoffzufuhr, von der man annimmt, dass sie ausreicht, um den Bedarf von 50% aller gesunden Personen einer definierten Personengruppe zu decken. Mit einem Sicherheitszuschlag von 10-15% bzw. zwei Standardabweichungen ergeben sich daraus die Empfehlungen, bei denen angenommen werden kann, dass bei 98% der Personengruppe der Bedarf gedeckt wird. Dabei handelt es sich um populationsbasierte Werte, welche jedoch nicht dem tatsächlichen individuellen Bedarf entsprechen. [15,16]

Insbesondere für ältere Menschen wären laut Aussagen der Dipl. oec. troph. Frau Bechthold individuelle Referenzwerte wünschenswert, da sie eine sehr heterogene Gruppe darstellen; es gibt nicht „die älteren Menschen“ [15,17].

Referenzwerte existieren für Menschen über 65 Jahre getrennt nach Geschlecht. Dabei können jedoch Faktoren wie Lebensstil, Aktivität und ob sie allein, in Gemeinschaft oder in Pflege leben nicht berücksichtigt werden. Berücksichtigt wird jedoch der Gesundheitszustand, da die Referenzwerte nur für gesunde ältere Menschen gelten. [15] Sie stellen damit eine hilfreiche Möglichkeit dar, den Ernährungszustand von älteren Menschen generell zu beurteilen. Sie werden beispielsweise im Österreichischen Ernährungsbericht von 2012, aber auch in anderen Studien zur Einschätzung herangezogen. So können in regelmäßigen Abständen auf Populationsebene die Versorgung begutachtet und mögliche kritische Nährstoffe identifiziert werden. Zusätzlich können laborchemische Analysen herangezogen werden, um nicht nur die Versorgung über die Ernährung, sondern auch den tatsächlichen Versorgungsstatus zu erfassen. Die Definition von „kritischen“ Nährstoffen erfolgt dabei auf Basis des Vergleichs mit den D-A-CH Referenzwerten.

Sie liegen demnach nicht im optimalen Bereich der Empfehlungen, müssen jedoch nicht zwangsläufig negative Auswirkungen auf die Gesundheit bedeuten [18]. Die Definition als „kritisch“ soll jedoch Handlungsbedarf implizieren, um die Versorgung zu verbessern und mögliche Risiken zu minimieren.

Werden Daten aus Ernährungserhebungen und Studien der letzten 15 Jahre aus dem europäischen Raum betrachtet, bestätigt sich, dass insbesondere die Versorgung mit einzelnen Mikronährstoffen nicht den wünschenswerten Mengen entspricht. Dabei werden einige Mineralstoffe und Vitamine immer wieder als auffällig genannt, andere stellen scheinbar kein Problem in der Versorgung dar. Die Zufuhr an Energie deckt sich weitestgehend mit den aktuellen Empfehlungen.

Im Folgenden wird bei der Analyse der Ergebnisse von Studien und Erhebungsdaten der Fokus auf Mineralstoffe gerichtet sein; meist werden entweder einzelne Mineralstoffe oder Vitamine oder beides im Allgemeinen zusammen als Mikronährstoffe untersucht; da sich diese Arbeit jedoch auf die Zufuhr von Mineralstoffen ausrichtet, wird die Literatur spezifisch zu diesem Thema betrachtet. Genannt werden daher die Ergebnisse zu relevanten Mineralstoffen, die Ergebnisse zu Vitaminen werden teilweise nicht erwähnt.

Sowohl Biesalski et al. in 2018, als auch ein Review aus diesem Jahr geben an, dass bei älteren Menschen die Prävalenz für eine inadäquate Mikronährstoffzufuhr besonders erhöht ist. Als besonders auffällig werden demnach in aktueller Literatur der hohe Salzkonsum in Europa (durchschnittlich 7-9 g/Tag anstatt empfohlene 5g/Tag), unzureichende Statuswerte bei Calcium sowie bei Folat, Vitamin B12 und D thematisiert. [3,19] Die Deutsche Gesellschaft für Ernährung benennt ebenfalls Calcium sowie Magnesium und Eisen als kritische Nährstoffe; auch die Vitamine C, D, E, B12 und Folat fallen darunter. [11]

Die ANIBES Studie aus Spanien betrachtet zwar nicht nur ältere Menschen, aber unterteilt die Studienpopulation und auch die Auswertung in Altersklassen; relevant für eine genauere Betrachtung ist davon die Gruppe der Personen von 65-75 Jahren. Das Verhältnis von Männern und Frauen ist ausgeglichen (M: n=99, F: n=107), zur Beurteilung der Versorgung werden die in der Europäischen Union geltenden RDA-Werte verwendet. 75-90% der definierten Altersgruppe erreichen nicht einmal 80% der RDA-Werte bezogen auf Calcium, Magnesium und Vitamin D. [20]

Des Weiteren gibt es verschiedene Reviews, die Daten aus mehreren europäischen bzw. westlichen Ländern vergleichen. In einer Arbeit von Mensink et al. aus dem Jahr 2013 werden jeweils die aktuellsten Daten aus nationalen Ernährungsberichten aus acht europäischen Ländern miteinander verglichen. Betrachtet wurde allein die Zufuhr verschiedener Mikronährstoffe; neben einigen Vitaminen auch die Mineralstoffe Calcium, Iod, Eisen, Magnesium, Kalium und Zink. Zur Beurteilung der Daten wurden die Referenzwerte aus Großbritannien sowie die NNR⁸ herangezogen. Die Zufuhrwerte konnten in den meisten Fällen als gut betrachtet werden, es lagen jedoch teilweise starke Schwankungen zwischen den Ländern vor. Es wurden keine einzelnen Mineralstoffe als kritisch herausgestellt. Zusätzlich wurde die Auswirkung auf die Versorgung beim Verzehr von Supplementen erfasst; es ergab sich meist kein signifikanter Unterschied im Vergleich zur Versorgung ohne Supplemente. Angemerkt wurde, dass die jeweils aktuellsten Daten aus verschiedenen Jahren stammen und dass die Vergleichbarkeit durch fehlende Harmonisierung erschwert war. [21]

Ebenfalls ein Vergleich europäischer Länder wird bei Roman Vinas et al. vorgenommen. Hier wurde auf Daten des European Nutrition and Health Report II aus 2011 zurückgegriffen, um die Nährstoffe herauszustellen, bei denen eine erhöhte Prävalenz für eine inadäquate Zufuhr vorliegt. Eingeschlossen wurden die Daten aus sieben europäischen Ländern; österreichische Daten wurden ausgeschlossen, da die Vorgehensweise nicht den Qualitätskriterien zum Einschluss entsprach. Es stellte sich heraus, dass die Prävalenz für eine inadäquate Zufuhr bei älteren Menschen bei Calcium, Selen und Iod mehr als 21% betraf. Bei Calcium lagen sogar über 50% unter dem EAR⁹, bei Eisen und Zink lagen 5-15% darunter. [22]

Ein weiterer Review stammt aus dem Jahr 2015. Betrachtet wurde die Versorgung von älteren Menschen (≥ 65 Jahre), die selbstständig leben und nicht pflegebedürftig sind. Verglichen wurde die Versorgung über die Ernährung in 25 westlichen Ländern; Supplemente wurden nicht einbezogen. Das Risiko für eine inadäquate Zufuhr fiel insbesondere bei Calcium, Magnesium und Selen auf, es lag bei allen über 30%.

⁸ Nordic Nutrition Recommendations

⁹ Estimated Average Intake (durchschnittlicher Bedarf)

Das Risiko für Iod lag bei knapp 25%. Eine inadäquate Zufuhr konnte zudem bei 65% der Männer und 73% der Frauen bei Calcium aufgezeigt werden, außerdem bei 73% der Männer und 41% der Frauen bei Magnesium. [17]

Dass sich mit dem Alter die Ernährung u.a. auch durch eine veränderte Lebensmittelauswahl verändern kann zeigt eine Studie aus Australien aus dem Jahr 2010. Hier wurden über sieben Jahre Frauen zwischen 70 und 85 Jahren begleitet und mittels FFQ ihre Ernährung erhoben. Zum einen zeigte sich eine abnehmende Energiezufuhr mit zunehmendem Alter, sowie eine sinkende Zufuhr an Vitaminen und Mineralstoffen. Als besonders suboptimal wurden erneut Folat, Vitamin E und Calcium benannt. Zum anderen ergab sich auch eine signifikante Veränderung bei der Lebensmittelauswahl: insbesondere Milch, Milchprodukte, Brot, Obst und Gemüse wurden mit höherem Alter signifikant weniger verzehrt. [23]

Dies führt nicht nur möglicherweise zu einer geringeren Energiezufuhr, sondern könnte auch die suboptimale Versorgung mit Calcium und einigen Vitaminen erklären. Die DGE benennt insbesondere Milch und Milchprodukte, Gemüse als gute Quellen für Calcium und Magnesium. Für Eisen gelten ebenfalls einige Gemüsesorten als gute Quelle, Eisen aus tierischen Quellen wie Fleisch und Wurstprodukten gilt jedoch als besser bioverfügbar. [11] Werden also diese Lebensmittelgruppen erkennbar weniger verzehrt, kann dies die Veränderungen in der Mineralstoffversorgung zumindest teilweise mit begründen.

Sowohl Studien, die sich mit der Versorgung in einem einzelnen Land befassen, als auch solche, die Werte mehrerer Länder vergleichen, nennen meist dieselben Mineralstoffe als kritische Nährstoffe in Bezug auf die Ernährung älterer Menschen in Europa. In nahezu allen Analysen wird Calcium als Nährstoff genannt, bei dem ein erhöhtes Risiko für eine inadäquate Zufuhr besteht. Ebenfalls häufig genannt werden Magnesium, Iod, Zink oder Eisen, jedoch nicht mit der gleichen Kontinuität wie Calcium.

Werden nur die Daten für Österreich aus dem Jahr 2012 betrachtet, fallen besonders die Zufuhrwerte von Calcium und Zink zu gering aus. Die Versorgung mit allen anderen Mineralstoffen konnte als zumindest ausreichend eingestuft werden.

Auffällig waren die Zufuhr- und Statuswerte von Calcium, die bereits in vorherigen Ernährungsberichten negativ auffielen und auch in diesem als zu niedrig eingestuft wurden. Die Zufuhr von Iod über die Ernährung lag durchschnittlich 30% unterhalb der Empfehlungen, jedoch wiesen die laborchemischen Analysen auf eine ausreichende Versorgung hin. Die Versorgung mit Magnesium konnte in Österreich als gut bewertet werden, auch wenn durchschnittlich nicht ganz die empfohlenen Mengen erreicht wurden (w: 260 mg/Tag; m: 289 mg/Tag). Der Bedarf an Eisen bei älteren Menschen konnte durchschnittlich nahezu optimal gedeckt werden.

Bei Zink zeigte sich bei 60% ein leicht erniedrigter Spiegel, zudem wurde der Status auf Basis der laborchemischen Analysen als kritisch eingestuft (bei >20% deutlich erniedrigt).

Zusätzlich zur Erhebung der zugeführten Nährstoffe wurde auch die Verzehrshäufigkeit der einzelnen Lebensmittelgruppen analysiert. Ähnlich wie bei der Studie mit australischen Frauen über 65 Jahren wurden dieselben Lebensmittelgruppen als problematisch im Verzehr bei älteren Menschen festgestellt. Von den Empfehlungen wurden bei Gemüse und Hülsenfrüchte lediglich knapp 30% erreicht, bei Milch und Milchprodukten knapp unter 30%. Bei Fleisch und Wurstprodukten wurde jedoch durchschnittlich mehr als doppelt so viel verzehrt, wie empfohlen. [5,24] Die veränderte Lebensmittelauswahl scheint demnach häufig bei älteren Menschen aufzutreten und kann mit für eine nicht adäquate Mineralstoffzufuhr verantwortlich sein. Vermehrt auf den Verzehr der Lebensmittelgruppen zu achten könnte möglicherweise eine bessere Versorgung bewirken.

Bereits erwähnt wurde auch der deutlich zu hohe Verzehr von Speisesalz (NaCl) in Europa, welcher auch in Österreich ein Problem darstellt [24,25].

Speisesalz ist die Hauptzufuhrquelle für Natrium; eine hohe Zufuhr von Natrium in Kombination mit einer geringen Zufuhr von Kalium (<3.5 g/Tag) ist assoziiert mit negativen gesundheitlichen Folgen, z.B. Bluthochdruck oder anderen kardiovaskulären Erkrankungen [26–28]. Die Daten aus dem Österreichischen Ernährungsbericht 2012 zeigen, dass die Zufuhr von Speisesalz bei Menschen über 65 Jahren deutlich über den Empfehlungen liegt. Frauen lagen zu 63% über 10 g/Tag, Männer sogar zu 73%.

Diese ermittelten Werte bilden den tatsächlichen Verzehr mit hoher Wahrscheinlichkeit verlässlicher ab, da sie mittels Natriumausscheidung im Urin ermittelt wurden. [24] Empfohlen werden max. 5 g Speisesalz pro Tag von der WHO, 6 g/Tag von der DGE [29]. Die empfohlenen 3.5 g/Tag Kalium werden laut Daten aus dem Österreichischen Ernährungsbericht bei älteren Menschen nicht erreicht (w: 2288 mg/Tag; m: 2593 mg/Tag). Dementsprechend scheint ein erhöhtes Risiko für die kardiovaskuläre Gesundheit gegeben. Aus diesem Grund ist die Reduktion des Verzehrs von Speisesalz bereits seit einigen Jahren ein wichtiges Ziel.

Ein aktuellerer Artikel aus 2018 fasst die Daten aus dem Austrian Nutrition Survey 2014/16 zusammen und gibt an, dass die Zufuhr besonders bei Frauen zwischen 18 und 64 Jahren den Empfehlungen von max. 6.0 g/Tag zu entsprechen scheint. Dies würde eine deutliche Verbesserung im Vergleich mit den Werten aus dem Österreichischen Ernährungsbericht 2012 bedeuten. Männer lagen in der Zufuhr jedoch immer noch signifikant über den Empfehlungen. Es wird zudem angemerkt, dass der Konsum von Speisesalz meist unterschätzt wird (zu 29-41%), weshalb erwartet wurde, dass die tatsächlichen Zufuhrwerte höher sind als die angegebenen. Zu beachten ist, dass in diesem Report lediglich Erwachsene bis 65 Jahre eingeschlossen wurden, ältere Menschen wurden nicht separat erfasst. Aus diesem Grund können die genauen Daten zur Zufuhr nur als ungefähre Einschätzung für die hier betrachtete Altersgruppe der über 65-Jährigen dienen. [30]

Auch in Deutschland wurde 2016 die Zufuhr von Speisesalz sowie daraus resultierende Folgen bei älteren Menschen genauer untersucht. Bei Frauen zwischen 60 und 69 Jahren lag die mittlere Zufuhr bei 8.6 g/Tag, bei älteren sank sie auf 7.9 g/Tag; bei Männern lag die mittlere Zufuhr etwas höher, mit 10.4 g/Tag bei 60-69 Jährigen, bei 9.8 g/Tag bei 70 bis 79 Jährigen. [26]

Alle Auswertungen des Speisesalzkonsums zeigen, dass eine Reduktion sehr wünschenswert ist, um möglichen negative Folgen vorzubeugen. Als Quelle für Speisesalz werden insbesondere verarbeitete Lebensmittel genannt (75-90%). Darunter fallen Brot, Backwaren, Fleisch und Wurst sowie Milch und Milchprodukte. Das ‚Zusalzen‘ im eigenen Haushalt macht einen eher geringen Anteil aus (ca. 22%). [26,28,30]

Ein wichtiger Aspekt in der Ernährung älterer Menschen ist zudem der Einsatz von Supplementen. Insbesondere bei älteren Menschen wurde vermehrt ein scheinbar zunehmender Konsum vermerkt [17,31]. Supplemente werden jedoch nicht in allen Studien und Erhebungen gesondert erfasst. Daraus ergibt sich die Frage, ob Supplemente bei nicht adäquater Zufuhr über die Ernährung eine sinnvolle Ergänzung darstellen, um die Versorgung mit einzelnen Mikronährstoffen zu verbessern.

2014 wurden in Deutschland Probanden aus der Population der KORA-Age Studie nach ihrem Konsum von Supplementen sowie Medikamenten¹⁰ befragt. Bei Frauen lag die Prävalenz zum Konsum von Supplementen bei 54%, bei Männern bei 34%. Am häufigsten wurden von Frauen Supplemente mit Magnesium und Vitamin D verzehrt, bei Männern ebenfalls Magnesium und Vitamin E. Bei den ermittelten Werten zu Magnesium und Vitamin E fiel auf, dass die Zufuhrwerte regelmäßig das Upper Intake Level (UL) überstiegen. Insbesondere bei Vitamin E wurde dieser als exzessiv bezeichnete Konsum als besorgniserregend eingestuft. Die Supplementierung von Vitamin D wurde hingegen als positiv für den Versorgungszustand angesehen. [31] Eine weitere Studie aus Nordamerika befragte Probanden neben Ihrer Ernährung nach Supplementen, die sie in den letzten 30 Tagen konsumiert hatten.

Anschließend wurde die Versorgung mit einzelnen Mikronährstoffen bestimmt und verglichen, ob die Versorgung derer, die supplementieren signifikant besser ist als die derer, die nicht supplementieren. Die Ergebnisse zeigten, dass sich die Prävalenz für eine nicht adäquate Zufuhr bei manchen Mikronährstoffen reduzieren ließ, jedoch konnte die Versorgung in den meisten Fällen nicht signifikant verbessert werden. Dafür stieg das Risiko mit der Einnahme von Supplementen das UL zu überschreiten an; nur über die Ernährung war eine Überschreitung nie gegeben. Generell supplementierte die Gruppe der Erwachsenen älter als 50 Jahre eher als die der Jüngeren. [18]

¹⁰ Können ebenfalls Mikronährstoffe enthalten, die mit erfasst werden sollten

Die bisherige Studienlage ist nicht ausreichend, um eine klare Empfehlung für oder gegen Supplemente auszusprechen. Des Öfteren werden sie bei Ernährungserhebungen nicht mit einbezogen oder nicht gesondert als solche erfasst, daher gibt es wenig Daten, die zeigen wie sie sich auf die Versorgung bei älteren Menschen auswirken können. Die angeführten Ergebnisse zeigen, dass sie sich sowohl positiv als auch negativ auswirken können und zumindest das Risiko das UL zu überschreiten durch Supplemente erhöht wird. Langfristig ist eine solche Überschreitung nicht wünschenswert. Daher ist es wichtig solche Nahrungsergänzungsmittel mit Bedacht zu konsumieren und regelmäßig den Versorgungsstatus zu kontrollieren. Hinzu kommt, dass nicht mit Sicherheit gesagt werden kann, wie hoch die Compliance bei älteren Menschen ist, dass sie Supplemente regelmäßig einnehmen und ob somit eine regelmäßige Zufuhr gewährleistet ist.

Ein in der Literatur häufig auftauchendes Thema ist die fehlende Harmonisierung sowohl in der Verwendung von Referenzwerten als auch der Methodik zur Erhebung von Daten bei Studien und Erhebungen in Europa. Besonders auffällig ist, dass je nach Land unterschiedliche Empfehlungen zur Beurteilung herangezogen werden. Dies wird bei Reviews zudem häufig als mögliche Limitierung angegeben, da eine Vergleichbarkeit von Versorgungswerten über Ländergrenzen hinaus so nicht gut möglich ist. [11,17,22,32] Nicht nur für die Wissenschaft können die vielen Ernährungsempfehlungen in Europa verwirrend sein, sondern auch für Entscheidungsträger, Politiker oder die Verbraucher selbst.

Im Jahr 2007 wurde das Netzwerk EURRECA¹¹ erschaffen, welches zum Ziel hatte herauszustellen, welche unterschiedlichen Empfehlungen speziell für Mikronährstoffe existieren und wie diese entstanden sind bzw. wodurch sie abgeleitet wurden. So sollte eine Möglichkeit geschaffen werden die verschiedenen Empfehlungen zu harmonisieren und mehr Transparenz bezüglich der Hintergrundinformationen zur Entstehung von Empfehlungen zu schaffen. Seit 2010 gibt es zudem ein Online-Tool ‚Nutri ReQuest‘, in dem alle bisher bekanntgegebenen Daten zu Mikronährstoff-Empfehlungen einsehbar sind. [32–34]

¹¹ European Micronutrient Recommendations Aligned

Im Jahr 2013 wurden die Ergebnisse von EURRECA genutzt, um die Aufnahme und den Status von Mikronährstoffen Zentral- und Osteuropa mit Westeuropa zu vergleichen. Zur Beurteilung herangezogen wurden hierbei die nordischen Referenzwerte und die des US Institute of Medicine. Auf Basis dieser Vergleiche schien es in Europa keine signifikanten Unterschiede in der Versorgung mit Mikronährstoffen zu geben; lediglich die Zufuhr von Calcium war in Zentral- und Osteuropa geringer.

Was jedoch deutlich wurde, war die sehr dürftige Studienlage zur Versorgung mit Mikronährstoffen bis zu diesem Zeitpunkt. Die Vergleiche basierten auf sehr wenigen vorhandenen Ergebnissen und sollten daher nur mit Vorsicht interpretiert werden. [35] Ziel sollte demnach nicht nur eine bessere Vergleichbarkeit durch eine Angleichung der Empfehlungen im europäischen Raum sein, sondern auch eine Ausweitung der Forschung in diesem Bereich, um die Versorgung der Bevölkerung verlässlicher einschätzen zu können.

Zu diesem Ziel beitragen sollen die Ergebnisse der NutriAging Protein-Studie. Anhand der ermittelten Daten soll für ältere Menschen in Österreich ein aktuelles Abbild gegeben werden, ob sich seit 2012 an den Versorgungswerten etwas verändert hat und wenn ja welche Mineralstoffe betroffen sind. Als kritisch werden in der Literatur besonders Calcium und Speisesalz genannt, aber auch die Zufuhrwerte von Magnesium, Zink, Eisen und Iod, sowie im Einzelnen von Natrium und Kalium werden von verschiedenen Quellen als nicht ideal eingestuft. Es gilt zu überprüfen, ob sich diese Mineralstoffe auch in der Studienpopulation der NutriAging Protein-Studie bestätigen. Des Weiteren soll getestet werden, ob sich ein erhöhter Verzehr von Eiweiß und die dadurch leicht veränderte Ernährungsweise möglicherweise auch auf die Mineralstoffversorgung auswirkt.

4 Methodik

4.1 Studiendesign und Rekrutierung der Stichprobe

Die NutriAging Protein Studie ist eine randomisierte kontrollierte Interventionsstudie, die von Mai bis Dezember 2018 in Wien durchgeführt wurde.

Die Rekrutierung begann im Mai 2018. Gesucht wurden Pensionisten und Pensionistinnen¹² im Alter zwischen 65 und 85 Jahren aus Wien und dem näheren Umkreis, die selbstständig in ihrem eigenen Haushalt leben. Ziel war eine Teilnehmerzahl von 120 Probanden. Zunächst erfolgte die Rekrutierung direkt in Pensionistenclubs der Stadt Wien. Ergänzend wurde die Studie über Printmedien und Fernsehen publik gemacht, um die Reichweite zur Rekrutierung zu erhöhen.

Um allen Interessenten detailliertere Informationen über die Voraussetzungen zur Teilnahme und den Ablauf der Studie zu geben, wurde Ende Juli 2018 ein allgemeiner Informationstag an der Hauptuniversität Wien veranstaltet. Im Anschluss an die Informationsveranstaltung wurden 632 Interessenten hinsichtlich Alter, sportlicher Aktivität und aktueller Medikamenteneinnahme (s. Kriterien Tab. 1) mittels Fragebogen auf ihre Eignung geprüft.

Von den 632 interessierten Probanden wurden 183 zur Eingangsuntersuchung eingeladen¹³. Diese fand zu einem am Informationstag vereinbarten Termin statt. Dabei wurden anhand einer ärztlichen Untersuchung und der Durchführung von Tests zur kognitiven Leistungsfähigkeit¹⁴ weitere Eignungskriterien überprüft. Nach dieser Untersuchung waren alle relevanten Kriterien (lt. Tab. 1) verifiziert und es konnte final über die Eignung entschieden werden.

¹² Im Folgenden werden nur die Formulierungen Pensionisten/Senioren/Probanden verwendet, welche sich aber sowohl auf Frauen, als auch Männer beziehen sollen

¹³ Genauer Verlauf s. Abbildung Flow Chart im Anhang

¹⁴ Mini-Mental-Status-Test (MMST), Uhrentest

Tabelle 1: Ein- und Ausschlusskriterien der NutriAging – Protein Studie

Einschlusskriterien	Ausschlusskriterien
- Alter: ≥ 65 und $\leq 85,1$ Jahre	- Einnahme von Antibiotika in den letzten 6 Monaten
- Ausreichender körperlicher Fitness- und Gesundheitszustand	- Bereits regelmäßiges Krafttraining (mehr als 1x die Woche) in den letzten 6 Monaten
- Ausreichender kognitiver Zustand (über 23 Punkte im MMST)	- Chronisch Erkrankungen, die das vorgesehene Training nicht erlauben
- Ärztliche Freigabe nach Vorgespräch	- Schwere kardiovaskuläre Erkrankungen
- Unabhängig lebend im eigenen privaten Haushalt	- Manifeste Osteoporose
	- Diabetische Retinopathie
	- Frailty Index ≥ 3
	- Medikation mit Cortison Präparaten

4.2 Randomisierung

Nach erfolgreicher Rekrutierung und Eignungsprüfung aller potenziellen Teilnehmer erfolgte die Randomisierung mit 137 Probanden. Sie wurden je einer der folgenden drei Gruppen zugeteilt:

- **K** = Kontrollgruppe (Ernährungsgewohnheiten beibehalten)
- **PL** = Protein low (1g Protein/kg Körpergewicht pro Tag)
- **PH** = Protein high (2g Protein/kg Körpergewicht pro Tag)

Die Einteilung erfolgte zufällig, jedoch stratifiziert nach Alter und Geschlecht, um eine möglichst homogene Verteilung in allen Gruppen zu erhalten. Nach der Randomisierung mittels „randomizer.at“ der Universität Graz wurden den Probanden und dem Studienteam mitgeteilt, welcher Proband welcher Gruppe angehört.

Eine verblindete Randomisierung war in diesem Fall nicht möglich.

Um ihren Proteinverzehr entsprechend der Vorgaben anzupassen, mussten die Probanden ihre Gruppe kennen. Das Studienteam musste die Gruppenzugehörigkeit ebenfalls kennen, um den richtigen Proteinkonsum während der Intervention überprüfen zu können.

4.3 Intervention

Wie in Abbildung 1 dargestellt wird, gliederte sich der Ablauf der Studie in drei Phasen (P1-P3), die mit dem Zeitpunkt der Rekrutierung und dem Eintritt der Probanden in die Studie (T-1) begannen. Insgesamt gab es drei weitere festgelegte Wochen (T0 bis T2), in denen Untersuchungen stattfanden.

P1 kann als „Vorbereitungsphase“ bezeichnet werden, in der u.a. ein erstes Ernährungsinterview durchgeführt wurde. Eine genaue Dauer dieser Phase war nicht festgelegt, sie konnte u.a. durch die zeitliche Verfügbarkeit der Teilnehmer, die Evaluierung und oder die Randomisierung beeinflusst werden. Sie begann mit dem Eintritt der Probanden in die Studie (T-1) und dauerte bis zum Ende der ersten Untersuchungswoche (T0) an.

T0 stellte die erste Untersuchungswoche dar, in der biochemische¹⁵ und funktionelle¹⁶ Parameter erhoben wurden. Abschließend wurde die Randomisierung vorgenommen. Nach der Zuteilung zur jeweiligen Interventionsgruppe begann P2.

Die Phase 2 (P2) erstreckte sich über sechs Wochen zwischen T0 und T1. In dieser Zeit begannen die beiden Interventionsgruppen PL und PH mit der Ernährungsintervention (s. Kapitel 4.3.1). Die Kontrollgruppe behielt ihre normalen Ernährungs- und Alltagsgewohnheiten bei. In allen Gruppen wurden regelmäßig Ernährungsinterviews durchgeführt. In Woche sieben erfolgte die Zwischenuntersuchung (T1), bei der dieselben Parameter erhoben wurden wie bei der Eingangsuntersuchung.

¹⁵ z.B. Blutzellen, Blutfette (Cholesterin, HDL, LDL, Triglyceride), Nierenwerte (Harnsäure, Kreatinin), Enzyme, Gamma GT, CK, GOT, GP)

¹⁶z.B. Handkraft, Gehgeschwindigkeit, Beinkraft, allgemeine Mobilität

In Woche acht begannen beide Interventionsgruppen zusätzlich zur Ernährungsintervention mit dem Krafttraining (s. Kapitel 4.3.2). Die Kontrollgruppe ernährte sich weiterhin wie gewohnt und behielt ihr gewohntes Ausmaß an Bewegung bei. Phase drei (P3) dauerte acht Wochen, insgesamt lag die Studie damit bei einer Dauer von fast vier Monaten. Mit Woche 15 endeten das Krafttraining und die Ernährungsintervention. Es erfolgte die Abschlussuntersuchung (T3), welche das Ende der gesamten Studie bildet.

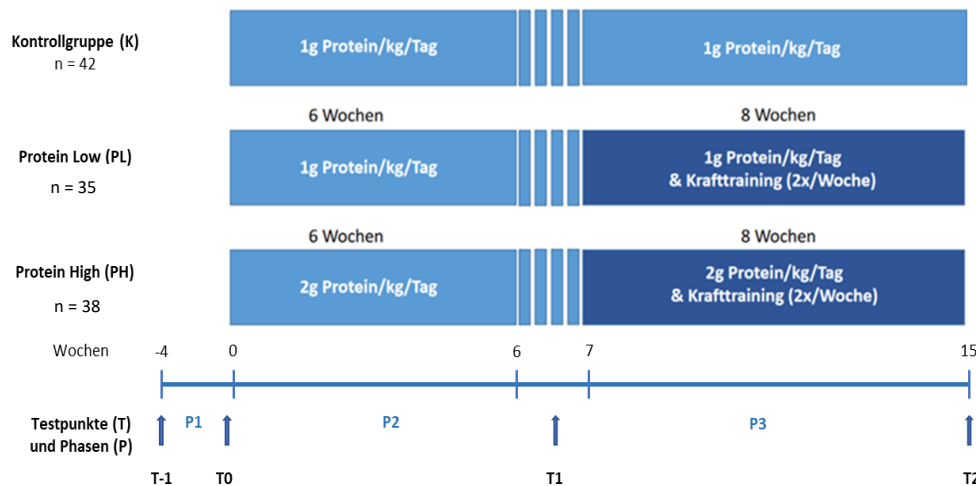


Abbildung 1: Geplanter Verlauf der Protein Studie

Die Probandenzahlen beziehen sich auf n = 115. Im Flowchart zur NutriAging Protein Studie werden 117 Probanden als analysiert angegeben, da bei zwei Probanden jedoch ein Ernährungsinterview fehlt konnten aufgrund der Vollständigkeit nur 115 in die Analyse der Ernährungserhebungen eingeschlossen werden

4.3.1 Ernährung

Über die gesamte Dauer von 17 Wochen sollten die Probanden die Ernährungsintervention ihrer Gruppenzuordnung entsprechend durchführen. Hierzu bekamen sie vom Studienteam diverse Produkte gestellt und geliefert. Die Lieferungen und zeitgerechte Versorgung entfiel auf das Logistikteam (s. Kapitel 4.3.3). Um die Proteinzufuhr nachvollziehen zu können, bekam jeder Proband zu Beginn der Studie ein eigenes Studienbuch¹⁷. Dieses enthielt neben den grundlegenden Studiendaten und Daten zu Kontaktpersonen eine Übersicht zu allen Produkten, Rezepte zum Nachkochen und eine Erklärung des Punktesystems zur Dokumentation des Proteinverzehr (s. Abb. 9 Anhang).

¹⁷ Auszüge s. Anhang

Je nach Körpergewicht [kg] gab es eine bestimmte Menge an Eiweiß, die die Probanden pro Tag bzw. pro Woche zu sich nehmen sollten.

Den Empfehlungen der D-A-CH Referenzwerte zufolge sollten Menschen über 65 Jahre 1g Eiweiß pro kg Körpergewicht pro Tag zu sich nehmen. Die entsprechende individuelle Referenzmenge kann anhand des Körpergewichts bestimmt werden und dementsprechend wurde sie für die PL-Gruppe ermittelt. Für die Probanden der PH-Gruppe waren 2g/kg KG/Tag das Ziel, weshalb das Körpergewicht mit zwei multipliziert wurde, um die Referenzmenge zu bestimmen.

Jedes Produkt war mit der entsprechenden Punktzahl, die aus dem Eiweißgehalt resultierte, im Buch aufgeführt. Wurde es verzehrt, sollten die Probanden die entsprechenden Punkte in das aktuelle Wochenblatt einkleben. Hierfür wurde ein Punktesystem entwickelt, bei dem 1 Punkt 10g Eiweiß bzw. in der PL-Gruppe 100 kcal entsprach. Wie die Punktevergabe genau erfolgte, wurde ebenfalls im Buch anhand von Beispielen erklärt. Das Studienbuch brachten die Probanden zu jedem Termin, an dem ein Ernährungsinterview stattfand, mit. Dort wurde vom zuständigen Master-Studierenden kontrolliert, ob die eingetragene Zielmenge an Protein für die Woche erreicht wurde. Traf dies nicht zu, sollten mögliche Probleme und Verständnisschwierigkeiten auf diese Weise schnell erkannt und behoben werden können. Ausgeliefert wurden für die Studie gesponserte sowie speziell hergestellte Produkte, die sich je nach Interventionsgruppe unterschieden bzw. bei der Kontrollgruppe (wegen der Beibehaltung der Ernährungsgewohnheiten) entfielen. Die Produkte je nach Gruppe sind Tabelle 2 zu entnehmen.

Wichtig für die Ernährungsintervention war, dass die Probanden möglichst ihre gewohnte Ernährung beibehielten und diese nur mit den bereitgestellten Produkten aus der Studie ergänzten bzw. ersetzten. Die PL-Gruppe sollte über ihre normale Ernährung 1g Protein/kg KG/Tag erreichen und bekam daher eher kohlenhydrathaltige Produkte zur Ergänzung, um die Proteinzufuhr nicht zu stark zu erhöhen. Die PH-Gruppe bekam hingegen Produkte mit höherem Eiweißgehalt, da sie die Zufuhr über die gewöhnliche Ernährung hinaus verdoppeln sollten (2g Protein/kg KG/Tag). Die Energiezufuhr sollte in allen Gruppen nicht signifikant unterschiedlich sein, um isokalorische Voraussetzungen zur besseren Vergleichbarkeit zu gewährleisten.

Tabelle 2: Produkte für die Interventionsgruppen

Protein Low	Protein High
Salzig	
Suppen von „GoVital“ Eiweißbrot von „Ölz“ Erbsengranulat von „Iglo“ Gemüse-Muffins (Eigenproduktion)	Suppen von „GoVital“ Eiweißbrot von „Ölz“ Erbsengranulat von „Iglo“ Rezepte: Muffin, Hüttenkäsetaler, Dips
Süß	
Müsliriegel von „Gittis“ Milchdrink von „NÖM to go“ Rezepte: Cupcakes, Smoothies	Fasten Proteindrink von „NÖM“ Proteindrink von „Chiefs“ CrossBar Riegel von „NEOH“ Protein Pudding von „Chiefs“ Rezepte: Muffins, Brownie, Kuchen

4.3.2 Sporttests und Krafttraining

Zu den Untersuchungszeitpunkten (T0, T1, T2) wurden zusätzlich zu den Blutabnahmen funktionelle Tests zur körperlichen Leistungsfähigkeit durchgeführt (s. Abb. 1). Damit sollten verschiedene Parameter ermittelt werden:

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

Diese Tests wurden zu allen drei Untersuchungszeitpunkten wiederholt, sodass die körperliche Leistungsfähigkeit im Verlauf der Studie bestimmt werden konnte und Vergleiche zwischen den Phasen möglich waren. Ab Woche acht der Intervention erfolgte schließlich das Krafttraining gezielt und unter Anleitung.

Die ersten zwei Wochen waren als Gewöhnungstraining gedacht, um die Probanden an die Übungen und die Geräte heranzuführen. Im Anschluss folgte das Anpassungstraining, in dem die Anstrengung erhöht werden sollte. Das Gewicht sollte so gewählt werden, dass 10-15 Wiederholungen in zwei Sätzen geschafft werden. Die Intensivierungsphasen eins und zwei bildeten den Abschluss und dauerten insgesamt vier bis fünf Wochen an. Zunächst wurde die Intensität durch Erhöhung des Gewichts gesteigert, so dass lediglich 8-12 Wiederholungen geschafft werden konnten. Sobald das gewünschte Maximum an Wiederholungen erreicht wurde, konnte das Gewicht weiter erhöht werden. In der Intensivierungsphase zwei sollte dann pro Übung noch ein weiterer Satz durchgeführt werden. Der Ablauf des Krafttrainings über die Wochen wird in Abbildung 2 veranschaulicht.

Die Übungen wurden immer paarweise durchgeführt und es wurden jeweils zwei Sätze, in späteren Phasen (s. oben) drei Sätze ausgeführt.

Paare bilden

folgende acht Übungen:

- Kniebeuge mit Kurzhantel + Beinbeuger sitzend/liiegend
- Latzug zur Brust + Schulterdrücken mit Kurzhantel
- Beinpresse + Liegestützposition mit Beinheben (Hände erhöht)
- Rudern sitzend + Brustpresse

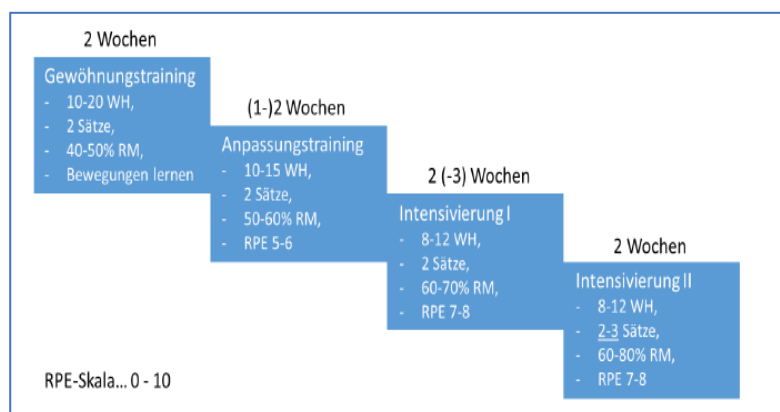


Abbildung 2: Phasen des Krafttrainings

4.3.3 Logistik

Um alle Probanden regelmäßig und rechtzeitig mit Produkten zu beliefern, war ein eigenes Team für die Planung und Auslieferung notwendig.

Damit die Ernährungsintervention problemlos ablaufen konnte, war eine kontinuierliche Versorgung der Probanden mit den Produkten der Studie wichtig. Da täglich Produkte verzehrt wurden, wurde jede Woche eine größere Menge benötigt, was eine Selbstabholung in vielen Fällen ausschloss. Daher wurde ein Logistikteam eingesetzt, das regelmäßig Produkte auslieferte, die Auslieferung aber gleichzeitig an den Bedarf der Probanden anpasste, um einen Verderb von Produkten zu vermeiden.

Dazu konnten die Probanden entweder telefonisch oder bei den Interview-Terminen mitteilen, wenn sie neue Produkte benötigten und außerdem Wünsche zu Geschmack und Menge äußern. Das Ernährungsteam kommunizierte diese Wünsche direkt an das Logistikteam, so dass die Versorgung bei rechtzeitiger Bekanntgabe durch die Probanden einwandfrei gewährleistet war.

4.4 Ernährungserhebungen

Die Ernährungserhebungen erfolgten von P1 bis P3 in einem regelmäßigen Abstand von sieben bis zehn Tagen. Dabei wurden 24h-Erinnerungsprotokolle in Form von persönlichen Interviews computergestützt erstellt. Genutzt wurde hierfür die Software GloboDiet, welche im Rahmen der European Investigation into Cancer and Nutrition (EPIC) Studie von der International Agency for Research on Cancer (IARC) entwickelt wurde. Die Software wurde im Projekt EFCOVAL¹⁸ validiert und kam in verschiedensten Studien zum Einsatz. Mittlerweile existieren verschiedene länderspezifische Versionen von GloboDiet. Da jedoch alle auf derselben Software basieren, wurde mit diesem Tool ein Vergleich von Ernährungserhebungsdaten in ganz Europa ermöglicht.

¹⁸ European Food Consumption Validation Project

In der NutriAging Protein Studie wurde eine österreichische Version von GloboDiet verwendet, welche mit der deutschen Lebensmitteldatenbank Bundeslebensmittelschlüssel 3.02 (BLS) verknüpft ist. [30,36,37]

Die Interviews wurden von einem geschulten Team an Master-Studierenden des Departments für Ernährungswissenschaften der Universität Wien durchgeführt. Zu Beginn erfolgte das Interview stets im persönlichen Gespräch. Wenn das Vorgehen für den Probanden ausreichend bekannt war, konnte je nach Belieben auch auf telefonische Durchführung umgestellt werden.

Mit GloboDiet wurde zuerst erfragt und auf einer „Quicklist“ vermerkt, was die Probanden zur jeweiligen Mahlzeit bzw. zwischen den Mahlzeiten gegessen und getrunken hatten. Anschließend wurden die Probanden gebeten, sich spezifisch für jedes Lebensmittel zu erinnern welche Mengen und in welcher Form sie es verzehrt hatten. Dies wurde unterstützt durch spezifische Zwischenfragen. Außerdem wurden verschiedene Faktoren zur genaueren Beschreibung des Lebensmittels abgefragt, um ein möglichst genaues Bild zu bekommen und eine passende Verknüpfung mit Lebensmitteln im BLS erhalten zu können. Zur Unterstützung der Portionsgrößenschätzung wurde ein Fotobuch verwendet. Die Software enthielt bereits viele länder- und regionsspezifische Lebensmittel. Es war jedoch auch möglich, Lebensmittel oder Rezepte selbst hinzuzufügen, wenn den Probanden die genauen verwendeten Mengen bekannt waren. So wurde eine möglichst genaue Erfassung der Energie- und Nährstoffzufuhr möglich.

Jeder Proband wurde zu Beginn der Intervention (P1) einem Master-Studierenden zugeteilt. Diese Zuteilung blieb über den gesamten Studienzeitraum bestehen. Die Studierenden führten so die Interviews immer mit denselben Personen, es konnte sich eine gewisse Routine entwickeln und die Probanden hatten einen festen Ansprechpartner.

Bei den Interview-Terminen wurde außerdem regelmäßig das Studienbuch der Probanden kontrolliert und die aktuelle Seite eingesammelt (s. Kapitel 4.3.1). Auftretende Probleme oder Fragen hinsichtlich der angestrebten Eiweißzufuhr und möglichen gesundheitlichen Problemen konnten direkt besprochen werden.

4.5 Auswertung

Im Rahmen der Protein Studie wurden verschiedenste Daten erhoben. Dazu gehören anthropometrische Daten, Daten zur körperlichen Leistungsfähigkeit, biochemische und funktionelle Parameter sowie Daten zu Lebensmittelauswahl, Energie- und Nährstoffzufuhr mittels 24h-Recall.

Für diese Arbeit wurden einige anthropometrische Daten sowie die aus den 24h-Recalls in Form von genauen Zufuhrmengen benötigt. Um diese genauen Mengen zu erhalten, war zunächst eine Aufbereitung der Daten aus GloboDiet notwendig. Ausgewertet und analysiert wurden anschließend die Daten zur Energie- und Mineralstoffzufuhr zu Beginn (P1) sowie deren Entwicklung im Verlauf der Studie. Alle durchgeführten Analysen erfolgten mit der Statistiksoftware SPSS.

Anschließend an die Datenanalyse wurden die Ergebnisse mit den D-A-CH Referenzwerten für die Nährstoffzufuhr sowie Ergebnissen anderer Studien aus dem europäischen Raum verglichen.

4.5.1 Aufbereitung der Daten aus den 24h-Recalls

Die erhobenen Daten zur Energie- und Mineralstoffzufuhr mussten zunächst über die Verknüpfung mit dem BLS in Zufuhrmengen übersetzt werden. Von jedem Probanden sollten am Ende der Studie mindestens sieben Interviews vorliegen, in denen die verzehrten Lebensmittel von 24 Stunden detailliert festgehalten wurden.

Die Repräsentativität der Ergebnisse war vergleichsweise hoch, da eine kontinuierliche Erhebung über mehrere Monate hinweg erfolgte; die Erinnerungsprotokolle zeigten die Ernährung an voneinander unabhängigen Tagen exemplarisch auf. Je mehr exemplarische Tage vorliegen, desto repräsentativer sind die daraus ermittelten Ergebnisse. Ein Risiko für Recall Bias und Underreporting bleibt dennoch bestehen.

Die Erhebung der Ernährungsdaten erfolgte über mehrere Interviews pro Phase. Daher lagen nach Studienende 8-12 Werte pro Proband zur Zufuhrmenge für jeden Mineralstoff vor. Um diese Werte für die Analyse übersichtlicher zu gestalten, wurde pro Phase ein Mittelwert errechnet.

Auf Basis des dokumentierten Eintritts jedes Probanden in die Studie, der Daten der Untersuchungszeitpunkte und den Daten der Interviewtermine wurden die Phasengrenzen bestimmt. Für jeden Probanden lagen so am Ende drei Durchschnittswerte zur Zufuhr vor, mit denen die Analysen zu Energie- und Mineralstoffzufuhr durchgeführt werden konnte.

4.5.2 Kollektivbeschreibung und statistische Analysen

Die Datenanalyse begann mit einer deskriptiven Darstellung der relevanten anthropometrischen Daten. Dazu zählten die Gesamtanzahl an Probanden, die Anzahl an Probanden je Interventionsgruppe, die Verteilung von Geschlecht und Alter sowohl im gesamten Kollektiv als auch innerhalb der Gruppen. Basierend auf den Werten zu Größe, Gewicht und BMI der Probanden aus der Eingangsuntersuchung wurden Durchschnittswerte für alle Probanden sowie unterteilt nach Geschlecht und Interventionsgruppe ermittelt. Daraus konnte ergänzend direkt bestimmt werden, ob sich die Zufuhrmengen zwischen Männern und Frauen bzw. zwischen den Interventionsgruppen signifikant voneinander unterscheiden.

Die statistischen Analysen konnten in zwei Teile eingeteilt werden: in Teil 1 wurde das gesamte Kollektiv zu Studienbeginn (P1) betrachtet, in Teil 2 wurde die Entwicklung der Mineralstoffzufuhr im Verlauf der Studie analysiert. Im Fokus stand dabei, ob sich die Zufuhr einzelner Mineralstoffe möglicherweise durch die erhöhte Proteinzufuhr ebenfalls verändert.

Teil 1: Betrachtung des Kollektivs zu Beginn der Studie

Nachdem grundlegende Daten zum Kollektiv und dessen Zusammensetzung bekannt waren, wurde die durchschnittliche Energie- und Mineralstoffzufuhr zu Beginn der Studie dargestellt. Mittels t-Test für unabhängige Stichproben sollte überprüft werden, ob signifikante Unterschiede in der Zufuhr zwischen Männern und Frauen vorliegen. Des Weiteren war von Interesse, ob möglicherweise signifikante geschlechterspezifische Unterschiede bestehen bleiben, wenn die Mineralstoffdichte der Zufuhr betrachtet wird.

Eine Betrachtung der Werte getrennt nach Geschlecht wurde vorgenommen, da der Bedarf an Energie sowie der mancher Mineralstoffe bei Männern und Frauen unterschiedlich ist und Referenzangaben meist ebenfalls geschlechterspezifisch vorliegen. Daher erfolgte auch im weiteren Teil der Auswertung stets eine zusätzliche Betrachtung getrennt nach Geschlecht.

Voraussetzungen für die Durchführung des t-Tests sind u.a., dass die Daten normalverteilt und die Varianzen in etwa homogen sind. Außerdem sollten möglichst keine Ausreißer vorliegen, da diese die Aussagekraft der Ergebnisse stark beeinflussen können [38]. Ermittelt wurden diese anhand von Boxplots. Bei der Entscheidung zum Verfahren mit Ausreißern galt es zu beachten, dass in dieser Studie Verzehrsdaten erhoben wurden, die natürlicherweise von Proband zu Proband sehr verschieden sein können. Daher ist die Tendenz, Ausreißer in die Analyse mit einzubeziehen. Hinsichtlich der Normalverteilung der Daten wurde aufgrund der Kollektivgröße (> 30 Probanden) davon ausgegangen, dass die Ergebnisse ausreichend robust sind, auch wenn die Voraussetzung nicht konstant über alle Gruppen gegeben war. Varianzhomogenität wurde ebenfalls überprüft; lag diese nicht vor, wurde auf den Welch-Test zurückgegriffen, welcher bei nicht gegebener Varianzhomogenität ausreichend robust ist, bei homogenen Varianzen sogar robuster als der t-Test. Der Welch-Test benötigte zudem keine normalverteilten Daten für ausreichend robuste Ergebnisse. [39]

Zusätzlich wurde mittels einfaktorieller Varianzanalyse überprüft, ob sich die Zufuhr von Energie und Mineralstoffen insgesamt zwischen den drei Gruppen signifikant unterscheidet. Die Voraussetzung entsprachen jenen des t-Tests: es gilt Ausreißer zu vermeiden, normalverteilte Daten sollten gegeben sein sowie Varianzhomogenität der abhängigen Variablen. Bei gegebener Varianzhomogenität wird mit Hilfe des Tukey Post-Hoc Tests ausgewertet; da viele Paarvergleiche vorgenommen werden, hat er mehr Teststärke als Bonferroni [40]. Ausreißer wurden aus den genannten Gründen auch in die Varianzanalyse einbezogen. War Varianzhomogenität nicht gegeben, konnte hier auf die Ergebnisse der Welch-ANOVA zurückgegriffen werden und eine Interpretation mittels Games-Howell Post-Hoc Test vorgenommen werden. [38]

Die Zufuhr von Energie und Mineralstoffen sollte sich in P1 möglichst nicht signifikant voneinander unterscheiden, da es wünschenswert war, dass sich zu Beginn der Studie alle Gruppen hinsichtlich ihrer Zufuhrmengen bei einem ähnlichen Ausgangswert befanden. Insbesondere die Energiezufuhr sollte auch über den gesamten Studienverlauf in allen Gruppen ähnlich bleiben, da dies mit Voraussetzung für die Vergleichbarkeit war.

Im weiteren Verlauf wurde für jeden Mineralstoff einzeln die durchschnittliche Zufuhr von Männern und Frauen ermittelt sowie die entsprechende prozentuale Abweichung dieser Zufuhrmengen von den D-A-CH Referenzwerten. Dies bildete die Basis für einen folgenden Vergleich mit den Referenzwerten.

Teil 2: Analysen zur Entwicklung im Studienverlauf

Anschließend an die Analysen der Zufuhrwerte in P1 erfolgte eine Betrachtung der Entwicklung der Energie- und Mineralstoffzufuhr im Verlauf der Studie.

Dazu sollte zu Beginn ebenfalls die durchschnittliche Energie- und Mineralstoffzufuhr ermittelt werden sowie die Mineralstoffdichte. Die durchschnittlichen Werte wurden im Studienverlauf (P1-P3) betrachtet. Zum anderen war es von Interesse, ob sich die Zufuhr zwischen den Phasen signifikant unterscheidet. Für diese Analyse wurde eine einfaktorielle Varianzanalyse mit Messwiederholung durchgeführt. Die Phasen P1 bis P3 bildeten dabei die Innersubjektfaktoren, Subjektfaktoren gab es aufgrund des Vergleiches innerhalb einer Gruppe keine.

Für diese Form der Varianzanalyse war wie bei der einfaktoriellen Varianzanalyse die besprochenen Voraussetzungen mittels explorativer Datenanalyse zu prüfen. Vor der Durchführung der ANOVA wurde zudem der Mauchly-Test auf Sphärizität durchgeführt. War dieser signifikant, war keine Varianzhomogenität gegeben.

Für diesen Fall konnte eine Korrektur je nach Größe des Epsilon vorgenommen werden, nach der die folgende Interpretation erfolgte; für $\epsilon < 0.75$ wurde die Greenhouse-Geisser Korrektur gewählt, für $\epsilon > 0.75$ die Huynh-Feldt Korrektur. [38]

Unterschieden sich die Zufuhrmengen zwischen den Phasen signifikant, sollte zusätzlich wie bereits in P1 jeweils die prozentualen Abweichungen zu den Referenzwerten ermittelt werden. Dadurch sollten eine bessere Einschätzung und Bewertung der Zufuhr ermöglicht werden.

Zum Abschluss wurden die Veränderungen der Zufuhrmengen im Studienverlauf in den beiden Interventionsgruppen betrachtet und mit den Entwicklungen in der Kontrollgruppe verglichen. So sollten mögliche Tendenzen herausgearbeitet werden, wie sich eine erhöhte Proteinversorgung auf die Mineralstoffzufuhr auswirken könnte. Interessant war, ob sich bei einzelnen Mineralstoffen Auswirkungen feststellen ließen und wenn ja, ob diese positiv oder negativ einzustufen sind. Ausgewertet wurde zunächst mittels Varianzanalyse mit Messwiederholung, um zu überprüfen ob lediglich die Phase die Zufuhrmengen signifikant beeinflusst, ob die Zugehörigkeit zu einer der Interventionsgruppen einen Einflussfaktor darstellt oder ob beide eine Rolle spielen.

Nahm neben der Phase die Gruppenzugehörigkeit signifikant Einfluss, wurde eine einfaktorielle ANOVA durchgeführt und je nach Vorliegen von Varianzhomogenität über den Tukey- bzw. Games-Howell Post-Hoc Test interpretiert, welche Gruppen sich in welcher Phase unterscheiden. Alle notwendigen Voraussetzungen für die Verfahren wurden im Verlauf des Kapitels bereits erläutert.

4.5.3 Vergleich der Daten mit Ergebnissen anderer Erhebungen und Studien

Für alle Gruppen des Kollektivs zu Beginn und bei signifikanten Veränderungen in der Zufuhr auch im Verlauf, wurden die ermittelten Ergebnisse mit den D-A-CH Referenzwerten verglichen. Basis dafür bildeten die bereits ermittelten prozentualen Abweichungen der einzelnen durchschnittlichen Zufuhrmengen. Dies sollte Aufschluss darüber geben, ob die Zufuhr an Energie und den einzelnen Mineralstoffen dem entspricht, was für die Altersgruppe über 65 Jahre empfohlen wird oder ob sie darüber bzw. darunter liegen. Außerdem sollte die prozentuale Abweichung zeigen, wie weit die Senioren durchschnittlich von den wünschenswerten Mengen entfernt sind.

Des Weiteren wurden die Ergebnisse mit denen des Österreichischen Ernährungsberichtes 2012¹⁹ verglichen. So sollte ermittelt werden, ob sich die Versorgungslage von österreichischen Senioren in den letzten Jahren verändert hat oder ob sich die aktuellen Ergebnisse mit denen von 2012 decken.

Ergänzend herangezogen wurden außerdem Ergebnisse anderer europäischer Studien, um eine Einschätzung zu ermöglichen, ob es europaweit ähnliche Mineralstoffe gibt, die als kritisch zu betrachten sind, ob es erkennbare Unterschiede gibt und wenn ja, worauf sich diese möglicherweise zurückführen lassen.

Die Ergebnisse dieser Vergleiche sollten dabei helfen, die vorliegenden Ergebnisse der Protein Studie hinsichtlich ihrer Relevanz und Aussagekraft besser einschätzen und beurteilen zu können.

¹⁹ Es wird dieser Ernährungsbericht verwendet, da hier Senioren als eigene Gruppen betrachtet wurden und Altersgruppe sowie Größe des Kollektivs in etwa dem der NutriAging Protein Studie entsprechen

5 Ergebnisse und Diskussion

5.1 Kollektivbeschreibung

Zu Beginn der Proteinstudie sind 155 Probanden in die Studie aufgenommen, 137 davon tatsächlich randomisiert worden. Drei Probanden wurden ausgeschlossen, weil sie die Altersvorgaben nicht erfüllten. Weitere 35 wurden im Verlauf der Intervention ausgeschlossen, teilweise auf eigenen Wunsch hin, teilweise aufgrund gesundheitlicher Probleme oder wenn ein Termin zur Folgeuntersuchung ohne Angabe von Gründen nicht wahrgenommen worden ist. Nach Abschluss wurden weitere zwei Probanden ausgeschlossen, weil von Ihnen kein Interview in der Phase 1 vorlag und somit die Analysen verfälscht werden könnten. Letztendlich ergibt sich daher eine Anzahl von 115 Probanden, deren Daten in die Auswertung der Ernährungsdaten einbezogen werden.

54 der Probanden sind männlich, 61 weiblich; hinsichtlich der durchschnittlichen Größe und des durchschnittlichen Gewichts unterscheiden sich Männer und Frauen signifikant. Das Durchschnittsalter liegt bei 73 Jahren, der BMI durchschnittlich bei 26. Die genaue Verteilung im gesamten Kollektiv unterteilt nach Interventionsgruppen und Geschlecht ist Tabelle 3 zu entnehmen.

Die Probandenanzahl in den einzelnen Interventionsgruppen ist sehr ähnlich²⁰, was für eine Vergleichbarkeit der Gruppen in der Auswertung relevant ist. Des Weiteren ist das Verhältnis von Männern und Frauen sowohl im gesamten Kollektiv als auch in den einzelnen Gruppen homogen, was einen Vergleich zwischen den Geschlechtern ermöglicht. Das Kollektiv hat mit 115 Probanden eine ausreichend hohe Probandenzahl, um robuste Ergebnisse zu ergeben.

²⁰ K (n=42), PL (n=35), PH (n=38)

Tabelle 3: Kollektivbeschreibung zu Beginn der Studie (P1)

	Insgesamt (n = 115)				Frauen (n = 61)				Männer (n = 54)			
	MW (SD)	Min	Max	<i>p</i> ²¹	MW (SD)	Min	Max	<i>p</i>	MW (SD)	Min	Max	<i>p</i>
Alter (Jahre)	73 (4.6)	65	84		73 (4.4)	65	83		73 (4.8)	65	84	
p	.498											
<i>K</i>	73 (4.6)	65	83		73 (4.6)	66	83		72 (4.7)	65	82	
<i>PL</i>	72 (4.3)	65	83	<i>.608</i>	72 (4.1)	65	81	<i>.735</i>	72 (4.6)	66	83	<i>.708</i>
<i>PH</i>	73 (4.8)	65	84		74 (4.6)	65	83		73 (5.2)	66	84	
Gewicht (kg)	74 (13.8)	40	125		67 (12.2)	40	104		82 (11.1)	58	125	
p	.000**											
<i>K</i>	74 (12.2)	48	100		68 (11.4)	48	86		81 (9.5)	58	100	
<i>PL</i>	76 (15.7)	50	125	<i>.611</i>	68 (12.4)	50	104	<i>.844</i>	85 (13.6)	69	125	<i>.420</i>
<i>PH</i>	73 (13.8)	40	110		66 (12.9)	40	90		81 (10.0)	67	110	
Größe (cm)	168 (9.9)	145	191		162 (6.3)	145	177		176 (6.9)	161	191	
p	.000**											
<i>K</i>	168 (11.0)	148	190		160 (6.1)	148	171		178 (7.1)	161	190	
<i>PL</i>	170 (9.0)	155	191	<i>.682</i>	163 (5.6)	155	174	<i>.294</i>	176 (7.0)	166	191	<i>.495</i>
<i>PH</i>	168 (9.7)	145	190		161 (7.1)	145	177		175 (6.7)	161	190	
BMI (kg/m²)	26.0 (4.0)	17.0	41.2		25.7 (4.2)	17.0	41.2		26.4 (3.7)	19.4	41.2	
p	.303											
<i>K</i>	16.1 (3.9)	18.3	35.8		26.5 (4.4)	18.3	32.8		25.6 (3.4)	19.4	35.8	
<i>PL</i>	26.3 (4.4)	20.7	41.2	<i>.869</i>	25.2 (3.9)	20.7	34.4	<i>.539</i>	27.4 (4.6)	20.9	41.2	<i>.341</i>
<i>PH</i>	25.8 (3.7)	17.0	34.0		25.3 (4.4)	17.0	34.0		26.4 (2.7)	20.8	31.0	

²¹ Alle p-Werte für mögliche signifikante Unterschiede *zwischen den Gruppen sind in kursiv angegeben*, die für Unterschiede **zwischen Männern und Frauen in fett**

K (n=42, 23; Frauen, 19 Männer), **PL** (n=35; 18 Frauen, 17 Männer), **PH** (n=38; 20 Frauen, 18 Männer)

* p < 0.05 daher signifikant / ** p < 0.01 daher hoch signifikant

5.2 Energie- und Mineralstoffzufuhr des Kollektivs in Phase 1

Für den ersten Teil der Analysen liegen zu Beginn der Studie (P1) Daten von 115 Probanden vor. Betrachtet wird, ob sich die Zufuhr von Energie und Mineralstoffen insgesamt geschlechterspezifisch signifikant voneinander unterscheidet. Neben der Zufuhrmenge ist dabei auch die Mineralstoffdichte interessant. Im weiteren Verlauf werden die durchschnittlichen Zufuhrwerte der einzelnen Mineralstoffe ermittelt und mit den D-A-CH Referenzwerten verglichen. Die Auswertung wird zunächst geschlechterspezifisch vorgenommen, da es für Energie und einige Mineralstoffe unterschiedliche Referenzwerte gibt. Dies ist darin begründet, dass der Bedarf aufgrund körperlicher Voraussetzungen verschieden ist. Zusätzlich wird jedoch auch auf Unterschiede zwischen den Gruppen getestet, da besonders zu Beginn der Studie von Interesse ist, ob die Gruppen mit ähnlichen Ausgangswerten starten. Abschließend werden die Ergebnisse aus P1 mit denen des Ernährungsberichtes 2012 sowie Ergebnissen aus aktuellen Studien und Erhebungen zur Ernährung älterer Menschen verglichen.

Die bereits dargelegten Voraussetzungen für die Durchführung der statistischen Tests wurden vorab überprüft; die Daten sind in nahezu allen Fällen normalverteilt und die Varianzen homogen. Ausreißer gibt es nur nach oben, davon vereinzelt sogar extreme (bei Chlorid, Iod, Magnesium, Eisen, Zink). Diese Werte werden jedoch trotzdem in der Analyse berücksichtigt, da die Zufuhr je nach Ernährungsweise bei einzelnen Erhebungstagen sehr unterschiedlich sein kann, was für eine authentische Auswertung jedoch berücksichtigt werden sollte.

5.2.1 Ermittlung der durchschnittlichen Energie- und Mineralstoffzufuhr sowie der durchschnittlichen Mineralstoffdichte in Phase 1

Die Energie- und auch die Mineralstoffzufuhr von Männern und Frauen unterscheidet sich in P1 hoch signifikant voneinander ($p < 0.01$); durchschnittlich nehmen Männer 519 kcal und 4458 mg Mineralstoffe mehr zu sich.

Betrachtet man die Energiezufuhr geschlechterintern in den einzelnen Gruppen ist eine Streuung zu erkennen, dennoch ist die Zufuhr zwischen den Gruppen sowohl bei Männern als auch bei Frauen nicht signifikant verschieden voneinander (s. Tab. 4, Abb. 3). Hinsichtlich Größe und Gewicht gab es keine Ober- oder Untergrenzen bei der Rekrutierung, weshalb Energiebedarf und -zufuhr sehr unterschiedlich sein können. Geht man von geringer körperlicher Aktivität aus (PAL 1.4) entspricht die Aufnahme jedoch durchschnittlich in etwa der empfohlenen Menge [24]. Lediglich in der PH-Gruppe ist die mittlere Zufuhr der Frauen unterhalb der Empfehlungen.

Die Zufuhr von Mineralstoffen ist in P1 geschlechterintern betrachtet zwischen den Gruppen in fast allen Fällen nicht signifikant unterschiedlich; lediglich bei Männern unterscheidet sich die der Kontrollgruppe signifikant von der der PL-Gruppe (s. Abb. 4, Tab. 4). Zur Baseline ist die durchschnittliche Zufuhr also in fast allen Gruppen ähnlich, was eine gute Voraussetzung für die weiteren Auswertungen bedeutet.

Da die Mineralstoffzufuhr von Männern und Frauen signifikant verschieden ist, wird zusätzlich die Nährstoffdichte betrachtet. Bezogen auf 1000 kcal ist die Mineralstoffzufuhr zwischen Männern und Frauen nicht signifikant verschieden ($p = 0.372$); die Versorgung mit Mineralstoffen insgesamt ist also bei beiden Geschlechtern annähernd gleich. Inwiefern die Zufuhr der einzelnen Mineralstoffe bei Männern und Frauen den empfohlenen Mengen entspricht und wie gut bzw. schlecht die Versorgung ist, kann daraus jedoch noch nicht abgeleitet werden.

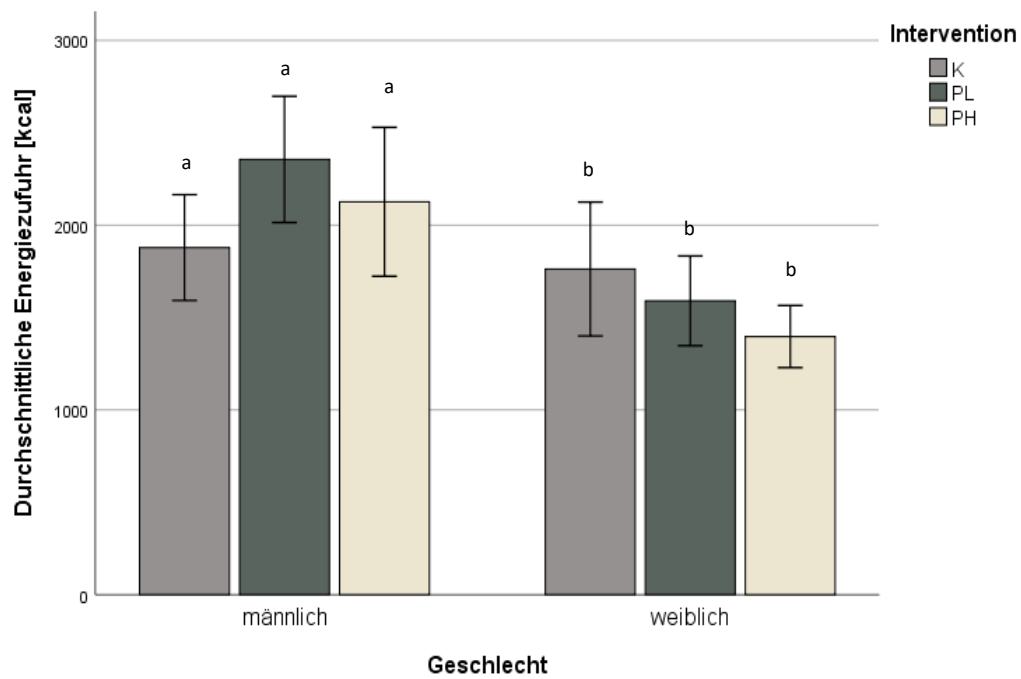


Abbildung 4: Durchschnittliche Energiezufuhr von Männern und Frauen der jeweiligen Interventionsgruppe in P1

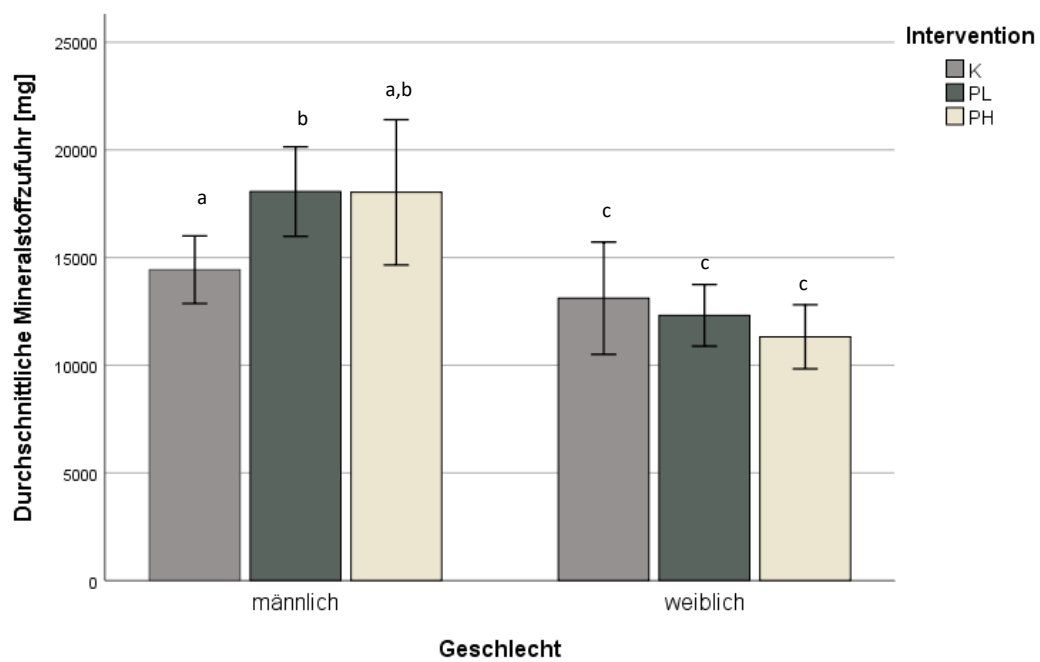


Abbildung 3: Durchschnittliche Mineralstoffzufuhr von Männern und Frauen der jeweiligen Interventionsgruppe in P1

Tabelle 4: Durchschnittliche Zufuhr an Energie und Mineralstoffen im gesamten Kollektiv in P1

	Insgesamt (n = 115)				Frauen (n = 61)				Männer (n = 54)			
	MW (SD)	Min	Max	<i>p</i> ²²	MW (SD)	Min	Max	<i>p</i>	MW (SD)	Min	Max	<i>p</i>
Energie [kcal]	1836 (712)	459	3932		1592 (624)	459	3811		2111 (709)	620	3932	
<i>In % der Referenzwerte 1700 bzw. 2100 [kcal]</i>	97%				94%				101%			
p									.000**			
<i>K</i>	1815 (732)	459	3811		1763 (838)	459	3811		1879 (594)	895	2814	
<i>PL</i>	1962 (691)	700	3832	.412	1590 (488)	700	2408	.123°	2356 (664)	1478	3832	.130
<i>PH</i>	1743 (710)	620	3932		1397 (359)	850	2135		2127 (811)	620	3932	
Mineralstoffe [mg]	14 397 (5250)	5546	31 723		12 290 (4414)	5546	31 147		16 776 (5133)	6969	31 723	
p									.000**			
<i>K</i>	13 712 (4964)	5546	31 147		13 113 (6035)	5546	31 147		14 436 (3257) ^a	7868	18 634	
<i>PL</i>	15 107 (4511)	6605	27 480	.508	12 316 (2881)	6605	17 622	.400°	18 063 (4045) ^b	10 866	27 480	.012° **
<i>PH</i>	14 499 (6155)	6969	31 723		11 321 (3181)	7204	18 574		18 030 (6787) ^{a,b}	6969	31 723	
Mineralstoffdichte pro 1000 kcal [mg]	8335 (3585)	3878	39 811		8053 (1944)	4854	13 115		8653 (4814)	3878	39 811	
p									.372			
<i>K</i>	7920 (1815)	3878	12 081		7767 (1799)	4854	12 081		8104 (1866)	3878	10 940	
<i>PL</i>	8102 (2139)	5040	13 115	.362	8207 (2271)	5040	13 115	.678	7989 (2053)	5500	12 667	.435
<i>PH</i>	9008 (5571)	4444	39 811		8241 (1847)	5797	12 629		9860 (7892)	4444	39 811	

²² Alle p-Werte für mögliche signifikante Unterschiede *zwischen den Gruppen sind in kursiv (f)* angegeben, die für Unterschiede **zwischen Männern und Frauen in fett (t)**

K (n=42, 23; Frauen, 19 Männer), **PL** (n=35; 18 Frauen, 17 Männer), **PH** (n=38; 20 Frauen, 18 Männer)

° p-Werte basierend auf dem Welch-Test (Post-Hoc: Games Howell), da keine Varianzhomogenität gegeben ist; * p < 0.05 daher signifikant / ** p < 0.01 daher hoch signifikant

5.2.2 Ermittlung der durchschnittlichen Zufuhr einzelner Mineralstoffe, Vergleich der Ergebnisse mit den D-A-CH Referenzwerten, Daten aus dem österreichischen Ernährungsbericht 2012 sowie weiteren Studien

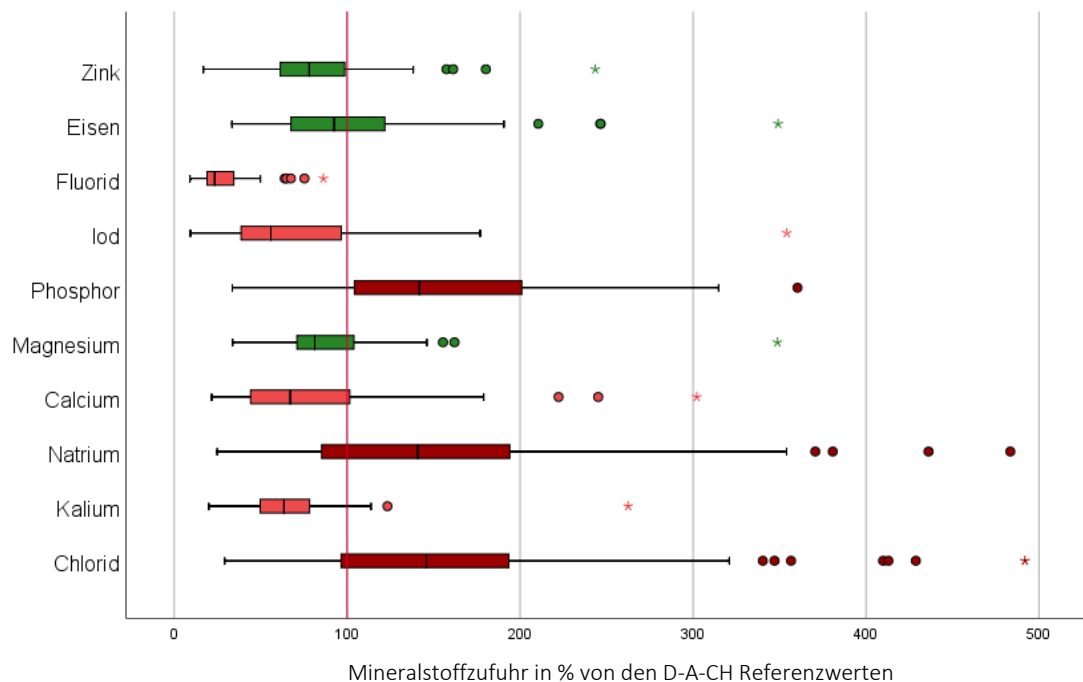


Abbildung 5: Durchschnittliche Mineralstoffzufuhr in P1 in % von den D-A-CH Referenzwerten

Die Analyse der Mineralstoffzufuhr unterteilt nach den einzelnen Mineralstoffen weist – wie bereits bei der gesamten Mineralstoffzufuhr – eine signifikant unterschiedliche Zufuhr von Männern und Frauen auf. Lediglich die Calcium- und Fluoridzufuhr sind geschlechterspezifisch nicht signifikant verschieden (Calcium: $p = 0.051$, Fluorid: $p = 0.168$). Die signifikanten Unterschiede ergeben sich dabei immer aus der signifikant verschiedenen Zufuhr von Männern und Frauen in der PL- und PH-Gruppe. Die Zufuhr in der Kontrollgruppe ist in keinem Fall signifikant unterschiedlich (s. Anhang Tab. 33 und 34)

Wird die Zufuhr in Relation zur Energiezufuhr betrachtet, ist bei keinem Mineralstoff die Zufuhr von Männern und Frauen signifikant verschieden (s. Tab. 8-10). Dies bestätigt die Erkenntnis aus Kapitel 5.2.1, dass die Mineralstoffzufuhr insgesamt bei Männern und Frauen ähnlich ist ($p = 0.372$; vgl. Tab. 4 und 8-10).

Signifikante Unterschiede zwischen den Gruppen zeigen sich zu Beginn bereits bei der Zufuhr von Chlorid; hier unterscheidet sich die Zufuhr bei den Männern der Kontrollgruppe signifikant von der in der PH-Gruppe ($p < 0.01$; vgl. Tab. 5).

Ebenfalls signifikante Unterschiede treten bei der Natriumzufuhr der Männer auf; in der Kontrollgruppe wird signifikant weniger zugeführt als in den beiden Interventionsgruppen ($p < 0.01$; vgl. Tab. 5) (K-PL: $p < 0.01$, K-PH: $p = 0.044$). Die Zufuhr aller anderen Mineralstoffe unterscheidet sich in P1 zwischen den Gruppen nicht signifikant.

Diese Ergebnisse stellen eine gute Basis für nachfolgende Analysen dar, da die Mineralstoffzufuhr zu Beginn in allen Gruppen ähnlich ist. Mögliche Veränderungen der Zufuhr in P2 und P3 sind daher vermutlich auf die Intervention zurückzuführen. Die Nährstoffdichte ist in P1 sowohl zwischen Männern und Frauen als auch zwischen den Gruppen nicht signifikant unterschiedlich, was auf eine ähnliche Versorgung beider Geschlechter schließen lässt.

Tabelle 5: Durchschnittliche Zufuhr der einzelnen Mineralstoffe in den Gruppen in P1 (Teil 1)

	Insgesamt (n = 115)				Frauen (n = 61)				Männer (n = 54)			
	MW (SD)	Min	Max	<i>p</i> ²³	MW (SD)	Min	Max	<i>p</i>	MW (SD)	Min	Max	<i>p</i>
Chlorid [mg]	3709 (2017)	670	11 313		2928 (1231)	670	6778		4591 (2354)	1048	11 313	
p												.000° **
<i>K</i>	3190 (1390) ^a	670	6778		3033 (1557)	670	6778		3381 (1168) ^a	1381	5981	
<i>PL</i>	4104 (1635) ^b	1472	8203	<i>.030° *</i>	3170 (1027)	1472	5216	<i>.179°</i>	5093 (1594) ^b	2537	8203	<i>.002° **</i>
<i>PH</i>	3919 (2728) ^{a,b}	1048	11 313		2589 (917)	1157	4565		5395 (3297) ^{a,b}	1048	11 313	
Kalium [mg]	2655 (1116)	804	10 499		2386 (1255)	804	10 499		2960 (848)	1381	4931	
p												.005 **
<i>K</i>	2697 (935)	804	10 499		2590 (1902)	804	10 499		2826 (874)	1381	4931	
<i>PL</i>	2705 (869)	1193	4553	<i>.829</i>	2279 (621)	1193	3160	<i>.620</i>	3157 (880)	1892	4553	<i>.497</i>
<i>PH</i>	2564 (771)	1229	4133		2247 (600)	1229	3135		2916 (802)	1611	4133	
Natrium [mg]	2303 (1299)	373	7252		1794 (819)	373	4357		2878 (1494)	600	7252	
p												.000° **
<i>K</i>	1989 (935)	373	4357		1890 (1016)	373	4357		2110 (837) ^a	643	3865	
<i>PL</i>	2514 (1082)	1012	5311	<i>.062°</i>	1914 (700)	1012	3637	<i>.252°</i>	3149 (1064) ^b	1424	5311	<i>.003° **</i>
<i>PH</i>	2456 (1725)	600	7252		1576 (639)	687	2927		3433 (2023) ^b	600	7252	
Kochsalz NaCl [g]	5.4 (3.2)	0.8	18		5.2 (2.8)	0.8	16		5.7 (3.7)	1.3	18	
p												.406
<i>K</i>	5.1 (3.5)	0.8	16		4.9 (3.3)	0.8	16		5.4 (3.7)	1.5	14	
<i>PL</i>	5.3 (2.5)	2.4	12	<i>.618</i>	5.1 (2.6)	2.4	12	<i>.729</i>	5.6 (2.3)	2.6	10	<i>.840</i>
<i>PH</i>	5.8 (3.6)	1.3	18		5.6 (2.3)	1.6	11		6.1 (4.7)	1.3	18	

²³ Alle p-Werte für mögliche signifikante Unterschiede *zwischen den Gruppen sind in kursiv* angegeben, die für Unterschiede **zwischen Männern und Frauen in fett**

K (n=42, 23; Frauen, 19 Männer), **PL** (n=35; 18 Frauen, 17 Männer), **PH** (n=38; 20 Frauen, 18 Männer)

° p-Werte basierend auf dem Welch-Test, da keine Varianzhomogenität gegeben ist

* p < 0.05 daher signifikant / ** p < 0.01 daher hoch signifikant

Tabelle 6: Durchschnittliche Zufuhr der einzelnen Mineralstoffe in den Gruppen in P1 (Teil 2)

	Insgesamt (n = 115)				Frauen (n = 61)				Männer (n = 54)			
	MW (SD)	Min	Max	<i>p</i> ²⁴	MW (SD)	Min	Max	<i>p</i>	MW (SD)	Min	Max	<i>p</i>
Calcium [mg]	778 (462)	217	3022		699 (360)	217	1592		867 (545)	253	3022	
p												.051
<i>K</i>	782 (494)	248	3022		730 (431)	248	1592		844 (566)	392	3022	
<i>PL</i>	805 (449)	218	2452	<i>.876</i>	700 (292)	218	1239	<i>.832</i>	915 (559)	253	2452	<i>.911</i>
<i>PH</i>	749 (449)	217	2222		662 (340)	217	1513		846 (539)	317	2222	
Magnesium [mg]	287 (120)	101	1046		249 (125)	101	1046		331 (97)	149	567	
p												.000 **
<i>K</i>	289 (148)	101	1046		277 (186)	101	1046		304 (83)	149	447	
<i>PL</i>	295 (109)	104	544	<i>.838</i>	237 (77)	104	396	<i>.401</i>	357 (106)	183	544	<i>.268</i>
<i>PH</i>	279 (94)	168	567		228 (51)	168	342		335 (100)	199	567	
Phosphor [mg]	1071 (455)	235	2523		890 (385)	235	2191		1265 (453)	406	2523	
p												.000 **
<i>K</i>	1027 (475)	319	2523		923 (474)	319	2191		1153 (457)	538	2523	
<i>PL</i>	1164 (440)	348	2111	<i>.348</i>	937 (343)	348	1589	<i>.673</i>	1405 (409)	616	2111	<i>.253</i>
<i>PH</i>	1033 (446)	235	2203		835 (311)	235	1544		1252 (478)	406	2203	
Iod [µg]	128 (87)	17	638		111 (73)	17	297		147 (97)	36	638	
p												.023 *
<i>K</i>	118 (67)	17	297		120 (83)	17	297		115 (40)	57	216	
<i>PL</i>	145 (107)	36	638	<i>.361</i>	108 (61)	36	220	<i>.705</i>	184 (131)	57	638	<i>.080°</i>
<i>PH</i>	123 (85)	26	319		102 (71)	26	297		147 (95)	36	319	

²⁴ Alle p-Werte für mögliche signifikante Unterschiede *zwischen den Gruppen sind in kursiv* angegeben, die für Unterschiede **zwischen Männern und Frauen in fett**

K (n=42; 23; Frauen, 19 Männer), **PL** (n=35; 18 Frauen, 17 Männer), **PH** (n=38; 20 Frauen, 18 Männer)

° p-Werte basierend auf dem Welch-Test, da keine Varianzhomogenität gegeben ist

* p < 0.05 daher signifikant / ** p < 0.01 daher hoch signifikant

Tabelle 7: Durchschnittliche Zufuhr der einzelnen Mineralstoffe in den Gruppen in P1 (Teil 3)

	Insgesamt (n = 115)				Frauen (n = 61)				Männer (n = 54)			
	MW (SD)	Min	Max	<i>p</i> ²⁵	MW (SD)	Min	Max	<i>p</i>	MW (SD)	Min	Max	<i>p</i>
Fluorid [mg]	0.94 (0.5)	0.3	2.7		0.89 (0.5)	0.3	2.7		1.0 (0.4)	0.4	1.9	
p												.168
<i>K</i>	0.94 (0.4)	0.4	2.0		0.84 (0.4)	0.4	2.0		1.1 (0.4)	0.4	1.7	
<i>PL</i>	0.98 (0.5)	0.3	2.7	<i>.757</i>	0.95 (0.7)	0.3	2.7	<i>.791</i>	1.0 (0.4)	0.4	1.8	<i>.611</i>
<i>PH</i>	0.90 (0.4)	0.4	2.1		0.88 (0.4)	0.4	2.1		0.9 (0.4)	0.4	1.9	
Eisen [mg]	10 (4.9)	3.3	35		8.5 (4.6)	3.3	35		12 (4.5)	5.0	25	
p												.000**
<i>K</i>	11 (5.9)	4.1	35		9.7 (6.3)	4.1	35		12 (5.2)	5.0	25	
<i>PL</i>	10 (4.3)	3.3	25	<i>.517</i>	8.1 (3.2)	3.3	18	<i>.222</i>	12 (4.4)	6.5	25	<i>.998</i>
<i>PH</i>	9.5 (4.2)	3.5	21		7.3 (2.8)	3.5	17		12 (4.2)	5.2	21	
Zink [mg]	8.5 (3.6)	2.4	20		7.2 (2.8)	2.6	20		9.9 (3.8)	2.4	19	
p												.000°**
<i>K</i>	8.5 (3.8)	2.6	20		7.8 (3.6)	2.6	20		9.4 (3.9)	3.7	17	
<i>PL</i>	9.0 (3.8)	2.9	19	<i>.385</i>	7.1 (2.5)	2.9	14	<i>.350</i>	11 (3.9)	6.1	19	<i>.334</i>
<i>PH</i>	7.9 (3.1)	2.4	15		6.5 (1.7)	3.7	9.3		9.4 (3.6)	2.4	15	

²⁵ Alle p-Werte für mögliche signifikante Unterschiede *zwischen den Gruppen sind in kursiv* angegeben, die für Unterschiede **zwischen Männern und Frauen in fett**

K (n=42, 23; Frauen, 19 Männer), **PL** (n=35; 18 Frauen, 17 Männer), **PH** (n=38; 20 Frauen, 18 Männer)

° p-Werte basierend auf dem Welch-Test, da keine Varianzhomogenität gegeben ist; * p < 0.05 daher signifikant / ** p < 0.01 daher hoch signifikant

Tabelle 8: Durchschnittliche Zufuhr der einzelnen Mineralstoffe bezogen auf 1000 kcal (Mineralstoffdichte) in P1 (Teil 1)

	Insgesamt (n = 115)				Frauen (n = 61)				Männer (n = 54)			
	MW (SD)	Min	Max	<i>p</i> ²⁶	MW (SD)	Min	Max	<i>p</i>	MW (SD)	Min	Max	<i>p</i>
Chlorid [mg]	2165 (1700)	199	18 247		1923 (593)	199	3023		4591 (2354)	1048	11 313	
p												.127°
<i>K</i>	1881 (676)	199	3121		1839 (624)	199	2981		3381 (1168)	1381	5981	
<i>PL</i>	2188 (752)	859	3969	<i>.319</i>	2101 (649)	859	3023	<i>.321</i>	5093 (1594)	2537	8203	<i>.304</i>
<i>PH</i>	2458 (2774)	582	18 247		1860 (491)	1114	2748		5395 (3297)	1048	11 313	
Kalium [mg]	1529 (520)	698	3718		1550 (502)	698	3115		2960 (848)	1381	4931	
p												.654
<i>K</i>	1539 (556)	698	3115		1489 (559)	698	3115		2826 (874)	1381	4931	
<i>PL</i>	1448 (421)	746	2704	<i>.484</i>	1503 (441)	973	2704	<i>.476</i>	3157 (850)	1892	4553	<i>.517</i>
<i>PH</i>	1594 (564)	931	3718		1663 (488)	961	2763		2916 (802)	1611	4133	
Natrium [mg]	1336 (1088)	111	11 696		1170 (382)	111	2046		2878 (1494)	600	7252	
p												.101°
<i>K</i>	1166 (452)	111	2192		1144 (420)	111	1967		2110 (837)	643	3865	
<i>PL</i>	1327 (466)	613	2347	<i>.328</i>	1263 (422)	613	2046	<i>.457</i>	3149 (1064)	1424	5311	<i>.259</i>
<i>PH</i>	1531 (1774)	333	11 696		1115 (290)	606	1651		3433 (2023)	600	7252	
Kochsalz NaCl [g]	3.5 (3.3)	0.24	30		3.7 (2.4)	0.24	11		3.3 (4.2)	0.46	30	
p												.406
<i>K</i>	3.1 (2.0)	0.24	8.7		3.3 (2.2)	0.24	8.7		2.9 (1.8)	0.87	6.6	
<i>PL</i>	3.1 (2.2)	1.1	11	<i>.219</i>	3.7 (2.7)	1.1	11	<i>.402</i>	2.5 (1.3)	1.4	5.5	<i>.437°</i>
<i>PH</i>	4.3 (4.9)	0.46	30		4.3 (2.2)	1.2	9.2		4.3 (6.8)	0.46	30	

²⁶ Alle p-Werte für mögliche signifikante Unterschiede *zwischen den Gruppen sind in kursiv* angegeben, die für Unterschiede **zwischen Männern und Frauen in fett**

K (n=42, 23; Frauen, 19 Männer), **PL** (n=35; 18 Frauen, 17 Männer), **PH** (n=38; 20 Frauen, 18 Männer)

° p-Werte basierend auf dem Welch-Test, da keine Varianzhomogenität gegeben ist

Tabelle 9: Durchschnittliche Zufuhr der einzelnen Mineralstoffe bezogen auf 1000 kcal (Mineralstoffdichte) in P1 (Teil 2)

	Insgesamt (n = 115)				Frauen (n = 61)				Männer (n = 54)			
	MW (SD)	Min	Max	<i>p</i> ²⁷	MW (SD)	Min	Max	<i>p</i>	MW (SD)	Min	Max	<i>p</i>
Calcium [mg]	440 (232)	94	1537		456 (236)	158	1537		867 (545)	253	3022	
p								.421				
<i>K</i>	443 (241)	158	1537		435 (268)	158	1537		844 (565)	392	3022	
<i>PL</i>	428 (226)	94	1243	<i>.937</i>	459 (199)	195	967	<i>.842</i>	915 (559)	253	2452	<i>.733</i>
<i>PH</i>	447 (231)	129	1114		478 (238)	195	1537		846 (539)	317	2222	
Magnesium [mg]	164 (51)	68	337		161 (45)	83	311		331 (97)	149	567	
p								.452				
<i>K</i>	166 (53)	83	311		162 (55)	83	311		304 (83)	149	447	
<i>PL</i>	155 (45)	68	317	<i>.409</i>	153 (39)	109	243	<i>.603</i>	357 (106)	183	544	<i>.663</i>
<i>PH</i>	171 (53)	91	337		167 (36)	134	256		335 (100)	199	567	
Phosphor [mg]	594 (163)	229	1150		576 (169)	277	1150		1265 (453)	406	2523	
p								.201				
<i>K</i>	580 (170)	285	1150		542 (173)	285	1150		1153 (457)	538	2523	
<i>PL</i>	609 (177)	229	1007	<i>.746</i>	601 (183)	339	1007	<i>.475</i>	1405 (409)	616	2111	<i>.891</i>
<i>PH</i>	597 (144)	277	934		593 (152)	277	934		1252 (478)	406	2203	
Iod [µg]	71 (42)	17	292		71 (41)	17	219		147 (97)	36	638	
p								.970				
<i>K</i>	69 (40)	17	219		73 (49)	17	219		115 (40)	57	216	
<i>PL</i>	76 (50)	24	292	<i>.759</i>	69 (35)	24	150	<i>.967</i>	184 (131)	57	638	<i>.437</i>
<i>PH</i>	70 (36)	24	172		71 (38)	24	172		147 (95)	36	319	

²⁷ Alle p-Werte für mögliche signifikante Unterschiede *zwischen den Gruppen sind in kursiv* angegeben, die für Unterschiede **zwischen Männern und Frauen in fett**

K (n=42, 23; Frauen, 19 Männer), **PL** (n=35; 18 Frauen, 17 Männer), **PH** (n=38; 20 Frauen, 18 Männer)

° p-Werte basierend auf dem Welch-Test, da keine Varianzhomogenität gegeben ist

Tabelle 10: Durchschnittliche Zufuhr der einzelnen Mineralstoffe bezogen auf 1000 kcal (Mineralstoffdichte) in P1 (Teil 3)

	Insgesamt (n = 115)				Frauen (n = 61)				Männer (n = 54)			
	MW (SD)	Min	Max	<i>p</i> ²⁸	MW (SD)	Min	Max	<i>p</i>	MW (SD)	Min	Max	<i>p</i>
Fluorid [mg]	0.57 (0.35)	0.16	2.5		0.62 (0.41)	0.21	2.5		1.0 (0.38)	0.40	1.9	
p								.125°				
<i>K</i>	0.57 (0.29)	0.23	1.4		0.54 (0.26)	0.23	1.2		1.1 (0.39)	0.40	1.7	
<i>PL</i>	0.57 (0.45)	0.16	2.5	<i>.996</i>	0.66 (0.58)	0.27	2.5	<i>.509</i>	1.0 (0.35)	0.40	1.8	<i>.111</i>
<i>PH</i>	0.57 (0.32)	0.21	1.7		0.67 (0.39)	0.21	1.7		0.93 (0.41)	0.40	1.9	
Eisen [mg]	5.7 (2.2)	2.5	16		5.4 (1.8)	2.5	12		12 (4.5)	5.0	25	
p								.139				
<i>K</i>	6.1 (2.4)	2.5	16		5.7 (2.0)	2.5	10		12 (5.2)	5.0	25	
<i>PL</i>	5.2 (1.7)	2.9	9.7	<i>.232</i>	5.2 (1.7)	2.9	9.7	<i>.672</i>	12 (4.4)	6.5	25	<i>.284</i>
<i>PH</i>	5.8 (2.4)	2.9	15		5.4 (1.9)	3.5	12		12 (4.2)	5.2	21	
Zink [mg]	4.8 (1.6)	2.1	13		4.8 (1.7)	2.1	13		9.9 (3.8)	2.4	19	
p								.873				
<i>K</i>	5.0 (2.0)	2.2	13		4.8 (2.2)	2.5	13		9.4 (3.9)	3.7	17	
<i>PL</i>	4.7 (1.3)	2.1	7.7	<i>.632</i>	4.6 (1.3)	2.1	6.9	<i>.919</i>	11 (3.9)	6.1	19	<i>.430</i>
<i>PH</i>	4.7 (1.2)	2.5	6.7		4.8 (1.2)	2.5	6.7		9.4 (3.6)	2.4	15	

²⁸ Alle p-Werte für mögliche signifikante Unterschiede *zwischen den Gruppen sind in kursiv* angegeben, die für Unterschiede **zwischen Männern und Frauen in fett**

K (n=42, 23; Frauen, 19 Männer), **PL** (n=35; 18 Frauen, 17 Männer), **PH** (n=38; 20 Frauen, 18 Männer)

° p-Werte basierend auf dem Welch-Test, da keine Varianzhomogenität gegeben ist

Ergänzend wird ein Vergleich der einzelnen Zufuhrwerte mit den D-A-CH Referenzwerten durchgeführt (s. Abb. 4 und Tab. 11-13). Über der empfohlenen täglichen Zufuhr liegen die Werte von Chlorid (Insges. 116% der empfohlenen Zufuhrmenge erreicht; 127% (w), 200% (m)), von Natrium (Insges. 154% der empfohlenen Zufuhrmenge erreicht; 120% (w); 192% (m)) und Phosphor (Insges. 153% der empfohlenen Zufuhrmenge erreicht; 128% (w); 181% (m)). Die Zufuhr der Männer ist bei allen drei Mineralstoffen signifikant höher als die der Frauen ($p < 0.01$ vgl. Tab. 5). Eine Unterschreitung der Referenzen liegt bei Magnesium, Kalium, Calcium, Iod, Fluorid, Eisen und Zink vor (vgl. Tab. 11-13).

Frauen erreichen meist 50-70% der empfohlenen Zufuhr; über 70% erreichen sie bei Eisen, Zink und Magnesium. Die Zufuhr der Männer deckt mindestens 70% der empfohlenen Mengen ab, bei Eisen führen sie durchschnittlich 2 mg mehr als empfohlen zu. Eine Ausnahme stellt die Fluorid-Zufuhr dar; sie ist im Vergleich für beide Geschlechter sehr gering, es werden durchschnittlich weniger als 25% der empfohlenen Zufuhrmenge erreicht. Positiv fallen die Zufuhrwerte von Speisesalz (NaCl) auf; diese liegen durchschnittlich bei ca. 90% der „empfohlenen“ Zufuhrmengen. Die von der DGE genannten 6 g/Tag sollten jedoch weniger als Empfehlung, sondern eher als maximale Zufuhrmenge betrachtet werden. Laut dem Österreichischen Ernährungsbericht 2012 sowie Aussagen der WHO konsumieren Menschen in Europa tendenziell deutlich mehr Speisesalz und überschreiten die 6 g/Tag deutlich. Daher sind die ermittelten Werte als positiv anzusehen, allerdings basieren sie lediglich auf den selbstberichteten Angaben der Probanden. Weiterführende Analysen zur tatsächlichen Versorgung wie beispielsweise im Ernährungsbericht, wurden nicht durchgeführt. Die genauen Werte sind den Tabellen 11-13 zu entnehmen.

Zufriedenstellend²⁹ ist damit die durchschnittliche Zufuhr der Frauen bei Natrium (120%), Magnesium (83%) und Eisen (85%); die der Männer bei Calcium (87%), Magnesium (95%), Iod (82%) und Eisen (120%). Die Zufuhr von Speisesalz entspricht bei beiden in etwa der empfohlenen Menge.

²⁹ max. 20% über oder unter den empfohlenen Mengen

Tabelle 11: Prozentual erreichter Anteil der ermittelten Zufuhrmengen von den empfohlenen Zufuhrmengen in allen Gruppen in P1 (Teil 1)

	Insgesamt (n = 115)		Frauen (n = 61)		Männer (n = 54)	
	MW (SD)	Erreichter Anteil der empfohlenen Zufuhr [%]	MW (SD)	Erreichter Anteil der empfohlenen Zufuhr [%]	MW (SD)	Erreichter Anteil der empfohlenen Zufuhr [%]
Chlorid [mg]	3709 (2017)	116 %	2928 (1231)	127 %	4591 (2354)	200 %
<i>Schätzwert: 2300 mg</i>						
<i>K</i>	3190 (1390)	139 %	3033 (1557)	132 %	3381 (1168)	147 %
<i>PL</i>	4104 (1635)	178 %	3170 (1027)	138 %	5093 (1594)	222 %
<i>PH</i>	3919 (2728)	170 %	2589 (917)	113 %	5395 (3297)	235 %
Kalium [mg]	2655 (1116)	66 %	2386 (1255)	60 %	2960 (848)	74 %
<i>Schätzwert: 4000 mg</i>						
<i>K</i>	2697 (935)	67 %	2590 (1902)	65 %	2826 (874)	71 %
<i>PL</i>	2705 (869)	68 %	2279 (621)	57 %	3157 (880)	79 %
<i>PH</i>	2564 (771)	64 %	2247 (600)	56 %	2916 (802)	73 %
Natrium [mg]	2303 (1299)	154 %	1794 (819)	120 %	2878 (1494)	192 %
<i>Schätzwert: 1500 mg</i>						
<i>K</i>	1989 (935)	133 %	1890 (1016)	126 %	2110 (837)	141 %
<i>PL</i>	2514 (1082)	168 %	1914 (700)	128 %	3149 (1064)	210 %
<i>PH</i>	2456 (1725)	164 %	1576 (639)	105 %	3433 (2023)	229 %
Kochsalz NaCl [g]	5.6 (3.2)	90 %	5.2 (2.8)	86 %	5.6 (3.7)	94 %
<i>Empfohlen: 6 g</i>						
<i>K</i>	5.1 (3.5)	94 %	4.9 (3.3)	82 %	5.4 (3.7)	89 %
<i>PL</i>	5.3 (2.5)	83 %	5.1 (2.6)	84 %	5.6 (2.3)	93 %
<i>PH</i>	5.8 (3.6)	91 %	5.6 (2.3)	93 %	6.1 (4.7)	101 %

Tabelle 12: Prozentual erreichter Anteil der ermittelten Zufuhrmengen von den empfohlenen Zufuhrmengen in allen Gruppen in P1 (Teil 2)

	Insgesamt (n = 115)		Frauen (n = 61)		Männer (n = 54)	
	MW (SD)	Erreichter Anteil der empfohlenen Zufuhr [%]	MW (SD)	Erreichter Anteil der empfohlenen Zufuhr [%]	MW (SD)	Erreichter Anteil der empfohlenen Zufuhr [%]
Calcium [mg]	778 (462)	78 %	699 (360)	70 %	867 (545)	87 %
<i>Referenzwert: 1000 mg</i>						
<i>K</i>	782 (494)	78 %	730 (431)	73 %	844 (566)	84 %
<i>PL</i>	805 (449)	81 %	700 (292)	70 %	915 (559)	92 %
<i>PH</i>	749 (449)	75 %	662 (340)	66 %	846 (539)	85 %
Magnesium [mg]	287 (120)	88 %	249 (125)	83 %	331 (97)	95 %
<i>Referenzwert: 350 bzw. 300 mg</i>						
<i>K</i>	289 (148)	90 %	277 (186)	92 %	304 (83)	87 %
<i>PL</i>	295 (109)	90 %	237 (77)	79 %	357 (106)	102 %
<i>PH</i>	279 (94)	85 %	228 (51)	76 %	335 (100)	96 %
Phosphor [mg]	1071 (455)	153 %	890 (385)	128 %	1265 (453)	181 %
<i>Referenzwert: 700 mg</i>						
<i>K</i>	1027 (475)	147 %	923 (474)	132 %	1153 (457)	165 %
<i>PL</i>	1164 (440)	166 %	937 (343)	134 %	1405 (409)	201 %
<i>PH</i>	1033 (446)	148 %	835 (311)	119 %	1252 (478)	179 %
Iod [µg]	128 (87)	71 %	111 (73)	62 %	147 (97)	82 %
<i>Referenzwert: 180 µg</i>						
<i>K</i>	118 (67)	65 %	120 (83)	67 %	115 (40)	64 %
<i>PL</i>	145 (107)	81 %	108 (61)	60 %	184 (131)	102 %
<i>PH</i>	123 (85)	68 %	102 (71)	57 %	147 (95)	82 %

Tabelle 13: Prozentual erreichter Anteil der ermittelten Zufuhrmengen von den empfohlenen Zufuhrmengen in allen Gruppen in P1 (Teil 3)

	Insgesamt (n = 115)		Frauen (n = 61)		Männer (n = 54)	
	MW (SD)	Erreichter Anteil der empfohlenen Zufuhr [%]	MW (SD)	Erreichter Anteil der empfohlenen Zufuhr [%]	MW (SD)	Erreichter Anteil der empfohlenen Zufuhr [%]
Fluorid [mg]	0.94 (0.5)	28 %	0.89 (0.5)	29 %	1.0 (0.4)	26 %
<i>Richtwert: 3.8 bzw. 3.1 mg</i>						
<i>K</i>	0.94 (0.4)	27 %	0.84 (0.4)	27 %	1.1 (0.4)	28 %
<i>PL</i>	0.98 (0.5)	29 %	0.95 (0.7)	31 %	1.0 (0.4)	27 %
<i>PH</i>	0.90 (0.4)	27 %	0.88 (0.4)	28 %	0.9 (0.4)	25 %
Eisen [mg]	10.1 (4.9)	101 %	8.5 (4.6)	85 %	12 (4.5)	120 %
<i>Referenzwert: 10 mg</i>						
<i>K</i>	10.8 (5.9)	108 %	9.7 (6.3)	97 %	12 (5.2)	120 %
<i>PL</i>	10.0 (4.3)	100 %	8.1 (3.2)	81 %	12 (4.4)	120 %
<i>PH</i>	9.5 (4.2)	95 %	7.3 (2.8)	73 %	12 (4.2)	119 %
Zink [mg]	8.5 (3.6)	81 %	7.2 (2.8)	90 %	9.9 (3.8)	71 %
<i>Referenzwert: 14 bzw. 8 mg³⁰</i>						
<i>K</i>	8.5 (3.8)	84 %	7.8 (3.6)	97 %	9.4 (3.9)	67 %
<i>PL</i>	9.0 (3.8)	84 %	7.1 (2.5)	89 %	11 (3.9)	79 %
<i>PH</i>	7.9 (3.1)	75 %	6.5 (1.7)	82 %	9.4 (3.6)	67 %

³⁰ Da sich die empfohlene Zinkzufuhr nach dem Phytatgehalt der Nahrung richtet, welcher jedoch nicht im Detail bekannt ist, wird die empfohlenen Menge für einen mittleren Phytatgehalt als Referenzwert herangezogen

Die vorliegenden Ergebnisse entsprechen dabei denen des Österreichischen Ernährungsberichtes aus 2012. Ältere Menschen decken demnach über ihre durchschnittliche Zufuhr die empfohlenen Mengen für Mineralstoffe in fast keinem Fall optimal ab.

Trotz zu geringer Zufuhr über die Ernährung zeigen die Resultate der zusätzlich durchgeführten laborchemischen Untersuchungen aus dem Bericht 2012, dass der Status und damit die tatsächliche Versorgung für die meisten Mineralstoffe in Ordnung ist. Eine aktuelle Studie aus Dänemark, die sich wie die Protein Studie auf ältere Menschen und die Proteinzufuhr fokussiert zeigte, dass weniger als 30% der 184 Teilnehmer das Risiko für eine Mangelversorgung aufwiesen. Die Ergebnisse dieser Studie wiesen ebenso wie die vorliegenden Daten auf eine geringe Zufuhr von Iod über die Ernährung auf; sie lag bei 28% der Männer und fast 50% der Frauen unterhalb der Referenzwerte. Herausgestellt wurde in dieser Arbeit außerdem Eisen; das Risiko einer unzureichenden Versorgung betraf ca. 10%. [9]

Ein Review aus 2015 nennt insbesondere Calcium und Magnesium als Mineralstoffe, bei denen das Risiko für eine inadäquate Zufuhr bei mehr als 30% der älteren Menschen gegeben ist [17].

Auch in den Daten aus 2012 werden die Werte von Calcium als auffällig niedrig vermerkt, da sowohl die Zufuhr über die Ernährung als auch der Status eine zu geringe Versorgung aufzeigen. Werden zudem die Ergebnisse aus den Ernährungsberichten 2004, 2008 und 2012 miteinander verglichen, zeigt sich eine tendenziell sinkende Aufnahme im Vergleich mit den Referenzwerten. [24] Die Calciumzufuhr ist auch in diesem Kollektiv mit ca. 700 (w) bzw. 860 (m) mg geringer als die Empfehlungen, es werden aber insbesondere von den Männern durchschnittlich 87% der empfohlenen Menge zugeführt.

Von Fachgesellschaften wird Calcium als einer der kritischen Mineralstoffe im Alter genannt, auch im europäischen Vergleich gilt die Calcium-Zufuhr als nicht ausreichend [5,17,41]. Die aktuellen Referenzwerte für die Zufuhr liegen in Österreich bei 1000 mg, einige Quellen empfehlen jedoch eine Erhöhung auf 1200 mg insbesondere für Frauen über 50 und Männer über 70 Jahre.

Als Gründe für einen möglicherweise höheren Bedarf wird genannt, dass die Absorption von Calcium mit zunehmendem Alter schlechter wird und bei Frauen nach der Menopause das Risiko für Osteoporose zusätzlich erhöht ist. Bisher gibt es jedoch keinen ausreichenden wissenschaftlichen Nachweis, der den Nutzen einer Zufuhr von mehr als 1000mg belegt. [10,16,42]

Dass das Osteoporoserisiko im Alter insbesondere bei Frauen erhöht ist, ist bekannt; eine ausreichende Calcium-Zufuhr ist daher mit Sicherheit ratsam. Zusätzlich ist jedoch auch auf die entsprechend gute Versorgung mit Vitamin D, Energie und Protein zu achten. Körperliche Bewegung kann ebenfalls präventiven Einfluss haben. [7] In einer Studie wird neben der schlechteren Absorption im Alter eine erhöhte Ausscheidung bei hohem Salz- oder Eiweißkonsum als möglicher Grund für einen erhöhten Bedarf aufgeführt [43]. Da ein erhöhter Salzkonsum bei österreichischen Senioren bereits als problematisch erkannt wurde, ist dies also möglicherweise besonders relevant; die vorliegenden Ergebnisse aus der NutriAging Protein Studie weisen keinen erhöhten Verzehr von NaCl nach, auf genaue Ergebnisse wird im Folgenden noch eingegangen.

Calcium zählt zudem zu den Mineralstoffen, die am ehesten von älteren Menschen supplementiert werden, Supplemente werden in den Erhebungen der Protein Studie jedoch nicht berücksichtigt [7].

Aufgrund vorheriger und aktueller Zahlen zur Versorgung, die den empfohlenen Mengen nicht entsprechen und der bisher nicht abschließend geklärten Frage, ob diese Referenzen ausreichend sind, bleibt offen, wie die Versorgung verbessert werden kann bzw. ob Supplementieren eine sinnvolle Ergänzung darstellt. Was jedoch hinsichtlich der Supplementierung von Mikronährstoffen häufiger angemerkt wird, ist die Menge und das möglicherweise erhöhte Risiko regelmäßig zu hohe Mengen zu konsumieren. Hierzu wird stets weiterer Forschungsbedarf angemerkt [26].

Für Iod zeigt sich laut Ernährungsbericht zwar bei ca. 30% der Senioren eine zu geringe Zufuhr zusammen mit einem leicht erniedrigten Status, allerdings weisen die Werte der Schilddrüsenhormone auf eine meist ausreichende Versorgung hin.

Die Daten aus dem Kollektiv der Protein Studie weisen einen durchschnittlichen Zufuhrwert von 100 µg auf, was etwas mehr als 50% der empfohlenen Menge entspricht. Auch im europäischen Vergleich ist die Zufuhr ebenfalls geringer als sie sein sollte [41]. Was bereits im österreichischen Ernährungsbericht angemerkt wird ist, dass die Iod-Zufuhr über Speisesalz oft unterschätzt werden kann.

Iodiertes Speisesalz gilt als gute Quelle für die Zufuhr [16]. Ältere Menschen nehmen durchschnittlich 6g Salz pro Tag zu sich; wenn davon nur die Hälfte iodiert ist, würden über 50% aller älteren Menschen mehr als die empfohlene Menge zu sich nehmen [24,44]. In Österreich ist seit 1990 der Iod-Gehalt von Speisesalz erhöht und die Versorgung seitdem deutlich besser. [16]

Die Zufuhr an Zink wird im Österreichischen Ernährungsbericht von 2012 grundlegend als zufriedenstellend angesehen, da die Referenzwerte von knapp 40% der älteren Menschen erreicht werden. Dennoch war bei 60% der Plasmaspiegel leicht erniedrigt, bei 30% der Frauen und bei mehr als 60% der Männer lag die Zufuhr über die Ernährung unterhalb der wünschenswerten Menge.

Die Österreichische Gesellschaft für Ernährung (ÖGE) benennt Zink als kritischen Mineralstoff für ältere Menschen auf Basis der Daten des Ernährungsberichtes. Reviews und Studien, die sich mit Daten aus verschiedenen europäischen Ländern beschäftigen, schätzen das Risiko einer zu geringen Zinkzufuhr hingegen als eher gering ein. [21,22] Die aktuell vorliegenden Daten weisen insbesondere bei Frauen eine gute Zufuhr nach; sie erreichen durchschnittlich 90% der empfohlenen Zufuhrmenge, Männer hingegen nur knapp 70%. Eine Steigerung der Zufuhr bei den Männern wäre demnach wünschenswert.

Lieferanten für Zink sind neben Fleisch und Eiern auch Milchprodukte. Fleisch scheint zumindest auf Basis der Daten von 2012 mehr als ausreichend konsumiert zu werden, zu wenig werden jedoch Milchprodukte und Eier konsumiert [24], was für die geringere Zink-Zufuhr bei Männern mit verantwortlich sein kann. Anhand einer parallelen Arbeit zur Protein Studie von Frau Hofbauer kann der aktuelle Konsum dieser Produkte erneut beurteilt werden.

Als kritisch beurteilt wird die deutlich erhöhte Zufuhr von Natriumchlorid über Kochsalz. Hierbei überstieg in 2012 die durchschnittliche tägliche Zufuhr der Senioren von 10g/Tag die Empfehlung von max. 6g/Tag deutlich. Das betrifft mehr als 60% der älteren Menschen und sollte reduziert werden. [24] Aktuelle Ergebnisse aus der Protein Studie weisen einen durchschnittlichen Verzehr von 5-6 g/Tag nach (s. Tab. 5). Anders als im Österreichischen Ernährungsbericht oder von der WHO als deutlich zu hoch angemerkt, würden bei diesem Verzehr die Empfehlungen genau erreicht, teilweise würden sie sogar unterschritten. Das „Zusalzen“ im eigenen Haushalt wurde in der Protein Studie nicht extra erfasst, die Angaben beruhen auf den von den Probanden geschätzten Mengen. Laut einer Studie zum Konsum von Speisesalz in Österreich macht das Zusalzen jedoch auch einen eher geringen Anteil (ca. 22%) am gesamten Verzehr aus, der größte Anteil wird verarbeitete Lebensmittel zugeführt. Erwähnt wird in dieser Studie ebenfalls, dass die Zufuhr von Speisesalz häufig unterschätzt wird (in 29-41% der Fälle). [30] Dass die hier vorliegenden 5-6 g/Tag nicht dem tatsächlichen Verzehr entsprechen ist daher möglich.

Laut aktuellen Ergebnissen liegt die Zufuhr von Chlorid, Natrium und Phosphor besonders bei den Männern deutlich über den Empfehlungen. Von allen drei Mineralstoffen werden durchschnittlich 80% mehr verzehrt als empfohlen. Ein Risiko durch die jeweils erhöhte Zufuhr von Chlorid und Natrium (fast doppelt so viel wie empfohlen) ist jedoch nicht zu erwarten. In Industrieländern ist eine Überschreitung häufig zu beobachten, die tolerierbare Menge wird aber längst nicht erreicht. [16]

Insbesondere die Fluorid-Zufuhr ist über die Ernährung offensichtlich zu gering, was sich jedoch mit den Erläuterungen der D-A-CH Referenzwerte deckt; demnach wird Fluorid nur in geringen Mengen über die Nahrung zugeführt. Der Bedarf wird eher über Trinkwasser oder fluoridiertes Speisesalz gedeckt. Dies über ein Erinnerungsprotokoll exakt zu erheben scheitert jedoch häufig daran, dass sich die Probanden nicht so genau erinnern können bzw. sich nicht bewusst sind, ob das konsumierte Wasser oder Speisesalz fluoridiert ist. [16]

Hinsichtlich der hier und im Folgenden eingebundenen und diskutierten Studienergebnisse gilt es zu beachten, dass zur Beurteilung der Versorgung mit Mineralstoffen selbst im europäischen Raum häufig verschiedene Referenzwerte herangezogen werden. Das erschwert die Vergleichbarkeit der Ergebnisse. Für die Ergebnisse dieser Studie und die des Österreichischen Ernährungsberichtes sind dieselben Werte als Referenz verwendet worden, weshalb diese Vergleiche am aussagekräftigsten sind.

Eine Schwäche der Methodik, die häufiger auch in anderen Arbeiten erwähnt wird ist, dass ein Risiko für Underreporting besteht. Dies kann besonders die hier befragte Altersgruppe betreffen, da das Risiko mit zunehmendem Alter stark schwankt, jedoch deutlich höher ist als bei jüngeren Erwachsenen [21]. Dieses wurde in der Protein Studie insofern relativiert, dass die Probanden über einen längeren Zeitraum hinweg befragt wurden und mit Durchschnittswerten analysiert wurde. Einzelne Tage, an denen verzehrte Produkte vergessen oder als geringer angegeben wurden, haben somit weniger Gewicht. Außerdem war über die Befragungen hinweg zu beobachten, dass die Probanden sich an den Ablauf gewöhnen. Zur eigenen Unterstützung und um den Ablauf zu beschleunigen begannen sie, sich alle konsumierten Produkte inklusive der Mengen für den entsprechenden Tag genau zu notieren. Aus diesem Grund kann zumindest das Risiko, etwas zu vergessen als geringer eingestuft werden. Bestehen bleibt, dass die Probanden möglicherweise auch unterbewusst dazu neigen an den entsprechenden Tagen weniger oder bewusster zu essen als sonst.

5.3 Entwicklung der Energie- und Mineralstoffzufuhr im Verlauf der Studie (P1-P3)

Die Entwicklung der Zufuhr über den zeitlichen Verlauf wird analysiert, um mögliche Veränderungen der durchschnittlichen Zufuhr herauszuarbeiten, die bei einer längerfristigen Erhebung aufscheinen können. Für die Entwicklung der Kontrollgruppe liegen alle relevanten Daten vor, weshalb die Überprüfung auf Veränderungen verlässliche Ergebnisse liefert.

Für die Entwicklung in den Interventionsgruppen und einen Vergleich dieser mit den Entwicklungen in der Kontrollgruppe, um den Einfluss der Ernährungsintervention abschätzen zu können, fehlen die genauen Mineralstoffgehalte einiger Produkte. Aus diesem Grund können nur hypothetische Aussagen zu Diskussionszwecken eingebracht und anhand der Entwicklung der Zufuhr und der Nährstoffdichte mögliche Tendenzen aufgezeigt werden. Dennoch können die Tendenzen wichtige Anstöße für weitere Untersuchungen und die Relevanz weiterer Analysen geben.

5.3.1 Entwicklung der Energie- und Mineralstoffzufuhr im Verlauf der Studie innerhalb der Kontrollgruppe

Die Mineralstoffzufuhr wurde über die gesamte Dauer von 17 Wochen regelmäßig im Rahmen von 24h-Erinnerungsprotokollen erfasst. Zunächst wird nur die Entwicklung innerhalb der Kontrollgruppe analysiert, da hierfür alle relevanten Daten vorliegen. Das Kollektiv umfasst im Rahmen dieser Analyse 42 Probanden, davon 19 Männer und 23 Frauen.

Die Analyse der Zufuhr im Verlauf der Studie erfolgt mittels ANOVA mit Messwiederholung. Verglichen wird die durchschnittliche Zufuhr in den Phasen 1 bis 3. Varianzhomogenität war nicht für alle Zeitpunkte gegeben; bei Verletzung dieser wurde die Greenhouse-Geisser ($\epsilon < 0.75$) bzw. Huynh-Feldt Korrektur ($\epsilon > 0.75$) angewendet.

Bei Chlorid ($p < 0.01^{31}$), Natrium ($p < 0.01$) und Iod ($p = 0.021$) unterscheidet sich die Zufuhr in P1 signifikant von der in P2; in P1 ist die Zufuhr jeweils signifikant geringer (s. Abb. 6 und 7). Auffällig ist, dass die Zufuhr aller drei Mineralstoffe in P3 wieder sinkt; sie ist also nur in P2 erhöht und das, obwohl sich die Ernährung der Probanden in der Kontrollgruppe nicht verändert haben sollte. Wodurch dieser Anstieg entsteht ist nicht eindeutig identifizierbar.

Nur bei Iod ist der Unterschied zwischen P2 und P3 signifikant ($p < 0.01$) und die Zufuhr in P3 nahezu identisch zu der zu Beginn (P1). Bei Chlorid und Natrium liegt die Zufuhr von P3 erkennbar über der in P1, die Unterschiede sind jedoch nicht

signifikant (Chlorid P1-P3: $p = 0.052$, Natrium P1-P3: $p = 0.077$). Für alle anderen Mineralstoffe ist die Zufuhr über die Phasen hinweg nicht signifikant verschieden, dies trifft ebenfalls für die Energiezufuhr zu (s. Tab. 15-17).

Statuswerte zur Beurteilung der tatsächlichen Versorgung fehlen zwar, aber die Ergebnisse geben zumindest ein verlässliches Bild zur durchschnittlichen Zufuhr über die Ernährung. Da bis auf drei Ausnahmen keine signifikanten Unterschiede in den Phasen im Vergleich zu P1 entstehen, verändert sich die Abweichung von den Referenzwerten ebenfalls nicht signifikant und wird nicht separat dargestellt.

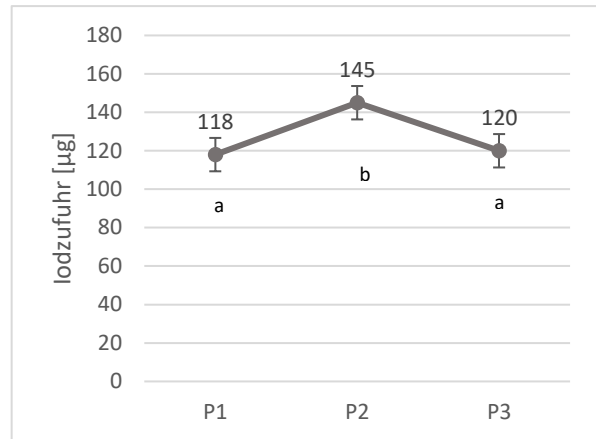


Abbildung 6: Durchschnittliche Iod-Zufuhr im Verlauf der Studie innerhalb der Kontrollgruppe

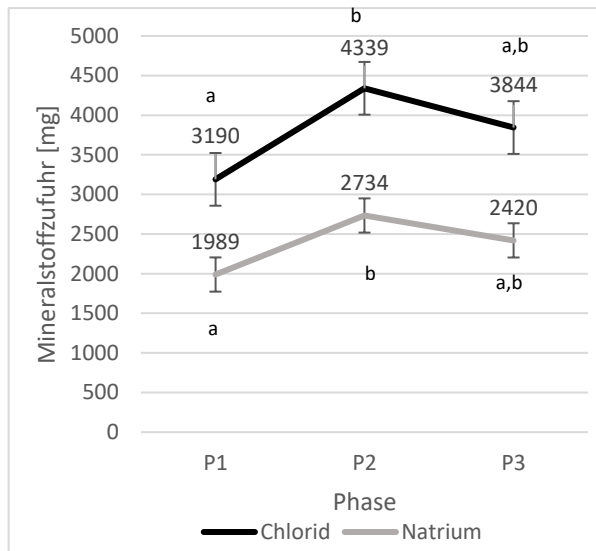


Abbildung 7: Durchschnittliche Zufuhr von Chlorid und Natrium im Verlauf der Studie innerhalb der Kontrollgruppe

³¹ Anpassung für Mehrfachvergleiche: Bonferroni

Die in P1 identifizierten Mineralstoffe, deren Zufuhr zumindest rein über die Ernährung als suboptimal betrachtet werden kann, bestätigt sich damit.

Die Zufuhr allein gibt jedoch nicht Aufschluss über die tatsächliche Mineralstoffversorgung, denn die Absorption dieser wird von vielen Faktoren beeinflusst. Die Art der Zubereitung und in welcher Kombination die Lebensmittel verzehrt werden, kann bereits für erhebliche Unterschiede der verfügbaren Mineralstoffmengen sorgen; hinzu kommen beispielsweise altersbedingte Veränderungen des Verdauungstraktes, welche eine geringere Absorption mancher Mineralstoffe zur Folge haben können.

Die Ergebnisse zeigen jedoch auch, dass sich die Kontrollgruppe den Vorgaben entsprechend verhält und ihre gewohnte Ernährungsweise beibehält. Da sich im Verlauf der Studie kaum signifikante Veränderungen in dieser Gruppe ergeben, eignen sich diese Daten gut als Vergleichswerte für die Entwicklungen in den anderen Gruppen. Eine Betrachtung der durchschnittlichen Zufuhr der Kontrollgruppe im Vergleich zur Zufuhr aller Probanden in P1 zeigt, dass die Zufuhr in der Kontrollgruppe durchschnittlich sehr ähnlich zu der aller Probanden in P1 ist; diese Zufuhrwerte aus P1 sollten möglichst die durchschnittliche Versorgung mit Mineralstoffen über die Ernährung bei älteren Menschen in Österreich darstellen. Die Werte zur Zufuhr in P1 basieren jeweils auf einem Interview, die in der Kontrollgruppe auf mind. sechs. Da die Zufuhrmengen sehr ähnlich sind, kann also davon ausgehen, dass die Werte in P1 die „normale“ Ernährung in dieser Altersgruppe gut abbilden und somit auch eine gute Vergleichsgruppe darstellen (s. Tab. 14).

Tabelle 14: Vergleich der Zufuhrwerte aller Probanden in P1 und der mittleren Zufuhrmenge in der Kontrollgruppe im gesamten Verlauf

	Zufuhr insges. In P1 (n = 115)			Mittlere Zufuhr in K (n=42)		
	MW (SD)	Min	Max	MW (SD)	Min	Max
Chlorid [mg]	3709 (2017)	670	11 313	3791 (1070)	1582	5928
Kalium [mg]	2655 (1116)	804	10 499	2808 (939)	1212	7510
Natrium [mg]	2303 (1299)	373	7252	2381 (698)	812	3648
Natriumchlorid [g]	5.4 (3.2)	0.8	18	5.1 (1.9)	2.0	9.0
Calcium [mg]	778 (462)	217	3022	751 (238)	302	1331
Magnesium [mg]	287 (120)	101	1046	304 (112)	136	864
Phosphor [mg]	1071 (455)	235	2523	1064 (310)	419	2052
Iod [µg]	128 (87)	17	638	127 (46)	37	247
Fluorid [mg]	0.94 (0.5)	0.3	2.7	0.95 (0.37)	0.00	2.0
Eisen [mg]	10 (4.9)	3.3	35	11 (4.0)	4.6	28
Zink [mg]	8.5 (3.6)	2.4	20	8.8 (2.5)	4.6	17

5.3.2 Entwicklung der Mineralstoffzufuhr sowie der Mineralstoffdichte im Verlauf der Studie in den Interventionsgruppen verglichen mit der Kontrollgruppe

Die Entwicklungen der Mineralstoffzufuhr in den Interventionsgruppen im Vergleich zur Kontrollgruppe werden betrachtet, um Tendenzen zu erkennen, wie sich die Veränderung der Ernährung in PL und PH auf die Mineralstoffzufuhr auswirken kann. Da jedoch für einige Produkte die Mineralstoffgehalte fehlen, sind in den ermittelten Zufuhrwerten die Produkte nicht berücksichtigt worden. Daher ist davon auszugehen, dass die tatsächliche Zufuhr bei einigen Mineralstoffen höher ausfällt, wenn die Produkte hinzugezogen würden. Die hier diskutierten Ergebnisse stellen daher nur Tendenzen dar, können jedoch erste Aufschlüsse darüber geben, welche Mineralstoffe besonders von der veränderten Ernährung beeinflusst werden. Betrachtet wird zum einen die absolute Zufuhr im Vergleich zur Kontrollgruppe. Zum anderen, um eine Vergleichbarkeit zu ermöglichen, die Entwicklung der Mineralstoffdichte im Studienverlauf in allen drei Gruppen.

Zur Analyse der Zufuhr der einzelnen Mineralstoffe wird zwischen den Phasen zunächst eine ANOVA mit Messwiederholung durchgeführt. Nicht immer ist dabei Varianzhomogenität gegeben. Falls dies nicht der Fall ist, wird eine Huynh-Feldt-Korrektur ($\epsilon > 0.75$) bzw. eine Greenhouse-Geisser Korrektur ($\epsilon < 0.75$) bei der Auswertung vorgenommen.

Wird nicht nur die Phase als signifikanter Einflussfaktor identifiziert, kann zusätzlich eine einfaktorielle ANOVA herangezogen werden. Es gilt so herauszufinden, in welcher Phase sich welche Gruppen in der Zufuhr unterscheiden und in welchem Umfang. Ist dabei Varianzhomogenität gegeben, wird eine Korrektur durch den Tukey Post Hoc angewendet; ist diese nicht gegeben, werden die robusteren Ergebnisse der Welch-ANOVA herangezogen sowie die Games-Howell Korrektur.

Tabelle 15: Signifikante Unterschiede in der Mineralstoffzufuhr zwischen den Phasen im gesamten Kollektiv sowie unterteilt nach Interventionsgruppen (Teil 1)

	Insgesamt (n=115)		K (n = 42)		PL (n = 35)		PH (n = 38)	
	MW (SD)	p^{32}	MW (SD)	p	MW (SD)	p	MW (SD)	p
Chlorid [mg]								
P1	3709 (2017) ^a		3190 (1390) ^a		4104 (1635) ^a		3919 (2728) ^a	
P2	3707 (1517) ^a	.008' **	4339 (1286) ^b	.000 **	3604 (1795) ^a	.002' **	3105 (1211) ^{a,b}	.030' *
P3	3236 (1314) ^b		3844 (1556) ^{a,b}		2886 (1016) ^b		2888 (1012) ^b	
Kalium [mg]								
P1	2655 (1116)		2697 (935)		2705 (869)		2564 (771) ^a	
P2	2566 (889)	.065'	2871 (1018)	.509'	2609 (849)	.091'	2187 (608) ^b	.000 **
P3	2456 (851)		2857 (833)		2377 (868)		2085 (662) ^b	
Natrium [mg]								
P1	2303 (1299) ^a		1989 (935) ^a		2514 (1082) ^a		2456 (1725) ^a	
P2	2284 (1001) ^a	.006' **	2734 (855) ^b	.000 **	2201 (1159) ^a	.001 **	1864 (789) ^{a,b}	.015' *
P3	1981 (869) ^b		2420 (1024) ^{a,b}		1723 (621) ^b		1733 (681) ^b	
Kochsalz NaCl [g]								
P1	5.4 (3.2)		5.1 (3.5)		5.3 (2.5)		5.8 (3.6)	
P2	5.4 (2.4)	.051'	5.6 (2.0)	.079'	5.0 (2.0)	.481	5.4 (3.1)	.316
P3	4.7 (2.1)		4.6 (1.8)		4.7 (2.2)		4.9 (2.4)	
Calcium [mg]								
P1	778 (462) ^a		782 (494)		805 (449)		749 (449)	
P2	706 (298) ^{a,b}	.020' *	761 (271)	.499	679 (263)	.039' *	671 (350)	.254'
P3	664 (270) ^b		710 (244)		619 (265)		656 (301)	

³² * = $p < 0.05$ daher signifikant / ** = $p < 0.01$ daher hoch signifikant, ' = Ergebnisse basieren auf der ANOVA mit Messwiederholung mit Greenhouse-Geisser ($\epsilon < .75$) bzw. Huynh-Feldt ($\epsilon > .75$) Korrektur, da die Voraussetzung der Sphärizität verletzt ist

Tabelle 16: Signifikante Unterschiede in der Mineralstoffzufuhr zwischen den Phasen im gesamten Kollektiv sowie unterteilt nach Interventionsgruppen (Teil 2)

	Insgesamt (n=115)		K (n = 42)		PL (n = 35)		PH (n = 38)	
	MW (SD)	p^{33}	MW (SD)	p	MW (SD)	p	MW (SD)	p
Magnesium [mg]								
P1	287 (120) ^a		289 (148)		295 (109) ^a		279 (94) ^a	
P2	272 (108) ^{a,b}	.005' **	314 (134)	.265'	268 (91) ^{a,b}	.016' *	229 (68) ^b	.000' **
P3	261 (90) ^b		308 (91)		248 (85) ^b		222 (67) ^b	
Phosphor [mg]								
P1	1071 (455) ^a		1027 (475)		1164 (440)		1033 (446)	
P2	970 (357) ^b	.000' **	1094 (374)	.525'	941 (338)	.000' **	861 (320)	.001' **
P3	938 (323) ^b		1071 (295)		876 (302)		849 (332)	
Jodid [µg]								
P1	128 (87) ^{a,b}		118 (67) ^a		145 (107)		123 (85)	
P2	126 (56) ^a	.034' *	145 (60) ^b	.005 **	118 (48)	.039' *	114 (53)	.439'
P3	111 (47) ^b		120 (42) ^a		105 (44)		107 (55)	
Fluorid [mg]								
P1	0.94 (0.5)		0.94 (0.4)		0.98 (0.5)		0.90 (0.4)	
P2	0.90 (0.43)	.229	0.99 (0.43)	.305	0.92 (0.46)	.399	0.79 (0.38)	.095'
P3	0.90 (0.44)		0.93 (0.38)		0.92 (0.56)		0.84 (0.38)	
Eisen [mg]								
P1	10.1 (4.9)		10.8 (5.9)		10.0 (4.3)		9.5 (4.2) ^a	
P2	9.8 (4.1)	.119'	11.9 (4.9)	.335	9.3 (3.5)	.121	8.0 (2.5) ^b	.003' **
P3	9.4 (3.7)		12 (3.6)		8.8 (3.5)		7.6 (2.7) ^b	

³³ * = $p < 0.05$ daher signifikant / ** = $p < 0.01$ daher hoch signifikant, ' = Ergebnisse der ANOVA mit Greenhouse-Geisser ($\epsilon < .75$) bzw. Huynh-Feldt ($\epsilon > .75$) Korrektur, da die Voraussetzung der Sphärizität verletzt ist

Tabelle 17: Signifikante Unterschiede in der Mineralstoffzufuhr zwischen den Phasen im gesamten Kollektiv sowie unterteilt nach Interventionsgruppen (Teil 3)

	Insgesamt (n=115)		K (n = 42)		PL (n = 35)		PH (n = 38)	
	MW (SD)	p^{34}	MW (SD)	p	MW (SD)	p	MW (SD)	p
Zink [mg]								
P1	8.5 (3.6) ^a		8.5 (3.8)		9.0 (3.8) ^a		7.9 (3.1)	
P2	8.1 (3.1) ^{a,b}	.005' **	9.3 (3.2)	.239	8.1 (3.0) ^{a,b}	.006' **	6.8 (2.6)	.038 *
P3	7.6 (2.6) ^b		8.6 (2.2)		7.1 (2.8) ^b		6.8 (2.7)	

³⁴ * = $p < 0.05$ daher signifikant / ** = $p < 0.01$ daher hoch signifikant, ' = Ergebnisse der ANOVA mit Greenhouse-Geisser ($\epsilon < .75$) bzw. Huynh-Feldt ($\epsilon > .75$) Korrektur, da die Voraussetzung der Sphärizität verletzt ist

Tabelle 18: Zufuhrmengen der einzelnen Mineralstoffe sowie signifikante Unterschiede zwischen Männern und Frauen und zwischen den Gruppen in P2 (Teil 1)

	Insgesamt (n = 115)				Frauen (n = 61)				Männer (n = 54)			
	MW (SD)	Min	Max	<i>p</i> ³⁵	MW (SD)	Min	Max	<i>p</i>	MW (SD)	Min	Max	<i>p</i>
Chlorid [mg]	3707 (1517)	1262	10 952		3462 (1586)	1262	10 952		3985 (1398)	1566	6634	
p								.064				
<i>K</i>	4339 (1286) ^a	2037	6843		4052 (1299) ^a	2037	6843		4686 (1213) ^a	2641	6403	
<i>PL</i>	3604 (1795) ^{a,b}	1450	10 952	.001**	3552 (2181) ^{a,b}	1450	10 952	<i>0.017*</i>	3659 (1336) ^{a,b}	1808	6634	.022*
<i>PH</i>	3105 (1211) ^b	1262	6286		2701 (835) ^b	1262	3895		3553 (1416) ^b	1566	6286	
Kalium [mg]	2566 (889)	939	7529		2384 (1047)	939	7529		2771 (615)	1311	3880	
p								.019*				
<i>K</i>	2871 (1018) ^a	1507	7529		2647 (1267)	1507	7529		3143 (506) ^a	2223	3880	
<i>PL</i>	2609 (849) ^{a,b}	1090	5213	.002**	2390 (1026)	1090	5213	<i>0.205</i>	2841 (550) ^b	1991	3813	.000**
<i>PH</i>	2187 (608) ^b	939	3201		2075 (691)	939	3076		2312 (489) ^b	1311	3201	
Natrium [mg]	2284 (1001)	692	7124		2134 (1050)	692	7124		2454 (923)	878	4211	
p								.087				
<i>K</i>	2734 (855) ^a	1213	4260		2578 (900) ^a	1213	4260		2924 (778) ^a	1519	4211	
<i>PL</i>	2201 (1159) ^b	799	7124	.000**	2139 (1388) ^{a,b}	799	7124	0.009**	2267 (895) ^{a,b}	1034	4045	.018*
<i>PH</i>	1864 (789) ^b	692	4041		1619 (548) ^b	692	2471		2136 (932) ^b	878	4041	
Kochsalz NaCl [g]	5.4 (2.4)	1.3	18		5.3 (2.6)	1.3	18		5.4 (2.1)	2.2	11	
p								.891				
<i>K</i>	5.6 (2.0)	2.0	11		5.2 (2.0)	2.0	8.9		6.2 (1.9)	3.3	11	
<i>PL</i>	5.0 (2.0)	1.9	9.7	<i>.490</i>	5.4 (2.1)	1.9	9.7	<i>.925</i>	4.5 (1.9)	2.8	8.2	<i>.054</i>
<i>PH</i>	5.5 (3.1)	1.3	18		5.4 (3.7)	1.3	18		5.5 (2.4)	2.2	10	

³⁵ Alle p-Werte für mögliche signifikante Unterschiede *zwischen den Gruppen sind in kursiv* angegeben, die für Unterschiede **zwischen Männern und Frauen in fett**

K (n=42, 23; Frauen, 19 Männer), **PL** (n=35; 18 Frauen, 17 Männer), **PH** (n=38; 20 Frauen, 18 Männer)

[°] p-Werte basierend auf dem Welch-Test, da keine Varianzhomogenität gegeben ist; * p < 0.05 daher signifikant / ** p < 0.01 daher hoch signifikant

Tabelle 19: Zufuhrmengen der einzelnen Mineralstoffe sowie signifikante Unterschiede zwischen Männern und Frauen und zwischen den Gruppen in P2 (Teil 2)

Insgesamt (n = 115)					Frauen (n = 61)				Männer (n = 54)			
	MW (SD)	Min	Max	<i>p</i> ³⁶	MW (SD)	Min	Max	<i>p</i>	MW (SD)	Min	Max	<i>p</i>
Calcium [mg]	706 (298)	224	1517		670 (308)	224	1458		748 (283)	313	1517	
p								.158				
<i>K</i>	761 (271)	301	1458		717 (313)	301	1458		813 (206)	472	1285	
<i>PL</i>	679 (263)	268	1392	.333	668 (272)	268	1392	0.567	691 (260)	340	1202	.428
<i>PH</i>	671 (350)	224	1517		616 (336)	224	1428		733 (365)	313	1517	
Magnesium [mg]	272 (108)	105	988		242 (123)	105	988		306 (76)	133	472	
p								.001**				
<i>K</i>	314 (134) ^a	157	988		286 (168)	157	988		348 (63) ^a	234	460	
<i>PL</i>	268 (91) ^{a,b}	120	472	.002**	236 (90)	120	457	0.053	302 (82) ^{a,b}	182	472	.003**
<i>PH</i>	229 (68) ^b	105	407		196 (58)	105	299		266 (60) ^b	133	407	
Phosphor [mg]	970 (357)	357	2468		858 (366)	352	2468		1097 (302)	549	1696	
p								.000**				
<i>K</i>	1094 (374) ^a	492	2468		973 (446)	492	2468		1240 (183) ^a	981	1645	
<i>PL</i>	941 (338) ^{a,b}	375	1696	.011*	835 (296)	375	1624	0.125	1053 (352) ^{a,b}	568	1696	.010°**
<i>PH</i>	861 (320) ^b	352	1652		748 (293)	352	1457		987 (309) ^b	549	1652	
Iod [µg]	126 (56)	45	312		122 (61)	45	278		131 (49)	69	312	
p								.421				
<i>K</i>	145 (60) ^a	48	312		140 (65)	48	278		150 (54)	80	312	
<i>PL</i>	118 (48) ^{a,b}	46	256	.023*	109 (50)	46	243	0.186	127 (45)	84	256	.079
<i>PH</i>	114 (53) ^b	45	252		113 (61)	45	252		114 (44)	69	212	

³⁶ Alle p-Werte für mögliche signifikante Unterschiede *zwischen den Gruppen sind in kursiv* angegeben, die für Unterschiede **zwischen Männern und Frauen in fett** K (n=42, 23; Frauen, 19 Männer), **PL** (n=35; 18 Frauen, 17 Männer), **PH** (n=38; 20 Frauen, 18 Männer)

° p-Werte basierend auf dem Welch-Test, da keine Varianzhomogenität gegeben ist; * p < 0.05 daher signifikant / ** p < 0.01 daher hoch signifikant

Tabelle 20: Zufuhrmengen der einzelnen Mineralstoffe sowie signifikante Unterschiede zwischen Männern und Frauen und zwischen den Gruppen in P2 (Teil 3)

	Insgesamt (n = 115)				Frauen (n = 61)				Männer (n = 54)			
	MW (SD)	Min	Max	<i>p</i> ³⁷	MW (SD)	Min	Max	<i>p</i>	MW (SD)	Min	Max	<i>p</i>
Fluorid [mg]	0.90 (0.43)	0.30	2.4		0.87 (0.49)	0.30	2.4		0.94 (0.35)	0.40	1.8	
p								.381				
<i>K</i>	0.99 (0.43)	0.30	2.0		0.92 (0.47)	0.30	2.0		1.1 (0.37) ^a	0.6	1.8	
<i>PL</i>	0.92 (0.46)	0.40	2.4	<i>.111</i>	0.89 (0.57)	0.40	2.4	<i>0.724</i>	0.95 (0.33) ^{a,b}	0.50	1.5	<i>.030*</i>
<i>PH</i>	0.79 (0.38)	0.30	2.3		0.80 (0.46)	0.30	2.3		0.78 (0.28) ^b	0.40	1.5	
Eisen [mg]	9.8 (4.1)	3.6	33.4		8.6 (4.4)	3.6	33.4		11 (3.4)	4.7	22	
p								.001**				
<i>K</i>	12 (4.9) ^a	5.1	33.4		11 (5.8) ^a	5.1	33.4		14 (2.8) ^a	10	22	
<i>PL</i>	9.3 (3.5) ^b	3.6	17.7	<i>.000**</i>	8.3 (3.4) ^{a,b}	3.6	16.8	<i>0.017*</i>	10 (3.3) ^b	6.5	18	<i>.000**</i>
<i>PH</i>	8.0 (2.5) ^b	3.6	15.8		6.8 (1.7) ^b	3.6	9.7		9.3 (2.6) ^b	4.7	16	
Zink [mg]	8.1 (3.1)	2.9	20.2		7.3 (3.1)	2.9	20.2		9.0 (2.9)	3.8	16	
p								.002**				
<i>K</i>	9.3 (3.2) ^a	4.3	20.2		8.3 (3.7)	4.3	20.2		11 (1.7) ^a	7.7	14	
<i>PL</i>	8.1 (3.0) ^{a,b}	3.0	15.5	<i>.001**</i>	7.3 (2.6)	3.0	13.5	<i>0.055</i>	8.9 (3.3) ^{a,b}	4.6	16	<i>.004° **</i>
<i>PH</i>	6.8 (2.6) ^b	2.9	14.5		6.1 (2.2)	2.9	10.8		7.7 (2.9) ^b	3.8	15	

³⁷ Alle p-Werte für mögliche signifikante Unterschiede *zwischen den Gruppen sind in kursiv* angegeben, die für Unterschiede **zwischen Männern und Frauen in fett**

K (n=42, 23; Frauen, 19 Männer), **PL** (n=35; 18 Frauen, 17 Männer), **PH** (n=38; 20 Frauen, 18 Männer)

° p-Werte basierend auf dem Welch-Test, da keine Varianzhomogenität gegeben ist; * p < 0.05 daher signifikant / ** p < 0.01 daher hoch signifikant

Tabelle 21: Zufuhrmengen der einzelnen Mineralstoffe sowie signifikante Unterschiede zwischen Männern und Frauen und zwischen den Gruppen in P3 (Teil 1)

	Insgesamt (n = 115)				Frauen (n = 61)				Männer (n = 54)			
	MW (SD)	Min	Max	<i>p</i> ³⁸	MW (SD)	Min	Max	<i>p</i>	MW (SD)	Min	Max	<i>p</i>
Chlorid [mg]	3236 (1314)	1091	7837		2973 (1330)	1091	7728		3534 (1240)	1212	7837	
p								.021 *				
<i>K</i>	3844 (1556) ^a	1657	7837		3574 (1589) ^a	1657	7728		4171 (1491) ^a	2123	7837	
<i>PL</i>	2886 (1016) ^b	1091	4769	.003° **	2690 (1096) ^{a,b}	1091	4459	.019 **	3093 (910) ^b	1212	4769	.041° *
<i>PH</i>	2888 (1012) ^b	1226	5080		2536 (935) ^b	1226	4811		3279 (972) ^{a,b}	1938	5080	
Kalium [mg]	2456 (851)	761	5506		2343 (915)	822	5506		2584 (760)	761	4742	
p								.129				
<i>K</i>	2857 (833) ^a	1325	4742		2687 (842) ^a	1325	4501		3063 (797) ^a	1926	4742	
<i>PL</i>	2377 (868) ^b	1253	5506	.000**	2294 (1053) ^{a,b}	1253	5506	.040 **	2465 (637) ^b	1425	3482	.001 **
<i>PH</i>	2085 (662) ^b	761	3758		1990 (744) ^b	822	3758		2191 (557) ^b	761	3017	
Natrium [mg]	1981 (869)	471	5191		1818 (891)	471	5165		2165 (812)	667	5191	
p								.032 *				
<i>K</i>	2420 (1024) ^a	829	5191		2281 (1051) ^a	829	5165		2588 (992) ^a	1243	5191	
<i>PL</i>	1723 (621) ^b	471	2889	.001° **	1597 (688) ^b	471	2889	.005 **	1857 (528) ^b	667	2579	.031° *
<i>PH</i>	1733 (681) ^b	542	3162		1484 (617) ^b	542	3000		2010 (656) ^{a,b}	1065	3162	
Kochsalz NaCl [g]	4.7 (2.1)	1.2	13		4.5 (2.1)	1.2	13		5.0 (2.1)	1.7	12	
p								.188				
<i>K</i>	4.6 (1.8)	1.9	8.6		4.0 (1.4)	1.9	7.2		5.3 (1.9)	2.3	8.6	
<i>PL</i>	4.7 (2.2)	1.2	13	.839	4.8 (2.8)	1.2	13	.415	4.5 (1.3)	2.4	6.7	.531
<i>PH</i>	4.9 (2.4)	1.2	12		4.6 (2.2)	1.2	11		5.1 (2.7)	1.7	5.0	

³⁸ Alle p-Werte für mögliche signifikante Unterschiede *zwischen den Gruppen sind in kursiv* angegeben, die für Unterschiede **zwischen Männern und Frauen in fett**

K (n=42, 23; Frauen, 19 Männer), **PL** (n=35; 18 Frauen, 17 Männer), **PH** (n=38; 20 Frauen, 18 Männer)

° p-Werte basierend auf dem Welch-Test, da keine Varianzhomogenität gegeben ist, * p < 0.05 daher signifikant / ** p < 0.01 daher hoch signifikant

Tabelle 22: Zufuhrmengen der einzelnen Mineralstoffe sowie signifikante Unterschiede zwischen Männern und Frauen und zwischen den Gruppen in P3 (Teil 2)

Insgesamt (n = 115)					Frauen (n = 61)				Männer (n = 54)			
	MW (SD)	Min	Max	<i>p</i> ³⁹	MW (SD)	Min	Max	<i>p</i>	MW (SD)	Min	Max	<i>p</i>
Calcium [mg]	664 (270)	218	1340		633 (286)	218	1340		700 (249)	308	1206	
p								.190				
<i>K</i>	710 (244)	301	1162		616 (219)	301	1128		823 (228) ^a	392	1162	
<i>PL</i>	619 (265)	218	1252	.335	651 (321)	218	1252	.928	585 (191) ^b	314	936	.012 *
<i>PH</i>	656 (301)	289	1340		637 (332)	289	1340		678 (271) ^{a,b}	308	1206	
Magnesium [mg]	261 (90)	100	559		240 (89)	100	559		286 (84)	104	496	
p								.005 **				
<i>K</i>	308 (91) ^a	149	559		280 (88) ^a	149	559		342 (85) ^a	200	496	
<i>PL</i>	248 (85) ^b	118	469	.000 **	234 (93) ^{a,b}	118	469	.008 **	262 (77) ^b	165	437	.001 **
<i>PH</i>	222 (67) ^b	100	329		198 (67) ^b	100	327		249 (57) ^b	104	329	
Phosphor [mg]	938 (323)	345	1839		845 (298)	345	1496		1043 (321)	473	1839	
p								.001 **				
<i>K</i>	1071 (295) ^a	444	1839		954 (261)	444	1496		1213 (276) ^a	821	1839	
<i>PL</i>	876 (302) ^b	369	1700	.003 **	816 (295)	369	1456	.064	938 (304) ^b	508	1700	.014 *
<i>PH</i>	849 (332) ^b	345	1612		746 (314)	345	1401		963 (322) ^b	473	1612	
Iod [µg]	111 (47)	35	260		102 (44)	35	221		121 (50)	46	260	
p								.027 *				
<i>K</i>	120 (42)	46	213		120 (42) ^a	46	205		120 (44)	51	213	
<i>PL</i>	105 (44)	55	237	.314	96 (40) ^{a,b}	55	221	.032 *	114 (48)	65	237	.620
<i>PH</i>	107 (55)	35	260		86 (43) ^b	35	213		130 (58)	46	260	

³⁹ Alle p-Werte für mögliche signifikante Unterschiede *zwischen den Gruppen sind in kursiv* angegeben, die für Unterschiede **zwischen Männern und Frauen in fett** K (n=42, 23; Frauen, 19 Männer), **PL** (n=35; 18 Frauen, 17 Männer), **PH** (n=38; 20 Frauen, 18 Männer)

° p-Werte basierend auf dem Welch-Test, da keine Varianzhomogenität gegeben ist; * p < 0.05 daher signifikant / ** p < 0.01 daher hoch signifikant

Tabelle 23: Zufuhrmengen der einzelnen Mineralstoffe sowie signifikante Unterschiede zwischen Männern und Frauen und zwischen den Gruppen in P3 (Teil 3)

	Insgesamt (n = 115)				Frauen (n = 61)				Männer (n = 54)			
	MW (SD)	Min	Max	<i>p</i> ⁴⁰	MW (SD)	Min	Max	<i>p</i>	MW (SD)	Min	Max	<i>p</i>
Fluorid [mg]	0.90 (0.44)	0.30	2.9		0.86 (0.50)	0.30	2.9		0.94 (0.37)	0.30	1.7	
p								.382				
<i>K</i>	0.93 (0.38)	0.30	1.7		0.82 (0.32)	0.40	1.5		1.1 (0.42)	0.30	1.7	
<i>PL</i>	0.92 (0.56)	0.30	2.9	<i>.619</i>	0.92 (0.70)	0.30	2.9	<i>.805</i>	0.92 (0.37)	0.40	1.7	<i>.118</i>
<i>PH</i>	0.84 (0.38)	0.30	2.3		0.86 (0.46)	0.30	2.3		0.82 (0.28)	0.40	1.4	
Eisen [mg]	9.4 (3.7)	2.8	22		8.5 (3.4)	2.8	17		11 (3.7)	3.6	22	
p								.003 **				
<i>K</i>	12 (3.6) ^a	4.5	22		10 (3.0) ^a	4.5	16		13 (3.8) ^a	6.9	22	
<i>PL</i>	8.8 (3.5) ^b	3.9	17	.000 **	8.3 (3.7) ^{a,b}	3.9	17	.001 **	9.3 (3.2) ^b	5.2	15	.000 **
<i>PH</i>	7.6 (2.7) ^b	2.8	14		6.6 (2.4) ^b	2.8	10		8.7 (2.6) ^b	3.6	14	
Zink [mg]	7.6 (2.6)	2.4	15		6.8 (2.4)	2.4	12		8.5 (2.7)	3.6	15	
p								.000 **				
<i>K</i>	8.6 (2.2) ^a	3.8	13		7.7 (2.0)	3.8	12		9.8 (1.9) ^a	5.7	13	
<i>PL</i>	7.1 (2.8) ^b	2.7	15	.004 **	6.4 (2.4)	2.7	11	<i>.062</i>	7.8 (3.0) ^{a,b}	3.6	15	<i>.029 *</i>
<i>PH</i>	6.8 (2.7) ^b	2.4	15		6.1 (2.5)	2.4	10		7.7 (2.6) ^b	4.7	15	

⁴⁰ Alle p-Werte für mögliche signifikante Unterschiede *zwischen den Gruppen sind in kursiv* angegeben, die für Unterschiede **zwischen Männern und Frauen in fett**

K (n=42, 23; Frauen, 19 Männer), **PL** (n=35; 18 Frauen, 17 Männer), **PH** (n=38; 20 Frauen, 18 Männer)

[°] p-Werte basierend auf der Welch-ANOVA, da keine Varianzhomogenität gegeben ist (ist Varianzhomogenität gegeben, wird der Tukey-SD Post hoc Test herangezogen)

* p < 0.05 daher signifikant / ** p < 0.01 daher hoch signifikant

Für Chlorid, Natrium, Calcium, Magnesium, Phosphor, Iod und Zink zeigt sich ein signifikanter Unterschied in der Zufuhr zwischen den Phasen (s. Tab. 15-17). Dabei besteht der Unterschied immer zwischen dem Beginn der Studie (P1) und einer bzw. beiden Interventionsphasen (P2, P3). Das zeigt, dass sich die Zufuhr dieser Mineralstoffe zeitlich gesehen mit Einsetzen der Intervention verändert. In der Kontrollgruppe ist über den Verlauf der Studie hinweg eine steigende Tendenz in der Zufuhr zu erkennen; in P1 ist die Zufuhr stets geringer als in P2 und P3. Signifikante Unterschiede liegen jedoch wie bereits in Kapitel 5.3.1 thematisiert nur bei Chlorid, Natrium und Iod vor ($p < 0.01$). Einzig die Zufuhr von Calcium nimmt in der Kontrollgruppe im Verlauf der Studie leicht ab⁴¹.

Bei der Betrachtung der Zufuhrwerte in den Interventionsgruppen PL und PH fällt auf, dass die Zufuhr im Verlauf der Studie bei allen Mineralstoffen abnimmt. In der PL-Gruppe sinkt die Zufuhr von Chlorid, Natrium, Phosphor, Zink ($p < 0.01$), Magnesium ($p = 0.016$) sowie Iod ($p = 0.039$) signifikant. In P1 ist die Zufuhr jeweils signifikant höher als in P3, bei Chlorid, Natrium und Phosphor ist sie in P2 noch signifikant höher als in P3, die Abnahme zwischen P1 und P2 ist dabei erkennbar, jedoch nicht signifikant.

In der PH-Gruppe sinkt die Zufuhr von Chlorid ($p = 0.030$), Kalium, Magnesium, Phosphor, Eisen ($p < 0.01$), Natrium ($p = 0.015$) und Zink ($p = 0.038$) signifikant im Verlauf der Studie. Hier sinkt die Zufuhr in den meisten Fällen bereits zwischen P1 und P2 signifikant ab; in P3 ist die Zufuhr nochmals geringer als in P2, die Unterschiede sind jedoch nicht mehr signifikant. Lediglich bei Chlorid, Natrium und Zink ist die Abnahme nur zwischen P1 und P3 insgesamt signifikant.

Im zeitlichen Verlauf kommt es also zwischen den Gruppen zu sehr verschiedenen Zufuhrmengen. Dies ist anhand des Wissens, dass in P2 und P3 in den Gruppen PL und PH die Ernährung anders sein sollte als die der Kontrollgruppe, möglicherweise auf eben diese Veränderung der Ernährung zurückzuführen.

Insbesondere in der PH-Gruppe sinkt die Zufuhr von allen Mineralstoffen außer Calcium, Iod und Fluorid im Verlauf der Studie merklich ab (s. Tab. 15-17).

Eine veränderte Ernährung hin zu einem erhöhten Proteingehalt scheint also das Risiko einer unzureichenden Zufuhr über die „normale Ernährung“ zu erhöhen.

⁴¹ Genaue Werte s. Tab. 15

Da die Zufuhr von Chlorid, Natrium und Phosphor in P1 bereits deutlich höher ist als empfohlen, kann eine Reduktion möglicherweise als positiver Effekt gewertet werden; die Zufuhr entspricht dadurch eher den empfohlenen Mengen. Die Zufuhr von Magnesium, Kalium und Zink war jedoch bereits unterhalb der Referenzwerte, weshalb eine geringere Zufuhr eher ungünstig ist.

Es wird deutlich, wie relevant die Mineralstoffgehalte der zusätzlich konsumierten Produkte sind, um tatsächliche Effekte auf die Mineralstoffversorgung abschätzen zu können.

Interessant ist, dass sich die Zufuhr von Calcium im Studienverlauf lediglich in der PL-Gruppe signifikant verändert; in der Kontroll- sowie in der PH-Gruppe sinkt die Zufuhr zwar, jedoch nicht signifikant. Außerdem ist sie – trotz fehlender Daten zum Nährstoffgehalt der zusätzlich konsumierten Produkte in der PL- und PH-Gruppe – zwischen den einzelnen Gruppen zu keinem Zeitpunkt signifikant unterschiedlich.

Das kann darauf hinweisen, dass die Probanden der Interventionsgruppen nicht wie bei anderen Mineralstoffen (bspw. Chlorid) aufgrund der veränderten Ernährungsweise während der Intervention (P2, P3) erkennbar weniger zuführen, sondern die Zufuhr unabhängig von der Intervention im Rahmen der normalen Ernährung abnimmt. Die Zufuhrwerte in P3 würden eher denen entsprechen, welche in aktueller Literatur für die Altersgruppe von über 65 Jahren genannt werden. Da P1 ein einzelnes Interview umfasst, die Zufuhrwerte in P2 und P3 einen Mittelwert aus mehreren Tagen abbilden, könnten diese Zufuhrwerte als bessere Angabe zum durchschnittlichen Verzehr herangezogen werden.

Bei Betrachtung der Calciumdichte in der Ernährung wird zudem deutlich, dass die Zufuhr in der Kontrollgruppe abnimmt, die der Interventionsgruppen zunimmt. Lediglich in P3 ist die Zufuhr zwischen K und PH signifikant unterschiedlich ($p = 0.032$), wobei die Zufuhr in der PH-Gruppe signifikant höher ist. Aktuellen Werten zufolge deckt die Zufuhr über die Ernährung den Bedarf an Calcium bei älteren Menschen nicht ausreichend, weshalb Calcium als kritischer Nährstoff angeführt wird. [5]

Ältere Menschen decken ihren Calcium-Bedarf laut eines Berichtes des Bundesministeriums für Arbeit, Soziales, Gesundheit und Konsumentenschutz besonders über Milchprodukte und calciumreiches Wasser [43].

Da die zusätzlich konsumierten Produkte in der PH-Gruppe zu großen Teilen Milchprodukte sind, legt das zumindest die Vermutung nahe, dass die Calcium-Versorgung in dieser Gruppe besser ausfallen könnte. Sollte dies so sein, könnte eine verstärkt proteinreiche Ernährung bei Senioren nicht nur positive Effekte für die körperliche Leistungsfähigkeit bedeuten, sondern auch für den Knochenstoffwechsel und damit einen präventiven gesundheitlichen Effekt haben. Um zu ermitteln ob eine erhöhte Proteinversorgung vorwiegend mit Milchprodukten tatsächlich gleichzeitig die Calciumzufuhr verbessern könnte, müssten die Mineralstoffgehalte der entsprechenden Produkte bekannt sein.

Bei Kalium und Eisen ist die Zufuhr zwischen den Phasen nur signifikant verschieden, wenn zusätzlich die Gruppenzugehörigkeit berücksichtigt wird. Die Zufuhr sinkt mit Beginn der Intervention (P2), die Unterschiede sind jedoch nur in der PH-Gruppe signifikant ($p < 0.01$). Das legt die Vermutung nahe, dass die Zufuhr von Kalium und Eisen über die „normale Ernährung“ durch eine Veränderung hin zu höherem Proteingehalt der Nahrung abnimmt⁴². Ob die Differenz durch die zusätzlichen Produkte wieder ausgeglichen, die Zufuhr sogar verbessert oder verschlechtert wird, kann nach aktuellem Wissen jedoch nicht geklärt werden.

Die Zufuhr von Fluorid ist zwischen den Phasen nicht signifikant verschieden, die Zufuhr der Männer in der Kontrollgruppe ist jedoch zumindest in P2 signifikant höher als die der PH-Gruppe ($p = 0.022$). Die Veränderung der Ernährung scheint demnach aber keinen Einfluss auf die Fluoridzufuhr zu haben. Eine mögliche Begründung ist, dass Fluorid nur zu einem geringen Teil über die Nahrung und stattdessen meist über Trinkwasser und Salz zugeführt wird. Die Zufuhr dieser Produkte wird durch die Intervention kaum beeinflusst.

Da sich die Mineralstoffzufuhr mit Beginn der Ernährungsintervention verändert, ist von Interesse, ob dies tatsächlich auf die Veränderung der Ernährung zurückzuführen ist. Dazu wird die beobachtete Mineralstoffzufuhr über alle drei Phasen in Bezug gesetzt mit der beobachteten Menge an Energie, die über die Ernährung ohne Zusatzprodukte zugeführt wird.

⁴² Nähere Ausführungen dazu in einer Masterarbeit von B.Sc L. Hofbauer

Dabei wird die Energiezufuhr über Zusatzprodukte also ausgeschlossen und nicht berücksichtigt. So kann ermittelt werden, ob sich die Zufuhr an Mineralstoffen relativ zur Energiezufuhr betrachtet, ebenfalls verändert.

Die Zufuhr an Mineralstoffen bezogen auf 1000 kcal ergibt, dass die Mineralstoffdichte sich zwischen den Phasen und Gruppen in nahezu keinem Fall signifikant verschieden ist (s. Tab. 8-10, 24-26, 27-29, 30-32). Dennoch sind bei einigen Mineralstoffen Tendenzen erkennbar: so sinkt die Chlorid-Dichte insbesondere in der PH-Gruppe, ebenso wie die Dichte der Natrium-Zufuhr. Beide liegen in P1 deutlich über den Referenzwerten, weshalb eine geringere Zufuhr positiv gewertet werden kann. Außerdem fällt auf, dass die Dichte in der Zufuhr vieler Mineralstoffe in den Interventionsgruppen über der in der Kontrollgruppe liegt. Besonders die Calcium-Dichte weist eine steigende Tendenz während der Intervention in den Gruppen PH und PL auf. Sie ist insbesondere in P2 und P3 in den Interventionsgruppen höher als in P1, diese Unterschiede sind jedoch nicht signifikant (s. Tab. 24, 28). Auch die Zufuhr von Iod scheint insbesondere in der PH-Gruppe anzusteigen. In P2 und P3 ist zudem die Fluorid-Dichte der Ernährung in den Interventionsgruppen höher als die in der Kontrollgruppe; dort sinkt sie leicht ab. Die Zufuhr an Zink bleibt über alle Phasen und Gruppen hinweg sehr konstant. Für alle genannten Veränderungen in der Mineralstoffdichte gilt jedoch, dass zwar Unterschiede erkennbar, jedoch nicht signifikant sind.

Zusammenfassend lässt sich für die Beobachtungen im Verlauf der Studie festhalten, dass die Zufuhr in P1 über alle Gruppen hinweg nahezu gleich ist. Die Zufuhrmengen der Kontrollgruppe verändern sich im Verlauf der Studie in den meisten Fällen nicht signifikant; Ausnahmen bilden Chlorid, Natrium und Iod. Eine Erklärung, weshalb diese drei in P2 und teilweise auch in P3 vermehrt verzehrt werden, kann jedoch nicht gegeben werden.

Da die Zufuhrmengen relativ konstant bleiben, konnten diese als guter Vergleich für mögliche Veränderungen durch die Intervention in P2 und P3 herangezogen werden.

Zudem zeigt ein Vergleich der Zufuhrwerte aller Probanden aus P1 mit den durchschnittlichen Zufuhrwerten der Kontrollgruppe, dass die Daten aus P1 die durchschnittliche Mineralstoffzufuhr über die Ernährung bei älteren Menschen scheinbar gut abbilden. Sie basieren zwar nur auf einem 24-h Recall, entsprechen jedoch nahezu den Durchschnittswerten der Kontrollgruppe; diese verfolgt über die vier Monate der Studie hinweg weiter ihre normale Ernährung.

Die Betrachtung der Mineralstoffzufuhr in der PL- und PH-Gruppe zeigt, dass die Zufuhr mit Beginn der Intervention (P2) bei fast allen Mineralstoffen abnimmt. Die Dichte der Mineralstoffe in der Ernährung verändert sich jedoch nicht signifikant, ist bei einigen Mineralstoffen in P2 und P3 sogar tendenziell höher als vor Beginn der Intervention (Bsp. Kalium, Magnesium, Eisen, Zink, Calcium; s. Tab. 24-26).

Gibt es zudem signifikante Unterschiede innerhalb der Phasen zwischen den Gruppen bestehen diese stets zumindest zwischen der Kontrollgruppe und einer oder beiden Interventionsgruppen. Dies legt die Vermutung nahe, dass sich die Mineralstoffzufuhr über die „normale Ernährung“ aufgrund der Intervention verändert hat. Werden diese Tendenzen mit den im Vorfeld diskutierten Ergebnissen zur Mineralstoffversorgung verglichen, zeigt sich, dass durchaus Potenzial für positive Effekte eines erhöhten Proteinverzehrs auf die Mineralstoffversorgung erwartet werden könnte. Es besteht die Option, dass die Zufuhr von Chlorid und Natrium reduziert, die Versorgung mit Calcium und Zink deutlich verbessert und sogar die Fluorid-Zufuhr über die Ernährung etwa erhöht werden kann. Dies gilt es anhand der tatsächlichen Produktgehalte zu überprüfen.

Tabelle 24: Signifikante Unterschiede in der Mineralstoffzufuhr bezogen auf 1000 kcal zwischen den Phasen im gesamten Kollektiv sowie unterteilt nach Interventionsgruppen (Teil 1)

	Insgesamt (n=115)		K (n = 42)		PL (n = 35)		PH (n = 38)	
	MW (SD)	p^{43}	MW (SD)	p	MW (SD)	p	MW (SD)	p
Chlorid [mg]								
P1	2165 (1700)		1881 (676)		2188 (752)		2458 (2774)	
P2	2312 (942)	.358'	2375 (838)	.006 **	2342 (1238)	.387	2213 (728)	.535'
P3	2117 (838)		2148 (926)		2057 (780)		2138 (806)	
Kalium [mg]								
P1	1529 (520)		1539 (556)		1448 (421)		1594 (564)	
P2	1570 (359)	.540'	1500 (305)	.742'	1654 (364)	.017'*	2213 (728)	.463'
P3	1574 (442)		1550 (357)		1684 (559)		1501 (394)	
Natrium [mg]								
P1	1336 (1088)		1166 (452)		1327 (466)		1531 (1774)	
P2	1417 (608)	.371'	1497 (539)	.005 **	1427 (802)	.323	1319 (455)	.417'
P3	1293 (555)		1359 (617)		1229 (498)		1278 (539)	
Kochsalz NaCl [g]								
P1	3.5 (3.3)		3.1 (2.0)		3.1 (2.2)		4.3 (4.9)	
P2	3.5 (2.0)	.368'	3.2 (1.5)	.062'	3.4 (1.8)	.593	3.9 (2.5)	.644'
P3	3.2 (1.7)		2.6 (1.2)		3.3 (1.4)		3.8 (2.2)	
Calcium [mg]								
P1	440 (232)		443 (241)		428 (226)		447 (231)	
P2	435 (169)	.850'	399 (106)	.210'	440 (177)	.925'	468 (209)	.561'
P3	431 (175)		383 (105)		435 (167)		481 (227)	

⁴³ * = $p < 0.05$ daher signifikant / ** = $p < 0.01$ daher hoch signifikant, ' = Ergebnisse basieren auf der ANOVA mit Messwiederholung mit Greenhouse-Geisser ($\epsilon < .75$) bzw. Huynh-Feldt ($\epsilon > .75$) Korrektur, da die Voraussetzung der Sphärizität verletzt ist

Tabelle 25: Signifikante Unterschiede in der Mineralstoffzufuhr bezogen auf 1000 kcal zwischen den Phasen im gesamten Kollektiv sowie unterteilt nach Interventionsgruppen (Teil 2)

	Insgesamt (n=115)		K (n = 42)		PL (n = 35)		PH (n = 38)	
	MW (SD)	<i>p</i> ⁴⁴	MW (SD)	<i>p</i>	MW (SD)	<i>p</i>	MW (SD)	<i>p</i>
Magnesium [mg]								
P1	164 (51)		166 (53)		155 (45)		171 (53)	
P2	164 (34)	.685	162 (33)	.703'	169 (35)	.068'	163 (35)	.254'
P3	167 (46)		167 (38)		176 (63)		159 (32)	
Phosphor [mg]								
P1	594 (163)		580 (170)		609 (177)		597 (144)	
P2	584 (116)	.684'	565 (94)	.722'	590 (127)	.763'	599 (127)	.991
P3	593 (123)		577 (96)		605 (120)		600 (152)	
Iod [µg]								
P1	71 (42)		69 (40)		76 (50)		70 (36)	
P2	78 (32)	.152'	77 (31)	.112	77 (32)	.928	81 (35)	.313'
P3	73 (32)		67 (28)		75 (30)		77 (37)	
Fluorid [mg]								
P1	0.57 (0.35)		0.57 (0.29)		0.57 (0.45)		0.57 (0.32)	
P2	0.58 (0.34)	.256'	0.53 (0.22)	.121	0.60 (0.35)	.272	0.61 (0.44)	.055
P3	0.61 (0.38)		0.51 (0.18)		0.66 (0.39)		0.68 (0.51)	
Eisen [mg]								
P1	5.7 (2.2)		6.1 (2.4)		5.2 (1.7)		5.8 (2.4)	
P2	5.9 (1.3)	.546'	4.8 (0.93)	.798	5.1 (1.4)	.050'	4.8 (1.4)	.427'
P3	6.0 (1.8)		6.3 (1.9)		6.2 (2.3)		4.9 (1.4)	

⁴⁴ * = $p < 0.05$ daher signifikant / ** = $p < 0.01$ daher hoch signifikant, ' = Ergebnisse der ANOVA mit Greenhouse-Geisser ($\epsilon < .75$) bzw. Huynh-Feldt ($\epsilon > .75$) Korrektur, da die Voraussetzung der Sphärizität verletzt ist

Tabelle 26: Signifikante Unterschiede in der Mineralstoffzufuhr bezogen auf 1000 kcal zwischen den Phasen im gesamten Kollektiv sowie unterteilt nach Interventionsgruppen (Teil 3)

	Insgesamt (n=115)		K (n = 42)		PL (n = 35)		PH (n = 38)	
	MW (SD)	p^{45}	MW (SD)	p	MW (SD)	p	MW (SD)	p
Zink [mg]								
P1	4.8 (1.6)		5.0 (2.0)		4.7 (1.3)		4.7 (1.2)	
P2	4.9 (1.2)	.755'	4.8 (0.93)	.554'	5.1 (1.4)	.335	4.8 (1.4)	.717
P3	4.8 (1.2)		4.7 (1.0)		4.9 (1.3)		4.9 (1.4)	

⁴⁵ * = $p < 0.05$ daher signifikant / ** = $p < 0.01$ daher hoch signifikant, ' = Ergebnisse der ANOVA mit Greenhouse-Geisser ($\epsilon < .75$) bzw. Huynh-Feldt ($\epsilon > .75$) Korrektur, da die Voraussetzung der Sphärizität verletzt ist

Tabelle 27: Durchschnittliche Zufuhr der einzelnen Mineralstoffe bezogen auf 1000 kcal (Mineralstoffdichte) in P2 (Teil 1)

	Insgesamt (n = 115)				Frauen (n = 61)				Männer (n = 54)			
	MW (SD)	Min	Max	<i>p</i> ⁴⁶	MW (SD)	Min	Max	<i>p</i>	MW (SD)	Min	Max	<i>p</i>
Chlorid [mg]	2312 (942)	650	8229		2478 (1102)	650	8229		2124 (682)	999	4378	
p								.043*				
<i>K</i>	2375 (838)	650	4717		2531 (1017)	650	4717		2186 (516)	1399	3405	
<i>PL</i>	2343 (1238)	1074	8229	<i>.727</i>	2722 (1549)	1298	8229	<i>.335</i>	1942 (615)	1074	3081	<i>.413</i>
<i>PH</i>	2213 (728)	999	4378		2198 (592)	1269	3480		2230 (873)	999	4378	
Kalium [mg]	1570 (359)	876	3199		1638 (402)	1104	3200		1492 (288)	876	2325	
p								.029*				
<i>K</i>	1500 (305)	876	2325		1499 (271)	1104	2063		1501 (350)	876	2325	
<i>PL</i>	1654 (364)	1157	2578	<i>.173</i>	1775 (417)	1165	2578	<i>.081</i>	1526 (251)	1157	2050	<i>.745</i>
<i>PH</i>	1569 (399)	1003	3200		1675 (476)	1155	3200		1451 (257)	1003	2048	
Natrium [mg]	1417 (607)	332	5353		1520 (718)	332	5353		1300 (429)	557	2588	
p								0.52				
<i>K</i>	1497 (539)	332	2965		1608 (654)	332	2965		1363 (323)	832	2042	
<i>PL</i>	1427 (802)	615	5353	<i>.427</i>	1645 (1017)	682	5353	<i>.269</i>	1195 (398)	615	1879	<i>.474</i>
<i>PH</i>	1319 (455)	557	2589		1307 (367)	713	2061		1333 (547)	557	2588	
Kochsalz NaCl [g]	3.5 (2.0)	0.78	15		4.0 (2.4)	0.78	15		2.9 (1.2)	0.99	6.6	
p								.004° **				
<i>K</i>	3.2 (1.5)	0.78	8.2		3.3 (1.8)	0.78	8.2		3.0 (1.2)	1.6	6.6	
<i>PL</i>	3.4 (1.8)	0.99	9.8	<i>.210</i>	4.3 (1.8)	1.9	9.8	<i>.261</i>	2.5 (1.1)	0.99	4.5	<i>.100</i>
<i>PH</i>	3.9 (2.5)	1.5	15		4.5 (3.3)	1.5	15		3.3 (1.2)	1.5	5.9	

⁴⁶ Alle p-Werte für mögliche signifikante Unterschiede zwischen den Gruppen sind in kursiv angegeben, die für Unterschiede zwischen Männern und Frauen in fett

K (n=42; 23; Frauen, 19 Männer), **PL** (n=35; 18 Frauen, 17 Männer), **PH** (n=38; 20 Frauen, 18 Männer)

° p-Werte basierend auf dem Welch-Test, da keine Varianzhomogenität gegeben ist; * p < 0.05 daher signifikant / ** p < 0.01 daher hoch signifikant

Tabelle 28: Durchschnittliche Zufuhr der einzelnen Mineralstoffe bezogen auf 1000 kcal (Mineralstoffdichte) in P2 (Teil 2)

	Insgesamt (n = 115)				Frauen (n = 61)				Männer (n = 54)			
	MW (SD)	Min	Max	<i>p</i> ⁴⁷	MW (SD)	Min	Max	<i>p</i>	MW (SD)	Min	Max	<i>p</i>
Calcium [mg]	435 (169)	189	1271		465 (185)	233	1271		400 (142)	189	967	
p								.039*				
<i>K</i>	399 (106)	216	632		407 (94)	261	582		189 (121)	216	632	
<i>PL</i>	441 (177)	216	1112	<i>.179</i>	514 (203)	308	1112	<i>.148</i>	362 (103)	216	552	<i>.189</i>
<i>PH</i>	468 (209)	189	1271		487 (233)	233	1271		448 (183)	189	967	
Magnesium [mg]	164 (34)	102	291		165 (38)	102	291		164 (29)	113	236	
p								.815				
<i>K</i>	162 (33)	113	266		160 (34)	115	266		165 (32)	113	236	
<i>PL</i>	169 (35)	121	290	<i>.629</i>	178 (42)	121	290	<i>.211</i>	159 (22)	129	200	<i>.729</i>
<i>PH</i>	163 (35)	102	291		159 (38)	102	291		167 (33)	125	226	
Phosphor [mg]	584 (116)	338	1056		586 (125)	365	1056		582 (106)	338	877	
p								.844				
<i>K</i>	565 (94)	394	751		547 (86)	394	734		587 (101)	410	751	
<i>PL</i>	590 (127)	338	1015	<i>.409</i>	627 (136)	467	1015	<i>.122</i>	550 (107)	338	714	<i>.285</i>
<i>PH</i>	599 (127)	365	1056		593 (145)	365	1056		606 (108)	386	877	
Iod [µg]	78 (32)	26	192		85 (36)	26	192		71 (25)	38	160	
p								.012° *				
<i>K</i>	77 (31)	39	192		83 (36)	43	192		70 (21)	39	106	
<i>PL</i>	77 (32)	26	164	<i>.787</i>	86 (39)	26	164	<i>.895</i>	67 (18)	44	103	<i>.715</i>
<i>PH</i>	81 (35)	38	184		88 (35)	50	184		74 (35)	38	160	

⁴⁷ Alle p-Werte für mögliche signifikante Unterschiede *zwischen den Gruppen sind in kursiv* angegeben, die für Unterschiede **zwischen Männern und Frauen in fett**

K (n=42, 23; Frauen, 19 Männer), **PL** (n=35; 18 Frauen, 17 Männer), **PH** (n=38; 20 Frauen, 18 Männer)

° p-Werte basierend auf dem Welch-Test, da keine Varianzhomogenität gegeben ist; * p < 0.05 daher signifikant / ** p < 0.01 daher hoch signifikant

Tabelle 29: Durchschnittliche Zufuhr der einzelnen Mineralstoffe bezogen auf 1000 kcal (Mineralstoffdichte) in P2 (Teil 3)

	Insgesamt (n = 115)				Frauen (n = 61)				Männer (n = 54)			
	MW (SD)	Min	Max	<i>p</i> ⁴⁸	MW (SD)	Min	Max	<i>p</i>	MW (SD)	Min	Max	<i>p</i>
Fluorid [mg]	0.58 (0.34)	0.23	2.7		0.63 (0.42)	0.25	2.7		0.51 (0.22)	0.23	101	
p								.058°				
<i>K</i>	0.53 (0.22)	0.23	1.1		0.52 (0.20)	0.25	0.98		0.53 (0.24)	0.23	1.1	
<i>PL</i>	0.60 (0.35)	0.29	1.9	<i>.482</i>	0.69 (0.44)	0.32	1.8	<i>.183°</i>	0.51 (0.21)	0.29	0.97	<i>.929</i>
<i>PH</i>	0.61 (0.44)	0.23	2.7		0.71 (0.56)	0.25	2.7		0.50 (0.21)	0.23	1.1	
Eisen [mg]	5.9 (1.3)	3.6	10		5.9 (1.4)	3.6	9.4		5.9 (1.2)	3.8	10	
p								.918				
<i>K</i>	6.1 (1.3)	3.6	9.0		5.9 (1.3)	3.6	9.0		6.3 (1.2)	4.2	8.3	
<i>PL</i>	5.1 (1.4)	3.8	9.1	<i>.344</i>	6.2 (1.5)	3.9	9.1	<i>.384</i>	5.4 (0.78)	3.8	6.8	<i>.064</i>
<i>PH</i>	5.7 (1.4)	4.0	10		5.6 (1.4)	4.0	9.5		5.8 (1.5)	4.5	10	
Zink [mg]	4.9 (1.2)	2.5	9.2		5.0 (1.3)	2.5	9.2		4.8 (1.2)	2.7	8.3	
p								.303				
<i>K</i>	4.8 (0.93)	3.2	6.9		4.7 (1.0)	3.2	6.9		5.0 (0.96)	3.5	6.5	
<i>PL</i>	5.1 (1.4)	2.7	8.5	<i>.546</i>	5.4 (1.1)	3.9	8.5	<i>.177</i>	4.7 (1.5)	2.7	8.3	<i>.691</i>
<i>PH</i>	4.8 (1.4)	2.5	9.2		5.0 (1.6)	2.5	9.2		4.6 (1.1)	2.7	6.6	

⁴⁸ Alle p-Werte für mögliche signifikante Unterschiede *zwischen den Gruppen* sind *in kursiv* angegeben, die für Unterschiede **zwischen Männern und Frauen in fett**

K (n=42; 23; Frauen, 19 Männer), **PL** (n=35; 18 Frauen, 17 Männer), **PH** (n=38; 20 Frauen, 18 Männer)

° p-Werte basierend auf dem Welch-Test, da keine Varianzhomogenität gegeben ist

* p < 0.05 daher signifikant / ** p < 0.01 daher hoch signifikant

Tabelle 30: Durchschnittliche Zufuhr der einzelnen Mineralstoffe bezogen auf 1000 kcal (Mineralstoffdichte) in P3 (Teil 1)

	Insgesamt (n = 115)				Frauen (n = 61)				Männer (n = 54)			
	MW (SD)	Min	Max	<i>p</i> ⁴⁹	MW (SD)	Min	Max	<i>p</i>	MW (SD)	Min	Max	<i>p</i>
Chlorid [mg]	2117 (838)	796	5121		2211 (905)	796	4374		2010 (749)	907	5121	
p								.201				
<i>K</i>	2148 (926)	796	4347		2279 (1076)	796	4347		1989 (699)	1036	3720	
<i>PL</i>	2057 (780)	826	4374	<i>.881</i>	2233 (955)	826	4374	<i>.801°</i>	1871 (504)	907	3053	<i>.515</i>
<i>PH</i>	2138 (806)	1070	5121		2115 (645)	1126	4267		2164 (973)	1070	5121	
Kalium [mg]	1574 (442)	823	4034		1696 (504)	823	4034		1437 (310)	860	2345	
p								.001**				
<i>K</i>	1550 (357)	823	2599		1633 (393)	823	2599		1450 (287)	919	2025	
<i>PL</i>	1684 (559)	873	4034	<i>.192</i>	1851 (646)	1020	4034	<i>.304</i>	1506 (394)	873	2345	<i>.365</i>
<i>PH</i>	1501 (394)	860	3126		1631 (464)	1130	3126		1357 (235)	860	1742	
Natrium [mg]	1293 (555)	398	3304		1341 (593)	398	2688		1238 (509)	499	3304	
p								.323				
<i>K</i>	1359 (617)	398	2688		1455 (702)	398	2688		1242 (488)	607	2464	
<i>PL</i>	1229 (498)	499	2644	<i>.587</i>	1320 (611)	567	2644	<i>.439°</i>	1134 (335)	499	1920	<i>.520</i>
<i>PH</i>	1278 (539)	588	3304		1229 (419)	625	2896		1333 (656)	588	3304	
Kochsalz NaCl [g]	3.2 (1.7)	0.74	10		3.4 (1.9)	0.91	10		2.9 (1.5)	0.74	7.9	
p								.096				
<i>K</i>	2.6 (1.2) ^a	0.91	6.2		2.7 (1.4) ^a	0.91	6.2		2.5 (0.86)	1.2	3.9	
<i>PL</i>	3.3 (1.4) ^{a,b}	1.1	8.5	<i>.007° **</i>	3.7 (1.6) ^{a,b}	1.7	8.5	<i>.029° *</i>	2.8 (1.2)	1.1	5.6	<i>.217°</i>
<i>PH</i>	3.8 (2.2) ^b	0.74	10		4.1 (2.4) ^b	1.6	10		3.4 (2.0)	0.74	7.9	

⁴⁹ Alle p-Werte für mögliche signifikante Unterschiede *zwischen den Gruppen sind in kursiv* angegeben, die für Unterschiede **zwischen Männern und Frauen in fett**

K (n=42; 23; Frauen, 19 Männer), **PL** (n=35; 18 Frauen, 17 Männer), **PH** (n=38; 20 Frauen, 18 Männer)

° p-Werte basierend auf dem Welch-Test, da keine Varianzhomogenität gegeben ist; * p < 0.05 daher signifikant / ** p < 0.01 daher hoch signifikant

Tabelle 31: Durchschnittliche Zufuhr der einzelnen Mineralstoffe bezogen auf 1000 kcal (Mineralstoffdichte) in P3 (Teil 2)

	Insgesamt (n = 115)				Frauen (n = 61)				Männer (n = 54)			
	MW (SD)	Min	Max	<i>p</i> ⁵⁰	MW (SD)	Min	Max	<i>p</i>	MW (SD)	Min	Max	<i>p</i>
Calcium [mg]	431 (175)	184	1453		465 (202)	197	1453		392 (129)	184	798	
p								.024*				
<i>K</i>	383 (105) ^a	184	622		375 (105) ^a	207	559		392 (105)	184	622	
<i>PL</i>	435 (167) ^{a,b}	196	922	<i>.033° *</i>	514 (187) ^{a,b}	288	922	<i>.021*</i>	351 (85)	196	501	<i>.186°</i>
<i>PH</i>	481 (227) ^b	197	1453		527 (262) ^b	197	1453		430 (174)	226	798	
Magnesium [mg]	167 (46)	101	445		175 (54)	105	445		159 (32)	101	270	
p								.053				
<i>K</i>	167 (38)	105	270		171 (40)	105	268		162 (36)	119	270	
<i>PL</i>	176 (63)	101	445	<i>.306</i>	194 (79)	117	445	<i>.198</i>	157 (34)	101	227	<i>.816</i>
<i>PH</i>	159 (32)	107	279		163 (36)	118	279		156 (28)	107	210	
Phosphor [mg]	593 (123)	366	1113		607 (130)	366	1113		577 (115)	366	834	
p								.196				
<i>K</i>	577 (96)	399	808		578 (99)	408	808		576 (95)	399	729	
<i>PL</i>	605 (120)	380	845	<i>.560</i>	650 (116)	453	845	<i>.204</i>	557 (108)	380	744	<i>.590°</i>
<i>PH</i>	600 (152)	366	1113		602 (164)	366	1113		597 (141)	366	834	
Iod [µg]	73 (32)	25	227		75 (28)	33	148		70 (36)	25	227	
p								.385				
<i>K</i>	67 (28)	25	148		76 (32)	33	148		56 (19)	25	100	
<i>PL</i>	75 (30)	40	186	<i>.327</i>	79 (27)	42	135	<i>.680</i>	70 (34)	40	186	<i>.060</i>
<i>PH</i>	77 (37)	35	227		71 (27)	35	148		84 (46)	37	227	

⁵⁰ Alle p-Werte für mögliche signifikante Unterschiede zwischen den Gruppen sind in kursiv angegeben, die für Unterschiede zwischen Männern und Frauen in fett

K (n=42; 23 Frauen, 19 Männer), **PL** (n=35; 18 Frauen, 17 Männer), **PH** (n=38; 20 Frauen, 18 Männer)

° p-Werte basierend auf dem Welch-Test, da keine Varianzhomogenität gegeben ist; * p < 0.05 daher signifikant / ** p < 0.01 daher hoch signifikant

Tabelle 32: Durchschnittliche Zufuhr der einzelnen Mineralstoffe bezogen auf 1000 kcal (Mineralstoffdichte) in P3 (Teil 3)

	Insgesamt (n = 115)				Frauen (n = 61)				Männer (n = 54)			
	MW (SD)	Min	Max	<i>p</i> ⁵¹	MW (SD)	Min	Max	<i>p</i>	MW (SD)	Min	Max	<i>p</i>
Fluorid [mg]	0.61 (0.38)	0.20	3.0		0.67 (0.45)	0.26	3.0		0.54 (0.26)	0.20	1.6	
p								.061°				
<i>K</i>	0.51 (0.18)	0.20	0.93		0.50 (0.16)	0.27	0.77		0.51 (0.20)	0.20	0.93	
<i>PL</i>	0.66 (0.39)	0.27	1.8	<u>.023° *</u>	0.74 (0.42)	0.29	1.8	<u>.025° *</u>	0.58 (0.34)	0.27	1.6	.722
<i>PH</i>	0.68 (0.51)	0.24	3.0		0.81 (0.63)	0.26	3.0		0.55 (0.26)	0.24	1.1	
Eisen [mg]	6.0 (1.8)	3.3	17		6.1 (2.0)	3.3	17		5.8 (1.6)	3.4	13	
p								.299				
<i>K</i>	6.3 (1.9)	3.3	13		6.3 (1.7)	3.3	9.6		6.3 (2.2)	3.7	13	
<i>PL</i>	6.2 (2.3)	3.6	17	<u>.007° **</u>	6.8 (3.0)	3.8	17	<u>.022° *</u>	5.5 (1.2)	3.6	7.4	.240
<i>PH</i>	5.4 (0.78)	3.4	6.7		5.4 (0.69)	3.9	6.5		5.4 (0.89)	3.4	6.7	
Zink [mg]	4.8 (1.2)	2.5	9.8		4.9 (1.0)	3.0	7.7		4.8 (1.5)	2.5	9.8	
p								.672°				
<i>K</i>	4.7 (1.0)	2.9	7.3		4.7 (0.88)	3.2	6.6		4.7 (1.2)	3.0	7.3	
<i>PL</i>	4.9 (1.3)	2.5	7.4	.712	5.1 (1.1)	3.0	6.5	.437	4.7 (1.5)	2.5	7.4	.909
<i>PH</i>	4.9 (1.4)	2.9	9.8		4.9 (1.5)	3.2	7.7		4.9 (1.7)	3.0	9.8	

Anmerkung: Die unterstrichenen Werte zeigen einen signifikanten Unterschied zwischen den Interventionsgruppen an, jedoch zeigt sich anhand vom angewendeten Post-Hoc Tests zwischen den einzelnen Gruppen kein signifikanter Unterschied. Dies kann begründet sein durch die verletzte Voraussetzung der Varianzhomogenität bei den betroffenen Mineralstoffen. Genaue Werte zur Signifikanz zwischen den Gruppen sind Tabelle 40 zu entnehmen.

⁵¹ Alle p-Werte für mögliche signifikante Unterschiede zwischen den Gruppen sind in kursiv angegeben, die für Unterschiede zwischen Männern und Frauen in fett

K (n=42; 23; Frauen, 19 Männer), **PL** (n=35; 18 Frauen, 17 Männer), **PH** (n=38; 20 Frauen, 18 Männer)

° p-Werte basierend auf dem Welch-Test, da keine Varianzhomogenität gegeben ist

* p < 0.05 daher signifikant / ** p < 0.01 daher hoch signifikant

6 Fazit

Die vorliegenden Daten aus der NutriAging Protein Studie zur Energie- und Mineralstoffzufuhr von älteren Menschen in Österreich zeigen, dass die Versorgung grundlegend zwar häufig nicht den empfohlenen Mengen entspricht, sich dadurch aber zumindest nach heutiger Einschätzung kaum ein Risiko für die Gesundheit ergibt.

Die Ergebnisse identifizieren insbesondere die Zufuhr von Calcium, Iod, Fluorid sowie Zink (bei Männern) als zu gering bezogen auf die empfohlenen Mengen von Fachgesellschaften. Calcium wird in der Literatur seit Jahren diskutiert, da es besonders im Alter aufgrund seiner Rolle im Knochenstoffwechsel von Bedeutung zu sein scheint. Da die Werte denen aus dem Ernährungsbericht 2012 ähneln, kann angenommen werden, dass die Statuswerte ebenfalls ähnlich sind. Das bedeutet, dass die Versorgung mit Calcium zu gering ist und eine Verbesserung wünschenswert wäre. Auch Zink und Iod werden im Rahmen der Ernährung von älteren Menschen häufiger diskutiert. Hinsichtlich der Iod-Zufuhr ist allerdings festzuhalten, dass die Zufuhr in Österreich ausreichend zu sein scheint. Dies belegen die laborchemischen Analyseergebnisse aus 2012. Hinzu kommt die Tatsache, dass hier seit 1990 Speisesalz verstärkt iodiert wird und die Zufuhr von Speisesalz bei älteren Menschen in Österreich vergleichsweise hoch ist. Sollte nur die Hälfte des verzehrten Salzes iodiert sein bzw. in verzehrten industriellen Produkten iodiertes Salz verwendet worden sein, werden die empfohlenen Mengen mehr als erreicht. Bei Zink gibt es trotz der etwas zu geringen Zufuhr bei Männern bisher keinen Grund zur Besorgnis. Dennoch sollte, wie in der aktuell vorgenommenen Anpassung der D-A-CH Referenzwerte für Zink bereits erläutert wird, verstärkt auf den Phytat-Gehalt der Ernährung geachtet werden, wenn die Zink-Versorgung zu gering ist. Je nach Ernährungsweise kann dieser unterschiedlich hoch sein und somit die Zinkaufnahme positiv oder auch negativ beeinflussen.

Die genaue Betrachtung der Daten der Kontrollgruppe zeigt, dass die Ernährung sehr konstant bleibt und die Probanden demnach ihre Ernährungsgewohnheiten beizubehalten scheinen. Die Mineralstoffzufuhr verändert sich über den gesamten Studienverlauf hinweg nicht signifikant. Damit eignen sich die Daten der Kontrollgruppe gut für Vergleiche mit den Entwicklungen in den Interventionsgruppen. Sie basieren auf regelmäßigen Erhebungen über einen Zeitraum von vier Monaten und ergeben daher ein verlässliches Abbild der durchschnittlichen „normalen“ Ernährung und der darüber erreichten Versorgung mit Mineralstoffen von Menschen über 65 Jahre.

Supplemente werden bisher nicht einbezogen, da sie in der NutriAging Protein Studie nicht abgefragt wurden; sie sollten aber als ergänzende Option berücksichtigt werden. Für einen zielgerichteten Einsatz ist jedoch gute Aufklärung zu Mengen, Mikronährstoffen und Verfügbarkeit sowie möglichen Risiken bei Supplementierung erforderlich.

Von großem Interesse bleibt, welchen konkreten Einfluss ein erhöhter Proteingehalt der Ernährung (2g/kg KG) auf die Versorgung mit einzelnen Mineralstoffen haben kann. Die aktuellen Ergebnisse und Analysen geben Grund zur Annahme, dass sich die veränderte Ernährung beispielsweise auf die Versorgung mit Calcium, Chlorid, Natrium oder auch Fluorid positiv auswirken könnte. Dafür sprechen insbesondere Beobachtungen, die über den gesamten Studienverlauf hinweg deutlich werden:

Die Mineralstoffzufuhr der Probanden in P1 ist zwischen allen drei Gruppen (K, PL, PH) nicht signifikant verschieden. In P2 und P3 zeigen sich jedoch vermehrt signifikante Unterschiede zwischen den Gruppen, wobei die Mineralstoffzufuhr in der PL- und PH-Gruppe in diesen Phasen geringer ist als in der Kontrollgruppe – sie sinkt also mit Beginn der Intervention. Dies ist dadurch zu erklären, dass die Mineralstoffzufuhr über die bereitgestellten Produkte nicht erfasst werden konnte und diese in der Zufuhr schlichtweg fehlen. Es liegt jedoch die Schlussfolgerung nah, dass sich die normale Ernährung und die darüber zugeführten Mineralstoffe durch einen erhöhten Verzehr von Protein verändert hat.

Wird die Mineralstoffdichte in den Interventionsgruppen in P2 und P3 betrachtet zeigt sich, dass sich die Gruppen nicht signifikant unterscheiden, die Dichte sogar teilweise höher ist als die in der Kontrollgruppe.

Die Dichte wird dabei bezogen auf 1000 kcal ermittelt, die zusätzlich konsumierten Produkte wurden aus der Energie exkludiert, um tatsächlich belegbare Werte zu erhalten. Insbesondere die Calcium-Dichte ist in der PH-Gruppe signifikant höher als in der Kontrollgruppe, auch die Fluorid-Dichte konnte signifikant gesteigert werden. Die Dichte von Natrium und Chlorid konnte in beiden Phasen gesenkt werden, jedoch nicht signifikant. Dennoch zeigen diese Tendenzen eine positive und wünschenswerte Entwicklung.

Diese Aussagen können jedoch nur verlässlich bestätigt werden, wenn die Mineralstoffgehalte der Produkte bekannt sind, die verzehrt werden, um eine erhöhte Proteinzufuhr zu erreichen. Dies gilt es in folgenden Analysen zu überprüfen. Sollten sich die Tendenzen als zutreffend erweisen, wären dies zusätzlich Gründe, die für einen erhöhten Proteinverzehr bei älteren Menschen sprechen.

Welche Schlüsselrolle die Ernährung für die Gesundheit älterer Menschen darstellt und auf welche Faktoren sie Einfluss nehmen kann, wird in dieser Arbeit nur ansatzweise deutlich. Die Teilnehmer repräsentieren eher gesunde, selbstständig lebende ältere Menschen in Österreich und ermöglichen keine generellen Aussagen über die Ernährung oder den Ernährungsstatus älterer Menschen. Hinzu kommt, dass nicht mit Sicherheit gesagt werden kann, ob eine erhöhte Zufuhr an Protein (2g/kg KG/Tag) die Versorgung mit einzelnen Mineralstoffen positiv beeinflussen kann. Dennoch zeigt sich, dass die Zufuhr von Mineralstoffen über die Ernährung durchschnittlich zwar nicht optimal, jedoch bei den meisten Mineralstoffen ausreichend ist. Lediglich bei Calcium und Zink scheint Bedarf zu bestehen, die Zufuhr zu steigern.

Im Verlauf der Studie konnten die zusätzlich konsumierten Produkte zur Steigerung der Proteinzufuhr bisher nicht berücksichtigt werden, da deren Mineralstoffgehalt nicht bekannt ist. Aufgrund der Tatsache, dass viele der Zusatzprodukte Milchprodukte sind, kann jedoch eine erhöhte Einnahme an Zink und Calcium erwartet werden, die die Studienergebnisse relativieren könnte. Dies gilt es in weiteren Arbeiten zu überprüfen, um mögliche positive Begleitaspekte einer Empfehlung hin zu mehr Protein für die Mineralstoffversorgung älterer Menschen zu bestätigen.

7 Zusammenfassung

In der NutriAging Protein Studie wurde primär untersucht, wie sich eine Zufuhr von 2 g Eiweiß/kg Körpergewicht/Tag allein oder in Kombination mit progressivem Krafttraining auf die Leistungsfähigkeit und die Lebensqualität älterer Menschen in Österreich auswirkt. Diese Menge an Eiweiß entspricht einer Verdopplung der aktuell vorliegenden Empfehlungen und sollte mittels Ergänzung bzw. Ersetzen der eigenen Ernährung durch in der Studie bereitgestellte Produkte mit hohem Eiweißgehalt erreicht werden. Die Resultate wurden zum einen mit einer Gruppe verglichen, die sich zielgerichtet nach den Empfehlungen ernährte („Protein Low“; 1 g/kg KG/Tag) sowie einer Kontrollgruppe, die sich wie gewohnt ernährt hat. Hierzu wurden 115 Probanden über knapp vier Monate begleitet und in einem regelmäßigen Abstand von 10 Tagen ihre Ernährung mittels 24-h Recall erhoben.

Diese detaillierten Ernährungserhebungen über einen längeren Zeitraum ermöglichten weitere Untersuchungen der Nährstoffaufnahme. Genauer untersucht wurde u.a. die Versorgung mit Mineralstoffen. Von Interesse war, ob sich Veränderungen in der Versorgung mit Mineralstoffen ergeben, wenn die Probanden mehr Protein konsumieren und wie diese zu bewerten sind.

Die Ergebnisse zeigen, dass sich die Versorgung der Probanden in der Kontrollgruppe über den Studienverlauf hinweg kaum verändert hat, die der Probanden in den Gruppen mit empfehlungsgerechtem bzw. verdoppeltem Proteinverzehr sich laut Zufuhrwerten jedoch eher verschlechtert hat. Dabei gilt es zu beachten, dass die genauen Mineralstoffgehalte von den bereitgestellten Produkten in diesen beiden Gruppen nicht erfasst werden konnten. Daher wurde die Dichte an Mineralstoffe pro 1000 kcal im Verlauf der Studie betrachtet. Diese zeigt eine steigende Tendenz in der Versorgung mit Calcium, Kalium, Magnesium, Zink und Eisen; die Mineralstoffdichte in P2 und P3 ist höher als die zu Beginn der Studie, die Unterschiede sind jedoch nicht signifikant. Sie lassen dennoch vermuten, dass sich die erhöhte Zufuhr von Protein positiv auf die Versorgung mit einigen Mineralstoffen auswirken kann, die vor Beginn der Studie eher in zu geringen Mengen zugeführt wurden. Dies könnte u.a. mit begründet sein durch eine veränderte Lebensmittelauswahl aufgrund der gewählten Eiweißquelle (hier verstärkt Milchprodukte). Diese Vermutungen sowie weitere Ursachen gilt es abzuklären bzw. zu verifizieren.

Summary

The primary target of the NutriAging Protein Study is to identify how a consumption of 2 g protein per kg body weight per day alone or in combination with progressive resistance training affects the capacity and quality of life of elderly subjects in Austria. This amount of protein is twice as high as is currently recommended. To reach this targeted amount the study team delivered special products which were high in protein to the participants. Those products should be used in addition or as a replacement in the participants "normal" diet. The results have been compared to those of a group which determined their protein consumption as recommended which is 1 g protein per kg body weight per day ("protein low") and a control group which maintained to their habitual diet. Data was collected from 115 persons regularly for about four months. Every seven to ten days 24h recalls as a personal computerized interview with the software 'GloboDiet' were carried out.

The aim of this Master thesis was to investigate whether the changed protein consumption has an impact on the supply with minerals.

The current results show that the mineral supply in the control group hasn't changed significantly during the study whereas the consumption in the group with low protein as well as in the one with high protein decreased compared to baseline. This might be due to the fact, that the exact amount of minerals of the provided products was unknown. Therefore, the mineral density per 1000 kcal has been assessed for the three different phases. The results show a different trend in the supply with calcium, zinc, potassium, magnesium and iron. The density of these minerals is higher in P2 and P3 than at baseline even if this difference is not significant. These findings support the assumption that a higher supply with protein has a positive effect on the supply with some minerals. One possible reason can be a change in the food choice. However, it can only be assumed which impact the chosen sources for protein and the changed consumption of some food groups (here especially milk products) really have.

8 Literatur

- [1] World Health Organization. Health situation and trend assessment: Elderly population. [August 21, 2019]; Available from: http://www.searo.who.int/entity/health_situation_trends/data/chi/elderly-population/en/.
- [2] Mahne K, Wolff JK, Simonson J, Tesch-Römer C. Altern im Wandel. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden; 2017.
- [3] Biesalski Hans K, Jana T. Micronutrients in the life cycle: Requirements and sufficient supply. NFS Journal 2018;11:1–11.
<https://doi.org/10.1016/j.nfs.2018.03.001>.
- [4] Brogan KE, Jen K-LC. Nutrition in the Elderly. In: Handbook of Assessment in Clinical Gerontology. Elsevier; 2010, p. 357–380.
- [5] Österreichische Gesellschaft für Ernährung. Personengruppen: Ernährung im Alter. [August 20, 2019]; Available from: <https://www.oerge.at/index.php/bildung-information/empfehlungen/personengruppen/1134>.
- [6] Deutsche Gesellschaft für Ernährung e.V., inForm - Deutschlands Initiative für gesundes Essen und mehr Bewegung. Ernährung im Alter – Der Genuss steht im Vordergrund; Available from: <https://www.fitimalter-dge.de/fachinformationen/ernaehrung-im-alter/>.
- [7] Frühwald T, Hofer A, Rust P, Meidlinger B, Roller-Wirnsberger R, Schindler K et al. Wissenschaftliche Aufbereitung für Empfehlungen „Ernährung im Alter in verschiedenen Lebenssituationen“. Wien; 2013.
- [8] AGES. Ernährung im Alter. [August 20, 2019]; Available from: <https://www.ages.at/themen/ernaehrung/ernaehrung-im-alter/>.
- [9] Rønnow Schacht S, Vendelbo Lind M, Bechshøft RL, Højfeldt G, Reitelseder S, Jensen T et al. Investigating Risk of Suboptimal Macro and Micronutrient Intake and Their Determinants in Older Danish Adults with Specific Focus on Protein Intake-A Cross-Sectional Study. Nutrients 2019;11(4).
<https://doi.org/10.3390/nu11040795>.

- [10] Ferland G. Nutrition in Aging. In: Kuipers E, editor. Encyclopedia of Gastroenterology: 2nd Edition. Elsevier; 2019.
- [11] Deutsche Gesellschaft für Ernährung e.V. Fit im Alter: Gesund essen, besser leben. [November 28, 2019]; Available from: <https://www.fitimalter-dge.de/startseite/>.
- [12] Young F, Maguire S. Physiology of Ageing, Anesthesia and intensive care medicine.
- [13] Groot L de. Nutrition for vitality later in Life. Wien; 2019.
- [14] van Staveren WA, Groot LCPMG de, Haveman-Nies A. The SENECA study: potentials and problems in relating diet to survival over 10 years. Public Health Nutr 2002;5(6A):901–5. <https://doi.org/10.1079/PHN2002376>.
- [15] Bechthold, Angela Dipl. oec. troph. Referenzwerte für die Nährstoffzufuhr. Ernährungsumschau 2009(6):346–53.
- [16] Deutsche Gesellschaft für Ernährung, Österreichische Gesellschaft für Ernährung, Schweizerische Gesellschaft für Ernährungsforschung, Schweizerische Vereinigung für Ernährung. Referenzwerte für die Nährstoffzufuhr. 2nd ed. Bonn; 2019.
- [17] ter Borg S, Verlaan S, Hemsworth J, Mijnders DM, Schols JMGA, Luiking YC et al. Micronutrient intakes and potential inadequacies of community-dwelling older adults: a systematic review. Br J Nutr 2015;113(8):1195–206. <https://doi.org/10.1017/S0007114515000203>.
- [18] Shakur YA, Tarasuk V, Corey P, O'Connor DL. A comparison of micronutrient inadequacy and risk of high micronutrient intakes among vitamin and mineral supplement users and nonusers in Canada. J Nutr 2012;142(3):534–40. <https://doi.org/10.3945/jn.111.149450>.
- [19] Kehoe L, Walton J, Flynn A. Nutritional challenges for older adults in Europe: current status and future directions. Proc Nutr Soc 2019;78(2):221–33. <https://doi.org/10.1017/S0029665118002744>.
- [20] Olza J, Aranceta-Bartrina J, González-Gross M, Ortega RM, Serra-Majem L, Varela-Moreiras G et al. Reported Dietary Intake, Disparity between the Reported Consumption and the Level Needed for Adequacy and Food Sources of Calcium, Phosphorus, Magnesium and Vitamin D in the Spanish Population:

- Findings from the ANIBES Study. *Nutrients* 2017;9(2).
<https://doi.org/10.3390/nu9020168>.
- [21] Mensink GBM, Fletcher R, Gurinovic M, Huybrechts I, Lafay L, Serra-Majem L et al. Mapping low intake of micronutrients across Europe. *Br J Nutr* 2013;110(4):755–73. <https://doi.org/10.1017/S000711451200565X>.
- [22] Roman Viñas B, Ribas Barba L, Ngo J, Gurinovic M, Novakovic R, Cavelaars A et al. Projected prevalence of inadequate nutrient intakes in Europe. *Ann Nutr Metab* 2011;59(2-4):84–95. <https://doi.org/10.1159/000332762>.
- [23] Zhu K, Devine A, Suleska A, Tan CY, Toh CZJ, Kerr D et al. Adequacy and change in nutrient and food intakes with aging in a seven-year cohort study in elderly women. *J Nutr Health Aging* 2010;14(9):723–9.
<https://doi.org/10.1007/s12603-010-0324-2>.
- [24] Elmadfa I. Österreichischer Ernährungsbericht 2012. 1st ed. Wien: Bundesministerium für Gesundheit; 2012.
- [25] Kloss L, Meyer JD, Graeve L, Vetter W. Sodium intake and its reduction by food reformulation in the European Union — A review. *NFS Journal* 2015;1:9–19.
<https://doi.org/10.1016/j.nfs.2015.03.001>.
- [26] Strohm D, Boeing H, Leschik-Bonnet et al. Salt intake in Germany health consequences and resulting recommendations for action. A scientific statement from the German Nutrition Society (DGE). *Ernährungsumschau international* 2016(03):62–70. <https://doi.org/10.4455/eu.2016.012>.
- [27] World Health Organization. Salt reduction. [December 07, 2019]; Available from: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/salt-reduction>.
- [28] Moreira P, Sousa AS, Guerra RS, Santos A, Borges N, Afonso C et al. Sodium and potassium urinary excretion and their ratio in the elderly: results from the Nutrition UP 65 study. *Food Nutr Res* 2018;62.
<https://doi.org/10.29219/fnr.v62.1288>.
- [29] Verbraucherzentrale. Fragen und Antworten zu Salz. [December 07, 2019]; Available from:
<https://www.verbraucherzentrale.de/wissen/lebensmittel/gesund-ernaehren/fragen-und-antworten-zu-salz-11384>.

- [30] Hasenegger V, Rust P, König J, Purtscher AE, Erler J, Ekmekcioglu C. Main Sources, Socio-Demographic and Anthropometric Correlates of Salt Intake in Austria. *Nutrients* 2018;10(3). <https://doi.org/10.3390/nu10030311>.
- [31] Schwab S, Heier M, Schneider A, Fischer B, Huth C, Peters A et al. The use of dietary supplements among older persons in southern Germany - results from the KORA-age study. *J Nutr Health Aging* 2014;18(5):510–9. <https://doi.org/10.1007/s12603-013-0418-8>.
- [32] Doets EL, Wit LS de, Dhonukshe-Rutten RAM, Cavelaars AEJM, Raats MM, Timotijevic L et al. Current micronutrient recommendations in Europe: towards understanding their differences and similarities. *Eur J Nutr* 2008;47 Suppl 1:17–40. <https://doi.org/10.1007/s00394-008-1003-5>.
- [33] International Life Sciences Institute. EURRECA Europe. [December 05, 2019]; Available from: <https://ilsi.eu/eurreca/>.
- [34] Science Business. Database on micronutrients now available free online. [December 05, 2019]; Available from: <https://sciencebusiness.net/news/67741/Database-on-micronutrients-now-available-free-online>.
- [35] Novaković R, Cavelaars AEJM, Bekkering GE, Roman-Viñas B, Ngo J, Gurinović M et al. Micronutrient intake and status in Central and Eastern Europe compared with other European countries, results from the EURRECA network. *Public Health Nutr* 2013;16(5):824–40. <https://doi.org/10.1017/S1368980012004077>.
- [36] Max Rubner-Institut, Bundesforschungsinstitut für Ernährung und Lebensmittel. Bundeslebensmittelschlüssel: BLS-Version 3.02. [July 17, 2019]; Available from: <https://www.blsdb.de/>.
- [37] Boer EJ de, Slimani N, van 't Veer P, Boeing H, Feinberg M, Leclercq C et al. The European Food Consumption Validation Project: conclusions and recommendations. *Eur J Clin Nutr* 2011;65 Suppl 1:S102-7. <https://doi.org/10.1038/ejcn.2011.94>.
- [38] Hemmerich W. StatistikGuru SPSS Anleitungen. [August 20, 2019]; Available from: <https://statistikguru.de/spss>.

- [39] Kubinger KD, Rasch D, Moder K. Zur Legende der Voraussetzungen des t -Tests für unabhängige Stichproben. *Psychologische Rundschau* 2009;60(1):26–7. <https://doi.org/10.1026/0033-3042.60.1.26>.
- [40] Keller D. Welcher Post-Hoc-Test ist der richtige? [December 07, 2019]; Available from: <https://statistik-und-beratung.de/2015/01/welcher-post-hoc-test-ist-der-richtige/>.
- [41] Fabian E, Elmadfa I. Nutritional situation of the elderly in the European Union: data of the European Nutrition and Health Report (2004). *Ann Nutr Metab* 2008;52 Suppl 1:57–61. <https://doi.org/10.1159/000115352>.
- [42] Chłopicka J, Paśko P. Supplements (Vitamins, Minerals, and Micronutrients). In: McQueen CA, editor. *Reference Module in Biomedical Sciences*. Elsevier; 2019, p. 1–12.
- [43] Bundesministerium für Arbeit, Soziales, Gesundheit und Konsumentenschutz. Ernährung älterer Menschen. [August 20, 2019]; Available from: <https://www.gesundheit.gv.at/leben/altern/ernaehrung-im-alter/ernaehrung-senioren>.
- [44] Max Rubner-Institut, Bundesforschungsinstitut für Ernährung und Lebensmittel. Nationale Verzehrsstudie 2: Die bundesweite Befragung zur Ernährung von Jugendlichen und Erwachsenen. Karlsruhe; 2008.

9 Anhang

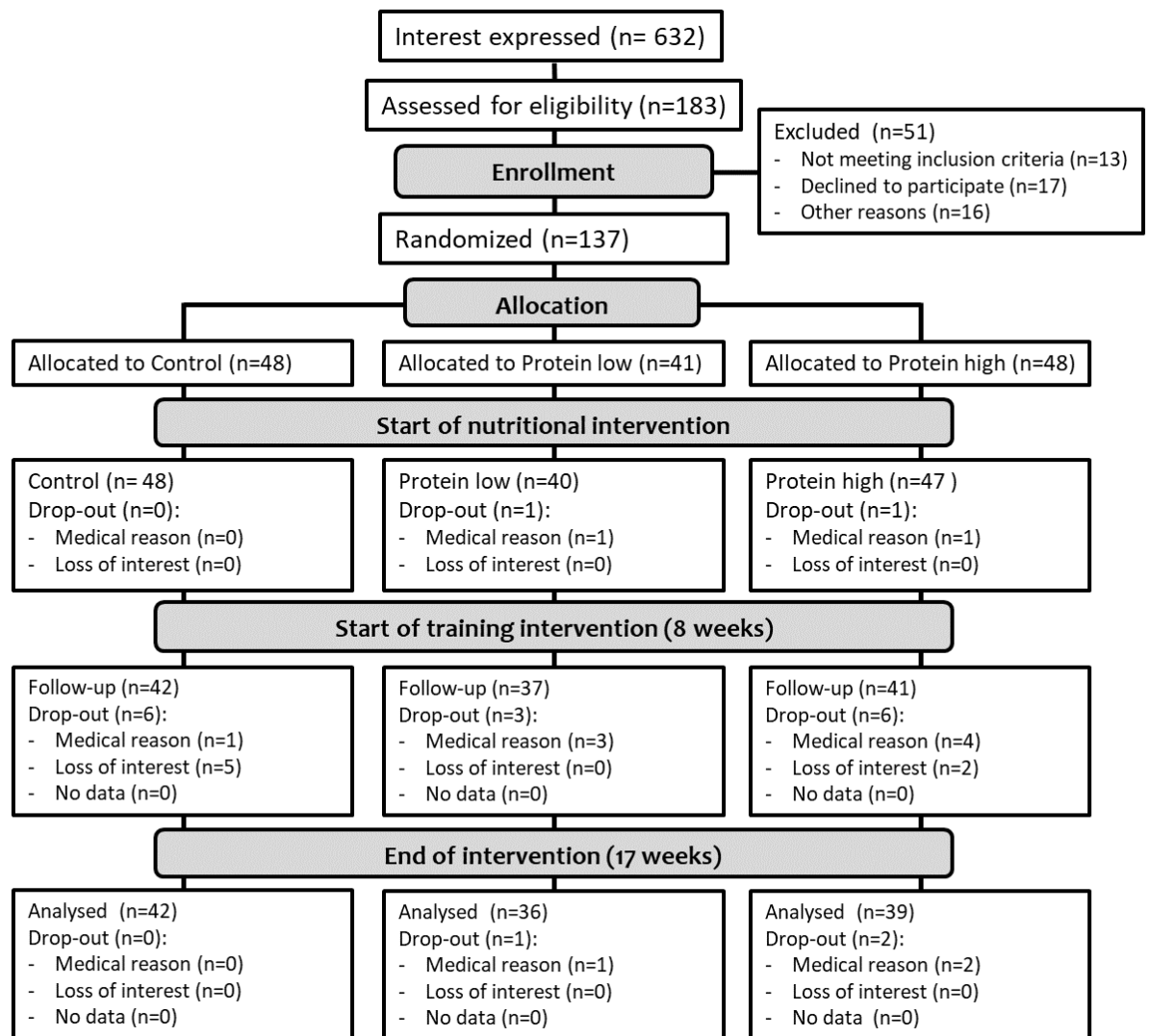


Abbildung 8: Flowchart der NutriAging Protein Studie

Anhang: Auszüge aus dem Studienbuch

Körpergewicht	Ziel pro Tag	Ziel pro Woche
45 kg	4,5	31,5
50 kg	5	35
55 kg	5,5	38,5
60 kg	6	42
65 kg	6,5	45,5
70 kg	7	49
75 kg	7,5	52,5
80 kg	8	56
85 kg	8,5	59,5
90 kg	9	63
95 kg	9,5	66,5
100 kg	10	70



entspricht einem Punkt



entspricht einem halben Punkt

Abbildung 9: Ermittlung der Zielpunkte lt. Studienbuch

Ihr Gewicht: 75 kg (Anzahl der Punkte: 7,5)

	Ihre gewohnten Lebensmittel	Lebensmittel der Studie
Morgens	Gewohntes Frühstück	1 NÖM to go
Snack		1 Scheibe Brot + Auberginen Feta Aufstrich
Mittags	Gewohntes Mittagessen (eventuell Menge reduzieren)	Saftiger Gemüse-Muffin
	Ersetzen Sie Ihre Nachspeise durch einen süßen Snack aus unseren Produkten	Smoothie
Abends	Gewohntes Abendessen	

Abbildung 10: Beispiel für Punktevergabe lt. Studienbuch

Anhang: Beispielunterlagen zu Kapitel 3.3

Abbildung 11: Fragebogen vom Informationstag zur ersten Einschätzung des Gesundheitszustandes

Name:

Postleitzahl:

Geburtsdatum:

E-Mail:

Tel.Nr:

L250
Dienstag, 31. Juli 2018

14:15 Uhr 

Kaiser-Franz-Josef-Spital
Kundratstraße 3,
1100 Wien,
Pavillon E, Empfang

	JA	NEIN
Sind Sie zwischen Mitte September und Dezember 10 Tage oder mehr durchgehend nicht in Wien?		
Haben Sie einen Herzbypass?		
Haben Sie ein Aortenaneurysma?		
Haben Sie einen Herzschrittmacher oder Defibrillator?		
Haben Sie Krebsmetastasen? Wo? _____		
Haben Sie schon einmal eine Netzhautablösung am Auge gehabt?		
Haben Sie in den letzten 6 Monaten regelmäßig Krafttraining gemacht?		
Haben Sie in den letzten 6 Monaten Antibiotika eingenommen?		
Hatten Sie schon einmal einen Herzstillstand?		
Hatten Sie schon einmal einen Herzinfarkt? Wann? _____		
Haben Sie häufig ein Druckgefühl auf der Brust?		
Bekommen Sie wenig Luft beim Gehen?		
Hatten Sie schon einmal einen Schlaganfall? Wann? _____		
Haben Sie einen Stent in den Herzgefäßen?		
Haben Sie eine Herzschwäche?		
Haben Sie einen Herzklappenfehler? Welcher? _____		
Hatten Sie eine Operation der Herzklappen? Wann? _____		

Anhang: Tabellen und Abbildungen aus Kapitel 5.2

Tabelle 33: Signifikante Unterschiede in der Energie- und Mineralstoffzufuhr in P1 zwischen den Gruppen

Insgesamt (n=115)		p^{52} (Insgesamt)	p (Frauen)	p (Männer)
Energie [kcal]		0.412	0.123	0.130
K	PL	0.641	0.690	0.109
	PH	0.892	0.155	0.527
PL	PH	0.389	0.364	0.595
Mineralstoffzufuhr [mg]		0.508	0.400	0.012*
K	PL	0.480	0.843	0.016*
	PH	0.783	0.438	0.125
PL	PH	0.875	0.574	1.000
Nährstoffdichte für gesamte Mineralstoffzufuhr pro 1000 kcal [mg]		0.362	0.678	0.435
K	PL	0.973	0.757	0.997
	PH	0.367	0.711	0.515
PL	PH	0.529	0.998	0.491

Tabelle 34: Signifikante Unterschiede in der Zufuhr der einzelnen Mineralstoffe zwischen Männern und Frauen in den K, PL und PH in P1 (Teil 1)

	Frauen (n=61) ⁵³	Männer (n=54) ⁵⁴	p
Chlorid [mg]			
K	3033 (1557)	3381 (1168)	.426
PL	3170 (1027)	5093 (1594)	.000**
PH	2589 (917)	5395 (3297)	.002**
Kalium [mg]			
K	2590 (1902)	2826 (874)	.620
PL	2279 (621)	3157 (880)	.002° **
PH	2247 (600)	2916 (802)	.006**
Natrium [mg]			
K	1890 (1016)	2110 (837)	.453
PL	1914 (700)	3149 (1064)	.000**
PH	1576 (639)	3433 (2023)	.001° **
Kochsalz NaCl [g]			
K	4.9 (3.3)	5.4 (3.7)	.676
PL	5.1 (2.6)	5.6 (2.3)	.536
PH	5.6 (2.3)	6.1 (4.7)	.681
Calcium [mg]			
K	730 (431)	844 (566)	.426
PL	700 (292)	915 (559)	.160
PH	662 (340)	846 (539)	.212

* $p < 0.05$ daher signifikant / ** $p < 0.01$ daher hoch signifikant

⁵³ K = 23, PL = 18, PH = 20

⁵⁴ K = 19, PL = 17, PH = 18

Tabelle 35: Signifikante Unterschiede in der Zufuhr der einzelnen Mineralstoffe zwischen Männern und Frauen in den K, PL und PH in P1 (Teil 2)

	Frauen (n=61) ⁵⁵	Männer (n=54) ⁵⁶	p
Magnesium [mg]			
K	277 (186)	304 (83)	.549
PL	237 (77)	357 (106)	.000**
PH	228 (51)	335 (100)	.000° **
Phosphor [mg]			
K	923 (474)	1153 (457)	.119
PL	937 (343)	1405 (409)	.001**
PH	835 (311)	1252 (478)	.004° **
Iodid [µg]			
K	120 (83)	115 (40)	.769
PL	108 (61)	184 (131)	.033*
PH	102 (71)	147 (95)	.112°
Fluorid [mg]			
K	0.84 (0.4)	1.1 (0.4)	.089
PL	0.95 (0.7)	1.1 (0.4)	.709
PH	0.88 (0.4)	0.9 (0.4)	.716
Eisen [mg]			
K	9.7 (6.3)	12 (5.2)	.210
PL	8.1 (3.2)	12 (4.4)	.005**
PH	7.3 (2.8)	12 (4.2)	.000**
Zink [mg]			
K	7.8 (3.6)	9.4 (3.9)	.162
PL	7.1 (2.5)	11 (3.9)	.001° **
PH	6.5 (1.7)	9.4 (3.6)	.006° **

⁵⁵ K = 23, PL = 18, PH = 20

⁵⁶ K = 19, PL = 17, PH = 18

Anhang: Weitere Abbildungen und Tabellen zu 5.3

Tabelle 36: Durchschnittliche Mineralstoffzufuhr im gesamten Studienverlauf (P1-P3) (Teil 1)

	Insgesamt (n = 115)				Frauen (n = 61)				Männer (n = 54)			
	MW (SD)	Min	Max	<i>p</i> ⁵⁷	MW (SD)	Min	Max	<i>p</i>	MW (SD)	Min	Max	<i>p</i>
Chlorid [mg]	3551 (1164)	1582	6875		3121 (1071)	1582	6875		4037 (1078)	1929	6303	
p								.000**				
<i>K</i>	3791 (1070)	1582	5928		3553 (1122) ^a	1582	5803		4078 (954)	2562	5928	
<i>PL</i>	3531 (1080)	1769	6875	<i>.0174*</i>	3137 (1178) ^{a,b}	1769	6875	<i>.013*</i>	3948 (803)	2582	5442	<i>.923</i>
<i>PH</i>	3304 (1306)	1670	6303		2609 (650) ^b	1670	3874		4076 (1428)	1929	6303	
Kalium [mg]	2559 (780)	1090	7510		2371 (923)	1090	7510		2772 (506)	1459	3888	
p								.004**				
<i>K</i>	2808 (939)	1212	7510		2641 (1197)	1212	7510		3011 (422) ^a	2226	3888	
<i>PL</i>	2564 (698)	1375	4537	<i>.009**</i>	2321 (775)	1375	4537	<i>.158</i>	2821 (512) ^{a,b}	2065	3658	<i>.003**</i>
<i>PH</i>	2559 (780)	1090	3215		2104 (573)	1090	3215		2473 (450) ^b	1459	3097	
Natrium [mg]	2189 (758)	812	4550		1915 (719)	812	4550		2499 (682)	1128	3922	
p								.000**				
<i>K</i>	2381 (698)	812	3648		2249 (752) ^a	812	3648		2541 (607)	1494	3555	
<i>PL</i>	2146 (698)	939	4550	<i>.092</i>	1883 (751) ^{a,b}	939	4550	<i>.005**</i>	2424 (526)	1496	3605	<i>.863</i>
<i>PH</i>	2017 (841)	896	3922		1559 (450) ^b	896	2584		2527 (890)	1128	3922	

⁵⁷ Alle p-Werte für mögliche signifikante Unterschiede zwischen den Gruppen sind in kursiv angegeben, die für Unterschiede zwischen Männern und Frauen in fett

K (n=42; 23; Frauen, 19 Männer), **PL** (n=35; 18 Frauen, 17 Männer), **PH** (n=38; 20 Frauen, 18 Männer)

[°] p-Werte basierend auf dem Welch-Test, da keine Varianzhomogenität gegeben ist

* p < 0.05 daher signifikant / ** p < 0.01 daher hoch signifikant

Tabelle 37: Durchschnittliche Mineralstoffzufuhr im gesamten Studienverlauf (P1-P3) (Teil 2)

	Insgesamt (n = 115)				Frauen (n = 61)				Männer (n = 54)			
	MW (SD)	Min	Max	<i>p</i> ⁵⁸	MW (SD)	Min	Max	<i>p</i>	MW (SD)	Min	Max	<i>p</i>
Kochsalz NaCl [g]	5.2 (1.9)	2.0	11		5.0 (1.9)	2.0	11		5.4 (1.8)	2.0	9.0	
p								.264				
<i>K</i>	5.1 (1.9)	2.0	9.0		4.7 (1.8)	2.0	8.0		5.6 (2.0)	3.0	9.0	
<i>PL</i>	5.0 (1.5)	2.0	8.0	<i>.711</i>	5.1 (1.8)	2.0	8.0	<i>.635</i>	4.9 (1.3)	3.0	7.0	<i>.492</i>
<i>PH</i>	5.4 (1.9)	2.0	11		5.2 (2.2)	2.0	11		5.5 (2.0)	2.0	9.0	
Calcium [mg]	716 (265)	302	1443		667 (262)	302	1258		772 (260)	336	1443	
p								.034*				
<i>K</i>	751 (238)	302	1331		688 (260)	302	1258		827 (189)	479	1331	
<i>PL</i>	701 (252)	354	1241	<i>.571</i>	673 (250)	354	1241	<i>.826</i>	730 (258)	359	1138	<i>.510</i>
<i>PH</i>	692 (305)	332	1443		638 (284)	332	1237		752 (324)	336	1443	
Magnesium [mg]	274 (92)	125	864		243 (102)	125	864		308 (65)	148	440	
p								.000**				
<i>K</i>	304 (112) ^a	136	864		281 (139)	136	864		332 (58)	222	440	
<i>PL</i>	270 (81) ^{a,b}	140	421	<i>.012*</i>	236 (72)	140	403	<i>.054</i>	307 (76)	209	421	<i>.075</i>
<i>PH</i>	243 (65) ^b	125	369		207 (53)	125	323		283 (54)	148	369	
Phosphor [mg]	993 (315)	399	2052		867 (298)	399	2052		1135 (271)	476	1682	
p								.000**				
<i>K</i>	1064 (310)	419	2052		950 (347)	419	2052		1202 (188)	939	1584	
<i>PL</i>	994 (296)	399	1590	<i>.103</i>	863 (229)	399	1384	<i>.164</i>	1132 (300)	621	1590	<i>.324</i>
<i>PH</i>	914 (326)	416	1682		776 (278)	416	1362		1067 (312)	476	1682	

⁵⁸ Alle p-Werte für mögliche signifikante Unterschiede zwischen den Gruppen sind in kursiv angegeben, die für Unterschiede zwischen Männern und Frauen in fett

K (n=42; 23; Frauen, 19 Männer), **PL** (n=35; 18 Frauen, 17 Männer), **PH** (n=38; 20 Frauen, 18 Männer)

[°] p-Werte basierend auf dem Welch-Test, da keine Varianzhomogenität gegeben ist

* p < 0.05 daher signifikant / ** p < 0.01 daher hoch signifikant

Tabelle 38: Durchschnittliche Mineralstoffzufuhr im gesamten Studienverlauf (P1-P3) (Teil 3)

	Insgesamt (n = 115)				Frauen (n = 61)				Männer (n = 54)			
	MW (SD)	Min	Max	<i>p</i> ⁵⁹	MW (SD)	Min	Max	<i>p</i>	MW (SD)	Min	Max	<i>p</i>
Iodid [µg]	122 (48)	37	335		112 (46)	37	218		133 (48)	69	335	
p								.016*				
<i>K</i>	127 (46)	37	247		127 (54)	37	218		128 (37)	76	247	
<i>PL</i>	122 (53)	58	335	<i>.496</i>	104 (37)	58	182	<i>.124</i>	142 (61)	80	335	<i>.682</i>
<i>PH</i>	115 (46)	40	194		101 (40)	40	171		130 (47)	69	194	
Fluorid [mg]	0.91 (0.40)	0.38	2.7		0.87 (0.47)	0.38	2.7		0.96 (0.32)	0.45	1.7	
p								.243				
<i>K</i>	0.95 (0.37)	0.41	1.7		0.86 (0.36)	0.41	1.7		1.1 (0.36)	0.50	1.7	
<i>PL</i>	0.94 (0.49)	0.38	2.7	<i>.444</i>	0.92 (0.62)	0.38	2.7	<i>.880</i>	0.96 (0.30)	0.51	1.5	<i>.099</i>
<i>PH</i>	0.85 (0.35)	0.38	2.2		0.85 (0.43)	0.38	2.2		0.84 (0.24)	0.45	1.4	
Eisen [mg]	9.8 (3.5)	4.2	28		8.5 (3.6)	4.2	28		11 (2.9)	4.5	20	
p								.000**				
<i>K</i>	11 (4.0) ^a	4.6	28		10 (4.5) ^a	4.6	28		13 (2.6) ^a	9.2	20	
<i>PL</i>	9.4 (3.2) ^b	4.5	18	<i>.000**</i>	8.2 (2.9) ^{a,b}	4.5	15	<i>.010*</i>	11 (3.1) ^b	7.1	18	<i>.005**</i>
<i>PH</i>	8.4 (2.6) ^b	4.2	16		6.9 (1.9) ^b	4.2	12		10 (2.3) ^b	4.5	16	
Zink [mg]	8.1 (2.5)	3.3	17		7.1 (2.3)	3.3	17		9.1 (2.4)	4.0	16	
p								.000**				
<i>K</i>	8.8 (2.5) ^a	4.6	17		7.9 (2.7) ^a	4.6	17		9.9 (1.7)	7.6	13	
<i>PL</i>	8.1 (2.6) ^{a,b}	3.3	16	<i>.015*</i>	7.0 (1.9) ^{a,b}	3.3	11	<i>.047*</i>	9.3 (2.8)	4.8	16	<i>.103</i>
<i>PH</i>	7.2 (2.3) ^b	4.0	12		6.2 (1.7) ^b	4.1	9.4		8.2 (2.4)	4.0	12	

⁵⁹ Alle p-Werte für mögliche signifikante Unterschiede zwischen den Gruppen sind in kursiv angegeben, die für Unterschiede zwischen Männern und Frauen in fett

K (n=42; 23; Frauen, 19 Männer), **PL** (n=35; 18 Frauen, 17 Männer), **PH** (n=38; 20 Frauen, 18 Männer)

° p-Werte basierend auf dem Welch-Test, da keine Varianzhomogenität gegeben ist

* p < 0.05 daher signifikant / ** p < 0.01 daher hoch signifikant

Tabelle 39: Signifikante Unterschiede mit p-Werten in der Mineralstoffzufuhr zwischen den Gruppen je nach Phase

Mineralstoff	Unterschiede zwischen Gruppen	Insgesamt	P1	P2	P3
Chlorid	K-PL	.590	.029°*	.070	.005°**
	PL-PH	.679	.933°	.304	1.000°
	K-PH	.149	.308°	.001**	.004°**
Kalium	K-PL	.336	.999	.370	.025*
	PL-PH	.245	.854	.090	.262
	K-PH	.006**	.859	.001**	.000**
Natrium	K-PL	.358	.070°	.038*	.001°**
	PL-PH	.745	.983°	.280	.998°
	K-PH	.081	.308°	.000**	.002°**
Kochsalz	K-PL	.986	.957	.473	.971
	PL-PH	.722	.798	.679	.939
	K-PH	.795	.599	.945	.825
Calcium	K-PL	.693	.974	.458	.309
	PL-PH	.989	.867	.993	.823
	K-PH	.591	.948	.375	.654
Magnesium	K-PL	.231	.975	.126	.005**
	PL-PH	.404	.830	.246	.381
	K-PH	.008**	.919	.001**	.005**
Phosphor	K-PL	.585	.390	.134	.019*
	PL-PH	.522	.435	.587	.927
	K-PH	.084	.999	.009**	.005**
Iod	K-PL	.895	.356	.078	.347
	PL-PH	.769	.533	.946	.976
	K-PH	.466	.956	.031*	.452
Fluorid	K-PL	.988	.896	.712	.994
	PL-PH	.582	.737	.430	.723
	K-PH	.460	.944	.093	.633
Eisen	K-PL	.025*	.780	.011*	.001**
	PL-PH	.411	.902	.291	.297
	K-PH	.000**	.491	.000**	.000**
Zink	K-PL	.392	.812	.175	.030*
	PL-PH	.271	.354	.167	.892
	K-PH	.010*	.694	.001**	.006**

Tabelle 40: Signifikante Unterschiede in der Dichte der Mineralstoffzufuhr zwischen den Gruppen je nach Phase

Mineralstoff	Unterschiede zwischen Gruppen	Insgesamt	P1	P2	P3
Chlorid	K-PL	.590	.711	.988	.887 ⁶⁰
	PL-PH	.679	.776	.829	.912
	K-PH	.149	.287	.726	.999
Kalium	K-PL	.336	.725	.147	.381
	PL-PH	.245	.456	.568	.184
	K-PH	.006**	.884	.663	.874
Natrium	K-PL	.358	.794	.870	.568
	PL-PH	.745	.704	.731	.925
	K-PH	.081	.295	.396	.795
Kochsalz	K-PL	.986	.999	.874	.060°
	PL-PH	.722	.314	.467	.555°
	K-PH	.795	.263	.194	.016° *
Calcium	K-PL	.693	.956	.527	.253°
	PL-PH	.989	.938	.756	.581°
	K-PH	.591	.998	.157	.046° *
Magnesium	K-PL	.231	.628	.645	.672
	PL-PH	.404	.388	.715	.273
	K-PH	.008 **	.900	.995	.735
Phosphor	K-PL	.585	.730	.630	.582
	PL-PH	.522	.951	.938	.984
	K-PH	.084	.891	.402	.682
Iod	K-PL	.895	.775	1.000	.544
	PL-PH	.769	.811	.828	.937
	K-PH	.466	.999	.813	.326
Fluorid	K-PL	.988	.996	.595	.081°
	PL-PH	.582	.998	.995	.973°
	K-PH	.460	1.000	.520	.107°
Eisen	K-PL	.025*	.207	.604	.959°
	PL-PH	.411	.524	.904	.151°
	K-PH	.000**	.816	.329	.014° *
Zink	K-PL	.392	.729	.614	.757
	PL-PH	.271	.995	.587	1.000
	K-PH	.010*	.659	.997	.764

⁶⁰ Werte zur Signifikanz basierend auf einer einfaktoriellen Varianzanalyse, korrigiert durch Tukey Post-Hoc Test (bei mangelnder Varianzhomogenität Games-Howell-Post-Hoc Test)

Tabelle 41: Durchschnittliche Mineralstoffzufuhr (Median) inkl. Prozent der Empfehlungen in den einzelnen Interventionsgruppen in P2

	Phase 2 Interventionsgruppen (Median)									
	Insgesamt	K (n=42)			PL (n=35)			PH (n=38)		
	n=115	Ges. (n=42)	m (n=19)	w (n=23)	Ges. (n=35)	m (n=17)	w (n=18)	Ges. (n=38)	m (n=18)	w (n=20)
Chlorid [mg]	3473	4419	4817	3763	3215	3450	3013	2888	3536	2725
Schätzwert: 2300	151 %	192 %	210 %	164 %	140 %	150 %	131 %	126 %	154 %	119 %
Kalium [mg]	2430	2810	3083	2312	2584	2891	2132	2176	2305	2016
Schätzwert:4000	61 %	70 %	77 %	58 %	65 %	72 %	53 %	54 %	58 %	50 %
Natrium [mg]	2133	2891	2955	2387	1932	1957	1802	1712	2242	1641
Schätzwert: 1500	142 %	193 %	197 %	159 %	129 %	131 %	120 %	114 %	150 %	109 %
NaCl [g]	4.9	5.4	5.8	4.8	4.6	3.8	5.3	4.9	4.8	5.1
Referenzwert: 6	82 %	90 %	97 %	80 %	77 %	63 %	88 %	81 %	79 %	85 %
Calcium [mg]	630	726	770	628	675	702	652	555	595	469
Referenzwert: 1000	63 %	73 %	77 %	63 %	68 %	70 %	65 %	56 %	60 %	47 %
Magnesium [mg]	253	306	331	245	245	277	206	233	266	206
Referenzwert: 350 bzw. 300	80 %	91 %	95 %	82 %	72 %	79 %	69 %	71 %	76 %	69 %
Phosphor [mg]	912	1106	1231	882	863	874	810	842	947	669
Referenzwert: 700	130 %	158 %	176 %	126 %	123 %	125 %	116 %	120 %	135 %	96 %
Iod [µg]	115	144	148	135	114	115	89	97	100	87
Referenzwert: 180	64 %	80 %	82 %	75 %	63 %	64 %	50 %	54 %	56 %	49 %

	Phase 2 Interventionsgruppen (Median)									
	Insgesamt	K (n=42)			PL (n=35)			PH (n=38)		
	n=115	Ges. (n=42)	m (n=19)	w (n=23)	Ges. (n=35)	m (n=17)	w (n=18)	Ges. (n=38)	m (n=18)	w (n=20)
Fluorid [mg]	0.79	0.94	1.03	0.74	0.79	0.96	0.71	0.68	0.73	0.62
Referenz: 3.8 bzw. 3.1	23 %	27 %	27 %	24 %	24 %	25 %	23 %	19 %	19 %	20 %
Eisen [mg]	8.9	11	13	9.0	8.3	9.5	7.5	7.8	9.1	6.8
Referenz:10	89 %	113 %	132 %	90 %	83 %	95 %	75 %	78 %	91 %	68 %
Zink [mg]	8.0	9.2	10	8.0	7.9	7.9	7.6	6.8	7.9	6.2
Referenz: 14 bzw. 8	74 %	81 %	74 %	100 %	75 %	56 %	95 %	62 %	56 %	77 %

Tabelle 42: Durchschnittliche Mineralstoffzufuhr (Median) inkl. Prozent der Empfehlungen in den einzelnen Interventionsgruppen in P3

	Phase 3 Interventionsgruppen (Median)									
	Gesamt	K (n=42)			PL (n=35)			PH (n=38)		
	n=115	Ges. (n=42)	m (n=19)	w (n=23)	Ges. (n=35)	m (n=17)	w (n=18)	Ges. (n=38)	m (n=18)	w (n=20)
Chlorid [mg]	2954	3408	4665	3171	2922	2954	2598	2821	3128	2379
<i>Schätzwert: 2300</i>	128 %	148 %	203 %	138 %	127 %	128 %	113 %	123 %	136 %	103 %
Kalium [mg]	2379	2796	3132	2768	2240	2502	1993	2196	2280	2095
<i>Schätzwert: 4000</i>	60 %	70 %	78 %	69 %	56 %	63 %	50 %	55 %	57 %	52 %
Natrium [mg]	1926	2085	2651	1975	1782	1825	1612	1645	2021	1422
<i>Schätzwert:1500</i>	128 %	139 %	177 %	132 %	119 %	122 %	108 %	110 %	135 %	95 %
NaCl [g]	4.4	4.5	5.2	3.9	4.5	4.5	4.5	4.4	4.4	4.2
<i>Referenzwert: 6</i>	73 %	74 %	87 %	65 %	75 %	75 %	74 %	73 %	73 %	69 %
Calcium [mg]	616	676	853	611	548	554	536	580	580	591
<i>Referenzwert:1000</i>	62 %	68 %	85 %	61 %	55 %	55 %	54 %	58 %	58 %	59 %
Magnesium [mg]	260	296	342	273	242	249	217	223	267	199
<i>Referenzwert: 350 bzw. 300</i>	79 %	92 %	98 %	91 %	72 %	71 %	72 %	68 %	76 %	67 %
Phosphor [mg]	933	1095	1159	946	863	927	794	841	853	737
<i>Referenzwert: 700</i>	133 %	157 %	166 %	135 %	123 %	132 %	113 %	120 %	122 %	105 %
Iod [µg]	105	117	113	119	97	99	92	104	113	70
<i>Referenzwert: 180</i>	59 %	65 %	63 %	66 %	54 %	55 %	51 %	58 %	63 %	39 %

	Phase 3 Interventionsgruppen (Median)									
	Gesamt	K (n=42)			PL (n=35)			PH (n=38)		
	n=115	Ges. (n=42)	m (n=19)	w (n=23)	Ges. (n=35)	m (n=17)	w (n=18)	Ges. (n=38)	m (n=18)	w (n=20)
Fluorid [mg]	0.86	0.91	1.1	0.77	0.73	0.92	0.64	0.83	0.83	0.28
<i>Richtwert: 3.8 bzw. 3.1</i>	23 %	27 %	28 %	25 %	22 %	24 %	21 %	23 %	22 %	26 %
Eisen [mg]	9.1	11	12.6	10.2	7.8	9.1	7.5	7.5	8.3	6.3
<i>Referenzwert: 10</i>	91 %	113 %	126 %	102 %	78 %	91 %	75 %	75 %	83 %	63 %
Zink [mg]	7.6	8.6	9.9	7.7	6.7	7.7	6.3	6.4	7.2	5.9
<i>Referenzwert: 14 bzw. 8</i>	71 %	81 %	71 %	97 %	66 %	55 %	78 %	60 %	52 %	74 %