



MASTERARBEIT

Titel der Masterarbeit

„Einfluss der veganen Ernährung auf die
Körperzusammensetzung bei Veganern“

verfasst von

Dominik Hubmer, Bakk.rer.nat.

angestrebter akademischer Grad

Master of Science (MSc)

Wien, 2015

Studienkennzahl lt. Studienblatt:

A 066 838

Studienrichtung lt. Studienblatt:

Masterstudium Ernährungswissenschaft

Betreut von:

Univ. Prof. Dr. Jürgen König

DANKSAGUNGEN

Dieses Werk ist den wichtigsten Menschen in meinem Leben gewidmet –

Meiner Familie!

Vielen herzlichen Dank für eure Unterstützung!

Besonderer Dank gilt auch Herrn Prof. König.

Er hat es mir ermöglicht, dass ich dieses für mich sehr wichtige Projekt über die vegane Ernährung überhaupt durchführen konnte.

I. Inhaltsverzeichnis

I. Inhaltsverzeichnis	1
II. Abbildungsverzeichnis	2
III. Tabellenverzeichnis	3
IV. Abkürzungsverzeichnis	4
1 Einführung	5
2 Literaturübersicht	8
2.1 Proteinversorgung der Veganer	8
2.2 Einfluss von Protein und Energie auf Gewicht und BMI	11
2.3 Parameter der BIA zur Beurteilung des Ernährungsstatus	15
2.3.1 Hydratation und Wasserbalance	15
2.3.2 Körperzellmasse und Magermasse	16
2.3.3 Phasenwinkel	17
3 Material und Methoden	20
3.1 Studiendesign und Ziel dieser Studie	20
3.1.1 Ermittlung der Körperzusammensetzung	20
3.1.2 Ermittlung charakteristischer Ernährungsgewohnheiten	22
3.2 Auswertung	22
4 Ergebnisse und Diskussion	24
4.1 Ernährungsverhalten der Veganer	25
4.2 Energie- und Proteinaufnahme von Veganern	36
4.3 Ergebnisse der Bioelektrischen-Impedanz-Analyse	39
4.4 Zusammenhänge	46
5 Schlussbetrachtung	54
6 Zusammenfassung	58
7 Abstract	59
8 Literaturverzeichnis	60
9 Anhang	65
10 Lebenslauf	68

II. Abbildungsverzeichnis

Abb. 1. Prozentanteil des Gesamtproteins in den USA und im ländlichen China.

Abb. 2. Kalorienaufnahme (kcal/kg KG) und BMI (kg/m^2).

Abb. 3. Altersverteilung der Veganer.

Abb. 4. Meine Gründe für vegane Ernährung.

Abb. 5. Worauf achten sie beim Essen und Kochen?

Abb. 6. Wie viele Stunden investieren sie durchschnittlich pro Tag fürs Kochen?

Abb. 7. Welche Nährstoffe komplettieren sie besonders?

Abb. 8. Mit welchen Lebensmitteln decken sie ihren Eiweißbedarf?

Abb. 9. Vergleich der Energieaufnahme (kcal) von Tag 1 und Tag 10 zwischen Männern und Frauen.

Abb. 10. Vergleich der Proteinaufnahme (g) von Tag 1 und Tag 10 zwischen Männern und Frauen.

Abb. 11. Vergleich der Gesamtproteinaufnahme (g/kg KG) zwischen Männern und Frauen.

Abb. 12. Vergleich der Gesamtkörperfettmasse (%) zwischen Männern und Frauen.

Abb. 13. Vergleich der FFM (%) zwischen Männern und Frauen.

Abb. 14. Vergleich der BCM (%) zwischen Männern und Frauen.

Abb. 15. Vergleich des Verhältnisses ECM/BCM zwischen Männern und Frauen.

Abb. 16. Vergleich der Phasenwinkel ($^{\circ}$) zwischen Männern und Frauen.

Abb. 17. Zusammenhang zwischen Gesamtproteinaufnahme (g/kg KG) und BCM (%).

Abb. 18. Zusammenhang zwischen Gesamtproteinaufnahme (g/kg KG) und FFM (%).

Abb. 19. Zusammenhang zwischen Gesamtproteinaufnahme (g/kg KG) und Phasenwinkel ($^{\circ}$).

Abb. 20. Zusammenhang zwischen BMI (kg/m^2) und FFM (%).

Abb. 21. Zusammenhang zwischen BCM (%) und Phasenwinkel ($^{\circ}$).

Abb. 22. Zusammenhang zwischen Gesamtenergieaufnahme (kcal) und Gewicht (kg).

III. Tabellenverzeichnis

- Tab. 1. Proteingehalt pflanzlicher und tierischer Nahrungsmittel pro 100 g.
- Tab. 2. Nährstoffzusammensetzung in Pflanzen und Nahrungsmitteln tierischen Ursprungs (pro 500 kcal).
- Tab. 3. Nährstoffaufnahmen in China und den USA.
- Tab. 4. Ergebnisse der Untersuchung bei Veganer: Alter und Körpermaße.
- Tab. 5. Häufigkeitsverteilung der Essgewohnheiten.
- Tab. 6. Unterschiede im Essverhalten bei Männern und Frauen.
- Tab. 7. Unterschiede in der Zeitinvestition fürs Kochen.
- Tab. 8. Häufigkeitsverteilung der Nährstoffkomplettierung.
- Tab. 9. Unterschiede in der Nährstoffkomplettierung bei Männern und Frauen.
- Tab. 10. Unterschiede in der Konsumierung von Sojaprodukten.
- Tab. 11. Unterschiede in der Konsumierung von Hülsenfrüchten.
- Tab. 12. Unterschiede in der Konsumierung von Getreideprodukten.
- Tab. 13. Unterschiede in der Konsumierung von Pseudogetreide.
- Tab. 14. Unterschiede in der Konsumierung von Nüssen, Samen oder Kernen.
- Tab. 15. Ergebnisse der Energie- und Proteinaufnahme von Tag 1 und Tag 10.
- Tab. 16. Ergebnisse der Energie- und Proteinaufnahme.
- Tab. 17. Ergebnisse der Bioelektrischen-Impedanz-Analyse (BIA).
- Tab. 18. Signifikanztest und Korrelation zwischen Gesamtproteinaufnahme (g/kg KG) und BCM (%).
- Tab. 19. Signifikanztest und Korrelation zwischen Gesamtproteinaufnahme (g/kg KG) und FFM (%).
- Tab. 20. Signifikanztest und Korrelation zwischen Gesamtproteinaufnahme (g/kg KG) und Phasenwinkel (°).
- Tab. 21. Signifikanztest und Korrelation zwischen BMI (kg/m^2) und fettfreier Masse (%).
- Tab. 22. Signifikanztest und Korrelation zwischen BCM (%) und Phasenwinkel (°).
- Tab. 23. Signifikanztest und Korrelation zwischen Gesamtenergieaufnahme (kcal) und Körpergewicht (kg).

IV. Abkürzungsverzeichnis

Abb.	Abbildung
BCM	Körperzellmasse oder „Body Cell Mass“
ECM	Extrazellulärmasse oder „Extra Cellular Mass“
ECM/BCM	Verhältnis „Extra Cellular Mass“ zu „Body Cell Mass“
Vit	Vitamin
ADA	American Dietetic Association
BMI	Body Mass Index
FFQ	Food Frequency Questionnaire
MW	Mittelwert
SD	Standardabweichung („standard deviation“)
PhA	Phasenwinkel
PAL	„Physical Activity Level“
BIA	Bioelektrische-Impedanz-Analyse
KG	Körpergewicht

1 Einleitung und Fragestellung

In den letzten Jahren hat sich in der Ernährungsweise der Österreicher ein vermehrter Trend Richtung veganer Ernährung abgezeichnet.

Bestätigt wird dieser gesellschaftliche Wandel durch die im Jahr 2013 durchgeführte Studie des Marktforschungsinstitutes IFES. Laut dieser leben bereits 9 % der Österreicher vegetarisch oder vegan (1).

Während bei der vegetarischen Ernährung bereits gute wissenschaftliche Publikationen vorliegen und die gesundheitlichen Vorteile bekannt sind, wurde die vegane Ernährungsweise bis dato noch nicht so ausreichend untersucht.

Durch eine intensivere Auseinandersetzung mit dem Thema Ernährung weisen Veganer generell aber ein stärkeres Gesundheitsbewusstsein, im Vergleich zu Mischköstlern, auf (2, 3).

Studien haben dazu eindeutig die gesundheitlichen Vorteile bestätigt, wenn die Menge tierischer Nahrungsbestandteile in der Nahrung verringert wurde (3-8). Obwohl Menschen sich überwiegend offen gegenüber dieser Ernährungsweise verhalten und an die gesundheitlichen Vorteile glauben (9), wird, trotz dieser Tatsache, der Begriff „vegan“ von der Allgemeinbevölkerung noch immer gerne mit „Mangel“ assoziiert.

Generell ist es wichtig zu verstehen, dass eine rein pflanzliche Ernährungsweise im Prinzip gar nichts über eine optimale Nährstoffversorgung oder Gesundheit aussagt, sondern einzig und allein auf den Ursprung der Lebensmittel hindeutet.

Bei der veganen Ernährung wird auf den gesamten Konsum aller Produkte tierischen Ursprungs verzichtet, umso mehr spielt dabei eine sorgfältige und adäquate Planung der Ernährung eine wichtige und entscheidende Rolle.

Sogar Gesundheitsexperten halten eine optimale Deckung des Nährstoffbedarfs durch eine rein pflanzliche und ausgewogene Ernährung für durchaus geeignet (10). Fraglich ist nur, ob Veganer auch tatsächlich ausreichend versorgt sind. Wie bei jeder Ernährungsform kann es natürlich durch eine einseitige Lebensmittelauswahl leicht zu Defiziten kommen.

Die Versorgung mit einer Vielzahl an Nährstoffen ist bei den Veganern oft sogar günstiger als bei der Allgemeinbevölkerung. Dazu zählen besonders Beta-Carotin, Vit C, Vit E, Vit B1, Folsäure und Ballaststoffe. Gleichzeitig ist die Tatsache bekannt, dass einige lebensnotwendige Nährstoffe wie Vit B12, Vit D sowie einige Mineralien nicht ausreichend abgedeckt werden können und deshalb als kritisch eingestuft werden. Diese Nährstoffe müssen besonders beachtet und bei Bedarf supplementiert werden, um etwaige Mangelerscheinungen zu vermeiden.

Speziell aber was das Thema Protein betrifft, herrscht in der Allgemeinbevölkerung noch immer große Verwirrung und Unsicherheit (11).

Als ob Pflanzen kein hochwertiges Protein enthalten würden, liegt den meisten der häufig gestellten Fragen, wie „Womit decken Veganer ihren Proteinbedarf?“ oder „Ist ein gesundes Körperwachstum ohne tierische Produkte überhaupt möglich?“, die Überzeugung zugrunde, dass Protein gleichbedeutend ist mit Nahrungsmitteln tierischen Ursprungs.

Seit der Entdeckung des Proteins im 19. Jahrhundert blieb uns bis zur heutigen Zeit die in der Bevölkerung noch immer fest sitzende Fehlmeinung erhalten, dass Protein gleichzusetzen ist mit Fleisch und jede andere Eiweißquelle, die nicht tierischen Ursprungs ist, als „minderwertig“ oder schlicht „mangelhaft“ einzustufen ist.

Bereits der britische Arzt [McCay, 1912] soll behauptet haben, dass Menschen, die allgemein weniger Protein zu sich nahmen, einen armseligen Körperbau aufweisen würden (12).

Ziel der folgenden wissenschaftlichen Arbeit ist es schlussendlich, den Einfluss der veganen Ernährung auf die Körperzusammensetzung zu beurteilen.

Dabei liegt der Schwerpunkt auf der Frage, inwiefern die pflanzliche Proteinaufnahme die Körperzellmasse („Body Cell Mass“, BCM) beeinflusst. Weiters wird auch die Auswirkung einer pflanzlichen Ernährungsweise auf die Energieaufnahme, das Körpergewicht und die Zellvitalität bei Männern und Frauen beleuchtet.

Auch die Fragen, mit welchen Lebensmitteln Veganer den täglichen Proteinbedarf decken und welche besonderen Produkte für eine ausgewogene Ernährung sonst noch verwendet werden, sollen beantwortet werden.

2 Literaturübersicht

2.1 Proteinversorgung der Veganer

Die allgemeinen Bedenken besonders der Fleischesser hinsichtlich einer rein pflanzlichen Ernährungsweise drehen sich immer um das Thema Protein und dabei speziell um die acht essentiellen Aminosäuren. Dabei zeigte der Brite [Foer, 2010] anhand von Untersuchungsergebnissen, dass gerade bei Veganern bessere Bluteiweißwerte vorliegen als bei fleischessenden Personen (13). In der Literatur finden sich zahlreiche klinische Studien und Untersuchungsberichte, die auf eine geringere Proteinaufnahme hindeuten (14-17).

Bei einer abwechslungsreichen und sorgfältig geplanten Ernährung, nehmen Veganer aber nicht unbedingt weniger Protein auf und haben in den meisten Fällen noch dazu optimale Werte (13).

[Tuso et al., 2013] bezeichnet das Risiko, einen Proteinmangel durch eine rein pflanzliche Ernährung zu erhalten, als gering, deutet aber darauf hin, dass diese Nährstoffe dennoch beobachtet werden sollten (18). „Das Risiko ist noch dazu so gering, dass es noch nie Berichte über eine rein pflanzliche Ernährung gab, bei der Krankheiten durch einen Mangel, wie beispielsweise Protein, aufgetreten sind“ (19).

Bereits Anfang der Achtzigerjahre wurden in der Studie von [Abdullah et al., 1981] die Nährstoffaufnahme und der Gesundheitsstatus von Veganern genauer analysiert. Dabei befand sich die durchschnittliche Proteinaufnahme zwar unterhalb der internationalen Empfehlungen, ein Mangel wurde aber dennoch nicht festgestellt. Auch der Proteinspiegel im Blut befand sich im unteren Bereich. Überraschend waren die Ergebnisse für die essentiellen Aminosäuren, die die allgemeinen Empfehlungen übertroffen haben (14).

In der von [Singer, 2005] im Rahmen einer Dissertation durchgeführten Studie über die Nährstoffaufnahme und generelle Versorgung der Österreicher konnte nachweislich gezeigt werden, dass selbst sich rein pflanzlich ernährende Menschen die Mindestempfehlung der D-A-C-H Referenzwerte von Protein über-

schritten. Dabei wurde anhand von 24-h-Recalls die Proteinaufnahme erhoben und ergab bei Veganern einen Durchschnittswert von 63 g (21).

Pflanzliche Lebensmittel	(Protein/100 g)	Tierliche Lebensmittel	(Protein/100g)
Sojafleisch, getrocknet	44	Hartkäse	20 – 30
Sojamehl, Vollfett	38	Weichkäse	15 – 25
Hülsenfrüchte, getrocknet	20 – 35	Rindfleisch, mittelfett	21
Leinsamen	28	Schweinefleisch, mittelfett	20
Erdnüsse, geröstet	27	Hühnerfleisch	20
Sonnenblumenkerne	27	Fisch	15 – 20
Mohn	20	Hühnerei	13
Seitan	20	Topfen	12
Pilze, getrocknet	16 – 20	Kuhmilch	3 – 4
Quinoa und Amaranth	15	Schweinespeck	3
Getreide	7 – 13		
Tofu	10		
Sojamilch	3 – 4		
Kohlgemüse	3 – 5		

Tab. 1. Proteingehalt pflanzlicher und tierischer Nahrungsmittel pro 100 g (5, 6, 20).

[Larsson und Johansson, 2002] verglichen junge Veganer mit Fleischessern in Schweden. Obwohl der Proteinkonsum der Fleischesser nicht erreicht wurde, waren sowohl die weiblichen (55 ± 17 g/d) als auch die männlichen (72 ± 13 g/d) Veganer über den skandinavischen Ernährungsempfehlungen (47 g bzw. 51 g) für Protein (22). In Tabelle 1 wird ein Vergleich des Proteingehalts tierischer und pflanzlicher Proteinquellen dargestellt. Wie die Übersicht zeigt, enthalten pflanzliche Lebensmittel interessanterweise mindestens genauso viel Eiweiß wie tierische Produkte und eignen sich daher hervorragend als Alternative (20). In Tabelle 2 wird die Nährstoffzusammensetzung gleicher Anteile pflanzlicher mit jenen tierischer Nahrungsmittel gegenübergestellt. Es gibt, was die Menge und Art von Nährstoffen betrifft, zwar eindeutige Unterschiede zwischen diesen Nahrungsmitteltypen, jedoch zeigen die Untersuchungen, dass bei einer äquivalenten Energiemenge von 500 kcal die Menge an Protein, sowohl in tierischen, als auch in pflanzlichen Lebensmitteln nahezu ident ist (23, 24).

Nährstoff	Pflanzliche Nahrungsmittel*	Nahrungsmittel tierischen Ursprungs**
Cholesterin (mg)	–	137
Fett (g)	4	36
Protein (g)	33	34
Beta-Carotine (µg)	29.919	17
Ballaststoffe (g)	31	–
Vitamin C (mg)	293	4
Folsäure (µg)	1.168	19
Vitamin E mg_ATE	11	0,5
Eisen (mg)	20	2
Magnesium (mg)	548	51
Kalzium (mg)	545	252

* Gleiche Anteile von Tomaten, Spinat, Limabohnen, Erbsen und Kartoffeln

** Gleiche Anteile von Rind-, Schwein- und Hühnerfleisch sowie Vollmilch

Tab. 2. Nährstoffzusammensetzung in Pflanzen und Nahrungsmitteln tierischen Ursprungs (pro 500 kcal) (23, 24).

Auch was die Abdeckung der essentiellen Aminosäuren betrifft, brauchen sich Verbraucher keine Gedanken zu machen, über Defizite oder Ungleichgewichte, bei einer rein auf pflanzlichen Lebensmitteln basierten Kost. Im Review Paper „*Plant proteins in relation to human protein and amino acid nutrition*“ stellten [Young und Pellett, 1994] einen deutlichen und klaren Vergleich zwischen Pflanzenprotein und tierischem Protein an, in Bezug auf Verdaulichkeit, Verfügbarkeit, Proteinqualität und der Deckung des Bedarfs. Basierend auf einer großen Zahl an Untersuchungen kamen die Autoren zu der Schlussfolgerung, dass eine Mischung von unterschiedlichen pflanzlichen Proteinen als eine komplette und optimal ausgewogene Quelle für alle essentiellen Aminosäuren dient. Gleichzeitig kann durch eine vollwertige und abwechslungsreiche vegane Ernährung auch der physiologische Bedarf für den Menschen abgedeckt werden (17). Die „American Dietetic Association“ erklärt in einer Stellungnahme, dass Veganer für gewöhnlich die Ernährungsempfehlungen für Protein erreichen, oder sogar übertreffen und empfiehlt gleichzeitig aber auf eine tägliche Einnahme proteinreicher Lebensmittel, wie Samen, Nüsse und Getreide zu achten (25).

2.2 Einfluss von Protein und Energie auf Gewicht und BMI

Heutzutage ist die Tatsache wohlbekannt, dass gerade in asiatischen Ländern der durchschnittliche BMI, sowie die Prävalenz für Adipositas, im Vergleich zur westlichen Bevölkerung, deutlich geringer ist (26).

Laut Studien aus dem ländlichen Raum von China, spielte dabei aber auch eine erhöhte sportliche Aktivität eine wesentliche Rolle (8, 27).

In der von [Chen et al., 1990] durchgeführten Studie über die charakteristischen Ernährungsgewohnheiten in China „*Diet, life-style and mortality in China. A study of the characteristics of 65 Chinese counties*“ wurde ein Vergleich zwischen durchschnittlichen Amerikanern und Chinesen angestellt, die sich fast ausschließlich von pflanzlichen Lebensmitteln ernährten. Da selbst Chinesen aktiver sind als Amerikaner, wurden, um dabei aussagekräftige Ergebnisse zu erzielen, nur jene Personen ausgewählt, die am wenigsten aktiv waren.

Nährstoff	China	USA
Kalorien (kcal/Tag)	2641	1989
Fettgesamtmenge (% der Kalorien)	14,5	34–38
Ballaststoffe (g/Tag)	33	12
Proteingesamtmenge (g/Tag)	64	91
Tierisches Protein (% der Kalorien)	0,8	10–11
Eisengesamtmenge (mg/Tag)	34	18

Tab. 3. Nährstoffaufnahmen in China und den USA (8).

Wie in Tabelle 3 erkennbar ist, gibt es wesentliche Unterschiede in den Ernährungsgewohnheiten zwischen dem ländlichen Raum Chinas und der westlichen Bevölkerung, im Speziellen in den USA. Um einfache und aussagekräftige Ver-

gleiche zwischen verschiedenen Populationen anzustellen, beziehen sich die obigen Nährstoffangaben, die mittels chinesischer Standardmethode aufgezeichnet wurden, auf ein Körpergewicht von 65 kg.

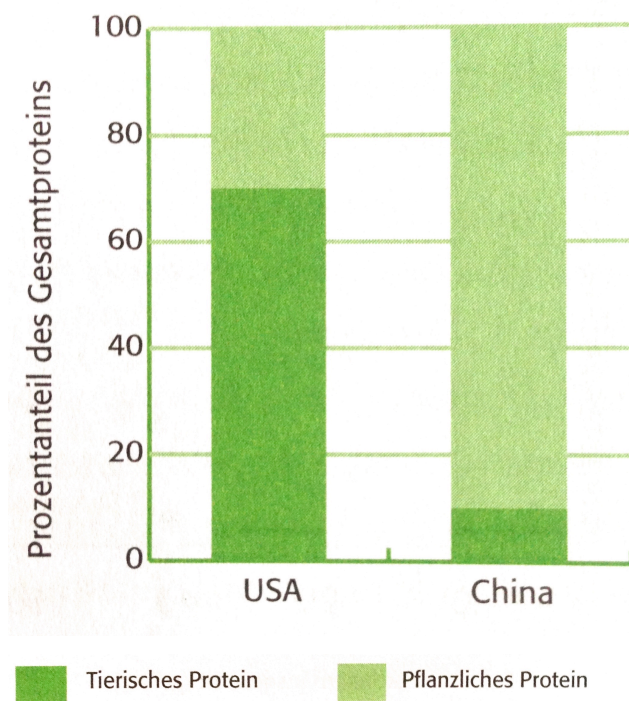


Abb. 1. Prozentanteil des Gesamtproteins in den USA und im ländlichen China (8).

Amerikaner bezogen 15-17 % der Gesamtkalorien aus Protein, wovon 70 % aus Nahrungsmitteln tierischer Herkunft stammten (Abb. 1).

Im Gegensatz dazu, nahmen jene Chinesen, die im ländlichen Raum lebten und sich vorwiegend pflanzlich ernährten, mit 9-10 % der Gesamtenergiemenge deutlich weniger Protein zu sich und davon stammten, wie Abbildung 1 zeigt, nur ca. 10 % aus tierischen Proteinquellen (8).

Im Allgemeinen zeigte sich bei den Chinesen, wie in Abbildung 2 ersichtlich ist, dass sie eine um 30 % erhöhte Energiezufuhr hatten, aber ein um 20 % geringeres Körpergewicht (8, 28).

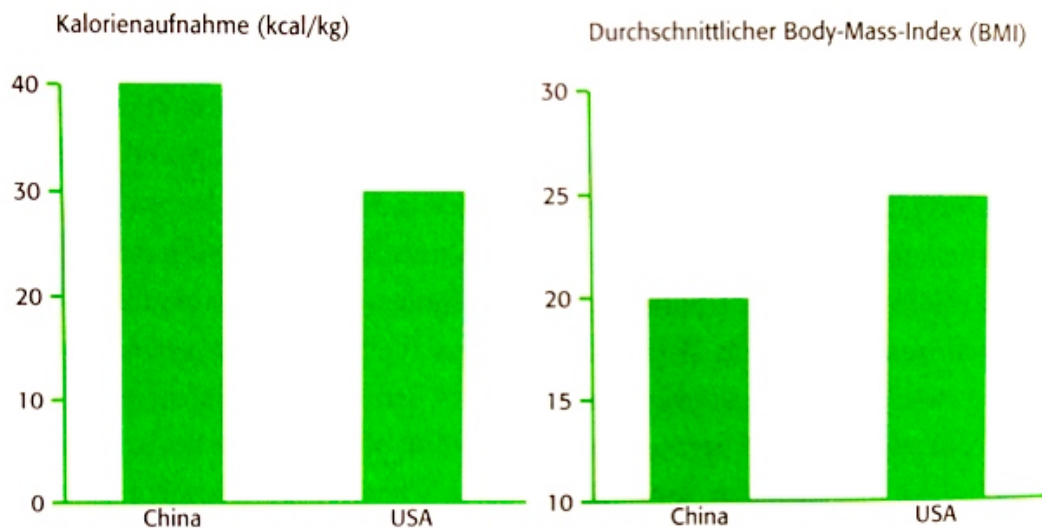


Abb. 2. Kalorienaufnahme (kcal/kg KG) und BMI (kg/m²) (28).

Der erhöhte Energieumsatz wurde sogar im Tierversuch mehrmals demonstriert (29-32). Dabei wurde Ratten Futter verabreicht, das 5 bzw. 20 % Kasein enthielt. Während alle Ratten in der Gruppe mit dem höchsten Proteinanteil schon nach 100 Wochen nicht mehr lebten, zeigte sich in jener, mit dem geringsten tierischen Proteinanteil, ein bemerkenswertes Phänomen: Nicht nur, dass sie länger lebten und weniger Gewicht hatten, sie waren noch dazu doppelt so aktiv. Gleichzeitig nahmen sie auch mehr Kalorien zu sich, die vermehrt in Körperwärme umgewandelt wurden. Besonders das sich durch den Prozess der Thermogenese gebildete braune Fettgewebe unterstreicht die Tatsache, dass die überschüssigen Kalorien vermehrt als Körperwärme verbraucht wurden (33, 34).

Auch beim Menschen ist die Thermogenese der Grund für die erhöhte Produktion an Körperwärme. Beobachtet wurden höhere Stoffwechselraten, besonders in Ruhephasen.

Der Aufschluss von pflanzlichen Nahrungsmitteln ist minimal energieaufwendiger, im Vergleich zu tierischen Produkten, macht sich aber in der Gesamtenergiebilanz wenig bis gar nicht bemerkbar (8, 35).

[Key und Davey, 1996] haben festgestellt, dass, speziell was das Körpergewicht betrifft, die Wahrscheinlichkeit von Übergewicht bei Veganern sehr gering

war. Ihr gesteigertes Bewegungsverhalten ermöglichte es ihnen, ihr Gewicht im Vergleich zu Fleischessern, trotz erhöhter Energieaufnahme, leichter zu halten (26, 36).

Zahlreiche Studien haben immer wieder eindrucksvoll demonstriert, dass Veganer durchschnittlich erheblich leichter sind, als Fleischesser. Auch bei Langzeituntersuchungen von durchschnittlich 5 Jahren zeigten Veganer keine Probleme mit dem Körpergewicht (26, 36-42). Im Durchschnitt sind erwachsene Veganer 20 Pfund (ca. 10 kg) leichter, als gleichaltrige Fleischesser (43).

Nicht nur in der großen Ernährungsstudie in China konnte gezeigt werden, dass sich rein pflanzlich ernährende und am Land lebende Chinesen schlanker sind. Bei Untersuchungen in Großbritannien und Israel wurde auch dasselbe Phänomen festgestellt (41, 44).

Das wirkliche Potential vegetarischer Ernährungsformen hat sich gerade bei Adipositas gezeigt. In einer Studie von [Tonstad et al., 2009] wurde bestätigt, was in zahlreichen anderen Untersuchungen ebenfalls bereits bewiesen wurde. Bei 22.434 Männern und 38.469 Frauen wurde in sechs verschiedenen Gruppen (Vegetarier, Veganer, Lacto-Ovo-Vegetarier, Semi-Vegetarier, Fischesser und Fleischesser) der BMI gemessen. Die Veganer wiesen dabei den niedrigsten Durchschnittswert auf (45).

Selbst die EPIC-Oxford Studie aus dem Jahr 2003 zeigte bei 38.000 Teilnehmern, die in Fleischesser, Fischesser, Vegetarier und Veganer unterteilt wurden, dass Veganer bei weitem den geringsten BMI hatten (46).

Die Ergebnisse der „Deutschen Veganer Studie“ wiesen selbst bei ganz strengen Veganern nicht nur einen geringeren BMI, sondern auch eine noch dazu höhere Energieaufnahme auf, als bei normalen Veganern festgestellt wurde.

Die durchschnittliche Proteinaufnahme entsprach dabei den allgemeinen Empfehlungen. Laut den Autoren sollte die Aufnahme von Protein und Energie aber verbessert werden (47). Aber auch, was das Körperwachstum betrifft, waren die Ergebnisse im Vergleich mit Tierprotein überraschend.

Heutzutage ist die allgemeine Tatsache bekannt, dass Protein mit dem Körperwachstum und Körpergewicht korreliert: „Je höher der Konsum, speziell von tierischem Protein, desto schneller und effizienter sind die Wachstumsraten.“

Überraschend waren aber die Ergebnisse der von [Chen et al., 1990] durchgeführten Untersuchung der Körpermaße, in Zusammenhang mit der Ernährung bei der ländlichen Bevölkerung in China.

Nachdem es keine Aufzeichnungen über die Wachstumsraten in der Kindheit gab, wurden nur Körpergewicht und Körpergröße der Erwachsenen erhoben.

Der Konsum von mehr Protein ging sowohl bei Männern, als auch bei Frauen mit einer höheren Körpergröße einher. Dieses Phänomen ist aber umso eindrucksvoller, da es vor allem auf pflanzliches Protein zurückzuführen war. Pflanzenprotein macht im ländlichen Raum von China 90 % des Proteinkonsums aus. Somit gibt es nicht nur eine Beziehung zwischen einem höheren Konsum von Protein pflanzlicher Herkunft, sondern die Ergebnisse haben bewiesen, dass es tatsächlich möglich war, ein mindestens genauso effizientes Körperwachstum, wie mit tierischem Protein, zu erreichen (8).

Unter allen vegetarischen Ernährungsformen besitzt eine vegane Ernährungsform nicht nur einen positiven, sondern wahrscheinlich den effektivsten Einfluss auf Körpergewicht, BMI und Körperwachstum, was Gesundheit und Nachhaltigkeit betrifft (8, 48).

2.3 Parameter der BIA zur Beurteilung des Ernährungsstatus

2.3.1 Körperwasser und Extrazellulärwasser

Mit Hilfe der Bioelektrischen-Impedanz-Analyse können die Körperkompartimente bestimmt und Aussagen über den Gesundheitszustand, sowie die Zellfunktion getroffen werden (49). Eine wichtige Voraussetzung dafür ist eine ausreichende Hydratation des Körpers.

Da das Körperfett nur 15-20 % Wasser enthält, wird die fettfreie Masse durch die hohe Hydratation von 73 % für die Bestimmung des Gesamtkörperwassers herangezogen (49). Der Wassergehalt der Zellen ist ein idealer Indikator zur

Bestimmung der optimalen Zellfunktion. Der prozentuale Anteil des Extrazellulärwassers („extra cellular water“, ECW) am Gesamtkörperwasser gibt dabei einen Hinweis auf die optimale Protein- und Energieversorgung des Körpers. Bei schlanken Personen steigt das ECW meist an, während es bei Menschen mit einem hohen Muskelanteil äußerst niedrig ist. Eine niedrige Hydratation im Extrazellulärraum deutet auf Mangelernährung oder Dehydration hin (49-51).

2.3.2 Körperzellmasse und Magermasse

Der Körper kann gemäß dem „Zweikompartimentmodell“ in Gesamtkörperfett und fettfreie Masse eingeteilt werden.

Die fettfreie Masse (FFM) oder auch die häufig synonym verwendete magere Fettmasse („lean body mass“, LBM) besteht wiederum aus der Körperzellmasse („body cell mass“ oder BCM) und der Extrazellulärmasse („extracellular mass“ oder ECM) (52).

Während die ECM das metabolisch nicht-aktive Gewebe, wie Knorpel- und Knochengewebe und den gesamten Bandapparat, inklusive dem Extrazellulärwasser („extracellular water“ oder ECW) umfasst, zählt die BCM zum metabolisch aktivsten Kompartiment im menschlichen Körper (53, 54).

Dazu zählen mit Gewebe- und Muskelmasse jene Bereiche, die sehr leicht durch körperliche Aktivität, Ernährung oder Krankheit beeinflusst werden können (53).

Aufgrund einseitiger oder mangelhafter Ernährung kann es zu einem Proteinmangel kommen, der sich vor allem in einem Muskelschwund äußert (55, 56).

Bereits ein geringer Verlust dieser Körperzellmasse spiegelt sich gleichzeitig in einer vermehrten Abnahme der mageren Fettmasse.

Folglich erhöht sich dadurch das Risiko für Gleichgewichtsprobleme, sowie Störungen des Immunsystems und der Muskelfunktionen (57). Generell sind bei kranken und älteren Personen die Werte für die Zellmasse deutlich geringer.

Somit stellt die Körperzellmasse einen wichtigen Biomarker zur Beurteilung des Ernährungs- und Gesundheitszustandes dar.

Bei der Messung der BCM wird als Ergänzung oft auch der Zellanteil untersucht. Er gibt den prozentualen Anteil der Zellmasse an der fettfreien Masse wieder. Besonders bei Veränderungen der Körperzellmasse kann er eine hilfreiche Unterstützung sein, um herauszufinden, ob Störungen im Metabolismus oder der Wasserbalance die Ursache sind. Die Normwerte liegen bei Männern und Frauen bei 50 – 56 %. Bei einem Zellanteil von weniger als 50 % liegt meist eine mangelhafte Versorgung der Zellen vor (50, 51).

Viele Studien beschäftigten sich fast ausschließlich mit der fettfreien Masse, aber nur sehr wenige maßen dabei auch der Zellmasse, aufgrund der viel genaueren Aussagekraft, eine wesentliche Bedeutung bei (52, 58, 59).

Neben der Körperzellmasse ist auch das Verhältnis ECM/BCM ein wichtiges Kennzeichen für eine optimale Nährstoffversorgung des Körpers (60).

Es zählt insofern zu den sensibelsten Indikatoren in der Beurteilung des Ernährungszustandes, als es direkt den Grad der Ausgewogenheit zwischen intra- und extrazellulären Räumen widerspiegelt (61, 62).

Ein Beispiel aus China zeigte, dass auch bei vergleichsweise geringerer Proteinaufnahme eine normale Körperzusammensetzung vorliegen konnte.

Bei 105 veganen Nonnen wurde die Proteinaufnahme mittels „Food Frequency Questionnaire“ (FFQ) evaluiert und ergab einen deutlich niedrigeren Wert im Vergleich zur Kontrollgruppe, die ausschließlich aus Allesessern bestand. Dennoch war ihre Körperzusammensetzung im normalen Bereich (15).

Die Ernährung spielt somit eine bedeutende Rolle bei der Körperzusammensetzung (27).

2.3.3 Phasenwinkel

Neben der BCM und dem Verhältnis ECM/BCM kann auch der Phasenwinkel (PA) zur Bestimmung des Ernährungsstatus herangezogen werden. Er gilt als

der am meisten klinisch etablierte Parameter der Bioelektrischen-Impedanz-Analyse und ist abhängig von Alter, Geschlecht und BMI (64). Obwohl dessen Bedeutung im menschlichen Körper bis dato noch nicht vollständig geklärt ist, steht er in direktem Zusammenhang mit der Menge und Funktion der Zellmembran (Membranintegrität) und dient als Indikator für die intra- und extrazelluläre Wasserverteilung (65). Die Verwendung des Phasenwinkels als Biomarker ist auch deshalb von Interesse, weil durch den schnellen und direkten Nachweis der nicht-invasiven BIA-Methode, Aussagen über Morbidität und Proteindefizite getroffen werden können. Als ein wichtiger Parameter zur Bestimmung der Zellgesundheit, spiegelt er mit steigendem Wert folglich auch eine bessere Zellfunktion wider (66).

Gerade bei älteren Personen deutet ein niedriger Phasenwinkel auf ein Abnehmen der gesamten Zellvitalität hin (65, 67).

Die niedrigen Werte hängen vor allem mit der im Alter abnehmenden FFM zusammen und, da der Phasenwinkel durch das intra- und extrazelluläre Wasserungsverhältnis beeinflusst wird, kommt es durch Ödembildung zu einer Veränderung der Wasserverteilung. Personen über 50 Jahre haben signifikant geringere Phasenwinkel als junge Menschen (66).

Bei Gesunden, als auch bei Kranken korreliert die fettfreie Masse bzw. die BCM signifikant mit dem Phasenwinkel (68). Da Männer generell mehr fettfreie Masse besitzen, haben sie auch höhere Werte als Frauen (66, 69).

Untergewichtige Personen, wie z.B. *Anorexia nervosa* Patienten, haben meist niedrigere Phasenwinkel, im Vergleich zu Normalgewichtigen und optimal ernährten Menschen.

Während *Anorexia nervosa* Patienten signifikant niedrigere Werte ($5.09 \pm 0.52^\circ$) aufwiesen, wurde bei Balletttänzern, aufgrund ihres höheren Muskelmasseanteils, ein signifikant höherer Phasenwinkel ($6.40 \pm 0.51^\circ$) festgestellt.

Schlanke junge Frauen unterschieden sich nicht ($5.94 \pm 0.93^\circ$) von Normalgewichtigen.

Ähnliches zeigte sich bei übergewichtigen und adipösen Hämodialysepatienten. Auch sie wiesen geringere Werte auf als Normalgewichtige (70, 71).

Dieses Beispiel verdeutlicht, dass er nicht nur qualitative Veränderungen der Körperzusammensetzung aufzeigt, sondern noch dazu zwischen den einzelnen Arten von Mangelernährung und Untergewicht differenziert.

Im gleichen Maße, wie sich der Ernährungszustand verbessert, erhöht sich auch der Phasenwinkel.

Da der Phasenwinkel positiv mit dem Gesamtprotein und der Muskelmasse korreliert (72), ist er ein wertvoller Indikator des Ernährungsstatus und der Körperzusammensetzung (64).

3 Material und Methoden

3.1 Studiendesign und Ziel dieser Studie

Ziel der folgenden wissenschaftlichen Arbeit war es, die Fragestellung zu klären, inwieweit die vegane Ernährungsweise, speziell die Menge an konsumiertem Protein, Einfluss auf die Körperzellmasse (BCM), sowie auf weitere Parameter der Körperzusammensetzung und Zellvitalität, nimmt.

Um diese Frage zu klären, wurden 40 Veganer (22 Frauen und 18 Männer) aus Österreich untersucht. Die Probanden wurden über die sozialen Medien, die Vegane Gesellschaft Österreich (VGÖ), Privatpersonen, Flyer und Aushänge in veganen Supermärkten rekrutiert. Durchgeführt wurde die Untersuchung im Department für Ernährungswissenschaften (Althanstraße 14, 1090 Wien).

Folgende Kriterien mussten von den Probanden für eine erfolgreiche Teilnahme erfüllt werden:

- frei von allen Erkrankungen jeglicher Art
- mindestens 1 Jahr vegan
- zwischen 20 und 60 Jahren jung
- aktiver Lebensstil
- kein Raucher
- mäßiger Alkoholkonsum (max. 1/8 l alkoholische Getränke pro Tag)
- zeitlich flexibel

3.1.1 Ermittlung der Körperzusammensetzung

- Anthropometrische Methode
- Bioelektrische-Impedanz-Analyse (BIA)

Bei der Untersuchung der Veganer lag der Hauptfokus auf der Analyse der Körperkompartimente und der Zellvitalität.

Mithilfe der Bioelektrischen-Impedanz-Analyse (BIA) kann die Körperzusammensetzung erfasst werden. Da die für die Interpretation wichtigen Werte vom Hydrationszustand des Körpers abhängig waren, wurde die Messung gleich zu Beginn in der Früh durchgeführt, um den Messfehler so gering wie möglich zu halten.

Die Dauer der BIA-Messung betrug ca. 5-10 min und wurde zweimal durchgeführt, um etwaige Gerätefehler auszuschließen.

Generell ist bei dieser nicht-invasiven Methode der ganze Körper involviert und nicht nur bestimmte Körperstellen.

Dabei wurden je 2 Elektroden an der Hand und am Fuß angebracht. Durch Messung des Gesamtwiderstandes, der Impedanz, konnten Körperwasser und Zellmasse bestimmt, sowie Aussagen über Zellvitalität und weitere Kompartimente getroffen werden.

Da alle gemessenen Parameter und Werte auf dem Hydrationszustand des Körpers basieren, war es, um aussagekräftige Resultate zu erzielen, entscheidend, noch weitere Aspekte am Tag der Messung zu beachten:

- Die Probanden sollten ausreichend trinken um einen optimalen Hydrationszustand aufzuweisen.
- Das Frühstück sollte ganz normal eingenommen werden und mindestens 2-3 Stunden vor der Messung liegen.
- Die letzte sportliche Aktivität sollte mindestens 24 Stunden zurückliegen.
- Die Anreise sollte wenn möglich öffentlich bzw. mit dem Auto erfolgen.
- Lange Fußmärsche sollten vermieden werden, da sie eine negative Auswirkung auf den Flüssigkeitshaushalt haben und somit die Ergebnisse verfälschen würden.
- Im Institutsgebäude wurden die Teilnehmer angehalten den Lift zu benutzen.

3.1.2 Ermittlung charakteristischer Ernährungsgewohnheiten

- 24-h-Recall
- Fragebogen

Nach der Messung der Körperkompartimente wurde der gesamte Verzehr der konsumierten Lebensmittel und Getränke innerhalb der letzten 24 Stunden (Frühstück bis Abendessen) mittels der „24-h-Recall“ Methode erfasst.

Dabei wurden die für Veganer besonders typischen Lebensmittel („Superfoods“) identifiziert.

Innerhalb von 2 Wochen (10 Tage) nach der Messung wurden noch einmal die konsumierten Lebensmittel der letzten 24 Stunden abgefragt.

Zum einen, um etwaige Ausreißer durch individuelle Tagesschwankungen so gering wie möglich zu halten, und zum anderen, damit möglichst genaue Aussagen über die späteren Energie- und Proteinaufnahmen gemacht werden können.

Ergänzend wurden mittels eines Fragebogens individuelle Ernährungsgewohnheiten, speziell die Art und Weise der Abdeckung des Proteinbedarfs, ermittelt.

3.2 Auswertung

Die Auswertungen des 24-h-Recalls erfolgten über die Nährwertdatenbank „NUTS, Version 2008“. Mit Hilfe von Boxplots konnten die für die Untersuchung und spätere Interpretation wichtigen Protein- und Energieaufnahmen für Männer und Frauen ideal graphisch dargestellt werden.

Die Gesamtanalyse aller Daten wurde mit dem Statistikprogramm „IBM SPSS Statistics Version 22“ durchgeführt.

Kategoriale Daten wurden mit dem χ^2 -Test auf Signifikanz getestet.

Trotz einer nicht repräsentativen Stichprobe, wurden alle Daten zuerst auf Normalverteilung mit dem Kolmogorov-Smirnov-Anpassungstest überprüft.

Um signifikante Unterschiede zwischen metrischen Variablen festzustellen, wurde der Mann-Whitney-U-Test bzw. der Wilcoxon-Paarvergleichstest angewandt. Die Ergebnisse wurden als $MW \pm SD$ angegeben. Ein p-Wert von $< 0,05$ wurde als signifikant betrachtet.

Mit der Unterstützung von Säulendiagrammen, Balkendiagrammen, Streudiagrammen und Boxplots, wurden die Daten und Zusammenhänge graphisch dargestellt.

4 Ergebnisse und Diskussion

Das Ziel der vorliegenden Arbeit war es, die Frage zu klären, inwieweit eine vegane Ernährungsweise Einfluss auf die Körperzusammensetzung bei Veganern hat. 40 Veganer, 22 Frauen und 18 Männer, nahmen dabei an der Studie teil. Aufgrund einer nicht repräsentativen Studienpopulation unterlagen die Daten keiner Normalverteilung und wurden daher mit Berücksichtigung eines hohen Bias beurteilt.

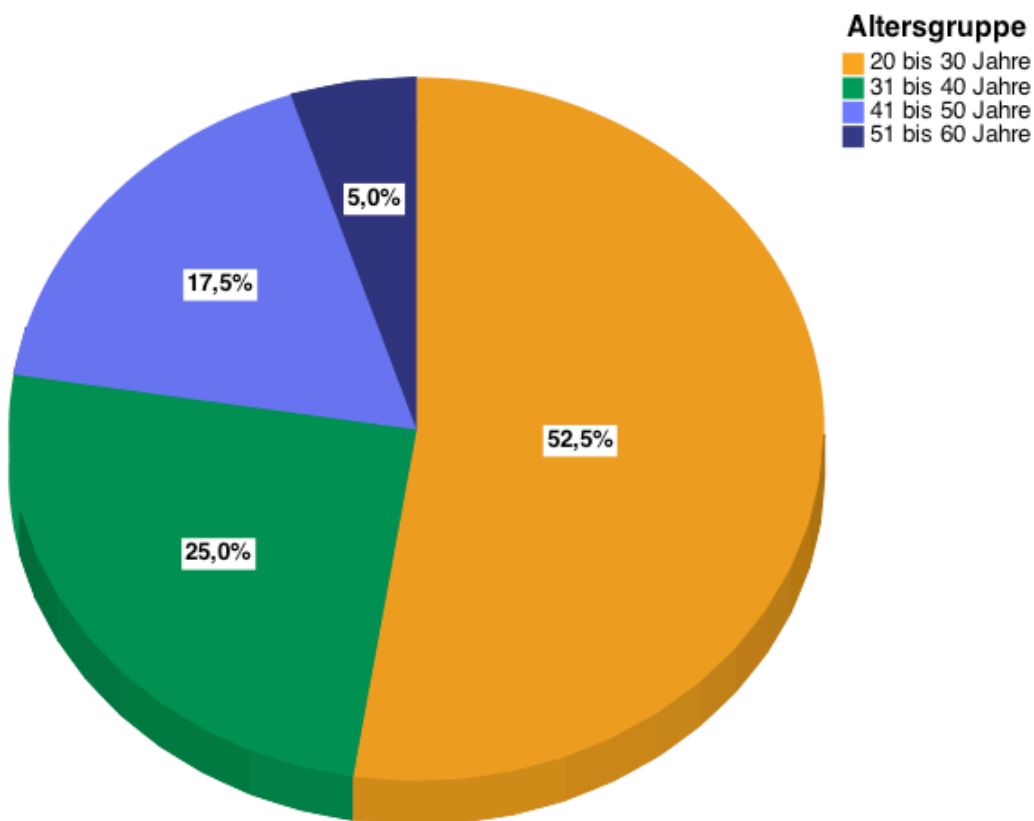


Abb. 3. Altersverteilung der Veganer.

Die Altersverteilung der Veganer reichte, wie in Abbildung 3 ersichtlich ist, von 20 bis 60 Jahren, wobei über 50 % der relativ jungen Probanden zwischen 20 und 30 Jahre alt waren.

Von allen 40 Teilnehmern lebte die überwiegende Mehrheit (26) bereits 1 bis 5 Jahre vegan. 8 Personen ernährten sich seit mindestens 1 Jahr von rein pflanzlichen Nahrungsmitteln.

6 Personen waren bereits mehr als 5 Jahre, davon 4 Personen sogar mehr als 10 Jahre strikte Veganer.

Der überwiegende Anteil der Probanden war entweder von Beruf Angestellter (17) oder Student (15). Nur ein geringer Teil war selbständig (6) bzw. Unternehmer (2). Das ist insofern von Interesse, als Beruf und Arbeitszeit Einfluss auf das Koch- und Ernährungsverhalten haben.

	Männer ¹	Frauen ¹	p ²
Alter (a)	34,2 ± 10,5	29,9 ± 8,6	0,172
Gewicht (kg)	74,9 ± 11,4	58,7 ± 11,8	< 0,001
Größe (cm)	178,6 ± 6,2	166,1 ± 6,5	< 0,001
BMI (kg/m²)	23,5 ± 3,3	21,3 ± 4,2	0,026
^{1.} alle Werte MW ± SD			
^{2.} Mann-Whitney-U-Test			

Tab. 4. Ergebnisse der Untersuchung bei Veganern: Alter und Körpermaße.

Tabelle 4 gewährt einen Überblick über das Alter und die Körpermaße.

Einen signifikanten Unterschied zwischen Männern und Frauen gab es beim Körpergewicht ($p < 0,001$), bei der Körpergröße ($p < 0,001$) sowie beim „Body Mass Index“ ($p = 0,026$). Die BMI-Werte lagen für beide Geschlechter im Normalbereich (19-25 kg/m²).

4.1 Ernährungsverhalten der Veganer

Anhand eines Fragebogens wurden Ernährungsverhalten und Gründe für eine vegane Lebensweise erhoben. Bei der Frage nach den Gründen dominierten bei beiden Geschlechtern die ethischen und gesundheitlichen Aspekte. Ökonomische und religiöse Perspektiven waren von geringerer Bedeutung (Abb. 4).

Beim Koch- und Essverhalten spielten frische und selbst zubereitete Gerichte sowie Nahrungsmittel aus biologischer Herkunft eine wichtige Rolle. Eine ausreichende Eiweißzufuhr und ein hoher Anteil an Vollkorn waren von geringerer Bedeutung (Abb. 5, Tab. 5). Bis auf den geringfügig höheren Vollkornanteil bei Frauen, gab es zwischen den Geschlechtern kaum Unterschiede (Tab. 6).

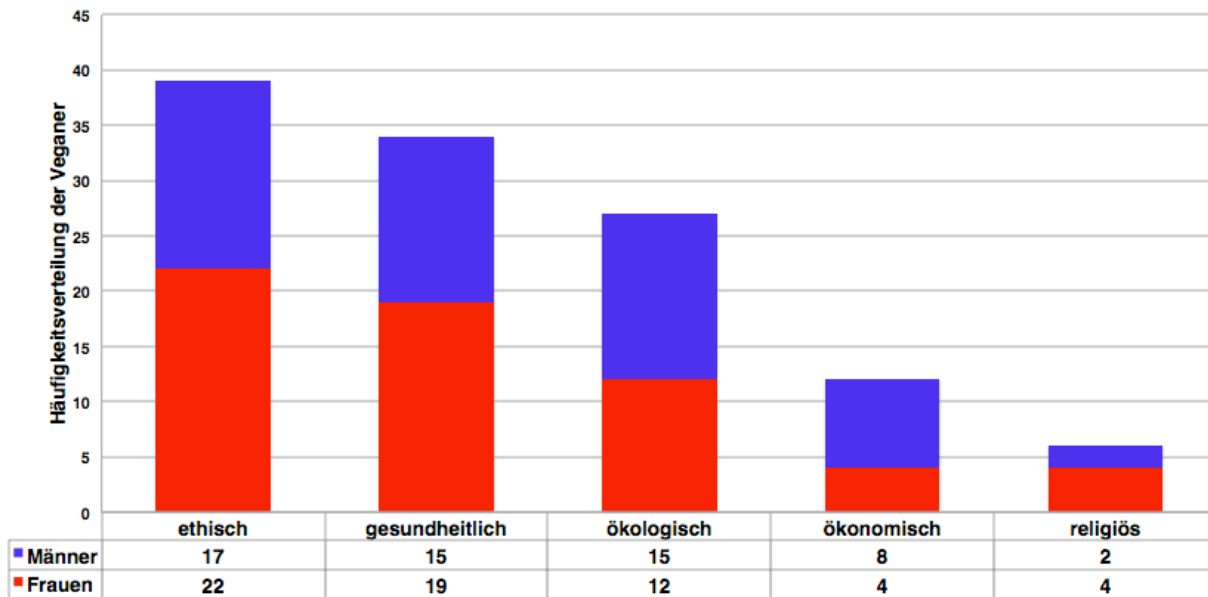


Abb. 4. Meine Gründe für vegane Ernährung.

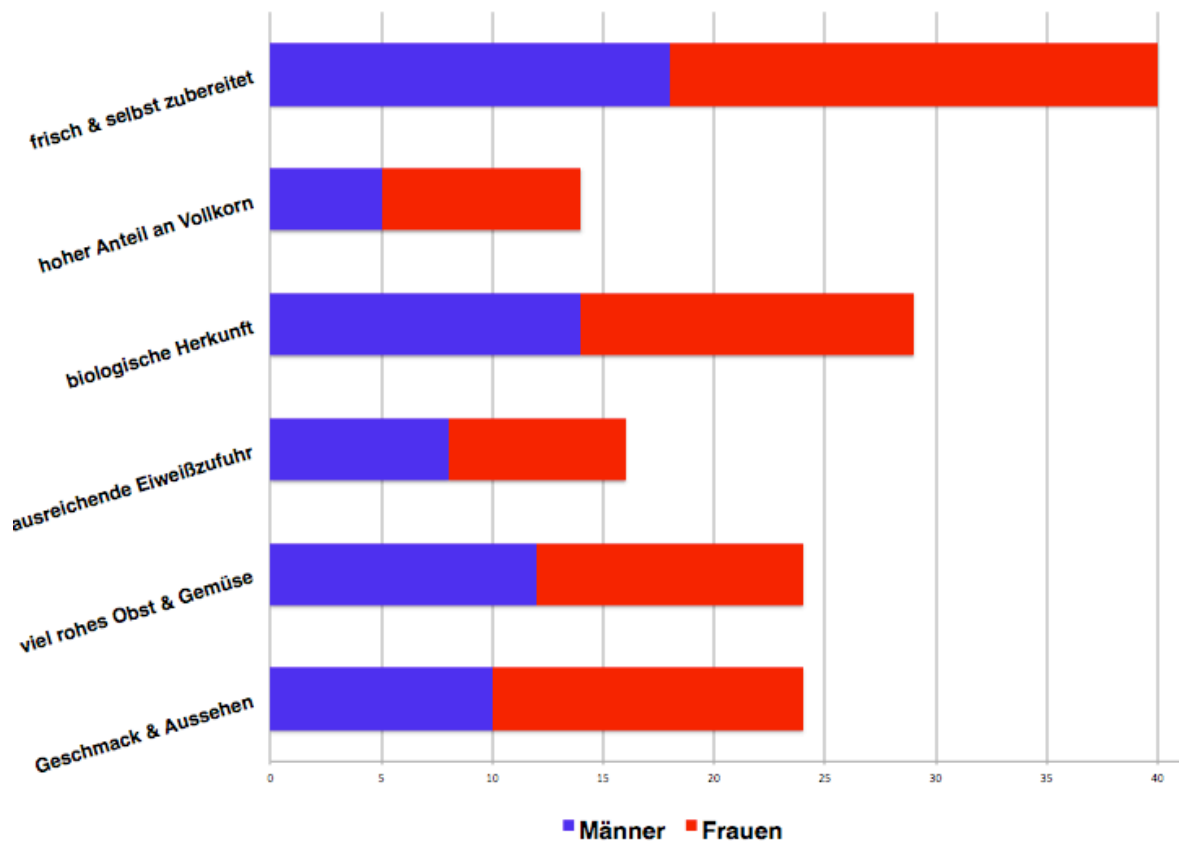


Abb. 5. Worauf achten sie beim Essen und Kochen?

Fallzusammenfassung

	Fälle					
	Gültig		Fehlend		Gesamtsumme	
	H	Prozent	H	Prozent	H	Prozent
\$Essen ^a	40	100,0%	0	0,0%	40	100,0%

a. Dichotomiegruppe tabuliert bei Wert 1.

\$Essen Häufigkeiten

		Antworten		Prozent der Fälle
		H	Prozent	
Essgewohnheiten ^a	Geschmack und Aussehen	24	16,3%	60,0%
	viel rohes Obst und Gemüse	24	16,3%	60,0%
	ausreichende Eiweißzufuhr	16	10,9%	40,0%
	biologische Herkunft	29	19,7%	72,5%
	hoher Anteil an Vollkorn	14	9,5%	35,0%
	frisch und selbst zubereitet	40	27,2%	100,0%
Gesamtsumme		147	100,0%	367,5%

a. Dichotomiegruppe tabuliert bei Wert 1.

Tab 5. Häufigkeitsverteilung der Essgewohnheiten.

Fallzusammenfassung

	Fälle					
	Gültig		Fehlend		Gesamtsumme	
	H	Prozent	H	Prozent	H	Prozent
\$Essverhalten*Geschlecht	40	100,0%	0	0,0%	40	100,0%

Kreuztabelle \$Essverhalten*Geschlecht

			Geschlecht		Gesamtsumme
			weiblich	männlich	
Essverhalten ^a	Geschmack und Aussehen	Anzahl	14	10	24
		% in Geschlecht	63,6%	55,6%	
	viel rohes Obst und Gemüse	Anzahl	12	12	24
		% in Geschlecht	54,5%	66,7%	
	ausreichende Eiweißzufuhr	Anzahl	8	8	16
		% in Geschlecht	36,4%	44,4%	
	biologische Herkunft	Anzahl	15	14	29
		% in Geschlecht	68,2%	77,8%	
	hoher Anteil an Vollkorn	Anzahl	9	5	14
		% in Geschlecht	40,9%	27,8%	
	frisch und selbst zubereitet	Anzahl	22	18	40
		% in Geschlecht	100,0%	100,0%	
Gesamtsumme		Anzahl	22	18	40

Die Prozentsätze und Gesamtwerte basieren auf die Befragten.

a. Dichotomiegruppe tabuliert bei Wert 1.

Tab 6. Unterschiede im Essverhalten bei Männern und Frauen.

Wichtige Aussagen zum Koch- und Essverhalten konnten gemacht werden, indem die Zeit fürs Kochen berücksichtigt wurde. In Abbildung 6 zeigt sich deutlich, dass die Frauen tendenziell mehr als eine Stunde fürs Kochen pro Tag aufwendeten. Aufgrund der geringen Teilnehmerzahl war jedoch kein statistisch signifikanter Unterschied zwischen Männern und Frauen feststellbar (Tab. 7). Bei der Frage, welchen Einfluss dabei Beruf und Arbeitszeit haben, konnte keine Tendenz erkannt werden, nicht nur, weil die Stichprobe zu klein war, sondern auch, weil vor allem die Antworten zu ausgewogen verteilt waren.

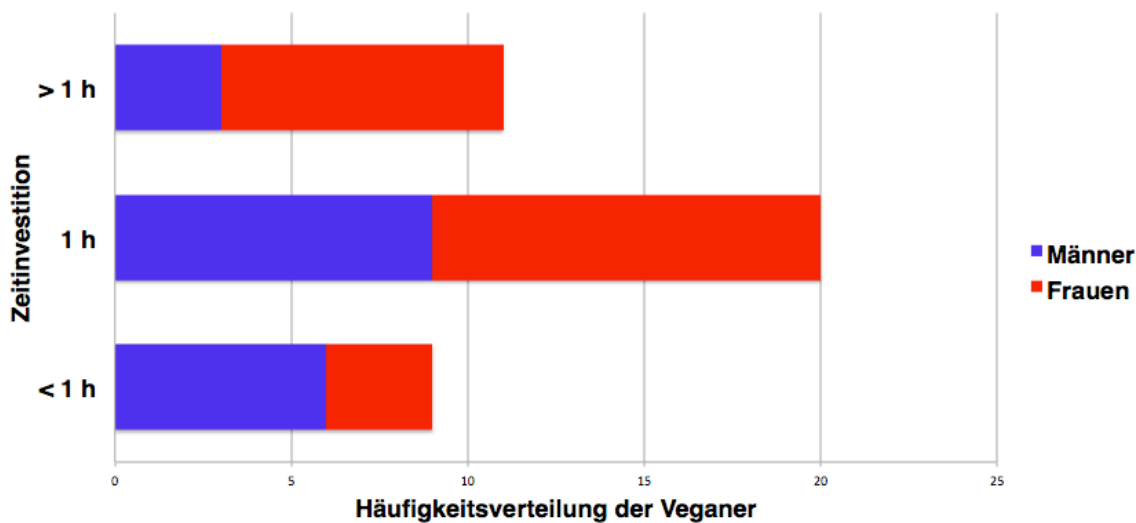


Abb. 6. Wie viele Stunden investieren sie durchschnittlich pro Tag fürs Kochen?

Einen Einfluss auf das Kochverhalten und die Ernährungsgewohnheiten hatte auch das Beziehungsverhältnis. Generell verbringen Menschen, die alleine leben, meist weniger Zeit mit Kochen als jene, die in einer Beziehung leben.

Die Untersuchung bei den Veganern ergab, dass 13 von 40 alleine lebten, wobei sich bei lediglich 4 Personen auch die Familie vegan ernährte.

Bei den 27 Veganern, die in Partnerschaft lebten, ernährte sich bei 14 auch der Partner vegan.

Kreuztabelle Geschlecht*Zeit

Anzahl		Zeit			Gesamtsumme
		weniger als 1 Stunde	1 Stunde	mehr als 1 Stunde	
Geschlecht	weiblich	3	11	8	22
	männlich	6	9	3	18
Gesamtsumme		9	20	11	40

Chi-Quadrat-Tests

	Wert	df	Asymp. Sig. (zweiseitig)
Pearson-Chi-Quadrat	3,104 ^a	2	,212
Likelihood-Quotient	3,177	2	,204
Zusammenhang linear-mit-linear	3,011	1	,083
Anzahl der gültigen Fälle	40		

a. 3 Zellen (50,0%) haben die erwartete Anzahl von weniger als 5. Die erwartete Mindestanzahl ist 4,05.

Tab 7. Unterschiede in der Zeitinvestition fürs Kochen.

Einen wichtigen Teil der veganen Ernährung bildet auch die Komplettierung von Risikonährstoffen. Vit B12 nimmt dabei eine besondere Rolle ein. Da es über die rein pflanzliche Ernährung nicht ausreichend abzudecken ist, wird eine Nährstoffkomplettierung empfohlen. Diese Einstellung spiegelte sich auch im Verhalten der Veganer, wie auch in Abbildung 7 verdeutlicht wird, wider. Über 80 % der Veganer ergänzten regelmäßig Vit B12 (Tab. 8).

Von allen Nährstoffen zusammen gingen rund 2/3 aller Antworten auf das Konto der Vitamine. Davon machte aber Vit B12 alleine schon 1/3 (32,4 %) aus. Eiweiß wurde bei fast 25 % der Probanden ergänzt (Tab. 8), meist in Form von einzelnen Aminosäuren, wie Arginin oder pflanzlichen Produkten, wie Hanfprotein.

In Tabelle 9 wird auf die geschlechtsspezifischen Unterschiede zwischen Männern und Frauen hingewiesen. Gerade, was aber die Ergänzung mit Eiweiß anbelangt, dominierten die Veganer deutlich. Fast jeder zweite Mann ergänzte zur normalen Ernährung pflanzliches Protein.

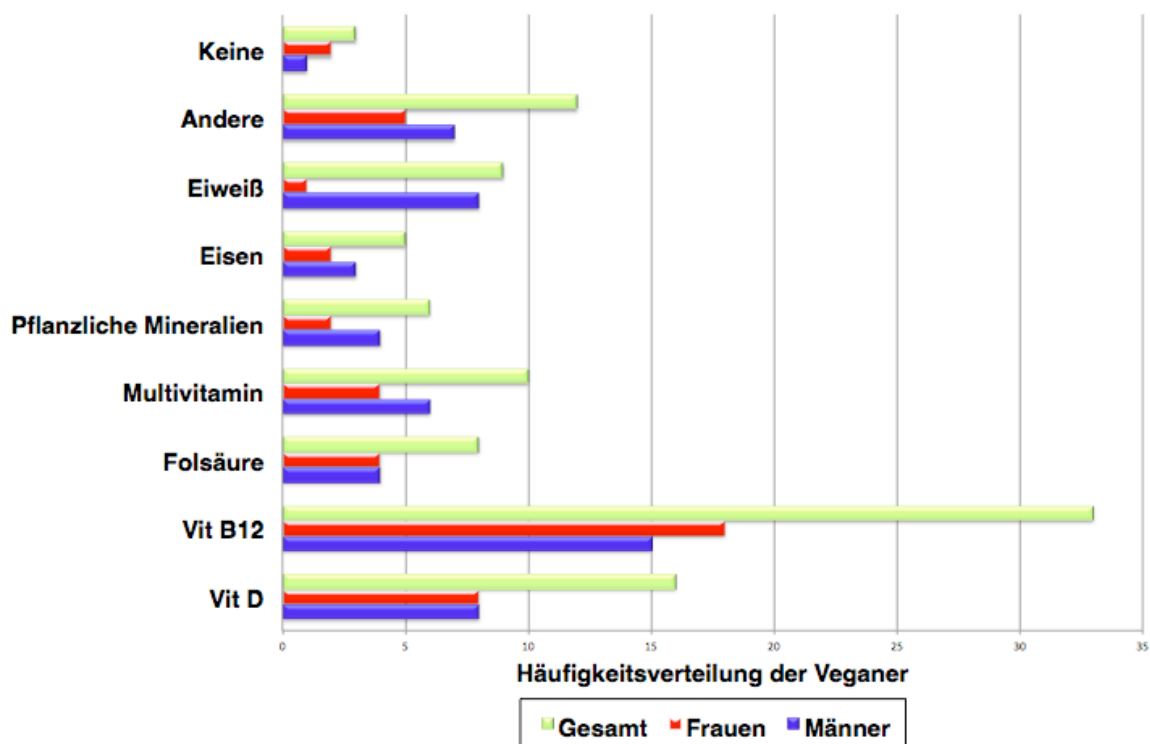


Abb. 7. Welche Nährstoffe komplettieren sie besonders?

Fallzusammenfassung						
	Fälle					
	Gültig		Fehlend		Gesamtsumme	
	H	Prozent	H	Prozent	H	Prozent
\$Nährstoffe ^a	40	100,0%	0	0,0%	40	100,0%

a. Dichotomiegruppe tabuliert bei Wert 1.

\$Nährstoffe Häufigkeiten				
		Antworten		Prozent der Fälle
		H	Prozent	
Nährstoffe ^a	Vit D	16	15,7%	40,0%
	Vit B12	33	32,4%	82,5%
	Folsäure	8	7,8%	20,0%
	Multivitamin	10	9,8%	25,0%
	Pflanzliche Mineralien	6	5,9%	15,0%
	Eisen	5	4,9%	12,5%
	Eiweiß	9	8,8%	22,5%
	Andere	12	11,8%	30,0%
	Keine	3	2,9%	7,5%
	Gesamtsumme	102	100,0%	255,0%

a. Dichotomiegruppe tabuliert bei Wert 1.

Tab 8. Häufigkeitsverteilung der Nährstoffkomplettierung.

Fallzusammenfassung

	Fälle					
	Gültig		Fehlend		Gesamtsumme	
	H	Prozent	H	Prozent	H	Prozent
\$Nährstoffe*Geschlecht	40	100,0%	0	0,0%	40	100,0%

Kreuztabelle \$Nährstoffe*Geschlecht

			Geschlecht		Gesamtsumme
			weiblich	männlich	
Nährstoffe ^a	Vit D	Anzahl	8	8	16
		% in Geschlecht	36,4%	44,4%	
	Vit B12	Anzahl	18	15	33
		% in Geschlecht	81,8%	83,3%	
	Folsäure	Anzahl	4	4	8
		% in Geschlecht	18,2%	22,2%	
	Multivitamin	Anzahl	4	6	10
		% in Geschlecht	18,2%	33,3%	
	Pflanzliche Mineralien	Anzahl	2	4	6
		% in Geschlecht	9,1%	22,2%	
	Eisen	Anzahl	2	3	5
		% in Geschlecht	9,1%	16,7%	
	Eiweiß	Anzahl	1	8	9
		% in Geschlecht	4,5%	44,4%	
	Andere	Anzahl	5	7	12
		% in Geschlecht	22,7%	38,9%	
	Keine	Anzahl	2	1	3
		% in Geschlecht	9,1%	5,6%	
Gesamtsumme		Anzahl	22	18	40

Die Prozentsätze und Gesamtwerte basieren auf die Befragten.

a. Dichotomiegruppe tabuliert bei Wert 1.

Tab 9. Unterschiede in der Nährstoffkomplettierung bei Männern und Frauen.

Interessant war auch festzustellen, dass, wie in Tabelle 8 ersichtlich ist, fast jeder dritte Veganer (30 %), neben den angeführten Nährstoffen, noch weitere zu sich nahm. In der Kategorie „Andere“ wurden folgende Nährstoffe angeführt: Omega-3 Fettsäuren, Kalzium, Zink und Kieselerde.

Veganer werden immer wieder mit dem Thema Protein konfrontiert. Mit welchen Nahrungsmitteln sie überwiegend ihren Eiweißbedarf deckten, ist in Abbildung 8 dargestellt. Mehrmals pro Woche wurden Pseudogetreide (Amaranth, Quinoa und Buchweizen), Hülsenfrüchte sowie Nüsse, Samen und Kerne verzehrt.

Unter allen Nahrungsmitteln, die nicht so gerne gegessen wurden, findet man die Sojaprodukte.

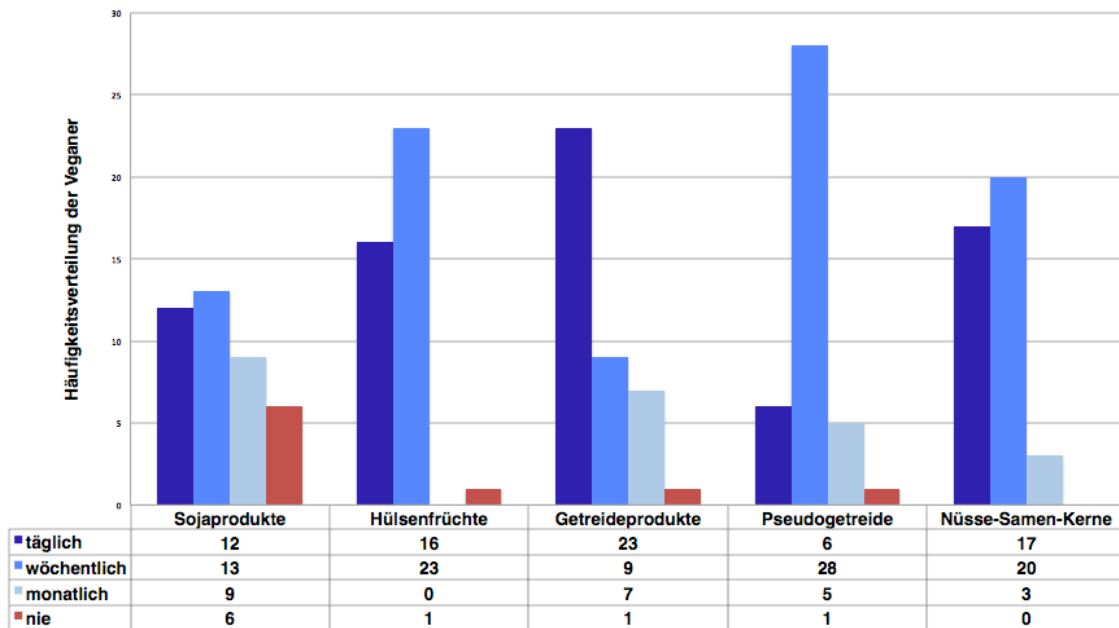


Abb. 8. Mit welchen Lebensmitteln decken sie ihren Eiweißbedarf?

Die unterschiedlichen Präferenzen einzelner Nahrungsmittel zwischen Männern und Frauen werden in den Tabellen 10-14 dargestellt.

Wie die Auswertungen zeigen, gab es sowohl für Sojaprodukte ($p= 0,294$), als auch für Hülsenfrüchte ($p= 0,606$) und Getreideprodukte ($p= 0,121$) keinen signifikanten Unterschied. Auch beim Pseudogetreide, das bevorzugt wöchentlich konsumiert wird, unterschieden sich die Veganer nicht ($p= 0,054$).

Kreuztabelle Geschlecht*Sojaprodukte

Anzahl		Sojaprodukte				Gesamtsumme
		täglich	wöchentlich	monatlich	nie	
Geschlecht	weiblich	7	7	3	5	22
	männlich	5	6	6	1	18
Gesamtsumme		12	13	9	6	40

Chi-Quadrat-Tests

	Wert	df	Asymp. Sig. (zweiseitig)
Pearson-Chi-Quadrat	3,714 ^a	3	,294
Likelihood-Quotient	3,942	3	,268
Zusammenhang linear-mit-linear	,101	1	,751
Anzahl der gültigen Fälle	40		

a. 4 Zellen (50,0%) haben die erwartete Anzahl von weniger als 5. Die erwartete Mindestanzahl ist 2,70.

Tab. 10. Unterschiede in der Konsumierung von Sojaprodukten.

Kreuztabelle Geschlecht*Hülsenfrüchte

Anzahl		Hülsenfrüchte			Gesamtsumme
		täglich	wöchentlich	nie	
Geschlecht	weiblich	8	13	1	22
	männlich	8	10	0	18
Gesamtsumme		16	23	1	40

Chi-Quadrat-Tests

	Wert	df	Asymp. Sig. (zweiseitig)
Pearson-Chi-Quadrat	1,001 ^a	2	,606
Likelihood-Quotient	1,378	2	,502
Zusammenhang linear-mit-linear	,754	1	,385
Anzahl der gültigen Fälle	40		

a. 2 Zellen (33,3%) haben die erwartete Anzahl von weniger als 5. Die erwartete Mindestanzahl ist ,45.

Tab. 11. Unterschiede in der Konsumierung von Hülsenfrüchten.

Kreuztabelle Geschlecht*Getreideprodukte

Anzahl

		Getreideprodukte				Gesamtsumme
		täglich	wöchentlich	monatlich	nie	
Geschlecht	weiblich	14	2	5	1	22
	männlich	9	7	2	0	18
Gesamtsumme		23	9	7	1	40

Chi-Quadrat-Tests

	Wert	df	Asymp. Sig. (zweiseitig)
Pearson-Chi-Quadrat	5,809 ^a	3	,121
Likelihood-Quotient	6,352	3	,096
Zusammenhang linear-mit-linear	,066	1	,797
Anzahl der gültigen Fälle	40		

a. 6 Zellen (75,0%) haben die erwartete Anzahl von weniger als 5. Die erwartete Mindestanzahl ist ,45.

Tab. 12. Unterschiede in der Konsumierung von Getreideprodukten.

Kreuztabelle Geschlecht*Pseudogetreide

Anzahl

		Pseudogetreide				Gesamtsumme
		täglich	wöchentlich	monatlich	nie	
Geschlecht	weiblich	4	17	0	1	22
	männlich	2	11	5	0	18
Gesamtsumme		6	28	5	1	40

Chi-Quadrat-Tests

	Wert	df	Asymp. Sig. (zweiseitig)
Pearson-Chi-Quadrat	7,629 ^a	3	,054
Likelihood-Quotient	9,892	3	,020
Zusammenhang linear-mit-linear	1,711	1	,191
Anzahl der gültigen Fälle	40		

a. 6 Zellen (75,0%) haben die erwartete Anzahl von weniger als 5. Die erwartete Mindestanzahl ist ,45.

Tab. 13. Unterschiede in der Konsumierung von Pseudogetreide.

Kreuztabelle Geschlecht*Nüsse Samen Kerne

Anzahl		Nüsse Samen Kerne			Gesamtsumme
		täglich	wöchentlich	monatlich	
Geschlecht	weiblich	9	10	3	22
	männlich	8	10	0	18
Gesamtsumme		17	20	3	40

Chi-Quadrat-Tests

	Wert	df	Asymp. Sig. (zweiseitig)
Pearson-Chi-Quadrat	2,686 ^a	2	,261
Likelihood-Quotient	3,817	2	,148
Zusammenhang linear-mit-linear	,754	1	,385
Anzahl der gültigen Fälle	40		

a. 2 Zellen (33,3%) haben die erwartete Anzahl von weniger als 5. Die erwartete Mindestanzahl ist 1,35.

Tab. 14. Unterschiede in der Konsumierung von Nüssen, Samen oder Kernen.

Ein typisches Merkmal der veganen Ernährung ist die Wahl der Nahrungsmittel. Veganer sind vor allem dafür bekannt, „besondere Produkte“ zu konsumieren. „Besondere“ insofern, als es sich um Nahrungsmittel handelt, die von der Allgemeinbevölkerung eher selten bis gar nicht verwendet werden.

Folgende Nahrungsmittel wurden in der Kategorie „besondere Lebensmittel“ angeführt. Um eine bessere Übersicht zu erhalten, wurden die einzelnen Produkte in Gruppen zusammengefasst:

- Superfoods (Acai-Beere, Chiasamen, Hefeflocken, Flohsamenschalen und Mangostan)
- „green smoothies“, Algen, Algenöl, Matcha, Sango-Meereskoralle
- Soja- und Fleischersatzprodukte: Tempeh, „Fake-Fleisch“, Seitan
- Kichererbsen-, Lupinen- und Braunhirsemehl, Weizen- und Gerstengras, Amaranth und Quinoa.
- Pflanzenmilch (Reis-, Soja-, Hafer-, Mandel-, Kokos- und Dinkelmilch), Kokosnusswasser, Cashewmus, Reismozzarella
- Hanf- und Reisprotein

- Birkenzucker (Xylit) und Erythrit

Immer mehr Unternehmen spezialisieren sich auf rein vegane Produkte. Folgende Marken („Brands“) wurden dabei von den Probanden am häufigsten konsumiert: Hiel, VegaVita, Alpro, Joya, Wilmersburger.

4.2 Energie- und Proteinaufnahme von Veganern

Primäres Ziel der vorliegenden Arbeit war es, nicht nur die Ernährungsgewohnheiten von Veganern näher zu untersuchen, sondern auch herauszufinden, inwiefern die Proteinaufnahme Einfluss auf die Körperzellmasse und weitere Parameter der Körperzusammensetzung hat.

	Männer	Frauen
Energieaufnahme (kcal) Tag 1 und 10	p ¹ = 0,647	p ¹ = 0,322
Proteinaufnahme (g/kg KG) Tag 1 und 10	p ¹ = 0,723	p ¹ = 0,846
Proteinaufnahme (g) Tag 1 und 10	p ¹ = 0,653	p ¹ = 0,948
¹ Wilcoxon-Test		

Tab. 15. Ergebnisse der Energie- und proteinaufnahme von Tag 1 und Tag 10.

	Männer ¹	Frauen ¹	p ²
Gesamtenergieaufnahme (kcal)	2235,2 ± 553,4	1923,4 ± 629,5	0,112
Gesamtproteinaufnahme (g)	83,7 ± 34,8	61,0 ± 22,4	0,019
Gesamtproteinaufnahme (g/kg KG)	1,14 ± 0,49	1,05 ± 0,39	0,619
Proteinanteil (%) an der Gesamtenergieaufnahme	16,4 ± 5,7	14,1 ± 3,3	0,251
¹ alle Werte MW ± SD			
² Mann-Whitney-U-Test			

Tab. 16. Ergebnisse der Energie- und Proteinaufnahme.

Was die Gesamtenergieaufnahme betrifft, ist in Abbildung 9 ein Vergleich von Tag 1 und Tag 10 zwischen Männern und Frauen dargestellt.

Männliche Veganer nahmen im Durchschnitt 2235,2 ± 553,4 kcal auf, während weibliche Veganer 1923,4 ± 629,5 kcal Energie aufnahmen. Einen signifikanten Unterschied zwischen Männern und Frauen gab es nicht (p= 0,112).

Die rote Linie in Abbildung 9 zeigt den Mittelwert der Gesamtenergieaufnahme. Die Richtwerte für eine ausreichende Energiezufuhr sind vor allem vom PAL-Wert („physical activity level“, PAL) abhängig und schwanken folglich bei Män-

nen (2400 bis 3100 kcal/d) und Frauen (1900 bis 2400 kcal/d). Generell war, wie die Abbildung 9 auch zeigt, die durchschnittliche Energiezufuhr der Veganer niedriger als bei Gemischtköstlern (73).

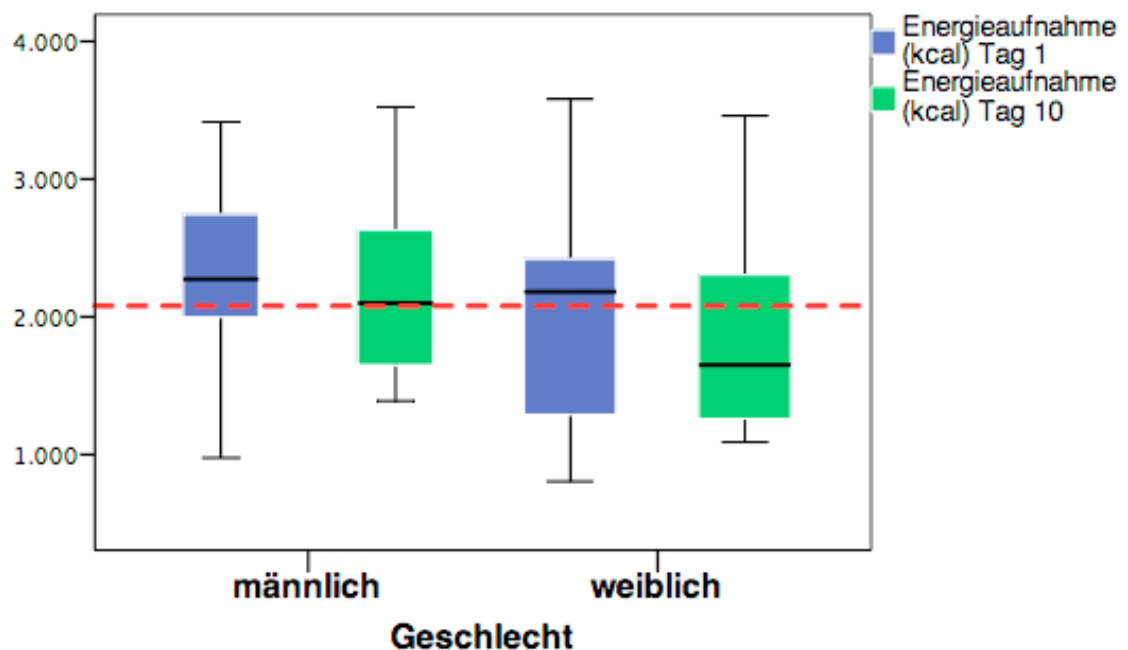


Abb. 9. Vergleich der Energieaufnahme (kcal) von Tag 1 und Tag 10 zwischen Männern und Frauen.

Interessant war vor allem die Proteinaufnahme pro Tag und pro Kilogramm Körpergewicht. So nahmen, wie die Abbildungen 10 und 11 zeigen und es zu erwarten war, die männlichen Probanden durchschnittlich mehr Protein auf als die weiblichen.

Der Mittelwert von Tag 1 und Tag 10 ergab für Frauen $61,0 \pm 22,4$ g und für Männer $83,7 \pm 34,8$ g (Tab. 16). Wenn Tag 1 und Tag 10 miteinander verglichen werden, wird deutlich, dass weder bei der Gruppe der Frauen ($p= 0,948$), noch bei jener der Männer ($p= 0,653$), ein Unterschied zu sehen war, aber der Unterschied zwischen den Geschlechtern ($p= 0,019$) hingegen signifikant ausfiel (Tab. 15 und 16).

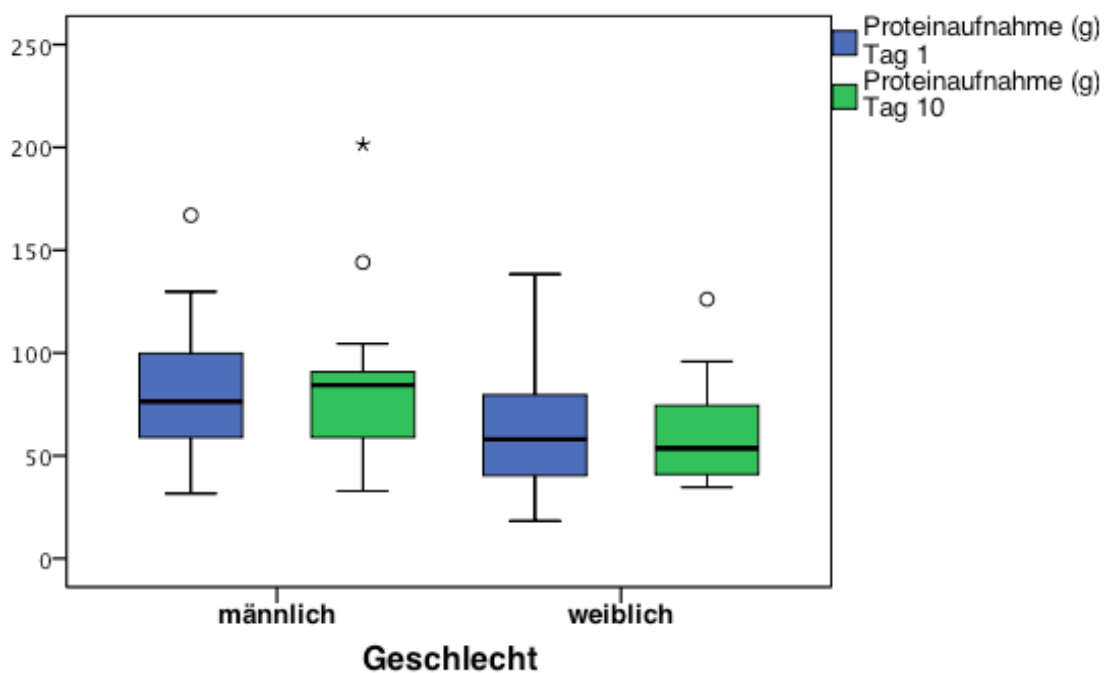


Abb. 10. Vergleich der Proteinaufnahme (g) von Tag 1 und Tag 10 zwischen Männern und Frauen.

Nicht signifikant ($p = 0,619$) war hingegen die Gesamtproteinaufnahme pro Kilogramm Körpergewicht.

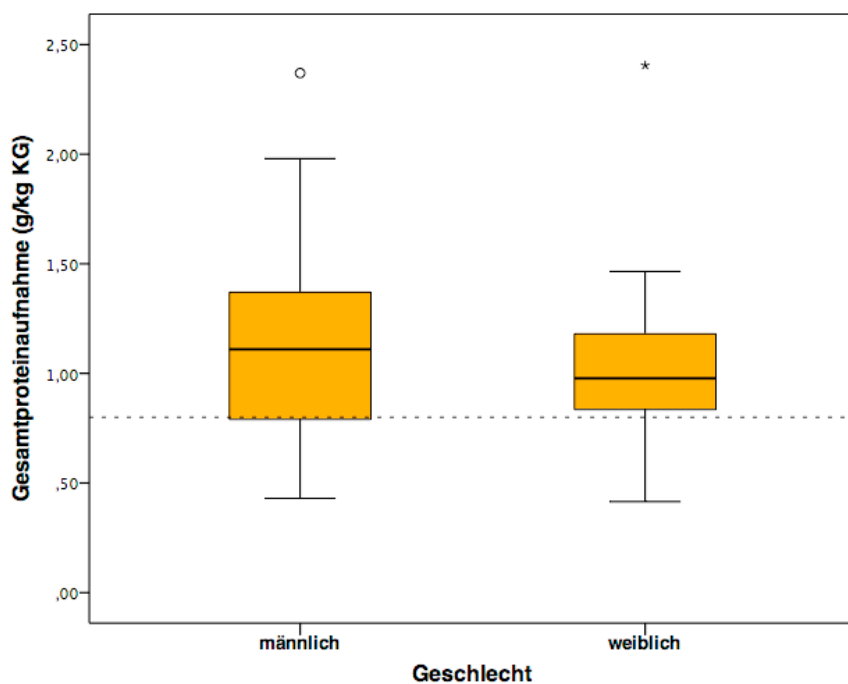


Abb. 11. Vergleich der Gesamtproteinaufnahme (g/kg KG) zwischen Männern und Frauen.

Sowohl Männer ($1,14 \pm 0,49$ g/kg KG) als auch Frauen ($1,05 \pm 0,39$ g/kg KG) wiesen keine signifikanten Unterscheidungen auf ($p= 0,723$ bzw. $p= 0,846$). Die D-A-CH-Referenzwerte geben zur ausreichenden Deckung des Proteinbedarfs eine Empfehlung von $0,8$ g/kg KG/d vor. Wie Abbildung 11 zeigt, kamen im Durchschnitt über 75 % der Männer und Frauen dieser Empfehlung nach. Bezogen auf den Beitrag des Protein zur Gesamtenergieaufnahme leistet, sollten laut Empfehlung der DACH Gesellschaften 15 % der Gesamtenergie aus Protein stammen (73). Die Ergebnisse der Veganer zeigten, dass Männer mit im Durchschnitt $16,4 \pm 5,7$ % und Frauen mit $14 \pm 3,3$ % deutlich darüber lagen. Einen signifikanten Unterschied zwischen den beiden Geschlechtern gab es nicht ($p= 0,251$).

4.3 Ergebnisse der Bioelektrischen-Impedanz-Analyse

Die Bioelektrische-Impedanz-Analyse ermöglicht es, basierend auf dem Hydrationszustand des Körpers, die Körperkompartimente zu bestimmen. Gerade Veganern wird gerne aufgrund des Verzichtes auf tierische Nahrungsmittel vorgehalten, einen allgemein schlechten Gesundheitsstatus aufzuweisen.

Durch die Messung der Körperkompartimente können wichtige Aussagen über die Gesundheit und Zellvitalität getroffen werden. In Tabelle 17 sind die Ergebnisse der Körperzusammensetzung von Veganern im Überblick dargestellt.

Der für die Messung der Körperkompartimente wichtige Wasseranteil im Körper wird bei der Impedanz-Analyse sehr genau erfasst und ergab im Durchschnitt $60,9 \pm 4,8$ % bei den Männern und $56,8 \pm 6,3$ % bei den Frauen. Beide Werte lagen sowohl für Männer (50-60 %) als auch für Frauen (55-65 %) im Normalbereich (51). Der Unterschied zwischen den beiden Geschlechtern war signifikant ($p= 0,024$). Neben dem Gesamtkörperwasser gibt vor allem das Extrazellulärwasser (ECW) Hinweise über die optimalen Hydratationsverhältnisse und das Nährstoffangebot.

Männliche Veganer hatten einen Durchschnittswert von $24,8 \pm 2,5$ % und weibliche von $20,2 \pm 1,1$ % ECW. Der Unterschied war signifikant ($p < 0,001$).

Der Anteil des Körperwassers im Intrazellulärraum, bei dem Männer $36,1 \pm 3,3$ % und Frauen $35,6 \pm 5,2$ % erzielten, ergab keine signifikanten Unterschiede ($p = 0,861$).

Umgerechnet auf den Anteil des ICW bzw. ECW am Gesamtkörperwasser („total body water“ oder TBW), ergaben sich für Männer 59,3 % bzw. 40,7 % und für Frauen 62,9 % bzw. 36,0 %.

Im Vergleich mit den Idealwerten (ICW: 57 % und ECW: 43 %) bedeutet das, dass sich beide Geschlechter, was das Intrazellulärwasser betrifft im normalen Bereich befanden, während sie beim Extrazellulärwasser den Idealwert deutlich unterschritten (51).

Gründe dafür könnten Dehydration, hormonelle Einflüsse oder eine nicht adäquate Nährstoffversorgung der Zellen sein (49-51, 74, 75).

	Männer¹	Frauen¹	p²
Fettmasse (%)	16,7 ± 6,8	23,4 ± 7,9	0,192
Fettfreie Masse (%)	83,3 ± 6,8	76,6 ± 7,9	0,032
Zellanteil (%)	52,7 ± 3,6	49,7 ± 2,9	0,013
BCM (%)	44,0 ± 5,6	38,0 ± 4,6	< 0,001
ECM (%)	39,2 ± 2,9	38,5 ± 4,7	0,545
ECM/BCM	0,91 ± 0,14	1,02 ± 0,12	0,504
Phasenwinkel (°)	6,2 ± 0,7	5,6 ± 0,6	0,545
Wassergehalt (%)	60,9 ± 4,8	56,6 ± 6,3	0,024
ECW (%)	24,8 ± 2,5	20,4 ± 1,1	< 0,001
ICW (%)	36,1 ± 3,3	35,6 ± 5,2	0,861
^{1.} alle Werte MW ± SD			
^{2.} Mann-Whitney-U-Test			

Tab. 17. Ergebnisse der Bioelektrischen-Impedanz-Analyse (BIA).

Die Fettmasse ergab bei den veganen Männern $16,7 \pm 6,8$ % und bei den Frauen $23,4 \pm 7,9$ %. Dass Frauen von Natur aus 10 % mehr Körperfett haben, wird auch in der graphischen Darstellung in Abbildung 12 wieder bestätigt. Während bei den Frauen (20-25 %) die Werte im Normbereich lagen, lagen sie bei den Männern (10-15 %) leicht außerhalb (51). Einen signifikanten Unterschied zwischen den Geschlechtern gab es nicht ($p = 0,192$).

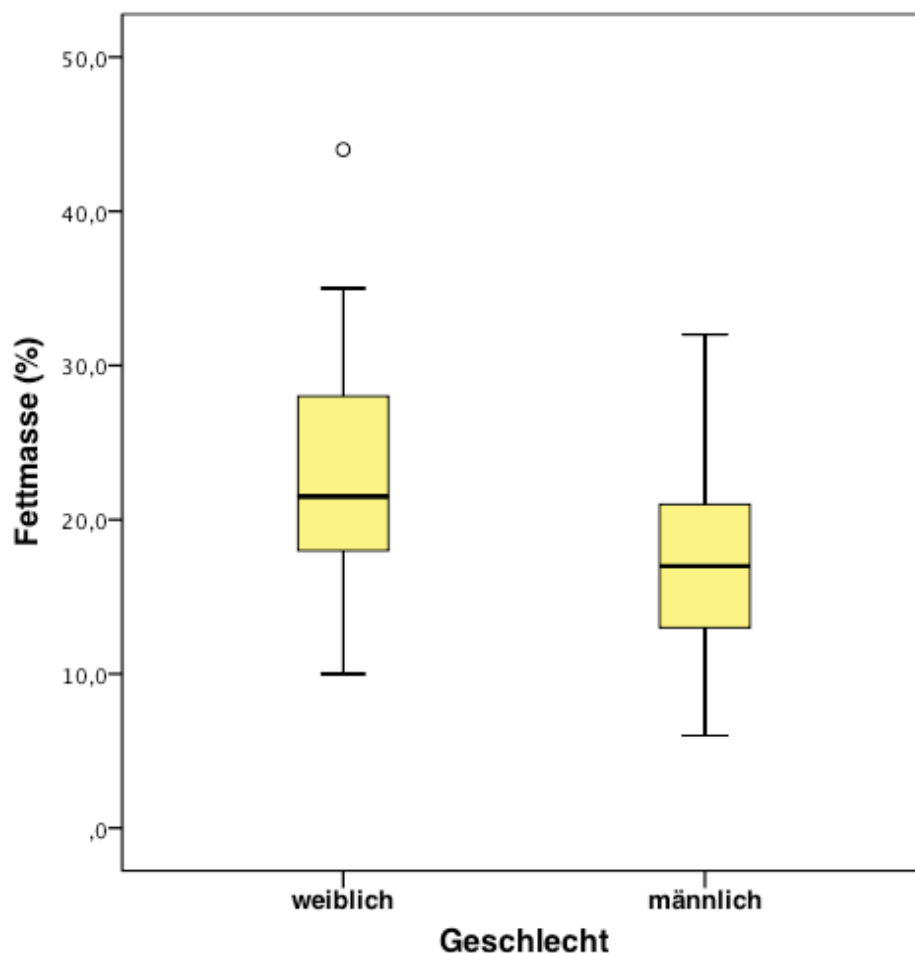


Abb. 12. Vergleich der Gesamtkörperfettmasse (%) zwischen Männern und Frauen.

Der prozentuale Anteil der fettfreien Masse, oder der häufig als Synonym verwendeten mageren Fettmasse, zeigt im Vergleich zur Fettmasse die Ernährungsfehler besonders schnell auf. Bei einseitiger oder mangelhafter Ernährung kann es zu einem Proteinmangel kommen, der sich folglich in einem Muskelschwund äußert (55, 56). Bereits ein geringer Verlust der Zellmasse spiegelt sich gleichzeitig in einer deutlichen Reduktion der fettfreien Masse wider. Da die Magermasse eine Hydratation von 73 % aufweist, wird sie als Grundlage für die Bestimmung des Körperwasseranteils und der Kompartimente verwendet (50, 51).

Die Ergebnisse der Veganer wiesen einen signifikanten Unterschied ($p = 0,032$) zwischen Männern und Frauen auf. Während die Messungen beim männlichen

Geschlecht einen Durchschnittswert von $83,3 \pm 6,8$ % ergaben, waren die Werte bei den Frauen, bedingt durch den höheren Körperfettanteil, mit $76,6 \pm 7,9$ % deutlich niedriger (Abb. 13).

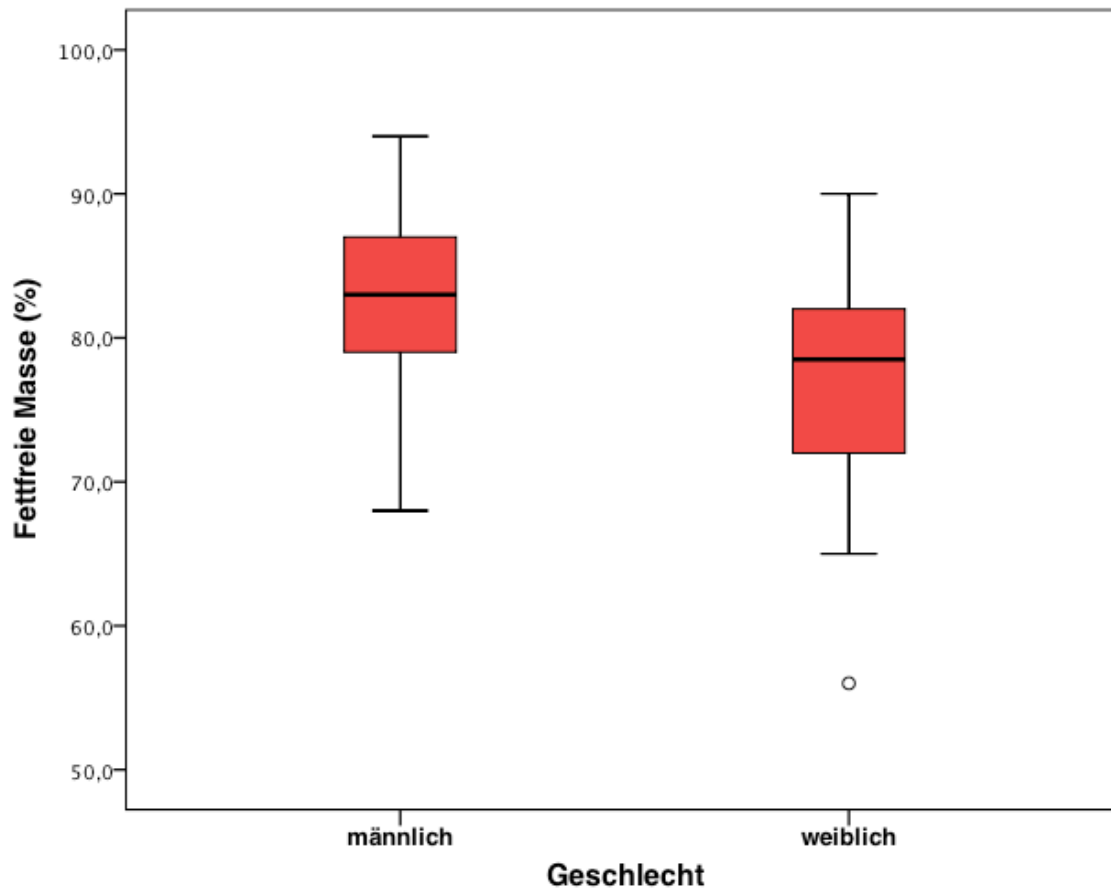


Abb. 13. Vergleich der FFM (%) zwischen Männern und Frauen.

Ein wichtiger Parameter um den Ernährungszustand zu beurteilen ist der Zellanteil. Der Zellanteil liegt bei gesunden Menschen im Bereich von 50 und 56 % und spiegelt den prozentuellen Anteil der BCM an der fettfreien Masse wider (51). Die Ergebnisse ergaben bei den Männern $52,7 \pm 3,6$ % bzw. $49,67 \pm 2,9$ % bei den Frauen. Der geschlechtsspezifische Unterschied war signifikant ($p=0,013$).

Generell deutet ein Zellanteil unter 50 % auf eine Mangelernährung hin. Jedoch können diese niedrigen Werte auch aus Wassereinlagerungen in der fettfreien Masse resultieren. Letzteres Phänomen tritt bei Frauen relativ häufig auf (50, 51, 74, 75).

Die BCM zählt zum metabolisch aktivsten Kompartiment im menschlichen Körper und spielt eine zentrale Rolle bei der Beurteilung des Gesundheitszustandes (53, 54). Als ein wichtiger Bestandteil kann die Muskelmasse sehr leicht durch körperliche Aktivität, Ernährung oder Krankheit beeinflusst werden (53). Durch eine nicht adäquate Proteinversorgung kann es zu Verlusten der BCM kommen.

Gerade bei Veganern wird immer befürchtet, aufgrund von zu wenig Protein in der Ernährung, schlechtere Zellmassewerte zu haben.

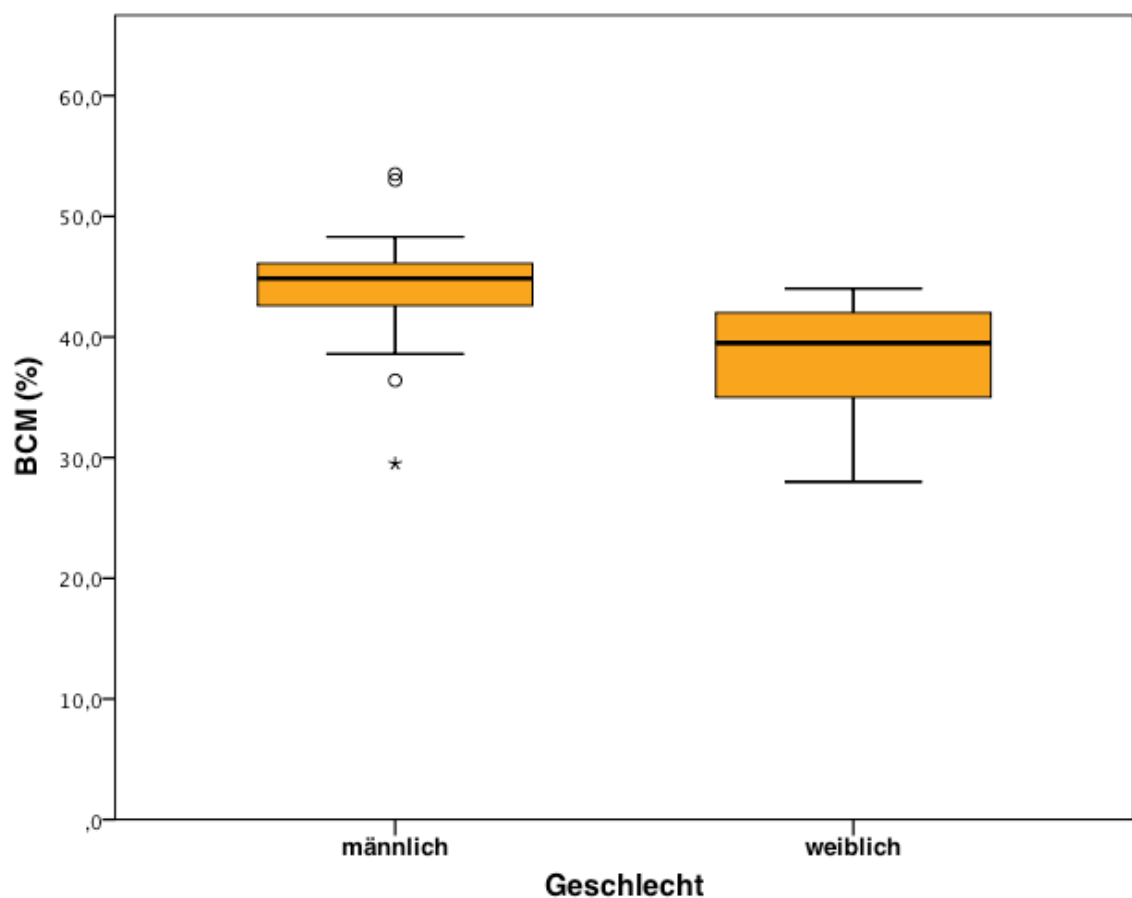


Abb. 14. Vergleich der BCM (%) zwischen Männern und Frauen.

Männliche Veganer zeigten einen durchschnittlichen Anteil von $44,0 \pm 5,6$ % und Frauen von $38,0 \pm 4,6$ %. Der Unterschied zwischen den Geschlechtern war signifikant ($p < 0,001$). Umgerechnet auf den Anteil der BCM an der Magermasse ergaben sich für Männer 53 % (Idealwerte: 53 - 60 %) und für Frauen 50 % (Idealwerte: 51 - 58 %) (51).

Die Veganer hatten somit, trotz optimaler Proteinaufnahme, niedrige Zellmassewerte.

Die Extrazellulärmasse (ECM) umfasst das metabolisch nicht aktive Gewebe und wird gemeinsam mit der BCM zur fettfreien Masse zusammengefasst.

Bei den Männern betrug der Durchschnitt $39,2 \pm 2,9$ % und bei den Frauen $38,5 \pm 4,7$ %. Die Unterschiede waren nicht signifikant ($p = 0,545$).

Neben der fettfreien Masse und den beiden Kompartimenten BCM und ECM ist auch das Verhältnis ECM/BCM ein wichtiger und sensibler Indikator für die allgemeine Nährstoffversorgung des Körpers (60). Die Werte für gesunde Menschen liegen im Bereich 0,8 und 1,0.

Die Messungen ergaben bei Männern $0,91 \pm 0,14$ und bei Frauen $1,02 \pm 0,12$.

Aufgrund der Tatsache, dass bei Frauen die Körperzellmasse meist niedriger ist als bei Männern, ist folglich auch das Verhältnis von ECM/BCM, wie auch Abbildung 15 zeigt, höher.

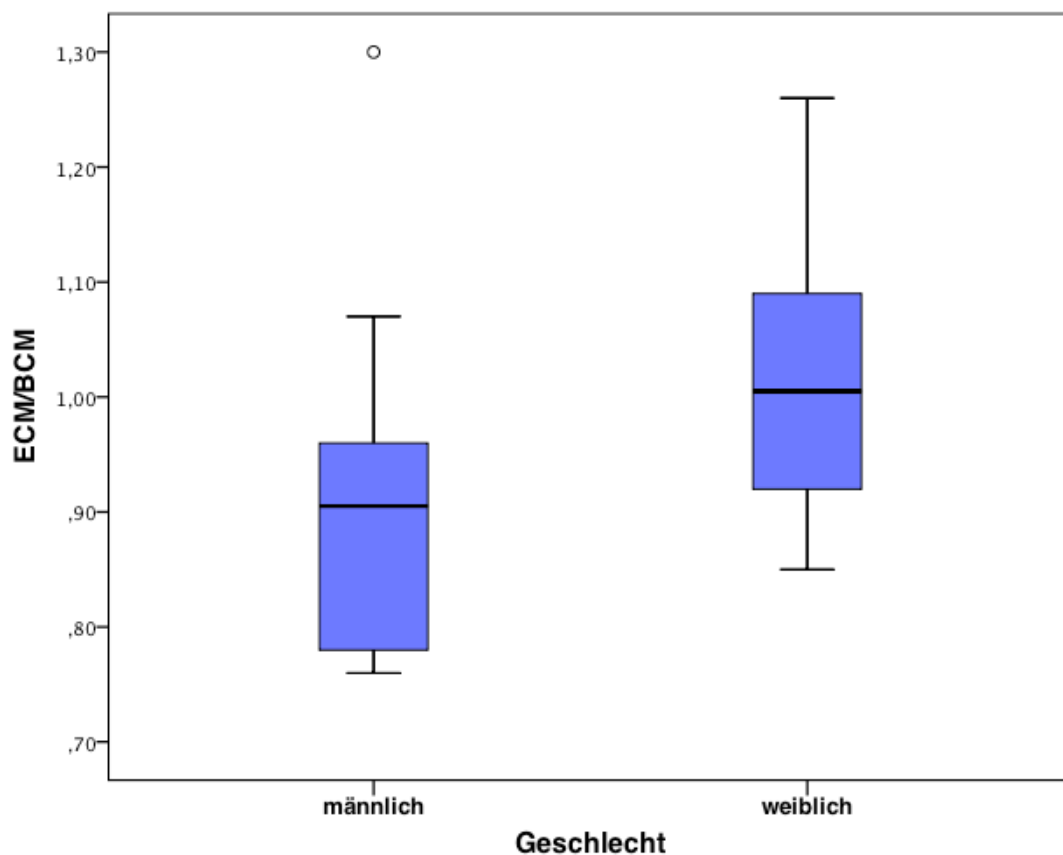


Abb. 15. Vergleich des Verhältnisses ECM/BCM zwischen Männern und Frauen.

Die Unterschiede zwischen Männern und Frauen waren nicht signifikant ($p=0,504$). Da im Normalfall die BCM größer ist als die ECM, ist das Verhältnis bei gesunden Menschen deutlich kleiner als 1. Werte, die größer als 1 sind, deuten meist auf eine Beeinträchtigung der Zellvitalität hin (51).

Ein weiterer wichtiger Parameter zur Beurteilung des Ernährungsstatus und der Zellvitalität ist der Phasenwinkel.

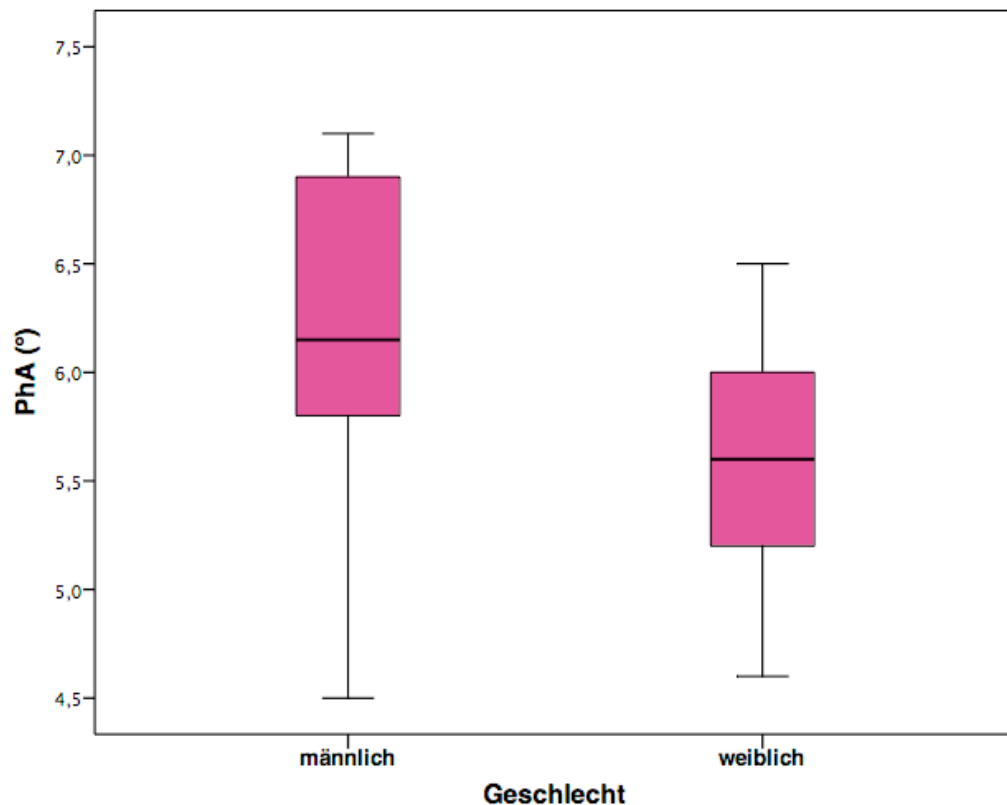


Abb. 16. Vergleich der Phasenwinkel (°) zwischen Männern und Frauen.

Studien zeigten, dass sowohl bei Gesunden als auch bei Kranken die fettfreie Masse bzw. die BCM signifikant mit dem Phasenwinkel korrelierte (68). In Untersuchungen hat er sich vor allem als verlässlich in der Vorhersage der BCM erwiesen (72). Da Männer im Allgemeinen einen höheren Anteil an fettfreier Masse besitzen, sind auch die Werte höher als bei Frauen (66, 69). Bestätigt wird diese Beobachtung, wie in Abbildung 16 graphisch dargestellt ist, auch durch die Messergebnisse bei den Veganern. Die Männer hatten einen Phasen-

winkel von $6,2 \pm 0,7^\circ$, während Frauen lediglich einen Durchschnittswert von $5,6 \pm 0,6^\circ$ aufwiesen.

Zwischen den Geschlechtern gab es keinen statistisch signifikanten Unterschied ($p= 0,545$). Die erzielten Ergebnisse der Veganer entsprachen genau den Normwerten von $5,0^\circ$ bis $9,0^\circ$. In Studien wurde bestätigt, dass je größer der Phasenwinkel war, desto besser waren auch die Zellen ernährt (51).

4.4 Zusammenhänge

Um den Ernährungs- und Gesundheitszustand zu beurteilen, ist es auch von großer Bedeutung, die Zusammenhänge von Nahrungsbestandteilen bzw. der gemessenen Parameter durch die Bioelektrische-Impedanz-Analyse auf die unterschiedlichen Körperkompartimente zu betrachten.

Gerade, was die Veganer betrifft, ist es interessant und wichtig zu erwähnen, inwieweit eine rein pflanzliche Ernährung Einfluss auf die Körperzusammensetzung hat.

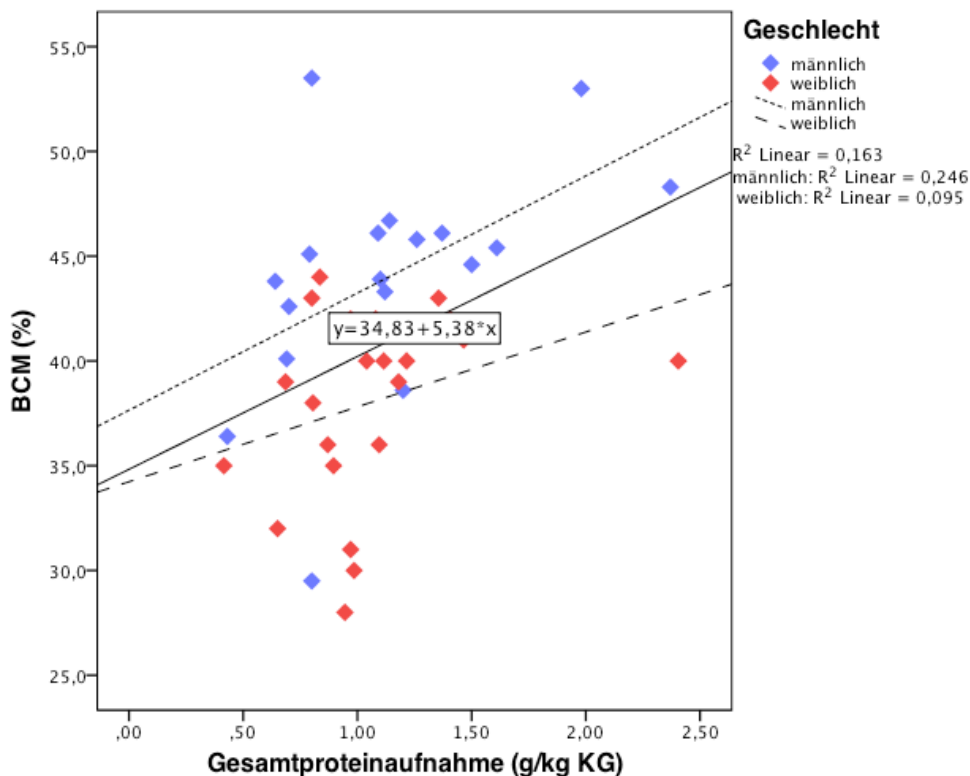


Abb. 17. Zusammenhang zwischen Gesamtproteinaufnahme (g/kg KG) und BCM (%).

Die Ergebnisse der Untersuchung zeigten, wie auch in Abb. 11 ersichtlich ist, dass der überwiegende Anteil von ca. 75 % der Veganer über eine rein pflanzliche Ernährung ausreichend Protein zu sich nahm. Die Körperzellmasse hingegen lag für Männer und Frauen im unteren Grenzbereich. Dennoch ist es möglich, dass durch eine optimale Proteinaufnahme auch relativ normale Zellmassewerte erzielt werden können.

Zwischen der Gesamtproteinaufnahme und der BCM gab es eine schwache aber signifikante Korrelation ($r = 0,398$), die für Männer aufgrund der höheren Proteinaufnahme und Zellmasse stärker als für Frauen war. Die unterschiedlich starke Korrelation zwischen den Geschlechtern wird in Abbildung 17 durch die strichlierten Linien verdeutlicht. Tabelle 18 zeigt den signifikanten Zusammenhang ($p = 0,006$).

Korrelationen			BCM (%)	Gesamtproteinaufnahme (g/kg KG)
Spearman-Rho	BCM (%)	Korrelationskoeffizient	1,000	,398**
		Sig. (1-seitig)	.	,006
		N	40	40
	Gesamtproteinaufnahme (g/kg KG)	Korrelationskoeffizient	,398**	1,000
		Sig. (1-seitig)	,006	.
		N	40	40

** . Korrelation ist bei Niveau 0,01 signifikant (einseitig).

Tab. 18. Signifikanztest und Korrelation zwischen Gesamtproteinaufnahme (g/kg KG) und BCM (%).

Neben der BCM gab es auch für die fettfreie Masse, wie in Abbildung 18 ersichtlich ist, einen signifikanten Zusammenhang mit der Proteinaufnahme. Die Korrelation ($r = 0,268$) fiel für beide Geschlechter jedoch deutlich schwächer aus (Tab. 19).

Korrelationen

			Gesamtproteinaufnahme (g/kg KG)	Fettfreie Masse (%)
Spearman-Rho	Gesamtproteinaufnahme (g/kg KG)	Korrelationskoeffizient	1,000	,268*
		Sig. (1-seitig)	.	,047
		N	40	40
	Fettfreie Masse (%)	Korrelationskoeffizient	,268*	1,000
		Sig. (1-seitig)	,047	.
		N	40	40

*. Korrelation ist bei Niveau 0,05 signifikant (einseitig).

Tab. 19. Signifikanztest und Korrelation zwischen Gesamtproteinaufnahme (g/kg KG) und FFM (%).

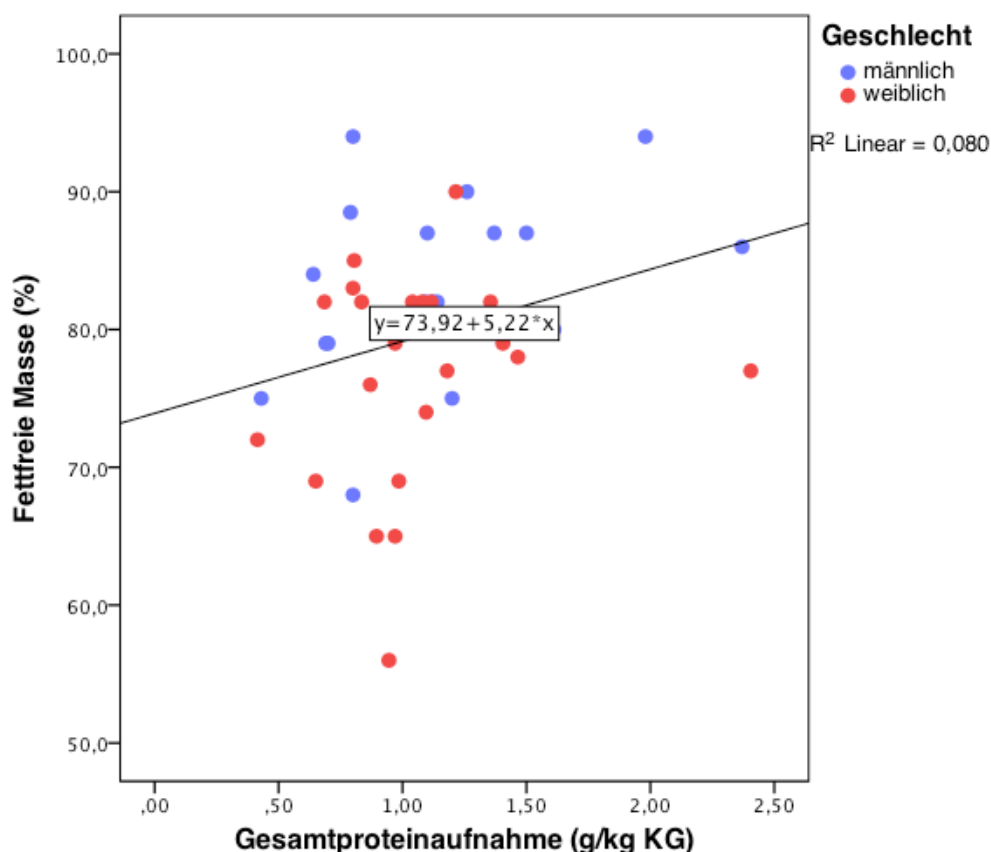


Abb. 18. Zusammenhang zwischen Gesamtproteinaufnahme (g/kg KG) und FFM (%).

Auch zwischen dem Phasenwinkel und der Gesamtproteinaufnahme gab es, trotz eines schwachen Korrelationskoeffizienten ($r = 0,360$), einen signifikanten Zusammenhang ($p = 0,011$). In Abbildung 19 zeigt sich wieder, dass bei Männern die Korrelation stärker war als bei Frauen. Der Grund liegt darin, dass der

Phasenwinkel auch in Zusammenhang mit der Zellmasse steht, die bei veganen Männern im Durchschnitt höher war (72).

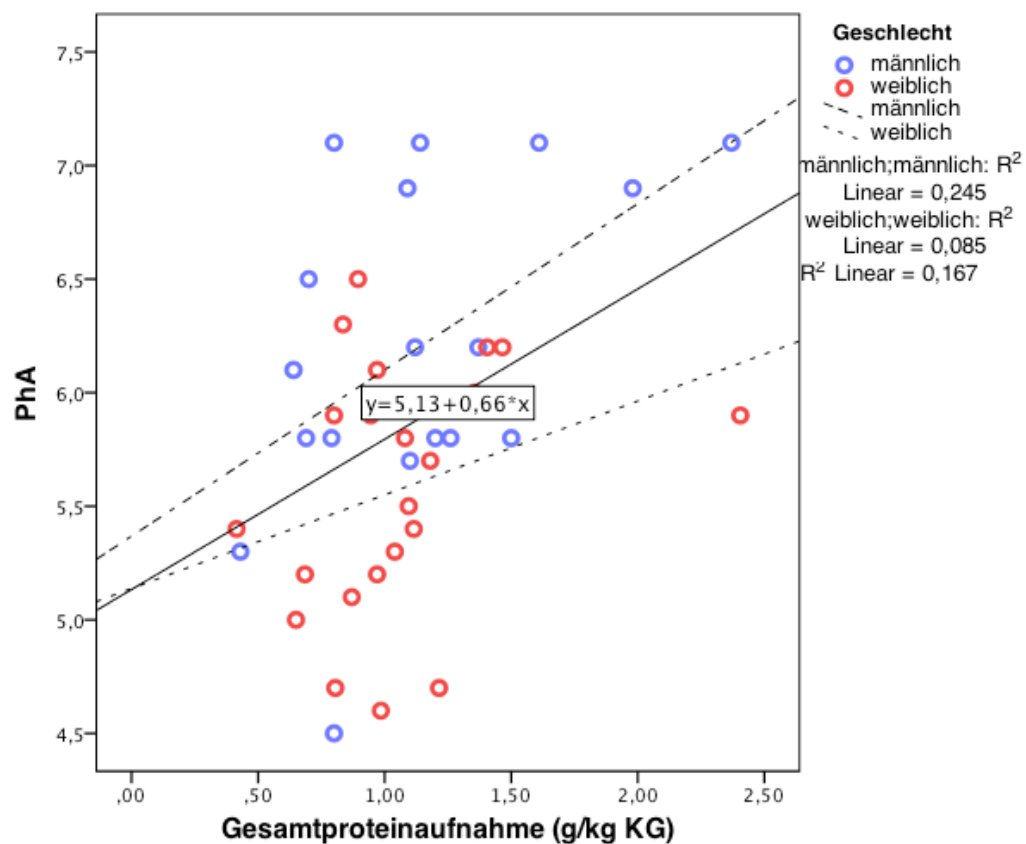


Abb. 19. Zusammenhang zwischen Gesamtproteinaufnahme (g/kg KG) und Phasenwinkel (°).

Korrelationen			Gesamtproteinaufnahme (g/kg KG)	PhA
Spearman-Rho	Gesamtproteinaufnahme (g/kg KG)	Korrelationskoeffizient	1,000	,360*
		Sig. (1-seitig)	.	,011
		N	40	40
	PhA	Korrelationskoeffizient	,360*	1,000
		Sig. (1-seitig)	,011	.
		N	40	40

*. Korrelation ist bei Niveau 0,05 signifikant (einseitig).

Tab. 20. Signifikanztest und Korrelation zwischen Gesamtproteinaufnahme (g/kg KG) und Phasenwinkel (°).

Die fettfreie Masse steht auch in Zusammenhang mit dem Body Mass Index (BMI). Wie in der Abbildung 20 graphisch dargestellt ist, ergab die Auswertung zwischen den beiden Parametern eine negative Korrelation ($r = -0,353$), die für die Frauen stärker ausfiel als für die Männer. Das Ergebnis resultierte aus einem höheren Fettanteil. Der Zusammenhang war statistisch signifikant ($p = 0,013$).

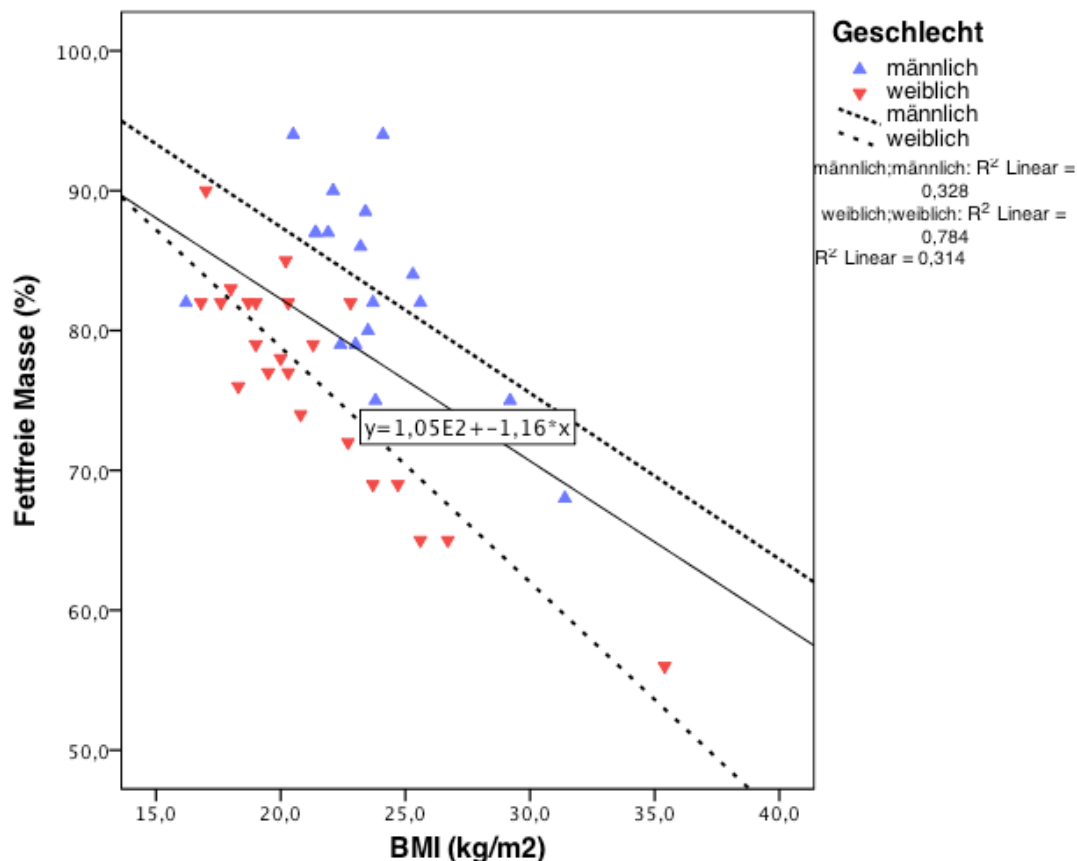


Abb. 20. Zusammenhang zwischen BMI (kg/m^2) und FFM (%).

Korrelationen			BMI (kg/m^2)	Fettfreie Masse (%)
Spearman-Rho	BMI (kg/m^2)	Korrelationskoeffizient	1,000	-,353*
		Sig. (1-seitig)	.	,013
		N	40	40
	Fettfreie Masse (%)	Korrelationskoeffizient	-,353*	1,000
		Sig. (1-seitig)	,013	.
		N	40	40

*. Korrelation ist bei Niveau 0,05 signifikant (einseitig).

Tab. 21. Signifikanztest und Korrelation zwischen BMI (kg/m^2) und FFM (%).

Wie bereits erwähnt gab es einen signifikanten Zusammenhang ($p < 0,001$) zwischen Phasenwinkel und BCM. Abbildung 21 verdeutlicht auch die starke Korrelation ($r = 0,731$). Der Phasenwinkel erwies sich bereits in zahlreichen Studien als Prädiktor für die Körperzellmasse und trägt somit entscheidend zur Beurteilung des Ernährungsstatus bei.

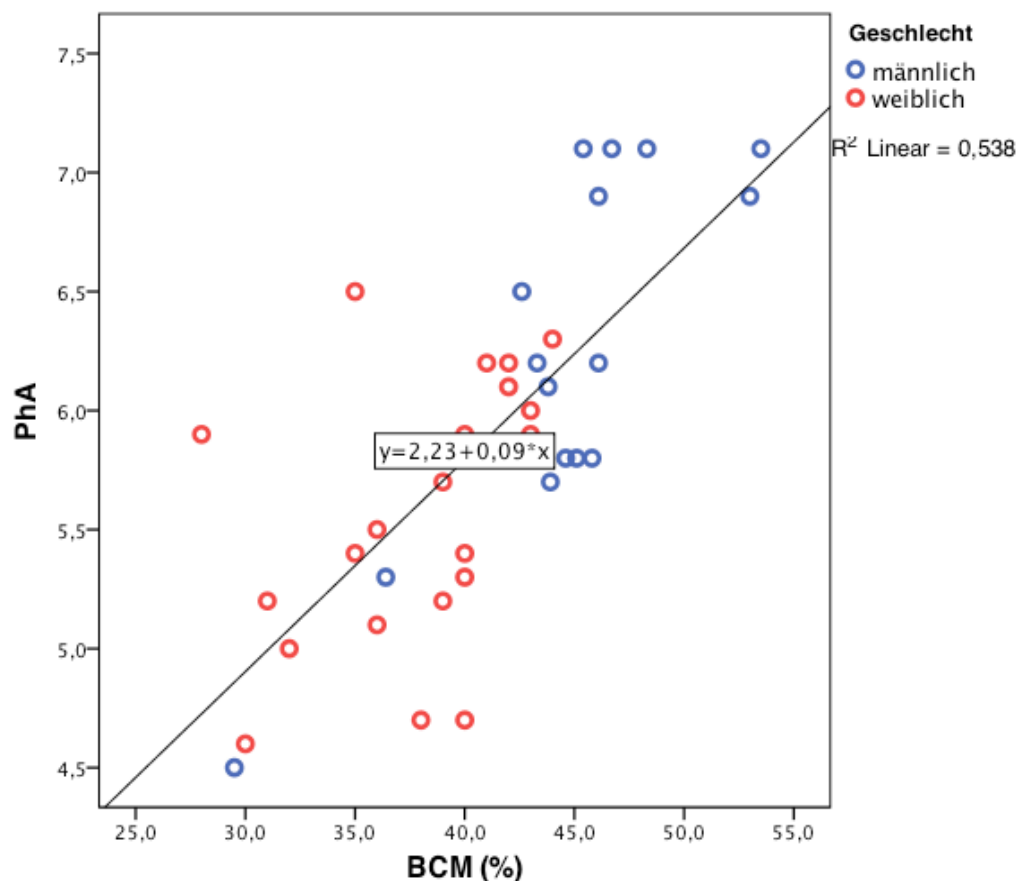


Abb. 21. Zusammenhang zwischen BCM (%) und Phasenwinkel (°).

Korrelationen			BCM (%)	PhA
Spearman-Rho	BCM (%)	Korrelationskoeffizient	1,000	,731**
		Sig. (1-seitig)	.	,000
		N	40	40
	PhA	Korrelationskoeffizient	,731**	1,000
		Sig. (1-seitig)	,000	.
		N	40	40

** . Korrelation ist bei Niveau 0,01 signifikant (einseitig).

Tab. 22. Signifikanztest und Korrelation zwischen BCM (%) und Phasenwinkel (°).

Einen statistisch signifikanten Zusammenhang ($p=0,032$) zeigten auch Körpergewicht und Gesamtenergieaufnahme (Abb. 22). Überraschend war dieses Ergebnis insofern, als viele epidemiologische Studien auf das Gegenteil hindeuteten.

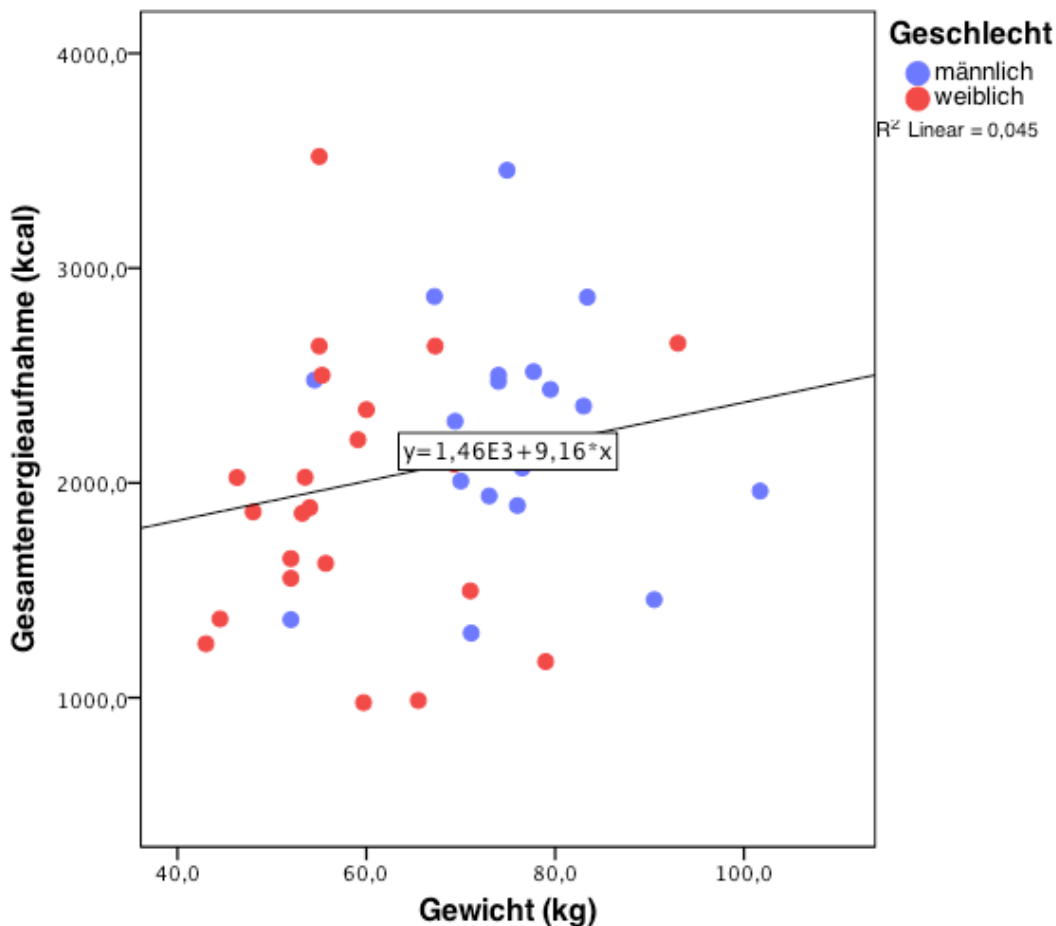


Abb. 22. Zusammenhang zwischen Gesamtenergieaufnahme (kcal) und Gewicht (kg).

So zeigte sich bei der in China durchgeführten Ernährungsstudie, dass die sich rein pflanzlich ernährenden Chinesen, unter anderem auch aufgrund einer höheren physischen Aktivität, eine um 30 % erhöhte Energieaufnahme bei einem aber um 20 % geringeren Körpergewicht hatten (8, 28). Eine hohe Energiezufuhr heißt somit nicht automatisch einen höheren BMI zu haben, dennoch gab es aber, wie Abbildung 22 zeigt, eine schwache Korrelation zum Körpergewicht ($r=0,296$).

Korrelationen

			Gesamtenerg ieaufnahme (kcal)	Gewicht (kg)
Spearman-Rho	Gesamtenergieauf nahme (kcal)	Korrelationskoeffi zient	1,000	,296*
		Sig. (1-seitig)	.	,032
		N	40	40
	Gewicht (kg)	Korrelationskoeffi zient	,296*	1,000
		Sig. (1-seitig)	,032	.
		N	40	40

*. Korrelation ist bei Niveau 0,05 signifikant (einseitig).

Tab. 23. Signifikanztest und Korrelation zwischen Gesamtenergieaufnahme (kcal) und Körpergewicht (kg).

5 Schlussbetrachtung

Immer mehr Menschen ernähren sich heutzutage vegan. Dieser Trend setzt sich nicht nur in der Gesellschaft mehr und mehr durch, sondern auch die Forschung und Wissenschaft widmet sich diesem Thema.

Nachdem bereits zahlreiche Studien über die rein pflanzliche Ernährung durchgeführt wurden, aber bis dato nur ganz wenige die gesundheitlichen Auswirkungen auf die Körperzusammensetzung beleuchtet haben, war es daher das vorrangige Ziel dieser Arbeit, das Klischee, „Veganer nehmen zu wenig Protein auf und haben dementsprechend eine schwache bzw. eine schlechte Körperkonstitution“, genauer zu untersuchen.

Vorweg soll auch bedacht werden, dass alle gemessenen Werte aufgrund der nicht repräsentativen Studienpopulation dementsprechend vorsichtig beurteilt wurden. Weiters könnten auch Fehler bei der Angabe der konsumierten Nahrungsmittel im Rahmen des „24-h-Recalls“, sowie bei der Messung der Körperkompartimente, nicht ausgeschlossen werden.

Eine rein pflanzliche Ernährung zeichnet sich durch einen hohen Kohlenhydratanteil, in Form von Ballaststoffen, aus und hat aufgrund des Fehlens tierischer Produkte einen niedrigen Protein- und Fettanteil (36, 77). Dementsprechend ist auch die Energieaufnahme um 5-22 % geringer als bei Mischköstlern (46). In der Untersuchung konnte festgestellt werden, dass die Mehrheit der Veganer sich sehr intensiv mit dem Thema Ernährung beschäftigte. Viele der Teilnehmer integrierten in ihre Ernährungsgewohnheiten Nahrungsmittel und Produkte, die von der Allgemeinbevölkerung wenig bis gar nicht konsumiert werden. Gerade, was das Thema Protein betrifft, verzehrten viele Veganer Lebensmittel mit einem von Natur aus hohen Proteingehalt. Als Beispiele wurden Hirse, Amaranth, Quinoa, Soja oder Hülsenfrüchte, wie Linsen, Bohnen und Kichererbsen, angeführt. Einige wenige Personen ergänzten sogar Protein in Form von Hanf- und Reisprotein. Wie die Ergebnisse zeigten, nahmen sowohl Männer als auch Frauen durchschnittlich 1,0 g/kg KG Protein zu sich. Mehr als 75 % der Teilnehmer übertrafen die DACH-Referenzwerte von 0,8 g/kg KG. Dies bestätigt

einmal mehr, dass, obwohl der Proteingehalt geringer als im normalen Essen ist, die Werte dennoch im Normalbereich liegen können (7). Bezogen auf den prozentualen Anteil, den Protein zur Gesamtkalorienzufuhr beiträgt, ergaben sich sowohl für die Männer (16,4 %) als auch für die Frauen (14,1 %) überraschend hohe Durchschnittswerte.

[Tuso et al., 2013] weist zwar darauf hin, dass das Risiko, wenig Protein über die Nahrung aufzunehmen, äußerst gering, aber durchaus möglich ist. Schlussendlich folgt nicht jede Person einer qualitativ hochwertigen und ausgewogenen Ernährung (18).

Einem Zitat der DACH-Referenzwerte zufolge, „erlaubt eine Unterschreitung der empfohlenen Zufuhr nicht zwangsläufig den Rückschluss auf einen Mangel, sondern erhöht nur die Wahrscheinlichkeit einer Unterversorgung“ (73, 78).

Der amerikanische Arzt [McDougall, 2013] erwähnt, dass eine rein auf Pflanzen basierte Ernährung nicht im geringsten mangelhaft ist. Er verweist dabei auf die Ergebnisse seiner 5000 Patienten mit „Follow-ups“ bis zu 28 Jahren, die sich fettreduziert, vollwertig und vegan ernährten. Bis jetzt konnte er bei keinem seiner Patienten irgendwelche Mangelerscheinungen feststellen, weder von Eisen, Kalzium oder essentiellen Fettsäuren. Der einzige Nährstoff für den er eine Supplementierung empfiehlt, ist Vit B12. Laut [McDougall, 2013] ist ein möglicher Proteinmangel bei einer ausreichenden Energiezufuhr bis dato in keiner menschlichen Ernährungsform aufgetreten (79).

Die Autoren [Young und Pellet, 1994] kommen in ihren Forschungen zur Schlussfolgerung, dass eine Mischung von unterschiedlichen Proteinen eine vollständige und optimale Quelle für alle essentiellen Aminosäuren darstellt (17).

Die Wirkung der veganen Ernährung kann über die Analyse der Körpermaße und der Körperkompartimente genauer beurteilt werden. Wie die Ergebnisse aber auch Studien bereits verdeutlicht haben, sind Veganer durchschnittlich schlanker.

[Barnard, 2006] weist in seinen Untersuchungen darauf hin, dass jene Personen, die eine vegane Lebensweise beibehielten, ohne Probleme ihr Gewicht

halten konnten. Der durchschnittliche BMI war um 1 kg/m^2 geringer als bei Mischköstlern (76).

In der großen EPIC-Oxford Kohortenstudie wiesen die Teilnehmer nicht nur ein um 3-20 % geringeres Körpergewicht auf, sondern auch ihr Proteinanteil der Gesamtenergieaufnahme korrelierte positiv mit dem BMI (77).

Was den Zusammenhang zwischen Gesamtenergieaufnahme und Körpergewicht betrifft, zeigte sich eine schwache Korrelation. Die Energiezufuhr war sowohl bei Männern als auch bei Frauen deutlich geringer und lag durchschnittlich knapp über 2000 kcal. Das bestätigt wiederum das beobachtete Ergebnis, dass die Veganer nicht nur schlanker waren, sondern auch weniger Kalorien zu sich nahmen.

Im Gegensatz dazu bewies die von [Chen et al., 1990] groß angelegte Ernährungsstudie, dass eine vermehrte Energiezufuhr nicht immer sofort mit einem höheren Gewicht gleichzusetzen war. Dort fand man heraus, dass sich pflanzlich ernährende Chinesen eine um 30 % erhöhte Energiezufuhr hatten, aber ein um 20 % geringeres Körpergewicht (8, 28).

Mithilfe der Bioelektrischen-Impedanz-Analyse konnten wichtige Aussagen über die einzelnen Kompartimente gemacht werden.

Der Fettgehalt war sowohl bei Frauen (23,4 %) als auch bei Männern (16,4 %) leicht erhöht, befand sich aber dennoch im Normalbereich. Im Vergleich dazu ergaben Messergebnisse früherer Untersuchungen, mit 17,9 % bei Frauen und 9,1 % bei Männern, deutlich niedrigere Werte (21). Ein Grund dafür könnte in einer leichten Dehydration liegen, bei der die Ergebnisse in Richtung einer höheren Fettmasse verschoben werden würden.

Gerade die Hydratation des Körpers ist nicht nur für die Analyse der Körperzusammensetzung, sondern auch für den Gesundheitszustand von enormer Bedeutung. Obwohl der Wassergehalt im Bereich der Idealwerte lag, war das Extrazellulärwasser (ECW) leicht erniedrigt.

Die Körperzellmasse, ein wichtiger Parameter für den Ernährungszustand, korrelierte positiv mit der Gesamtproteinaufnahme.

Nachdem sich die Proteinaufnahme im optimalen Bereich befand, waren die teilweise grenzwertigen Ergebnisse niedriger als erwartet. Noch wichtiger aber als die BCM selbst war der prozentuale Anteil an der fettfreien Masse, der als Zellanteil angegeben wird. Er sagt sehr viel über eine eventuelle Mangelversorgung aus, die aber erst bei Werten unter 50 % für Bedenken sorgt. Bei den Ergebnissen fand sich bei beiden Geschlechtern ein Zellanteil von durchschnittlich 50 % und mehr. Auch das Verhältnis ECM/BCM spiegelt wertvolle Informationen über den momentanen Ernährungszustand wider. Nachdem Werte < 1 auf einen optimalen Gesundheitszustand hindeuten, schnitten die Männer (0,91) wesentlich besser ab als die Frauen (1,02).

Der Phasenwinkel gilt nicht nur als der am besten etablierte Parameter der Bioelektrischen-Impedanz-Analyse, sondern ist auch ein wertvoller Indikator zur Bestimmung des Ernährungsstatus und der Körperzusammensetzung (64). Wie die Ergebnisse zeigten, korreliert er stark mit der Muskelmasse und der Gesamtproteinaufnahme. Dieser Zusammenhang fiel bei den männlichen Veganern naturgemäß stärker aus als bei den weiblichen.

Wenn die Messergebnisse des relativ ausgewogenen Anteils von Männern und Frauen mit den Idealwerten verglichen wurden, lagen fast alle Werte im unteren Normbereich. Nachdem keine Mangelerscheinungen festgestellt wurden, war der Ernährungszustand der Teilnehmer als zufriedenstellend einzustufen. Männliche Veganer erzielten bei allen Parametern durchschnittlich bessere Ergebnisse.

Es gibt aber auch Kritikpunkte zu den allgemeinen Aussagen über vegane Ernährung. Zum einen sind die Teilnehmerzahlen oft zu klein und müssten vergrößert werden, um auch etwaige Verzerrungen zu vermeiden, zum anderen fehlen Langzeitstudien, um die gesundheitlichen Vorteile auch wissenschaftlich zu untermauern. Dennoch sind sich viele Ernährungsexperten einig, dass eine gut geplante Ernährung auf rein pflanzlicher Basis, die ausgewogen und adäquat ist, in jedem Alter gesund und nährstoffreich ist (10).

6 Zusammenfassung

Nachdem in der heutigen Gesellschaft ein vermehrter Trend Richtung veganer Lebensweise zu beobachten ist, war es das vorrangige Ziel der vorliegenden Arbeit, den Einfluss der veganen Ernährungsweise auf die Körperzusammensetzung näher zu beurteilen. Besonderes Interesse galt dabei der Fragestellung, inwieweit sich Nahrungsprotein auf die Körperzellmasse auswirkt.

Festzustellen war, dass sich die Teilnehmer intensiv mit dem Thema Ernährung auseinandersetzten, was durch die vielen und von der Allgemeinbevölkerung eher wenig bis gar nicht eingesetzten Nahrungsmittel untermauert wurde.

Auch die Ergänzung von Risikonährstoffen, wie vor allem Vit B12, dem gerade in der veganen Ernährung eine wichtige Rolle zukommt, spiegelte sich im Ernährungsverhalten wider.

Was die Abdeckung des Proteins betrifft, so verdeutlichten die Ergebnisse, dass selbst wenn der Anteil in pflanzlichen Nahrungsmitteln von Natur aus geringer ist, Veganer dennoch ausreichend von diesem wichtigen Makronährstoff aufnehmen.

Inwieweit Veganer auch einen optimalen Ernährungsstatus aufwiesen, wurde durch die Analyse der einzelnen Körperkompartimente widerspiegelt.

Hauptaugenmerk galt dabei der Zellmasse, dem Verhältnis ECM/BCM und dem Phasenwinkel. Diese Parameter gaben Hinweise auf eine mögliche Nährstoffmangelversorgung. Allgemein betrachtet waren dabei die Messergebnisse als zufriedenstellend einzustufen, wobei die männlichen Teilnehmer bessere Werte erzielten.

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass zum einen Veganer ausreichend Protein über eine ausgewogene und hochwertige Ernährungsweise aufnehmen und zum anderen einen optimalen Ernährungsstatus erreichen können.

7 Abstract

In today's society one could easily recognize an increasing trend towards a vegan lifestyle. Therefore it was my predetermined goal to investigate the influence of a plant-based diet on the body composition in vegans. Special focus laid on the question, how and to what extent protein would have an impact on body cell mass.

It was observable, that all participants were quite familiar with nutrition which could be confirmed by the food that they consumed, but which was eaten extremely rarely in the general public.

The necessity of supplementation of common deficient nutrients such as vitamin B12 which is playing an essential role in the vegan diet, was also reflected in the food habits.

Concerning the prejudgement of protein, the results showed, that vegans got more than sufficient amounts of this important nutrient, even though plants contain less than animal source foods.

In order to assess the nutritional and health status of vegans, Bioelectrical Impedance Analysis (BIA) was used. Special emphasis laid on the Body Cell Mass (BCM), phase angle and the ECM/BCM ratio, which indicate protein and energy deficiencies. In general, the results were more than satisfactory in terms of the health status. Overall, male participants showed better results.

In summary, it is possible as a vegan to get more than enough protein with an equivalent nutrition that is high in quality and, furthermore, to reach optimal nutritional values.

8 Literaturverzeichnis

1. Marktforschungsinstitut IFES. Studie zum Thema Tierschutz, August 2013.
2. Bedford JL, Barr SI. Diets and selected lifestyle practices of self-defined adult vegetarians from a population-based sample suggest they are more 'health conscious'. *Int J Behav Nutr Phys Act*, 2005; 2 (1): 4.
3. Robbins J. Ernährung für ein neues Jahrtausend. (Robbins J.; Hrsg.). Nietsch H., 6. Auflage, 1995.
4. Clement BR. Food Is Medicine, Volume One: The Scientific Evidence. (Clement BR.; Hrsg.), Hippocrates Publications, 2012.
5. Walsh S. Plant Based Nutrition and Health. (Walsh S.; Hrsg.), The Vegan Society, East Sussex, 2003.
6. Langley, G. Vegane Ernährung. (Langley G.; Hrsg.), Echo Verlag, Göttingen, 1999.
7. Positionspapier der ADA (American Dietetic Association) und der DC (Dietitians of Canada: Verband der kanadischen Ernährungswissenschaftler) zu den gesundheitlichen Vorteilen der vegetarischen und veganen Ernährung von 2003; Internet: <http://www.eatright.org/Member/Files/veg.pdf> (Zugriff: 30.10.2014).
8. Chen J et al. Diet, life-style and mortality in China. A study of the characteristics of 65 Chinese counties. Oxford, UK; Ithaka, NY; Beijing, PRC: Oxford University Press, Cornell University Press, People's Medical Publishing House, 1990.
9. Lea EJ, Crawford D and Worsley A. Public views of the benefits and barriers to the consumption of a plant-based diet. *Eur J Clin Nutr*, 2006; 60: 828–837.
10. Dwyer J. Convergence of plant-rich and plant-only diets. *Am J Clin Nutr*, 1999; 70 (suppl 3): 620-622.
11. White R and Frank E: Health effects and prevalence of vegetarianism. *West J Med*, 1994; 160: 465-471.
12. McCay D. The protein element in nutrition. Arnold, London, 1912.
13. Foer JS. Eating animals. (Foer JS.; Hrsg.). Back Bay Books, New York, 2010.
14. Abdulla M, et al. Nutrient intake and health status of vegans. Chemical analyses of diets using the duplicate portion sampling technique. *Am J Clin Nutr*, 1981; 34 (11): 2464-77.
15. Ho-Pham LT et al. Veganism, bone mineral density, and body composition: a study in Buddhist nuns. *Osteoporos Int*, 2009; 20 (12): 2087-93.
16. Levin SM, Ferdowsian HR, Hoover VJ, Green AA, Barnard ND. A worksite programme significantly alters nutrient intakes. *Public Health Nutr*, 2010; 13 (10): 1629-35.
17. Young VR and Pellet PL. Plant proteins in relation to human protein and amino acid nutrition. *Am J Clin Nutr*, 1994; 59 (5 Suppl): 1203-1212.
18. Tuso PJ, Ismail MH, Ha BP, Bartolotto C. Nutritional update for physicians: plant-based

diets. *Perm J*, 2013; 17 (2): 61-66.

19. Millward DJ. Meat or wheat for the next millennium? Plenary lecture. The nutritional value of plant-based diets in relation to human amino acid and protein requirements. *Proceedings of the Nutrition Society*, 1999; 58 (2): 249-60.
20. Elmadfa I, Fritzsche D, Aign W. *Nährwerte*. Gräfe und Unzer Verlag, 2008.
21. Singer I. *Vegetarische Lebensstilformen und das Metabolische Syndrom*. Dissertation an der Universität Wien, Institut für Ernährungswissenschaften, 2005.
22. Larsson CL, Johansson GK. Dietary intake and nutritional status of young vegans and omnivores in Sweden. *Am J Clin Nutr*, 2002; 76 (1): 100-6.
23. U.S. Department of Agriculture. "USDA Nutrient Database for Standard Reference." Washington, DC: U.S. Department of Agriculture, Agriculture Research Service, 2002. Internet: <http://www.ars.usda.gov/ba/bhnrc/ndl> (Zugriff: 28.12.2013).
24. Holden JM et al. Carotenoid content of U.S. foods: an update of the database. *J Food Comp Anal*, 1999; 12: 169–196.
25. Craig WJ and Mangels AR. Position of the American Dietetic Association: vegetarian diets. *J Am Diet Assoc*, 2009; 109 (7): 1266-82.
26. McCarty MF. The origins of Western obesity: a role for animal protein? *Med Hypotheses*, 2000; 54(3): 488–494.
27. Campbell TC, Junshi C. Diet and chronic degenerative diseases: perspectives from China. *Am J Clin Nutr*, 1994; 59(Suppl): 1153–1161.
28. Campbell TC. Energy balance: interpretation of data from rural China. *Toxicol Sci*, 1999; 52: 87-94.
29. Youngman LD. The growth and development of aflatoxin B1-induced preneoplastic lesions, tumors, metastasis and spontaneous tumors as they are influenced by dietary protein level, type and intervention. Ithaca, NY: Cornell University, Ph.D. Thesis, 1990.
30. Youngman LD and Campbell TC. Inhibition of aflatoxin B1-induced gamma-glutamyl transpeptidase positive (GGT+) hepatic preneoplastic foci and tumors by low protein diets: evidence that altered GGT+ foci indicate neoplastic potential. *Carcinogenesis*, 1992; 13: 1607-1613.
31. Rothwell NJ, Stock MJ and Tyzbir RS. Mechanisms of thermogenesis induced by low protein diets. *Metabolism*, 1983; 32: 257-261.
32. Rothwell NJ and Stock MJ. Influence of carbohydrate and fat intake on diet-induced thermogenesis and brown fat activity in rats fed low protein diets. *J Nutr*, 1987; 117: 1721-1726.
33. Horio F, Youngman LD, Bell RC et al. Thermogenesis, low-protein diets and decreased development of AFB1-induced preneoplastic foci in rat liver. *Nutr Cancer*, 1991; 16: 31-41.
34. Bell RC, Levitsky DA and Campbell TC. Enhanced thermogenesis and reduced growth rates do not inhibit GGT+ hepatic preneoplastic foci development. *FASEB J*, 1992; 6:

1395 Abs.

35. Poehlman ET, Arciero PJ, Melby CL, et al. "Resting metabolic rate and postprandial thermogenesis in vegetarians and non vegetarians." *Am J Clin Nutr*, 1988; 48: 209–213.
36. Key TJ and Davey G. Prevalence of obesity is low in people who do not eat meat. *Brit Med Journ*, 1996; 313: 816-817.
37. Ellis FR, and Montegriffo VME. "Veganism, clinical findings and investigations." *Am J Clin Nutr*, 1970; 23: 249–255.
38. Berenson G, Srinivasan S, Bao W, Newman WP, TracyRE and Wattigney WA. Association between multiple cardiovascular risk factors and atherosclerosis in children and young adults. *New Engl J Med*, 1998; 338: 1650-1656.
39. Key TJ, Fraser GE, Thorogood M, et al. "Mortality in vegetarians and nonvegetarians: detailed findings from a collaborative analysis of 5 prospective studies." *Am. J. Clin. Nutri.* 70(Suppl.) (1999): 516S–524S.
40. Bergan JG, and Brown PT. "Nutritional status of "new" vegetarians." *J Am Diet Assoc*, 1980; 76: 151–155.
41. Appleby PN, Thorogood M, Mann J, et al. "Low body mass index in non-meat eaters: the possible roles of animal fat, dietary fibre, and alcohol." *Int J Obes*, 1998; 22: 454–460.
42. Dwyer JT. "Health aspects of vegetarian diets." *Am J Clin Nutr*, 1988; 48: 712–738.
43. Carter JP, Furman T, Hutcheson HR. Preeclampsia and reproductive performance in a community of vegans. *Southern Med J*, 1987; 80: 692–697.
44. Levin N, Rattan J, and Gilat T. "Energy intake and body weight in ovo-lacto vegetarians." *J Clin Gastroenterol*, 1986; 8: 451–453.
45. Tonstad S, Butler T., Ru Y., Fraser GE. Type of vegetarian diet, body weight, and prevalence of type 2 diabetes. *Diabet Care*, 2009; 32: 791–796.
46. Spencer EA, Appleby PN, Davey GK, Key TJ. Diet and body mass index in 38000 EPIC-Oxford meat-eaters, fish-eaters, vegetarians and vegans. *Int J Obes Relat Metab Disord*, 2003; 27 (6): 728-34.
47. Waldmann A, Koschizke JW, Leitzmann C, Hahn A. Dietary intakes and lifestyle factors of a vegan population in Germany: results from the German Vegan Study. *Eur J Clin Nutr*, 2003; 57 (8): 947-55.
48. Newby PK, Tucker KL, Wolk A. Risk of overweight and obesity among semi-vegetarian, lacto-vegetarian, and vegan women. *Am J Clin Nutr*, 2005; 81 (6): 1267 – 1274.
49. Häussinger D. Zellhydration als wichtige Determinante des Proteinkatabolismus. *Akt Ernährungsmedizin*, 1996; 21: 131-135.
50. Kyle UG et al. Bioelectrical impedance analysis—part I. Review of principles and methods. *Clin Nutr*, 2004; 23: 1226–43.
51. Charité-Universitätsmedizin Berlin: B.I.A. Bioelektrische-Impedanz Analyse. Internet:

http://medpoli.charite.de/patienten/diagnostik/bia_bioelektrische_impedanz_analyse/#c101135 (Zugriff: 20.12.2014).

52. Ellis KJ. Human body composition: in vivo methods. *Physiol Rev*, 2000; 80: 649–680.
53. Dittmar M and Reber H. New equations for estimating body cell mass from bioimpedance parallel models in healthy older Germans. *Am J Physiol Endocrinol Metab*, 2001; 281: 1005–1014.
54. Avram MM, Fein PA, Borawski C, Chattopadhyay J, Matza B. Extracellular mass/body cell mass ratio is an independent predictor of survival in peritoneal dialysis patients. *Kidney Int Suppl*, 2010; 117: 37-40.
55. Genton L, Karsegard VL, Chevalley T, Kossovsky MP, Darmon P and Pichard C. Body composition changes over 9 years in healthy elderly subjects and impact of physical activity. *Clin Nutr*, 2011; 30 (4): 436-42.
56. Zemel BS. Chapter 18 - Body Composition During Growth and Development. *Human Growth and Development (Second Edition)*, 2012, 461-486.
57. Janssen I, Heymsfield SB, Ross R. Low relative skeletal muscle mass (sarcopenia) in older persons is associated with functional impairment and physical disability. *J Am Geriatr Soc*, 2002; 50: 889-96.
58. Baumgartner RN, Ross R, and Heymsfield SB. Does adipose tissue influence bioelectric impedance in obese men and women? *J Appl Physiol*, 1998; 84: 257–262.
59. Cohn SH, Vaswani AN, Yasumura S, Yuen K, and Ellis KJ. Assessment of cellular mass and lean body mass by noninvasive nuclear techniques. *J Lab Clin Med*, 1985; 105: 305–311.
60. Mittman N et al. 208 Extracellular Mass/Body Cell Mass (ECM/BCM) Ratio, a Nutritional Marker, Is an Independent Predictor of Long-Term Survival in Hemodialysis (HD) Patients (PTS). National Kidney Foundation 2011 Spring Clinical Meetings Abstract.
61. Shizgal HM. The effect of malnutrition on body composition. *Sur Gynecol Obstet*, 1981; 152: 22-26.
62. Ott M, Lembcke B, Fischer H. Early changes of body composition in human immunodeficiency virus-infected patients: tetrapolar body impedance analysis indicates significant malnutrition. *Am J Clin Nutr*, 1993; 57: 15-19.
63. Dong J et al. Correlations of lean body mass with nutritional indicators and mortality in patients on peritoneal dialysis. *Kidney Int*, 2008; 73: 334-340.
64. Norman K, Stobäus N, Pirlich M, Westphal AB. Review. Bioelectrical phase angle and impedance vector analysis - clinical relevance and applicability of impedance parameters. *Clin Nutr*, 2012; 31: 854-861.
65. Schwenk A et al. Phase angle from bioelectrical impedance analysis remains an independent predictive marker in HIV-infected patients in the era of highly active antiretroviral treatment. *Am J Clin Nutr*, 2000; 72: 496 –501.
66. Kyle UG, Soundar EP, Genton L, Pichard C. Can phase angle determined by bioelectrical impedance analysis assess nutritional risk? A comparison between healthy and

- hospitalized subjects. *Clinical Nutrition*, 2012; 31: 875-881.
67. Barbosa-Silva MC, Barros AJ, Wang J, Heymsfield SB, Pierson Jr RN. Bioelectrical impedance analysis: population reference values for phase angle by age and sex. *Am J Clin Nutr*, 2005; 82: 49-52.
 68. Bellizzi V et al. Early Changes in Bioelectrical Estimates of Body Composition in Chronic Kidney Disease. *J Am Soc Nephrol*, 2006; 17: 1481–1487.
 69. Barbosa-Silva MCG, Barros AJD, Wang J, Heymsfield SB and Pierson RD. Bioelectrical impedance analysis: population reference values for phase angle by age and sex. *Am J Clin Nutr*, 2005; 82: 49–52.
 70. Marra M et al. Bioelectrical impedance phase angle in constitutionally lean females, ballet dancers and patients with anorexia nervosa. *Eur J Clin Nutr*, 2009; 63: 905-8.
 71. Guida B. et al. Abnormalities of bioimpedance measures in overweight and obese hemodialyzed patients. *Int J Obes Relat Metab Disord*, 2001; 25: 265–272.
 72. Maggiore Q, Nigrelli S, Ciccarelli C, Grimaldi C, Rossi GA, Michelassi C. Nutritional and prognostic correlates of bioimpedance indexes in hemodialysis patients. *Kidney Int* 1996; 50: 2103-8.
 73. Deutsche Gesellschaft für Ernährung. Referenzwerte für die Nährstoffzufuhr. 1. Auflage, 5. vollständig überarbeiteter Nachdruck. Umschau Verlag, Frankfurt am Main, 2013; 252.
 74. Kyle UG et al. Bioelectrical impedance analysis—part II: utilization in clinical practice. *Clin Nutr*, 2004; 23: 1430–1453.
 75. Zarowitz BJ, Pilla AM. Bioelectrical impedance in clinical practice. *Ann Pharmacother*, 1989; 23: 548–555.
 76. Berkow SE, Barnard N. Vegetarian diets and weight status. *Nutr Rev*, 2006; 64(4): 175-88.
 77. Appleby PN, Thorogood M, Mann JI, Key TJ. The Oxford Vegetarian Study: An overview. *Am J Clin Nutr*, 1999; 70 (suppl 3): 525-531.
 78. Deutsche Gesellschaft für Ernährung. Die DACH-Referenzwerte: Wofür stehen sie, was besagen sie. Internet: <http://www.dge.de/wissenschaft/referenzwerte/die-d-a-ch-referenzwerte> (Zugriff: 3.1.2015).
 79. McDougall C. Plant-based diets are not nutritionally deficient. *Perm J*, 2013; 17 (4): 93.

9 Anhang

24-h-Recall		
Mahlzeiten	Was haben Sie gestern gegessen und getrunken?	genaue Menge
Frühstück	<i>Haben Sie auch nicht auf die Getränke vergessen?</i> WO? ☐ zu Haus ☐ wo anders	
Vormittagsjause	WO? ☐ zu Haus ☐ wo anders	
Mittagessen	<i>Haben Sie auch nicht auf die Getränke vergessen?</i> WO? ☐ zu Haus ☐ wo anders	
Nachmittagsjause	WO? ☐ zu Haus ☐ wo anders	
Abendessen	<i>Haben Sie auch nicht auf die Getränke vergessen?</i> WO? ☐ zu Haus ☐ wo anders	
Spätmahlzeit	WO? ☐ zu Haus ☐ wo anders	

Meine Mahlzeiten waren heute (bitte ankreuzen)

☐ wie immer ☐ anders als sonst

Fragebogen über die Ernährungsgewohnheiten bei Veganern

Geschlecht:

☐ weiblich ☐ männlich

Altersgruppe:

☐ 20-30 Jahre ☐ 31-40 Jahre ☐ 41-50 Jahre ☐ 51-60 Jahre

Beruf:

☐ Unternehmer ☐ Selbständig ☐ Angestellter ☐ Student ☐ in Pension

_____ **Arbeitsstunden pro Woche**

Ernährungsverhalten:

Ich ernähre mich seit _____ Jahr(en) vegan.

Leben sie **alleine** ☐ oder **in Partnerschaft bzw. in Familie** ☐ ?

Ernährt sich auch ihr Partner bzw. die restliche Familie vegan?

☐ **Ja** ☐ **Nein**

➤ **Meine Gründe für vegane Ernährung** (Mehrfachnennung)

- ☐ ethisch
- ☐ gesundheitlich
- ☐ ökologisch
- ☐ ökonomisch
- ☐ religiös/spirituell

➤ **Wie viele Stunden investieren sie durchschnittlich fürs Kochen?**

Montag bis Freitag: Ø _____ h/Tag

Weekende/Feiertage: Ø _____ h/Tag

➤ **Worauf achten sie besonders beim Essen und Kochen?** (Mehrfachnennung)

- ☐ Geschmack und Aussehen
- ☐ viel rohes Obst und Gemüse
- ☐ ausreichende Eiweißzufuhr
- ☐ biologische Herkunft
- ☐ hoher Anteil an Vollkorngetreide und Vollkornprodukten
- ☐ frische und selbst zubereitete Gerichte

➤ **Mit welchen Nahrungsmitteln decken sie wie oft ihren Proteinbedarf?**

	Sojaprodukte	Hülsenfrüchte	Getreideprodukte	Pseudogetreide	Nüsse-Samen-Kerne
täglich					
wöchentlich					
monatlich					
nie					

➤ **Welche Nährstoffe komplettieren sie besonders?** (Mehrfachnennung)

- ☐ Vit D
- ☐ Vit B12
- ☐ Folsäure
- ☐ Multivitamin Nahrungsergänzung (Kapseln/Tabletten)
- ☐ Pflanzliche organische Mineralien
- ☐ Eisen
- ☐ Eiweißpulver/Eiweißkonzentrate
- ☐ Andere: _____
- ☐ keine

➤ **Welche besonderen Lebensmittel konsumieren sie?**

10 Lebenslauf

Persönliche Daten:

Name: Dominik Hubmer

Staatsbürgerschaft: Österreich

Ausbildung:

09/1995 – 06/1999: Volksschule Kremsdorf

09/1999 – 06/2007: Akademisches Gymnasium Spittelwiese, Linz

09/2007 – 02/2008: Präsenzdienst Fliegerhorst VOGLER, Hörsching und Ebelsberg

10/2008 – 03/2012: Bachelorstudium Ernährungswissenschaft in Wien

03/2012 – 04/2015: Masterstudium Ernährungswissenschaft in Wien mit Spezialisierung auf „Molekulare Ernährung“

02/2014: Praktikum im Labor für Tumor- und Zytogenetik im Krankenhaus der Barmherzigen Schwestern in Linz

Fremdsprachen: Latein, Englisch und Französisch