



universität
wien

DIPLOMARBEIT

Titel der Diplomarbeit

„Einfluss einer Ernährungsumstellung auf die
Körperzusammensetzung geriatrischer Patienten“

Verfasserin

Sandra ZARBACH

angestrebter akademischer Grad

Magistra der Naturwissenschaften (Mag.rer.nat.)

Wien, 2011

Studienkennzahl lt. Studienblatt: A 474

Studienrichtung lt. Studienblatt: Diplomstudium Ernährungswissenschaften

Betreuer: o. Univ. Prof. Dr. I. ELMADFA

Ich versichere,

dass ich diese Diplomarbeit selbstständig verfasst, andere als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel nicht benutzt und mich auch sonst keiner unerlaubten Hilfe bedient habe;

dass ich dieses Diplomarbeitsthema bisher weder im In- noch im Ausland (einer Beurteilerin/einem Beurteiler zur Begutachtung) in irgendeiner Form als Prüfungsarbeit vorgelegt habe;

dass diese Arbeit mit der vom Begutachter beurteilten Arbeit übereinstimmt.

Datum

Unterschrift

Danksagung

Zu Beginn möchte ich mich aufrichtig bei meinem Institutsvorstand o. Univ. Prof. Dr. I. Elmadfa für die Ermöglichung und Überlassung dieses Diplomarbeitsthemas bedanken.

Ein ganz besonderer Dank gebührt Dr. Bärbel Sturtzel für Ihre persönliche Betreuung, die interessanten Anregungen und die vielen Tipps und Hilfestellungen während meiner Diplomarbeitszeit.

Ich bedanke mich auch bei meiner Kollegin Mag. Barbara Schmuck, die mich in vielen dunklen Morgenstunden bei meiner praktischen Arbeit unterstützt hat.

Bei Prim. Dr. Gerald Ohrenberger bedanke ich mich für das Anvertrauen der Studiendurchführung im „Haus der Barmherzigkeit“. An dieser Stelle möchte ich mich auch bei den Schwestern und Pflägern des Pflegekrankenhauses für ihre Hilfe bedanken. Ihre engagierte Arbeit, in die ich während der Studie Einblick gewinnen durfte, hat mich sehr beeindruckt.

Mein größter Dank geht an meine Familie. Danke an meine wunderbaren Eltern, die mir neben dem Studium auch alles andere im Leben ermöglicht haben, was man sich nur wünschen kann. Ich danke auch meinen Großeltern, die mit ihrem Fleiß, Ehrgeiz und ihrer Großzügigkeit immer große Vorbilder für mich waren und sein werden. Danke an meine Schwester Sonja – du bist der wertvollste Schatz den ich habe!

Danke an meine Freunde Lisa, Hanna, Kathi und Luki für ihre offenen Ohren, die aufbauenden Worte und viele gelaufene Runden.

Danke Bernhard dass du immer an meiner Seite warst, dass du mich so oft vor dem Verzweifeln bewahrt hast (nicht nur bei computertechnischen Fragen) und dabei nicht selbst verzweifelt bist!

Inhaltsverzeichnis

INHALTSVERZEICHNIS	I
ABBILDUNGSVERZEICHNIS	IV
TABELLENVERZEICHNIS	V
ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS	VII
1. EINLEITUNG UND FRAGESTELLUNG	1
2. LITERATURÜBERSICHT	4
2.1. DIE KÖRPERZUSAMMENSETZUNG DES MENSCHEN	4
2.1.1. Magermasse	5
2.1.1.1. Körperzellmasse (BCM)	6
2.1.1.2. Extrazelluläre Masse (ECM)	6
2.1.1.3. ECM/BCM-Index	6
2.1.2. Körperfett	7
2.1.3. Gesamtkörperflüssigkeit	7
2.2. PHYSIOLOGISCHE VERÄNDERUNGEN IM ALTER	9
2.2.1. Anthropometrische Parameter	11
2.2.1.1. Körpergröße	11
2.2.1.2. Körpergewicht und Body Mass Index	12
2.2.2. Magere Körpermasse	16
2.2.2.1. Wassergehalt	17
2.2.2.2. Muskelmasse	17
2.2.2.3. Skelettmasse	18
2.2.3. Körperfett	19
2.2.4. Grundumsatz und Energiebedarf	20
2.3. MANGELERNÄHRUNG IM ALTER	21
2.4. BIOELEKTRISCHE IMPEDANZANALYSE	25
2.4.1. Physikalische Grundlagen	26
2.4.2. Fehler und Nachteile der BIA	29
2.4.3. Der Phasenwinkel als Diagnoseparameter	31

3. MATERIAL UND METHODE	35
3.1. STUDIENZIELE	35
3.2. STUDIENDESIGN	37
3.2.1. Quantitative Methoden	38
3.3. STUDIENTEILNEHMER	38
3.4. STUDIENDURCHFÜHRUNG	39
3.5. METHODE „DIE BIOIMPEDANZMESSUNG“	41
3.5.1. Anthropometrische Daten	41
3.5.2. Bioelektrische Impedanzanalyse	42
3.6. STATISTIK	46
4. ERGEBNISSE	48
4.1. DESKRIPTIVE DATENANALYSE	48
4.1.1. Gesamt- und Studienkollektiv	48
4.1.2. Altersverteilung im Studienkollektiv	49
4.1.3. Geschlechterverteilung im Studienkollektiv	50
4.1.4. Verteilung der Kostformen im Studienkollektiv	50
4.1.5. Gewicht im Studienkollektiv getrennt nach Geschlecht	51
4.1.6. Body Mass Index im Studienkollektiv	52
4.1.6.1. Body Mass Index getrennt nach Geschlecht	52
4.1.6.2. Body Mass Index getrennt nach Alter	56
4.1.6.3. Body Mass Index getrennt nach Studiengruppe	58
4.1.7. Körperzusammensetzung getrennt nach Geschlecht	59
4.1.8. Körperzusammensetzung getrennt nach Mangelernährung	60
4.1.9. Phasenwinkel im Studienkollektiv	61
4.1.9.1. Phasenwinkel getrennt nach Geschlecht	61
4.1.9.2. Phasenwinkel getrennt nach Alter	63
4.1.9.3. Phasenwinkel getrennt nach Studiengruppe	64
4.2. EXPLORATIVE DATENANALYSE	66
4.2.1. Korrelation zwischen Phasenwinkel und Body Mass Index	66
4.2.2. Korrelation zwischen Body Mass Index und Körperzusammensetzung	68

4.2.3. Korrelation zwischen Phasenwinkel und Körperzusammensetzung	70
4.2.4. Entwicklung des Gewichts in der Studiengruppen	71
4.2.5. Entwicklung des Body Mass Index in den Studiengruppen	72
4.2.6. Entwicklung der Körperzusammensetzung in den Studiengruppen	75
4.2.6.1. Körperwasser	75
4.2.6.2. Magermasse	76
4.2.6.3. Körperfett	77
4.2.7. Entwicklung des Phasenwinkels in den Studiengruppen	78
4.2.8. Prognostischer Wert des Body Mass Index	80
4.2.9. Prognostischer Wert des Phasenwinkels	82
4.2.10. Prognostische Wertigkeit im Vergleich	84
5. DISKUSSION DER ERGEBNISSE	86
5.1. ALLGEMEINES	86
5.2. ANTHROPOMETRISCHE DATEN UND BODY MASS INDEX	87
5.3. KÖRPERZUSAMMENSETZUNG	89
5.4. PHASENWINKEL	91
5.5. BIOELEKTRISCHE IMPEDANZANALYSE	96
6. SCHLUSSBETRACHTUNG	97
7. ZUSAMMENFASSUNG	100
8. SUMMARY	102
9. LITERATURVERZEICHNIS	104
10. ANHANG: LEBENSLAUF	117

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Kompartimentmodelle [ELMADFA und LEITZMANN, 2004]	4
Abbildung 2: Die Bestimmung von R und Xc aus Impedanz und Phasenwinkel [DÖRHÖFER und PIRLICH, 2007]	27
Abbildung 3: Korrekte Positionierung der Elektroden [MEDI CAL HEALTHCARE, 2011]	44
Abbildung 4: Prozentuale Verteilung der Kostformen	51
Abbildung 5: BMI-Verteilung im Studienkollektiv zu Studienbeginn	52
Abbildung 6: Verteilung der BMI-Werte getrennt nach Geschlecht	53
Abbildung 7: BMI getrennt nach Studiengruppe und Geschlecht	55
Abbildung 8: Verteilung der BMI-Werte in den Alters-Klassen	57
Abbildung 9: Verteilung der BMI-Werte in den Studiengruppen	58
Abbildung 10: Phasenwinkel getrennt nach Geschlecht	61
Abbildung 11: Phasenwinkel getrennt nach Alters-Klasse	64
Abbildung 12: Verteilung des Phasenwinkels getrennt nach Studiengruppe	65
Abbildung 13: Verteilung des Phasenwinkels abhängig von BMI-Klasse	68
Abbildung 14: Entwicklung des BMI, getrennt nach Studiengruppe	73
Abbildung 15: Entwicklung des Phasenwinkels, getrennt nach Studiengruppe	79
Abbildung 16: BMI abhängig von Nahrungsaufnahme und Mortalität	80
Abbildung 17: Phasenwinkel abhängig von Nahrungsaufnahme und Mortalität	82
Abbildung 18: ROC-Kurve für Gewicht und BMI	84

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Normalwerte für Gesamtkörperwasser [DÖRHÖFER und PIRLICH, 2007]	7
Tabelle 2: Beurteilung nach WHO-Kriterien altersunabhängig [WHO, 2000]	12
Tabelle 3: Wünschenswerter BMI in Abhängigkeit vom Alter [NRC 1989]	13
Tabelle 4: BMI-Beurteilung nach geriatrischen Kriterien ab dem 65. Lebensjahr [HACKL et al., 2006 nach ESPEN 2000]	15
Tabelle 5: Verteilung des Body Mass Index (BMI) bei österreichischen älteren Erwachsenen (≥55-84 Jahre) [ELMADFA et al., 2008]	16
Tabelle 6: Beurteilung und Einteilung der Phasenwinkel-Werte [DÖRHÖFER und PIRLICH, 2007]	32
Tabelle 7: Wichtigste Ursachen für auffällige Werte des Phasenwinkels [DÖRHÖFER und PIRLICH, 2007]	34
Tabelle 8: Primäre Zielgrößen der PRINT-Studie und ihre Erhebungsmethode	36
Tabelle 9: Teilnahmekriterien der PRINT-Studie	39
Tabelle 10: Ist- und Soll-Wert der Protein- und Energieaufnahme bei den Bewohnern des „HdB“ [STURTZEL et al., 2010]	40
Tabelle 11: Zusätzlich erreichte Protein-Anreicherung im Mittel	41
Tabelle 12: Verteilung im Gesamtkollektiv	48
Tabelle 13: Häufigkeiten der Alters-Klassen	49
Tabelle 14: Kostformen und ihre Häufigkeit	50
Tabelle 15: BMI-Klassen der Studienteilnehmer, getrennt nach Geschlecht	53
Tabelle 16: BMI getrennt nach Studiengruppe und Geschlecht	54
Tabelle 17: BMI getrennt nach Alters-Klassen	56
Tabelle 18: Vergleich der Körperkompartimente zwischen Mann und Frau	59
Tabelle 19: Körperzusammensetzung getrennt nach Mangelernährung	60
Tabelle 20: Prozentuale Verteilung der Phasenwinkel-Klassen im Studienkollektiv, getrennt nach Geschlecht	62
Tabelle 21: Phasenwinkel getrennt nach Alters-Klasse	63
Tabelle 22: Korrelation zwischen BMI- und Phasenwinkel-Klassen	66
Tabelle 23: Korrelation zwischen BMI und Phasenwinkel	66

Tabelle 24: Phasenwinkel abhängig von BMI-Klasse _____	67
Tabelle 25: Korrelation zwischen BMI und Körperzusammensetzung _____	69
Tabelle 26: Korrelation zwischen Phasenwinkel und Körperzusammensetzung _____	70
Tabelle 27: Gewichtsentwicklung in den Studiengruppen, getrennt nach Geschlecht _____	71
Tabelle 28: Entwicklung des BMI, getrennt nach Studiengruppe _____	72
Tabelle 29: Entwicklung des BMI, getrennt nach Studiengruppe und Alters-Klasse _____	74
Tabelle 30: Entwicklung des Körperwassers, getrennt nach Studiengruppe _	75
Tabelle 31: Entwicklung der Magermasse, getrennt nach Studiengruppe ____	76
Tabelle 32: Entwicklung der trockenen Magermasse, getrennt nach Studiengruppe _____	77
Tabelle 33: Entwicklung des Körperfetts, getrennt nach Studiengruppe _____	77
Tabelle 34: Entwicklung des Phasenwinkels, getrennt nach Studiengruppe _	78
Tabelle 35: Entwicklung des Phasenwinkels, getrennt nach Studiengruppe _	79
Tabelle 36: Entwicklung des BMI, abhängig von Nahrungsaufnahme und Mortalität _____	81
Tabelle 37: Entwicklung des Phasenwinkels, abhängig von Nahrungsaufnahme und Mortalität _____	83

Abkürzungsverzeichnis

BCM	Body Cell Mass (Körperzellmasse)
BIA	Bioelektrische Impedanzanalyse
BMI	Body Mass Index
bzw.	beziehungsweise
ca.	circa
cm	Zentimeter
d	Tag
ECM	extracellular mass (extrazelluläre Masse)
ESPEN	European Society for Clinical Nutrition and Metabolism
ID-Nummer	Identifikationsnummer
J	Jahre
kcal	Kilokalorien
KG	Körpergewicht
kg	Kilogramm
kJ	Kilojoule
LBM	lean body mass (magere Körpermasse)
m	Meter
mind.	mindestens
NRC	National Research Council
PEG	perkutane endoskopische Gastrostomie
PEM	Protein Energie Malnutrition
TBW	Total Body Water (Gesamtkörperwasser)
z.B.	zum Beispiel

1. Einleitung und Fragestellung

Dank des medizinischen Fortschritts ist ein immer längeres Leben bei weitgehend erhaltener Gesundheit möglich. Doch mit steigender Lebenserwartung erhöht sich zwangsläufig auch die Anzahl an pflegebedürftigen Personen. Das Alter bringt physiologische Veränderungen mit sich, die einen großen Einfluss auf Nährstoffbedarf und Gesundheit haben [ELMADFA und MEYER, 2008].

Die Ernährung beeinflusst den Alterungsprozess und richtige Ernährung kann Gesundheit und Wohlbefinden verbessern. Dabei ist es im Alter besonders wichtig die Muskel-, Knochen- und Zellmasse zu erhalten um die Aktivitäten des täglichen Lebens vollbringen zu können [VOLKERT, 2004a] [OMURA, 2010].

Mangel- und Unterernährung stellen in der älteren Bevölkerung ein großes medizinisches Problem dar. Bei gesunden, selbstständig lebenden Senioren liegt der Anteil jener Personen, die sich mangelhaft ernähren oder unterernährt sind, bei 10-20%. Bei Senioren in Pflegeheimen oder Krankenhäusern können bereits 40-60% eine Malnutrition aufweisen [LÖSER et al., 2007].

Die Folgen sind vielfältig und gravierend: geschwächtes Immunsystem, schlechte Wundheilung, verringerte Muskelfunktion und Knochenmasse, längere Krankenhausaufenthalte und erhöhte Mortalität [CHAPMAN, 2006].

Verschiedene Studien zeigen dass eine orale Ernährungstherapie in jedem Alter die Körperzusammensetzung, vor allem die Körperzellmasse, die Muskelmasse und damit die Muskelfunktion, verbessern kann.

Mangelernährung und physiologische Funktionsverluste können so wesentlich schneller rekompensiert werden [NORMAN et al., 2007a].

Mangelernährung im Alter resultiert nicht nur aus einem Energiemangel sondern auch aus einem Mangel an Nährstoffen. Obwohl der Energiebedarf mit dem Alter tatsächlich sinkt, ist der Bedarf an Vitaminen, Mineralstoffen und

Spurenelementen kaum erniedrigt [ELMADFA et al., 2008]. Im Fall von Protein wird sogar eine höhere Zufuhr empfohlen [OMURA, 2010].

Protein-Energie-Malnutrition tritt bei der älteren Bevölkerung mit erhöhter Prävalenz auf und ist einer der Hauptgründe für Funktionsverluste. Sie wird aber selten erkannt und somit auch nicht behandelt [MORLEY, 1997].

Eine vorangegangene Studie im Pflegehospital „Haus der Barmherzigkeit“ kam zu dem Ergebnis dass die durchschnittliche Gesamtenergieaufnahme der Pflegehospitalbewohner und somit gleichzeitig auch die Nährstoffaufnahme, vor allem der Proteinanteil, zu gering waren. Um die Ernährung pflegebedürftiger Senioren zu verbessern sollte weitere Forschungs- und Interventionsarbeit betrieben werden [STURTZEL et al., 2010] [STURTZEL, 2007].

Die Bestimmung von Ernährungsstatus und Mangelernährung gestaltet sich im Alter durch die physiologischen Veränderungen schwierig. Körpergewicht und Body Mass Index müssen anders bewertet werden und sind für eine verlässliche Analyse oft nicht geeignet. Ein schlechter Ernährungszustand steht jedoch in direkter Verbindung mit einer veränderten Körperzusammensetzung, deren Bestimmung im geriatrischen Bereich immer größere Bedeutung erlangt [WIRTH und MIKLIS, 2005]. Die Bioelektrische Impedanzanalyse ist eine kostengünstige und nicht-invasive Methode zur Analyse der Körperkompartimente. Sie liefert gut reproduzierbare Ergebnisse und scheint daher besonders gut geeignet um längerfristig den Verlauf einer Ernährungstherapie zu kontrollieren [PIRLICH et al., 2000].

Im Zuge dessen ist in den letzten Jahren ist vor allem der prognostische Wert des Phasenwinkels von immer größerem Interesse geworden. Der Phasenwinkel ist ein direkt gemessener und somit unabhängiger Wert der Bioimpedanzanalyse, der die Zellbeschaffenheit beschreibt. In zahlreichen Studien zeigte sich seine hohe Vorhersagegenauigkeit für prognostischen Verlauf und Mortalität bei verschiedenen Krankheiten und Mangelernährung [STOBÄUS et al., 2010] [WIRTH et al., 2010].

Fragestellung:

Diese Diplomarbeit beschäftigt sich mit der Frage, inwieweit die Proteinaufnahme einer Interventionsgruppe geriatrischer Patienten in einem Pflegehospital im Vergleich zu der einer Kontrollgruppe verbessert werden kann und ob es möglich ist, die gewohnte Nahrung der Pflegehospitalbewohner soweit anzureichern, dass die empfohlene Proteinaufnahme von 0,9-1,0g/kgKG/d im Durchschnitt erreicht wird.

Im Speziellen sollen die Auswirkungen der proteinoptimierten Kost beobachtet und gemessen werden. Kann der Ernährungsstatus verbessert werden und verändern sich Körperzusammensetzung und Phasenwinkel?

2. Literaturübersicht

2.1. Die Körperzusammensetzung des Menschen

Menschen mit gleichem Alter, Geschlecht, Ernährungs- und Trainingszustand weisen auch eine ähnliche Körperzusammensetzung auf. Das Alter jedoch hat wesentlichen Einfluss auf die Veränderung der Körperzusammensetzung. Die chemische Analyse von Leichen lieferte erste Erkenntnisse über die Kompartimente des Körpers [ELMADFA und LEITZMANN, 2004]. Heute ist deren Bestimmung durch verschiedene physikalische und chemische Methoden möglich. Die Analyse der Körperkompartimente liefert Informationen über den Ernährungsstatus einer Person und damit verbundene eventuelle Gesundheitsrisiken [DÖRHÖFER und PIRLICH, 2007].

Durch die verschiedenen Mess- und Analysemethoden haben sich unterschiedliche Modelle der Körperzusammensetzung entwickelt, die in Abbildung 1 zusammengefasst sind.

I	Körpergewicht			
II	Fettfreie Masse			Fett
III	Zellmasse (BCM)		Extrazelluläre Masse (ECM)	Fett
IV	Knochenminerale	Protein	Wasser	Fett

Abbildung 1: Kompartimentmodelle [ELMADFA und LEITZMANN, 2004]

Das Ein-Kompartiment-Modell ist definiert als die Bestimmung des Körpergewichts. Es ist ein genauer Messwert, der jedoch keine weiteren Informationen über die Körperzusammensetzung liefert.

Das Zwei-Kompartiment-Modell geht auf die Unterwasserwägung (Densitometrie) zurück und unterteilt den Körper aufgrund der unterschiedlichen Dichte in die zwei Komponenten Fett und fettfreie Masse.

Das 3-Kompartiment-Modell teilt die Magermasse weiter in Körperzellmasse (BCM) und die extrazelluläre Masse (ECM). Die BCM wird durch alle stoffwechselaktiven Zellen des Körpers gebildet, die ECM stellt den Raum zwischen den Zellen der BCM dar, der vor allem Stütz- und Transportfunktionen übernimmt [DÖRHÖFER und PIRLICH, 2007].

Das 4-Kompartiment-Modell lässt sich durch chemische Analysen bestimmen und setzt sich aus Fett, Wasser, Proteinen und Knochenmineralien zusammen [ELMADFA und LEITZMANN, 2004].

2.1.1. Magermasse

Die fettfreie Masse des Körpers umfasst alles was nicht Körperfett ist [KYLE et al., 2004a]. Die Magermasse (engl.: lean body mass, LBM) enthält hingegen noch die Strukturlipide. Diese Begriffe werden jedoch häufig synonym verwendet [ELMADFA und LEITZMANN, 2004].

Den Hauptanteil der Magermasse bilden die Muskulatur, das Skelettsystem, die Organe und das zentrale Nervensystem [DÖRHÖFER und PIRLICH, 2007].

Bei normalem Hydrationszustand beträgt der Wassergehalt der LBM etwa 73%. Durch die Messung des Gesamtkörperwassers (z.B. mittels Bioelektrischer Impedanzanalyse) lässt sich die LBM indirekt aus der Formel $LBM = TBW/0,73$ berechnen. Die LBM übergewichtiger Personen weist einen niedrigeren Wassergehalt auf [ELMADFA und LEITZMANN, 2004].

Bei Personen mit erhöhtem Hydrationszustand kann es durch die Zunahme des extrazellulären Wassers zu Fehlbeurteilungen der Magermasse kommen [KYLE et al., 2004a].

Die Magermasse setzt sich aus den zwei Bestandteilen Körperzellmasse (BCM) und extrazellulärer Masse (ECM) zusammen [DÖRHÖFER und PIRLICH, 2007].

2.1.1.1. Körperzellmasse (BCM)

Das Kompartiment der Körperzellmasse ist funktionell definiert und umfasst alle Zellen die Stoffwechselarbeiten leisten. Die Hauptmasse stellen die Zellen der Muskulatur und der inneren Organe dar, Zellen der BCM finden sich jedoch überall im menschlichen Körper. Ihr Anteil ist maßgeblich verantwortlich für den Ernährungszustand und den Energieverbrauch einer Person. Die Körperzellmasse ist abhängig von Konstitutionstyp, Trainingszustand und Alter. Ihr Anteil verringert sich im Laufe des Lebens, vor allem durch körperliche Inaktivität, von über 50% der Magermasse auf bis zu 40%. Eine Abnahme der BCM kann der Körper nur schwer wieder ausgleichen. Sie zu erhalten steht daher bei jeder Ernährungstherapie im Vordergrund [DÖRHÖFER und PIRLICH, 2007].

Ein Verlust an BCM ist stets mit einer schlechten klinischen Prognose assoziiert [KYLE et al., 2004a].

2.1.1.2. Extrazelluläre Masse (ECM)

Die extrazelluläre Masse umfasst die Anteile der Magermasse die sich außerhalb der Zellen der BCM befinden. Sie besteht aus festen (Strukturen des Bindegewebes) und flüssigen Anteilen (Plasma, interstitielles und transzelluläres Wasser) [DÖRHÖFER und PIRLICH, 2007].

2.1.1.3. ECM/BCM-Index

Durch den ECM/BCM-Index lässt sich der Ernährungszustand einer Person bewerten. Bei gesunden Menschen liegt dieser Wert <1 , da der Anteil an BCM höher ist als jener der ECM. Mangelernährung führt anfangs häufig zu einer Abnahme der BCM bei gleichzeitiger Zunahme der ECM. Gewicht und LBM können dabei unverändert bleiben und diesen Zustand verschleiern. Durch den steigenden Wert des Index kann eine Verschlechterung des Ernährungsstatus jedoch aufgedeckt werden [DÖRHÖFER und PIRLICH, 2007].

2.1.2. Körperfett

Auf die Strukturlipide entfallen ca. 10% des Körperfettanteils. Den Großteil macht das Depotfett unter der Haut und um die inneren Organe aus. Dieser Energiespeicher kann durch länger andauerndes Fasten oder Hungern fast vollständig aufgebraucht werden. Frauen weisen einen deutlich höheren Fettanteil auf als Männer, bei gleichzeitig geringerer Magermasse und aufgrund dessen auch niedrigerem Wassergehalt [ELMADFA und LEITZMANN, 2004].

Bei der Messung mittels Bioelektrischer Impedanzanalyse zeigen Fettzellen im Gegensatz zur BCM kaum kapazitiven Widerstand (Reactance) und wirken als Isolator für Wechselstrom, was ihre Analyse ermöglicht. Der Körperfettanteil kann außerdem durch Abzug der LBM vom jeweiligen Körpergewicht berechnet werden [DÖRHÖFER und PIRLICH, 2007].

2.1.3. Gesamtkörperflüssigkeit

Der hohe Wasseranteil der BCM und damit die Muskelmasse bestimmen maßgeblich den Wassergehalt des Körpers. Eingelagertes Wasser lässt sich an einem erhöhten ECM/BCM-Index erkennen [DÖRHÖFER und PIRLICH, 2007].

Normalwerte für den prozentualen Anteil des Körperwassers für die verschiedenen Bevölkerungsgruppen sind in der nachstehenden Tabelle aufgelistet.

Tabelle 1: Normalwerte für Gesamtkörperwasser [DÖRHÖFER und PIRLICH, 2007]

Frauen:	50-60%
Männer:	55-65%
Sehr muskulös:	70-80%
Adipös:	45-50%

Das Körperwasser (engl.: total body water, TBW) lässt sich in den extrazellulären Raum (43% des TBW) und den intrazellulären Raum (57% des TBW) trennen. Das extrazelluläre Wasser setzt sich aus der Lymphe, dem Plasma, dem interstitiellem und transzellulärem Wasser zusammen [DÖRHÖFER und PIRLICH, 2007].

Im Hungerzustand kommt es vor allem zum Verlust der intrazellulären Körperflüssigkeit, während der extrazelluläre Anteil weitgehend konstant bleibt [ELMADFA und LEITZMANN, 2004].

Bei der BIA verwendete Gleichungen für die Berechnung des Körperwassers stammen von der Messung von Personen mit normalem Wasserhaushalt. Bei Personen mit gestörtem Wasserhaushalt kann es bei der Berechnung des TBW daher zu Ungenauigkeiten kommen [KYLE et al., 2004a].

2.2. Physiologische Veränderungen im Alter

Im Laufe des Lebens unterliegt die Körperzusammensetzung des Menschen großen Veränderungen, welche den Stoffwechsel, die Leistungsfähigkeit und vor allem die Gesundheit maßgeblich beeinflussen. Die bedeutendsten Veränderungen sind der Verlust von fettfreier Körpermasse und Knochenmasse, bei gleichzeitigem Anstieg und Umverteilung des Körperfettgehalts [BATES et al., 2001].

Sie führen zu einer Reduktion des Grundumsatzes und in Verbindung mit körperlicher Inaktivität zu einem niedrigeren Energiebedarf [ELIA et al., 2000]. Weiters kommt es zur Abnahme der Muskelkraft und der physischen Leistungsfähigkeit. All diese Veränderungen stehen in direktem Zusammenhang mit chronischen Krankheiten und geriatrischen Syndromen wie Immobilität, Gebrechlichkeit, Stürzen und Funktionsverlust [JANSSEN, 2006].

In welchem Ausmaß die Veränderungen der Körperzusammensetzung auftreten wird besonders durch den Verlauf des Körpergewichts bestimmt und ist individuell sehr unterschiedlich. Vor allem der Verlust von Magermasse und die Zunahme an viszeralem Körperfett bringen auch metabolische Risikofaktoren mit sich. Das Ausmaß der Altersveränderungen beeinflusst somit maßgeblich nicht nur die Leistungsfähigkeit, sondern auch die Gesundheit und damit die Lebenserwartung [VOLKERT, 2004a]. In Bezug auf Ernährungsempfehlungen für die ältere Bevölkerung sollten daher die Optimierung der Immunabwehr und die Reduktion von Krankheitsrisiken im Vordergrund stehen [ELMADFA und MEYER, 2008].

Frailty (Gebrechlichkeit) und Sarkopenie stellen die fortgeschrittenen Stadien der physiologischen Altersveränderungen dar und sind wesentlich für die Mobilität eines älteren Menschen verantwortlich. Durch die Abnahme der Skelettmuskelmasse kann es zu Stürzen, funktionellen Einschränkungen, Immobilität und zu Osteoporose bedingten Frakturen kommen [GALLAGHER et al., 2000].

Frailty ist die Folge natürlicher Altersprozesse in Kombination mit Organ- und Funktionsstörungen und beschreibt einen Gesundheitszustand mit erhöhter Anfälligkeit für negative Krankheitsausgänge verursacht durch Stressoren [VARADHAN et al., 2008]. Die funktionellen Reserven an Glykogen und Aminosäuren sinken und damit auch die Widerstandskräfte gegen metabolischen Stress und Infektionen. Dem folgt ein erhöhtes Risiko für Pflegebedürftigkeit und den Verlust der Selbständigkeit [SCHNEIDER et al., 2002].

Gebrechliche Personen können anhand eines Frailty-Scores einfach identifiziert werden wenn zumindest drei der folgenden Kriterien zutreffen: verminderte körperliche Aktivität, Immobilität, subjektive Erschöpfung, Muskelschwäche und ein Gewichtsverlust von über 10 Prozent in einem Jahr. Die Prävalenz steigt ab dem 80. Lebensjahr auf bis zu 40% an [ACKEMANN, 2009].

Betroffene Personen weisen eine geringere Muskelmasse mit niedrigerer Muskeldichte und gleichzeitig einen erhöhten Körperfettanteil auf [CESARI et al., 2006]

Beim Gewichtsverlust des alten Menschen kommt es auch zu qualitativen Veränderung: die Magermasse und Körperzellmasse nehmen ab, der Körperfettanteil steigt hingegen weiter. Durch zusätzliche Alterserscheinungen wie Frailty und Sarkopenie verschlechtert sich der Ernährungszustand schon bei geringer Stress-Einwirkung. Durch die bereits reduzierten Reserven der Magermasse hat das schnellere und schwerwiegendere Folgen als bei jüngeren Personen [SCHNEIDER et al., 2002].

2.2.1. Anthropometrische Parameter

Körpergröße und Körpergewicht sind einfach zu bestimmende Parameter und liefern bereits erste Informationen zur Beurteilung des Gesundheitszustandes. Ausgehend von diesen beiden Werten lassen sich weitere Parameter zur Ermittlung des Normalgewichts bestimmen.

Eine erste einfache Richtlinie liefert der Brocca-Index (Normalgewicht (kg) = Körpergröße (cm) – 100).

Einen besseren Zusammenhang zum Körperfettgehalt liefert jedoch der Body Mass Index (BMI = Körpergewicht (kg)/Körpergröße² (m)), der damit ein aussagekräftiger Parameter für die Beurteilung von Unter- und Übergewicht ist [ELMADFA und LEITZMANN, 2004].

Der prognostische Wert des BMI verändert sich jedoch mit dem Alter und es müssen andere BMI-Einteilungen als für jüngere Erwachsene angewendet werden, um Unter-, Übergewicht und damit verbundene Gesundheitsrisiken zu identifizieren [ELMADFA et al., 2003].

2.2.1.1. Körpergröße

Mit zunehmendem Alter verliert der Mensch einige Zentimeter an Körpergröße. Ursachen dafür sind die Kompression der Zwischenwirbelscheiben, Veränderungen der Körperhaltung (z.B. eine Kyphose oder Rückenkrümmung) und ein verringerter Muskeltonus [VOLKERT, 1997]. Für die Berechnung des BMI sollte die Körpergröße in diesen Fällen anhand der Länge bestimmter Körpersegmente berechnet werden, wie der Armspanne oder der Kniehöhe [HICKSON und FROST, 2003].

Zusätzlich kann es durch Mobilitätseinschränkungen zu Messungenauigkeiten bei der Bestimmung der Körpergröße kommen [VOLKERT, 2006].

Die Körpergröße als biologischer Kennwert ist wichtiger Bestandteil in der BMI-Berechnung. Da sie sich mit dem Alter verändert verliert auch der BMI mit den Jahren an Validität als Indikator für ernährungsassoziierte Krankheiten.

Bis zum 80. Lebensjahr kann der Längenverlust bei Männern 5 cm, bei Frauen 8 cm ausmachen, was zu einer deutlichen Zunahme bei der BMI-Berechnung führt (1,4 kg/m² bei Männern bzw. 2,6 kg/m² bei Frauen). Im Zusammenhang mit weiteren altersbedingten Veränderungen führt die Abnahme der Körpergröße dazu, dass sich die Werte der BMI-Beurteilung mit dem Alter verschieben [BATES et al., 2001].

2.2.1.2. Körpergewicht und Body Mass Index

Aus der Beziehung von Körpergewicht zu Körpergröße lässt sich der Body Mass Index anhand folgender Formel berechnen:

$$\text{BMI (kg/m}^2\text{)} = \frac{\text{Körpergewicht in kg}}{\text{Körperlänge in m}^2}$$

Der BMI zeigt Unter- und Übergewicht und ein damit verbundenes Gesundheitsrisiko an. Die altersunabhängige BMI-Einteilung der WHO ist in der nachstehenden Tabelle abgebildet [WHO, 2000].

Tabelle 2: Beurteilung nach WHO-Kriterien altersunabhängig [WHO, 2000]

Untergewicht	< 18,5 kg/m ²
Normalgewicht	18,5 – 24,5 kg/m ²
Präadipositas	25 – 29,9 kg/m ²
Adipositas I	30 – 34,5 kg/m ²
Adipositas II	35 – 39,9 kg/m ²
Adipositas III	> 40 kg/m ²

Durch die Berechnung des BMI lässt sich der Ernährungsstatus einfach und ohne weitere Hilfsmittel beurteilen. Da der BMI mit dem Körperfettanteil korreliert lässt sich auch die Körperzusammensetzung einschätzen. Vor allem Extremwerte von Unter- und Übergewicht lassen sich gut bestimmen [VOLKERT, 2006]. Die genaue Körperzusammensetzung oder

Körperfettverteilung lässt sich jedoch nicht erkennen. Gewicht und BMI haben in bestimmten Situationen nur limitierte Aussagekraft: Personen mit einem hohen Muskelanteil werden als übergewichtig eingestuft, bei einer Abnahme der Muskelmasse, auch altersbedingt, wird der Körperfettanteil zu gering eingestuft. Auch ein gestörter Wasserhaushalt und andere Alterserscheinungen führen zu Fehlbeurteilungen. Aus diesen Gründen sollte der Ernährungszustand, vor allem im Alter, mit Hilfe mehrerer Parameter bestimmt werden [SCHINDLER und LUDVIK, 2004].

Querschnittstudien haben gezeigt dass Gewicht und BMI mit dem Alter kontinuierlich ansteigen und etwa ab dem 60. Lebensjahr zu sinken beginnen [VILLAREAL et al., 2005].

Tabelle 3: Wünschenswerter BMI in Abhängigkeit vom Alter [NRC 1989]

Alter	BMI
19 – 24 Jahre	19 - 24 kg/m ²
25 – 34 Jahre	20 - 25 kg/m ²
35 – 44 Jahre	21 - 26 kg/m ²
45 – 54 Jahre	22 - 27 kg/m ²
55 – 64 Jahre	23 - 28 kg/m ²
> 65 Jahre	24 - 29 kg/m ²

Die Korrelation zwischen Gewicht und Mortalität verändert sich mit dem Alter. Steht in jungen Jahren ein hoher BMI noch in Verbindung mit einem erhöhten Risiko für Diabetes, Herzkrankheiten und etlichen anderen Erkrankungen, ist im Alter ein niedriger BMI mit erhöhter Mortalität verbunden.

Bei der Einschätzung des Gesundheitsrisikos ist eine Messung des Gewichtsverlaufs wesentlich aussagekräftiger als eine einzelne Gewichtsmessung. Sowohl bei sehr hohem als auch bei sehr niedrigem BMI ist Gewichtsstabilität mit dem geringsten Mortalitätsrisiko verbunden [SOMES et al., 2002].

Ein hoher Body Mass Index stellt also beim älteren Menschen ein geringeres relatives Mortalitätsrisiko dar. Dennoch ist ein hoher Wert mit einer erhöhten Sterblichkeit von Krankheiten wie Diabetes, Bluthochdruck und kardiovaskulären Erkrankungen verbunden. Ältere Menschen mit hohem BMI leiden außerdem häufiger an Osteoarthritis, grauem Star, Blasenproblemen, Schlafapnoe und anderen Erkrankungen des Atmungssystems [AHMED und HABOUBI, 2010].

Die Auswirkungen von Übergewicht sind also bei älteren Menschen wesentlich komplexer als in jüngeren Jahren. Obwohl mit dem Übergewicht das Risiko beispielsweise für kardiovaskuläre Erkrankungen steigt, ist es mit einer geringeren Sterblichkeit durch diese Erkrankung assoziiert. CHAPMAN (2010) nennt dies das 'Obesity Paradox'. Bei einer Gewichtsreduktion im Alter sollten daher neben dem Körpergewicht auch davon abhängige Erkrankungen berücksichtigt werden [CHAPMAN, 2010].

Von der European Society of Enteral and Parenteral Nutrition (ESPEN) wird für geriatrische Patienten eine eigene Einteilung des BMI empfohlen (siehe Tab. 4). Der Bereich für Normalgewicht erhöht sich dabei auf einen Index zwischen 22 und 26,9 kg/m². Diese Einteilung liefert wegen der diversen Veränderungen in der Körperzusammensetzung im Alter eine bessere Beurteilung des Ernährungsstatus und das Risiko für Malnutrition wird eher erkannt [HACKL et al., 2006 nach ESPEN 2000].

Besondere Bedeutung hat dabei ein BMI unter 20 kg/m² [BAUER et al., 2006].

Tabelle 4: BMI-Beurteilung nach geriatrischen Kriterien ab dem 65. Lebensjahr [HACKL et al., 2006 nach ESPEN 2000]

Schwere Malnutrition	< 18,5 kg/m ²
leichte Malnutrition	18,5 – 19,9 kg/m ²
Risiko für Malnutrition	20 – 21,9 kg/m ²
Normalgewicht	22 – 26,9 kg/m ²
Präadipositas	27 – 29,9 kg/m ²
Adipositas	> 29,9 kg/m ²

Auch aktuelle Studien kamen zu dem Ergebnis dass bei über 80-jährigen ein höherer BMI (≥ 25.0) mit einer geringeren allgemeinen Mortalität assoziiert ist als Normal- (BMI 18,5–24,9) oder Untergewicht (BMI < 18,5).

Der Body Mass Index korreliert also indirekt proportional mit der Sterblichkeitsrate, unabhängig von Geschlecht und Todesursache [TAKATA et al., 2007] [WEISS et al., 2008].

In ihrer Review kamen BECK und OVESEN (1998) zu dem Ergebnis dass der klinisch signifikante Gewichtsverlust im Alter bereits bei 5% pro Jahr liegt und mit erhöhter Mortalität einhergeht, unabhängig von einer bestehenden Krankheit [BECK und OVESEN, 1998].

Bei bereits geringem Gewicht stellt ein Gewichtsverlust ein besonders hohes Risiko dar. Schon eine geringe Gewichtsabnahme ist im Alter ein unabhängiger Risikoindikator und steht in Zusammenhang mit erhöhter Mortalität [NEWMAN et al., 2001].

Der empfohlene höhere BMI und somit leichtes bis mittleres Übergewicht hat auch die Funktion eines Energievorrats für Notsituationen, wie Krankheiten oder verringerte Nahrungsaufnahme. Das Energiedefizit kann in diesen Fällen mit der Energie aus den Fettspeichern ausgeglichen werden [VOLKERT, 1997].

In Österreich wird die Zahl der über 60-jährigen bis zum Jahr 2030 von 23% auf bis zu über 30% steigen [Statistik Austria, 2010].

Die Ergebnisse des österreichischen Ernährungsberichts 2008 in der nachstehenden Tabelle zeigen, dass vor allem die Prävalenz für Untergewicht mit dem Alter zunimmt (BMI-Einteilung nach NRC, 1989) [ELMADFA et al., 2008].

Tabelle 5: Verteilung des Body Mass Index (BMI) bei österreichischen älteren Erwachsenen (≥55-84 Jahre) [ELMADFA et al., 2008]

Alter	Untergewicht	Normalgewicht	Übergewicht
55 – 64 Jahre	7%	41%	52%
65 – 74 Jahre	9%	51%	40%
75 – 84 Jahre	10%	57%	33%
> 84 Jahre	18%	51%	31%

2.2.2. Magere Körpermasse

Eine der bedeutendsten Veränderungen im Alter ist der Verlust der mageren Körpermasse durch die Reduktion des Körperwassers, der Knochenmasse, der Skelettmuskulatur und die Atrophie der inneren Organe [VOLKERT, 2004a].

Mit dem 50. Lebensjahr beginnt die Abnahme der Magermasse mit bis zu 3 kg pro Dekade [PRENTICE und JEBB, 2001]. Im Vergleich mit der Magermasse junger Erwachsener kann der Verlust bis zu 40% ausmachen. Die inneren Organe können bis zu 20% atrophieren. Die Abnahme begründet sich vor allem durch den Verlust der Skelettmuskelmasse, abhängig von Geschlecht und individueller Aktivität [BATES et al., 2001].

Die Magermasse verändert sich auch qualitativ. Die Muskelzellen nehmen in Zahl und Größe ab, dazwischen lagert sich Fett und Bindegewebe ein. Die

Abnahme der Zell- bzw. Muskelmasse ist zusätzlich größer als die von intrazellulärem Bindegewebe und Wasser [VOLKERT, 2004a].

Der Verlust der fettfreien Masse ist zudem maßgeblich für die Veränderung des Stoffwechsels verantwortlich. Der Grundumsatz sinkt, die Widerstandskräfte gegen Stress nehmen ab und der Körper erholt sich langsamer als im jüngeren Alter [VOLKERT, 2004b].

Neben Untergewicht im Allgemeinen konnte auch ein geringer Anteil an Magermasse direkt mit erhöhter Mortalität assoziiert werden [ALLISON et al., 2002] [HEITMANN et al., 2000].

2.2.2.1. Wassergehalt

Der prozentuale Wassergehalt verändert sich mit dem Lebensalter. Beim Neugeborenen liegt der Anteil noch über 70% und kann bis zum 85. Lebensjahr auf 45-50% absinken. Grund dafür ist die Abnahme der extrazellulären Flüssigkeit und des Wassergehalts in den Zellen. Bei Nahrungskarenz sinkt vor allem der intrazelluläre Wasseranteil [ELMADFA und LEITZMANN, 2004].

2.2.2.2. Muskelmasse

Zum Verlust der mageren Körpermasse kommt es vor allem durch den Abbau der Skelettmuskulatur. Dieser beginnt ca. mit dem 50. Lebensjahr und kann zur Abnahme der Magermasse um bis zu 3 kg pro Dekade führen. Dadurch steigt das Risiko eine Sarkopenie zu entwickeln [CHAPMAN, 2007].

Sarkopenie (aus dem Griechischen: wenig Fleisch) ist der altersbedingte Verlust von Muskelmasse und Muskelkraft. Sarkopenie tritt auch beim gesunden alten Menschen auf und wird vor allem durch körperliche Inaktivität, aber auch chronische Erkrankungen, begünstigt. Sarkopenie führt zu verminderter Belastbarkeit, körperlichen Einschränkungen, herabgesetzter

Erholungsfähigkeit bei Krankheiten und erhöhter Mortalität [ROUBENOFF, 2000a].

Bezüglich der Ätiologie der Sarkopenie konnten bereits einige Faktoren identifiziert werden. Dazu gehören die Abnahme der Kontraktilität von Muskelzellen, der Verlust an Alpha-Motoneuronen und hormonelle Umstellungen wie die Abnahme von Wachstumshormonen und die vermehrte Ausschüttung von katabolen Zytokinen. Aber auch die Zunahme des Fettanteils und die unzureichende Aufnahme von Nahrungsenergie und Proteinen sind mögliche Ursachen. Sarkopenie führt infolge zu erhöhtem Sturz- und Frakturrisiko [ROUBENOFF, 2000b].

Große Bevölkerungsstudien kamen zum Ergebnis dass im Alter von 60-70 Jahren über 20%, ab dem 75. Lebensjahr sogar 50% von Sarkopenie betroffen sind [BERGER und DOHERTY, 2010].

Aufgrund der Häufigkeit, der Prävalenz und dem wesentlichen Einfluss auf die Selbstständigkeit und Lebensqualität älterer Leute, wird auf dem Gebiet der Sarkopenie viel Forschungsarbeit betrieben. Behandlung oder Prävention der Sarkopenie konnte bisher nicht durch eine pharmakologische Therapie erreicht werden. Wichtig dabei ist ein multidimensionaler Zugang aufbauend auf mehr Bewegung und Prävention von Mangelernährung [WEBER et al., 2010].

2.2.2.3. Skelettmasse

Schon mit dem 35. Lebensjahr kann bei Frauen und Männern die Abnahme der Knochendichte beginnen. Vor allem Frauen bauen bis zur Hälfte der trabekulären und ein Drittel der kortikalen Knochenmasse ab, Männer deutlich weniger [BATES et al., 2001].

Neben diesen altersbedingten Veränderungen kann es auch zu pathologischen Veränderungen des Skelettsystems kommen. Die Osteoporose ist hier die

häufigste Erkrankung. Neben dem Substanzverlust kommt es auch zu einer Abnahme der Knochenqualität und infolge zu einem erhöhtem Sturzrisiko, das mit erhöhter Morbidität und Mortalität einhergeht [BROWN und JOSSE, 2002].

2.2.3. Körperfett

Körpergewicht und besonders der Anteil des Körperfetts nehmen mit dem Alter zu. Bei Frauen beginnt dieser Prozess ab dem Zeitpunkt der Menopause, bei Männern bereits in der 40. Dekade [GALLAGHER et al., 2000].

Beispielsweise liegt der Körperfettanteil eines 80 kg schweren Mannes im Alter von 75 Jahren etwa doppelt so hoch verglichen zu einem Mann im Alter von 20 Jahren und demselben Gewicht (29% verglichen mit 15%) [PRENTICE und JEBB, 2001].

Die Zunahme des Körperfetts hat verschiedene Gründe: verringerte körperliche Aktivität, der sinkende Grundumsatz und reduzierte Ausschüttung von Wachstums- und Sexualhormonen tragen dazu bei. Neben der Zunahme kommt es so außerdem zu einer Umverteilung des Körperfettanteils zu zentralem Körperfett. Im Gegensatz zu jüngeren Erwachsenen wird ein größerer Anteil an Fett intrahepatisch und intraabdominal gespeichert. Dies stellt ein erhöhtes Risiko für einen ischämischen Infarkt oder einen Schlaganfall dar [CREE et al., 2004]. Die Fähigkeit Fett zu oxidieren nimmt ab und freie Fettsäuren werden vermehrt aufgenommen [TOTH und TCHERNOFF, 2000]. Das führt zur Zunahme des zentralen Körperfetts und ist assoziiert mit der Entwicklung einer Insulinresistenz und in Folge mit der Entstehung von Diabetes Mellitus und kardiovaskulären Krankheiten [BEAUFRÈRE und MORIO, 2000].

Bei der älteren Bevölkerung wird der Körperfettgehalt vor allem durch körperliche Inaktivität und die Aufnahme an Nahrungsfetten beeinflusst [MITCHELL et al., 2003].

2.2.4. Grundumsatz und Energiebedarf

Im Alter nimmt die Körperzellmasse ab und Menschen sind in der Regel weniger körperlich aktiv, demnach verringert sich der Grundumsatz. Insgesamt kommt es durch diese physiologischen Veränderungen zu einem geringeren Gesamtenergiebedarf. Der tatsächliche Energiebedarf ist durch den variablen Arbeitsumsatz jedoch sehr unterschiedlich und wird durch eventuelle Krankheiten und Medikamenteneinnahme zusätzlich beeinflusst [ELIA et al., 2000]. Zusätzlich sinkt durch den steigenden Anteil an metabolisch inaktivem Körperfett der Grundumsatz um etwa 2% pro Dekade [TZANKOFF und NORRIS, 1978]. Die Veränderungen der Körperzusammensetzung in Verbindung mit dem sinkenden Energieumsatz beeinflussen maßgeblich den Nahrungsbedarf älterer Personen [ELMADFA und MEYER, 2008].

Der Gesamtenergieverbrauch sinkt mit dem Alter und beträgt ab dem 65. Lebensjahr etwa 20-25 kcal/kg/Tag [OMURA, 2010].

Vom 20. bis zum 80. Lebensjahr sinkt die tägliche Energieaufnahme um bis zu 30%, was vor allem auf den verringerten Energieverbrauch zurückzuführen ist. Wie bereits erwähnt kommt es bis zum mittleren Alter eher zu einer Gewichtszunahme, wahrscheinlich dadurch, dass in dieser Zeit der Energieverbrauch rascher sinkt als die Energieaufnahme [CHAPMAN, 2008]. Im höheren Alter dreht sich dieses Verhältnis und Körpergewicht geht verloren. Das lässt sich auch auf das Auftreten der Altersanorexie zurückführen [MORELY, 1997].

Dieses Verhältnis spiegelt sich auch in der Prävalenz von Unter- und Übergewicht von österreichischen Senioren wider. Der verringerte Arbeitsumsatz führt im mittleren Alter eher zu Übergewicht (25% der 65-74-jährigen; BMI>29). Ab dem 84. Lebensjahr findet man nur noch 11% in dieser BMI-Kategorie. Auf der anderen Seite beläuft sich die Prävalenz für Untergewicht bereits auf bis zu 29% [ELMADFA et al., 2003].

2.3. Mangelernährung im Alter

Die vielfältigen und oft schleichend auftretenden Veränderungen in der Körperzusammensetzung alter Menschen erschweren es den Ernährungszustand zu bestimmen und richtig zu beurteilen [GUIGOZ et al., 2002]. Der Mensch verliert mit dem Alter funktionell wichtige Körperkomponenten wie Körperzellmasse, Muskel- und Knochenmasse. Durch die gleichzeitige Zunahme des Gesamtkörperfetts kann das Körpergewicht dabei jedoch anfangs konstant bleiben [BATES et al., 2001].

Obwohl Gewicht und Körperfett mit dem Alter zunehmen, nimmt die Nahrungsaufnahme mit höherem Alter immer weiter ab. Grund dafür ist die abnehmende körperliche Aktivität und der veränderte Stoffwechsel. Eine geregelte Regulation der Nahrungsaufnahme funktioniert nicht mehr und ältere Menschen entwickeln eine physiologische Altersanorexie. In Verbindung mit anderen gesundheitlichen Problemen steigt so das Risiko eine Protein-Energie Malnutrition (PEM) zu entwickeln [MORLEY, 1997].

Begünstigt wird diese Entwicklung durch veränderte Signale im Hunger- und Sättigungszentrums, welche zu einer reduzierten Nahrungsaufnahme führen. Neben physiologischen Faktoren, wie verändertes Geruchs- und Geschmackempfinden, vermindertes Sättigungsgefühl und veränderte Sekretion und Wirkung von Verdauungshormonen, existieren auch nicht-physiologische Faktoren die zur Entstehung der Altersanorexie beitragen. Dazu gehören medizinische (z.B. Zahnverlust, Schluckstörungen) und pharmakologische Faktoren, aber auch soziale (z.B. Armut, Isolation) oder psychologische (z.B. Depression, Demenz) Umstände [HAYS und ROBERTS, 2006].

Mangelernährung im Alter gefährdet Gesundheit, Wohlbefinden und Selbstständigkeit. Um diesen Gefahren vorzubeugen müssen sie Gründe für eine unzureichende Energieaufnahme bekannt sein. Durch die auftretende Altersanorexie ist das Risiko im Alter eine Mangelernährung zu entwickeln auch ohne medizinische und soziale Risikofaktoren sehr hoch. Sie führt in Folge zu erhöhter Morbidität, Einschränkungen im täglichen Leben und erhöhter Mortalität im hohen Alter [DI FRANCESCO et al., 2007].

Der Begriff Malnutrition (Fehlernährung) beschreibt jedes Missverhältnis zwischen Nahrungsaufnahme und Nahrungsverbrauch. Dazu gehört sowohl der Mangel als auch die Überversorgung an Energie aber auch einzelnen oder mehreren Nährstoffen die sich negativ auf Körperzusammensetzung und Funktionalität auswirken. Die Malnutrition des alten Menschen hat viele Gesichter und kann auch wegen diversen zusätzlichen Erkrankungen nicht durch einen einzelnen Ernährungsparameter diagnostiziert werden. Gerade bei der Beurteilung mittels Body Mass Index und Bauchumfang wird das Maß der Malnutrition häufig unterschätzt. Im Moment gibt es noch keinen einfach durchführbaren Diagnose-Standard der auch alle Bereiche der Malnutrition mit einbezieht [HACKL et al., 2006].

Malnutrition wird von der WHO durch signifikantes Untergewicht ($BMI < 18,5 \text{ kg/m}^2$) oder Unterschreitung anderer anthropometrischer Parameter, wie der Hautfaltendicke, definiert [WHO, 2000].

Im Alter gilt jedoch bereits ein BMI von unter $22,0 \text{ kg/m}^2$ als Risikowert für Malnutrition [HACKL et al., 2006 nach ESPEN 2000].

Der österreichische Ernährungsbericht 2008 zeigt, dass die empfohlene tägliche Energiezufuhr bereits bei gesunden Senioren zu gering ist, die Eiweißaufnahme war mit einem Anteil von 15% der Gesamtenergie ausreichend [ELMADFA et al., 2008]. Eine hinreichende Proteinversorgung steht bei der älteren Bevölkerungsgruppe im Vordergrund, da diese einen frühzeitigen Muskelabbau verhindern kann [SIEBER, 2008].

Protein-Energie Malnutrition, auch in Verbindung mit Gewichtsverlust, ist in der älteren Bevölkerung ein häufig auftretendes Problem mit hoher Prävalenz, wird aber selten erkannt und somit auch kaum entsprechend behandelt [MORLEY, 1997]. PEM ist eine der Hauptursachen für eine Funktionsabnahme im Alter und erschwert es dem Körper physiologische und pathologische Veränderungen des Alterns auszugleichen. Zusätzlich fördert die verringerte Energie- und Nährstoffaufnahme Unterernährung und erhöht so für geschwächte Personen die Wahrscheinlichkeit für eine Krankenhauseinweisung [MOWÉ et al., 1994].

Die empfohlene tägliche Proteinaufnahme für gesunde Senioren liegt mit über 0,8g/kgKG/Tag höher als jene für junge Erwachsene. Diese Dosis soll den Aufbau von Muskelprotein erhöhen und dem altersbedingtem progressivem Muskelabbau somit entgegen wirken. Einige Studien deuten an, dass eine moderat erhöhte Proteinaufnahme von 1,0 bis 1,3 g/kgKG/d nötig ist um die Stickstoffbilanz im Gleichgewicht zu halten und ein mögliches Defizit in der Energieaufnahme, der Protein-Synthese und eine gestörte Insulinfunktion auszugleichen [PADDON-JONES et al., 2008]. Vor allem für hospitalisierte ältere Menschen liegt die Empfehlung in diesem erhöhten Bereich [GAILLARD et al., 2008].

Durch eine Supplementierung mit Proteinen kann der Sarkopenie möglicherweise entgegen gewirkt werden. VOLPI et al. (2003) konnten zeigen dass in erster Linie essentielle Aminosäuren für die Stimulation des Muskelprotein-Anabolismus verantwortlich sind. In ihrer Studie zeigte die Supplementierung mit essentiellen Aminosäuren eine doppelt so hohe anabolische Effizienz als jene mit ausgeglichenem Aminosäure-Verhältnis [VOLPI et al., 2003].

Für ältere Personen besteht ein erhöhtes Risiko körperlich immobil zu werden oder für längere Zeit Bettruhe einhalten zu müssen. Während dieser physischen Inaktivität ist der Verlust an magerer Körpermasse enorm. Er wird verursacht

durch ein Missverhältnis zwischen Synthese und Abbau von Muskelprotein. Die Fähigkeit die Synthese von Skelettmuskelprotein durch Ernährung, Insulinwirkung und Krafttraining zu stimulieren nimmt mit zunehmendem Alter ab. Die anabole Wirkung von hoch qualitativem Protein ist jedoch nicht zwangsläufig herab gesetzt. Um der Sarkopenie entgegen zu wirken ist die Aufnahme einer ausreichenden Proteinmenge bei jeder Mahlzeit besonders wichtig. Der Großteil der Studien zu diesem Thema zeigen dass die Gabe von moderat bis großen Mengen Protein oder Aminosäuren die Synthese von Muskelprotein auch bei älteren Personen erhöht. Um die Synthese von Muskelprotein zu maximieren und die Abnahme der Muskelmasse zu verlangsamen empfehlen PADDON-JONES und RASMUSSEN (2009) in einer aktuellen Studie eine Aufnahme von 25-30g Protein von hoher Qualität mit jeder Mahlzeit [PADDON-JONES und RASMUSSEN, 2009].

Bei älteren Personen mit geringem Appetit ist besonders auf eine hohe Nährstoffdichte der Speisen zu achten [LAMMES et al., 2009].

2.4. Bioelektrische Impedanzanalyse

Die Aussagekraft klassischer Parameter wie Gewicht und BMI zur Beurteilung des Ernährungsstatus nimmt mit dem Alter ab und erschwert die Diagnose von Mangelernährung. Die Analyse der Körperzusammensetzung liefert unabhängig vom Alter wertvolle Informationen über den Ernährungszustand und damit verbundene Gesundheitsrisiken. Es existieren bereits einige Methoden um die verschiedenen Körperkomponenten zu bestimmen [WIRTH und MIKLIS, 2005]. Die Bioelektrische Impedanzanalyse (BIA) wird in verschiedenen medizinischen Bereichen eingesetzt und ermöglicht die Identifizierung mangelernährter Personen [PIRLICH et al., 2000].

Die Bioelektrische Impedanzanalyse ist einfach und schnell durchführbar, kostengünstig und nicht-invasiv. Die Messung kann überall in liegendem Zustand durchgeführt werden (Bedside-Technik) und lässt sich somit auch beim älteren und immobilen Menschen sehr gut anwenden [NORMAN et al, 2007b].

Unter standardisierten Bedingungen weist die BIA eine gute Reproduzierbarkeit auf. Aufgrund der bisherigen Studienergebnisse scheint die BIA daher besonders für langfristige Verlaufskontrollen von Therapien geeignet zu sein [PIRLICH et al., 2000].

Beim geriatrischen Patienten sind die berechneten Werte für Körperfettgehalt und fettfreier Masse aus den BIA-Messwerten häufig fehlerhaft und korrelieren nicht immer mit anderen ernährungsrelevanten Parametern (z.B. Serumalbumin). Der Phasenwinkel ist jedoch ein direkter Messwert der BIA und zeigte in einer Untersuchung von WIRTH und MIKLIS (2005) eine Korrelation mit anderen untersuchten Ernährungs-Parametern und auch mit dem Mini-Nutritional-Assessment (momentane Standardmethode bei der Beurteilung des Ernährungsstatus ältere Menschen) [WIRTH und MIKLIS, 2005].

Auch in zwei weiteren aktuellen Studien erwies sich der Phasenwinkel als besonders geeignet um Ernährungs- und Hydrationsstatus ältere Menschen zu bestimmen, sowohl bei selbstständig lebenden als auch bei hospitalisierten Senioren [BARBOSA-SILVA et al., 2005] [NORMAN et al., 2007b].

2.4.1. Physikalische Grundlagen

Bei der Bioelektrischen Impedanzanalyse wird über Elektroden an Hand und Fuß ein schwacher Wechselstrom durch den gesamten Körper geleitet. Jedes Körperkompartiment weist elektrische Eigenschaften auf und setzt dem Wechselstrom einen anderen Widerstand, die Impedanz, entgegen. Darauf basierend können die Kompartimente berechnet werden [PANDEY et al., 2010].

Die Impedanz setzt sich aus zwei Teilwiderständen zusammen, der Resistance (R) und der Reactance (Xc).

Die Resistance ist definiert als der reine ohmsche Widerstand und wird durch den Wassergehalt des Gewebes bestimmt. Sie verhält sich umgekehrt proportional zum TBW und eignet sich daher für dessen Berechnung bei gesunden Menschen.

Die Reactance (Xc) ist der kapazitive Widerstand der durch die Eigenschaft der Zellmembran als Kondensator verursacht wird. Mit der Reactance kann somit die Körperzellmasse bestimmt werden [DÖRHÖFER und PIRLICH, 2007].

Die Kondensatoreigenschaften der Zellmembran durch die elektrisch geladene Lipid-Doppelschicht führen weiters zur Verzögerung des Stromflusses und so zu einer Phasenverschiebung. Die Reactance in Verbindung mit der Phasenverschiebung ergibt den Phasenwinkel [FOSTER und LUKASKI, 1996]. Dieser kann durch die phasensensitive Elektronik eines BIA-Geräts direkt gemessen werden, welche die Anteile der Teilwiderstände erfasst. Der Phasenwinkel ist direkt proportional der Masse der Zellmembranen, also dem Anteil der BCM, und deren Zellbeschaffenheit [DÖRHÖFER und PIRLICH, 2007].

Die Phasenverschiebung wird aufgrund der Sinusform des Wechselstroms in Grad ($^{\circ}$) bestimmt und als Phasenwinkel φ (phi) oder α (alpha) angegeben. Der Phasenwinkel wird bei einer Frequenz von 50 kHz gemessen, wo er die höchste Genauigkeit zeigt. Gesunde Zellen sind prall, haben ein stabiles Membranpotential und einen hohen Phasenwinkel, im Gegensatz zu geschädigten, unregelmäßigen Zellen. Fettzellen werden durch die phasensensitive Messung nicht erfasst, da sie als stoffwechsellinaktive Zellen ein sehr geringes Membranpotential besitzen. Der Phasenwinkel gibt Auskunft über den Gesundheitszustand der Zellen und damit den Gesundheitszustand des Körpers [DÖRHÖFER und PIRLICH, 2007].

Abbildung 2 zeigt den Zusammenhang der direkten Messwerte Impedanz, Resistance, Reactance und Phasenwinkel. In einem rechtwinkligen Dreieck können die Anteile der Impedanz mit Hilfe der Messung des Phasenwinkels φ berechnet werden [DÖRHÖFER und PIRLICH, 2007].

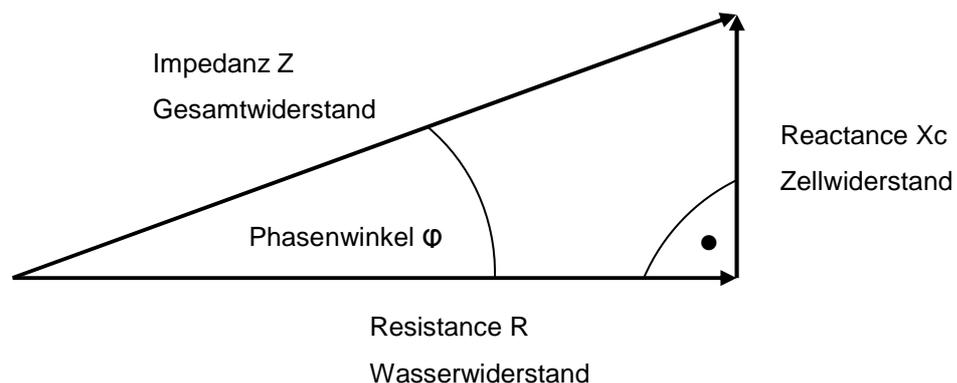


Abbildung 2: Die Bestimmung von R und Xc aus Impedanz und Phasenwinkel [DÖRHÖFER und PIRLICH, 2007]

Die fettfreie Masse hat einen hohen Gehalt an Wasser und Elektrolyten und ist somit ein guter Leiter für Strom, im Gegensatz zum Fettgewebe das einen höheren Widerstand aufweist. Das Gesamtkörperwasser wird über die Messung der Impedanz bestimmt, über einen weiteren Schritt wird die fettfreie Masse berechnet. Da der Wassergehalt (angenommen) konstante 73% ausmacht, kann man die fettfreie Körpermasse anhand folgender Formel berechnen: Fettfreie Masse = Gesamtkörperwasser / 0,73. Die Bioelektrische Impedanzanalyse ist deswegen bei der Bestimmung der Körperkompartimente eine doppelt indirekte Methode [PANDEY et al., 2010].

Berechnungsgrundlage für das Gesamtkörperwasser ist die Formel zur Berechnung des Inhalts eines Zylinders. Diese lässt sich wie folgt auf den menschlichen Körper übertragen, der messtechnisch aus fünf zusammenhängenden Zylindern besteht (Arme, Oberkörper, Beine):
Wassergehalt = Körperlänge² / Resistance (TBW = Ht^2 / R)
[DÖRHÖFER und PIRLICH, 2007].

Das Verhältnis von Reactance und Resistance ist für die Bewertung des Ernährungsstatus besonders interessant da es die verschiedenen Eigenschaften von Geweben erfasst. Diese Eigenschaften werden durch Ernährungszustand, Krankheit und Wasserhaushalt beeinflusst. Der Phasenwinkel ist eine Methode um dieses Verhältnis zu messen und wird in der klinischen Diagnose angewendet [KYLE et al., 2004a].

Der Phasenwinkel wird von Bioimpedanzanalyse-Geräten direkt gemessen. Im Gegensatz zu anderen Messwerten der BIA fließen Gewicht und Körpergröße nicht in die Berechnung mit ein. Somit können eventuelle Messungenauigkeiten der anthropometrischen Daten das Ergebnis der BIA nicht negativ beeinflussen [WIRTH und MIKLIS, 2005].

2.4.2. Fehler und Nachteile der BIA

Auch unter standardisierten Bedingungen bleiben bei der Anwendung der Bioelektrischen Impedanzanalyse verschiedene Fehlerquellen bestehen. Vor allem die Bestimmung der Körperkompartimente mittels verschiedenen Regressionsgleichungen weist noch keine kontinuierliche Genauigkeit auf. Diese Regressionsgleichungen werden empirisch ermittelt und liefern nur in jener Studienpopulation korrekte Ergebnisse, in der sie erhoben wurde. Zusätzlich beinhalten die Gleichungen Körpergröße und Körpergewicht, was weitere Ungenauigkeiten mit sich bringen kann [WIRTH, 2006].

Die Berechnung basiert weiters auf der Annahme eines konstanten Wassergehalts der Magermasse von 73%, was bei einigen krankhaften Veränderungen oder auch bei Kindern nicht zutrifft. Bei abweichendem Wassergehalt der Magermasse kann es so zu einer fehlerhaften Berechnung der Folgeparameter kommen. Hier sollten zur Diagnostik die direkten Messwerte der BIA, Resistance, Reactance und Phasenwinkel herangezogen werden [DÖRHÖFER und PIRLICH, 2007]. Auch bei geriatrischen Patienten kann es zu groben Ungenauigkeiten bei der Messung des Wassergehalts kommen [RÖSLER et al., 2010].

Mit der Verwendung Phasenwinkels als diagnostischem Parameter kann man diese Ungenauigkeiten umgehen. Er wird direkt gemessen und nur durch die elektrischen Eigenschaften des Gewebes bestimmt. Eventuell fehlerhafte anthropometrische Daten und eine weitere rechnerische Bearbeitung sind für das Ergebnis nicht relevant [WIRTH, 2006].

Bei gesunden Personen mit stabilem Wasser- und Elektrolytstatus liefert die BIA gute Ergebnisse für Fettmasse und fettfreie Masse, vorausgesetzt es werden die geeigneten Formeln angewendet. Für Personen mit BMI-Werten <16 bzw. >34 kg/m² oder abnormer Wasserverteilung kann die BIA als Bestandteil einer Routineuntersuchung nicht empfohlen werden, da die

Gleichungen für normalhydrierte Personen aufgestellt wurden. Verschiedene (chronische) Erkrankungen oder die Einnahme von Diuretika können ebenfalls den Wasserhaushalt und damit die Messergebnisse verändern. Die Auswirkungen akuter Erkrankungen, extremer Körpergröße und abnormen Körperformen sind noch nicht ausreichend bekannt [KYLE et al., 2004b].

Neben den Regressionsgleichungen die nicht universal anwendbar sind, birgt die BIA weitere Fehlerquellen. Dazu gehören das falsche Anbringen oder geringe Qualität der Elektroden, falsche anthropometrische Daten, eine inkorrekte Körperposition während der Messung oder asymmetrische Verteilung des Körperwassers. Die BIA kann aus diesen Gründen nur als semiquantitatives Verfahren angesehen werden, ist aber besonders einfach und vielseitig anwendbar [WIRTH, 2006].

Zusammengefasst ist die Bioelektrische Impedanzanalyse als Bestandteil des Ernährungsassessment älterer Menschen sehr zu empfehlen. Vor allem bei chronischen Krankheiten und abnormer Flüssigkeitsverteilung sollten weitere Parameter zur Diagnostik heran gezogen werden. Besonders die Ergebnisse für FM und FFM können hier fehlerhaft sein [BUCHHOLZ et al., 2004].

2.4.3. Der Phasenwinkel als Diagnoseparameter

Mit dem Phasenwinkel (PA) liefert die Bioelektrische Impedanzanalyse einen direkten, unabhängigen und damit sehr wichtigen Parameter zur Erkennung von Mangelernährung.

Bei der BIA erfolgt die Berechnung der Körperkompartimente nur indirekt und die Richtigkeit der Ergebnisse hängt maßgeblich von den verwendeten Regressionsgleichungen ab. In einigen Studien hat sich deren Verwendung bei verschiedenen Krankheitszuständen als nicht valide erwiesen [BARBOSA-SILVA und BARROS, 2005b].

Wie bereits beschrieben geht man bei der Berechnung von Fettmasse und fettfreier Masse davon aus, dass letztere einen Wassergehalt von 73% aufweist. Bei jeder anderen Verteilung des Wassergehalts kommt es bei der Berechnung mittels BIA mit hoher Wahrscheinlichkeit zu Fehlern [MONTAGNANI et al., 1998].

Bessere Informationen liefert in diesen Fällen die Analyse der elektrischen Eigenschaften der Körpergewebe mit der Verwendung von Rohwerten aus der Bioelektrischen Impedanzanalyse, wie Resistance, Reactance und Phasenwinkel. Vor allem der Phasenwinkel, gemessen bei 50 kHz, zeigte bereits in einigen Studien bei verschiedenen Krankheiten (z.B. Krebs, HIV und postoperative Komplikationen) eine hohe Vorhersagegenauigkeit für Prognose und Mortalität [MONTAGNANI et al., 1998] [GUPTA et al., 2008] [SCHWENK et al., 2000] [BARBOSA-SILVA und BARROS, 2005a].

Eine Studie von BARBOSA-SILVA et al. (2005) lieferte erste Referenzwerte für die Größe des Phasenwinkels. Der Phasenwinkel ist abhängig von Geschlecht, Alter, BMI und Fettgehalt des Körpers. Die Auswirkungen der Körperzusammensetzung auf diesen Wert sind sehr komplex und vor allem durch den BMI, den Körperfettgehalt und die Wechselwirkung zwischen diesen

Werten determiniert. Männer weisen einen signifikant höheren Phasenwinkel auf als Frauen. Im Alter verringert sich dessen Wert und ist aufgrund dessen wahrscheinlich nicht nur ein Indikator für Körperzusammensetzung und Ernährungsstatus, sondern auch für Funktionalität und Gesundheit im Allgemeinen. Mit einer Erhöhung des BMI steigt auch der Phasenwinkel. Erklären lässt sich dieses Ergebnis durch den direkten Zusammenhang des Phasenwinkels mit der Anzahl und Funktion von Zellmembranen und der Tatsache dass Personen mit höherem BMI auch einen höheren Zellanteil (Fett- oder Muskelzellen) aufweisen. Da die Größe des Phasenwinkels mit der Integrität der Zellmembran und der Wasserverteilung innerhalb und außerhalb der Zelle korreliert, gilt er außerdem als Indikator der Körperzellmasse. Bei Verlust der BCM sinkt der Wert des Phasenwinkels [BARBOSA-SILVA et al., 2005].

In Tabelle 6 ist die Einteilung der Phasenwinkel nach DÖRHÖFER und PIRLICH (2007) aufgelistet. Der Cut-Off-Point für das Vorliegen einer Mangelernährung ist für Frauen bei $<4,0^\circ$, bei Männern bei $<4,5^\circ$ angesetzt.

Tabelle 6: Beurteilung und Einteilung der Phasenwinkel-Werte [DÖRHÖFER und PIRLICH, 2007]

Frauen	Männer	Beurteilung von Ernährungs- und Trainingszustand
$> 7,5$	$> 7,9$	Meist nur im Leistungssport und bei Bodybuilding
6,5 - 7,5	7,0 - 7,9	„Sehr gut“
6,0 - 6,4	6,5 - 6,9	„Gut“
5,5 - 5,9	6,0 - 6,4	„Befriedigend“
5,0 - 5,4	5,5 - 5,9	„Ausreichend“
4,0 - 4,9	4,5 - 5,4	„Mangelhaft“
$< 4,0$	$< 4,5$	„Ungenügend“
$< 2,0$	$< 2,5$	Nur bei Inaktivitätsatrophie mit Muskelschwund

Im Gegensatz zu errechneten Parametern der BIA, die keine Assoziation zur Sterblichkeit hospitalisierter Personen zeigten, erwies sich der Phasenwinkel bei verschiedenen Krankheitszuständen als Indikator für Krankheitsverlauf und Mortalität. Wie sehr der PA mit dem Ernährungsstatus korreliert ist noch unklar. Ein niedriger PA ist jedoch mit einer erhöhten Sterblichkeit geriatrischer Patienten und einer schlechten Prognose assoziiert [WIRTH et al., 2010].

Auch klinische Malnutrition führt zu veränderten elektrischen Eigenschaften der Körpergewebe und äußert sich in einem erniedrigten Phasenwinkel. Weiters korreliert der Phasenwinkel signifikant mit Parametern der Muskelfunktion [NORMAN et al, 2007a].

In der nachstehenden Tabelle sind die wichtigsten Ursachen für auffällige Werte des Phasenwinkels aufgelistet.

**Tabelle 7: Wichtigste Ursachen für auffällige Werte des Phasenwinkels
[DÖRHÖFER und PIRLICH, 2007]**

Häufige Ursachen für hohe Werte:	Häufige Ursachen für niedrige Werte:
<ul style="list-style-type: none"> - Hohe Body Cell Mass, besonders durch hohe Muskelmasse (athletischer Konstitutionstyp) - Guter Trainingszustand - Hohes Membranpotential - Hohe Membrandichte - Hohe Zellhydratation - Guter Ernährungszustand der Zellen der BCM 	<ul style="list-style-type: none"> - Niedrige Body Cell Mass, besonders durch kleine Muskelmasse (asthenischer Konstitutionstyp) - Schlechter Trainingszustand - Niedriges Membranpotential - Niedrige Membrandichte - Niedrige Zellhydratation - Schlechter Ernährungszustand der Zellen der BCM - Inaktivitätsatrophie
<p>Der Phasenwinkel wird durch das Membranpotential der Zellen der BCM hervorgerufen. Er ist direkt proportional zu Menge (Oberfläche), Zelldichte und Ladezustand der BCM. Ein guter Ernährungs- und Trainingszustand geht mit erhöhtem Phasenwinkel einher.</p>	<p>Einen niedrigen Phasenwinkel findet man bei kleinem BCM-Anteil des Körpers (konstitutionsbedingt), bei schlechtem Zustand der BCM (Malnutrition) oder bei BCM-Schwund verschiedener Genese; vorübergehend auch bei diversen Noxen wie grippalem Effekt o.a.</p>

In einer Review kam WIRTH (2006) zu dem Ergebnis dass ein Grenzwert des Phasenwinkels $<4,0^\circ$ für ältere Menschen einen Risikowert darstellt und in der Regel mit anderen krankhaften Ernährungsparametern in Verbindung steht [WIRTH, 2006].

3. Material und Methode

3.1. Studienziele

Wie im vorangegangenen Teil dieser Diplomarbeit beschrieben, ist die erhöhte Mortalität durch eine Protein-Energie-Mangelernährung und damit verbundener Gewichtsverlust und Verlust an magerer Körpermasse bei geriatrischen Pflegeheimpatienten gut dokumentiert (siehe 2.3. Mangelernährung im Alter).

Mangelernährung im Alter, besonders bei geriatrischen Patienten, tritt leider häufig auf und stellt ein wichtiges Problem dar [SMOLINER et al., 2008]. Die Prävalenz liegt bei selbstständig lebenden Senioren bei 5-10% und steigt bei hospitalisierten oder im Heim lebenden Patienten auf 30-60% an [VELLAS et al., 2001].

Eine vorangegangene Studie im Pflegekrankenhaus „Haus der Barmherzigkeit“ kam zu dem Ergebnis dass die durchschnittliche Gesamtenergieaufnahme der Pflegehospitalbewohner und somit gleichzeitig auch die Nährstoffaufnahme zu gering waren. Die Gesamtenergiezufuhr erreichte im Mittel 1198 kcal/d. Bei der Nährstoffzufuhr war vor allem die Proteinaufnahme mit nur 0,7g/kgKG/d viel zu niedrig. Um die Ernährung pflegebedürftiger Senioren zu verbessern sollte weitere Forschungs- und Interventionsarbeit betrieben werden [STURTZEL et al., 2010] [STURTZEL, 2007].

Für gesunde ältere Menschen ab einem Alter von 65 Jahren liegt die Empfehlung für die Proteinzufuhr bei 0,8g/kgKG/d, was der Empfehlung für junge Erwachsene entspricht [PADDON-JONES et al., 2008]. Vor allem für ältere, gebrechliche und kranke Menschen wird jedoch eine Proteinaufnahme von 1,0-1,3g/kgKG/d diskutiert [GAILLARD et al., 2008].

Ob diese Empfehlung im Rahmen der üblichen Ernährungsgewohnheiten zu erreichen ist, wurde noch nicht ausreichend geklärt und ist ein Interventionsziel der PRINT-Studie (Protein-Intervention).

Inhalt der Studie ist eine Protein-Intervention auf insgesamt fünf Stationen des Pflegekrankenhauses „Haus der Barmherzigkeit“ („HdB“), Seeböckgasse 86 in 1160 Wien.

In der PRINT-Studie sollte untersucht werden, ob es möglich ist die Proteinaufnahme der Interventionsgruppe im Vergleich zur Kontrollgruppe zu verbessern. Ist es möglich die gewohnte Nahrung der Pflegehospitalbewohner soweit anzureichern, dass die empfohlene Proteinaufnahme von 0,9-1,0g/kgKG/d im Durchschnitt erreicht wird?

Weiters sollten die Auswirkung der proteinoptimierten Kost beobachtet und gemessen werden. Kann der Ernährungsstatus verbessert werden und verändert sich die Körperzusammensetzung?

In Tabelle 8 sind die primären Zielgrößen der PRINT-Studie und ihre jeweiligen Erhebungsmethoden aufgelistet.

Tabelle 8: Primäre Zielgrößen der PRINT-Studie und ihre Erhebungsmethode

- die anthropometrischen Daten: ermittelt durch die jeweiligen Patientenblätter
 - der Ernährungsstatus: erfasst mittels routinemäßiger Laboruntersuchungen
 - die Nährstoffaufnahme: erfasst mittels Wiegeprotokollen (durchgeführt von Diplomandinnen des Instituts für Ernährungswissenschaften)
 - die Körperzusammensetzung: ermittelt mittels Bioelektrischer Impedanzanalyse (Durchgeführt von Diplomandinnen des Instituts für Ernährungswissenschaften)
 - die Compliance: erfasst durch begleitende Beobachtung (durch Dr. Bärbel Sturtzel)
-

In einer vorangegangenen Studie zum Thema Ballaststoff-Anreicherung im „HdB“ konnten STURTZEL et al. (2009) durch gezielte Verbesserung von Rezepturen die Ballaststoffaufnahme der Pflegeheimbewohner verbessern. Die Intervention gelang da gern gegessene Speisen angereichert und so die Essgewohnheiten und Präferenzen der Teilnehmer berücksichtigt wurden [STURTZEL et al., 2009].

Auch aus anderen internationalen Studien geht hervor, dass ein ungewohntes Speisenangebot das Essverhalten von Senioren negativ beeinflusst und sogar zur Entstehung von Mangelernährung beitragen kann. Eine Speisenauswahl die sich nach den Wünschen der Senioren richtet und die nährstoffoptimierten Nahrungskomponenten in diese integriert führt hingegen zu einer hohen Compliance [STURTZEL und ELMADFA, 2009].

Gezieltes Krafttraining beugt in jedem Alter effektiv dem vorzeitigen Muskelabbau vor [ROUBENOFF, 2000b]. Beim geriatrischen und häufig multimorbiden Patienten ist das jedoch oft nicht mehr möglich. Der Teil der PRINT-Studie der in dieser Diplomarbeit behandelt wird, beschäftigt sich mit der Frage, ob eine proteinangereicherte Ernährung die Körperzellmasse, insbesondere den Phasenwinkel, verbessern kann.

3.2. Studiendesign

Die Studie wurde als prospektive, kontrollierte, offene, klinische Interventionsstudie im Zeitraum von September 2010 bis Mai 2011 (36 Wochen) geplant und durchgeführt. Für die vergleichende Beurteilung des Studienerfolges wurden eine Interventions- und eine Kontrollgruppe gebildet. Die Erhebungen der Daten erfolgten in Monat 1 (Studienbeginn), Monat 5 (Studienmitte) und Monat 9 (Studienende) der Intervention.

3.2.1. Quantitative Methoden

Erfassen des Ernährungsstatus:

- Die Energie- und Nährstoffaufnahme wurde mittels Wiegeprotokollen erfasst. Diese wurden in den drei Erhebungs-Monaten an jeweils drei Tagen einer Woche durchgeführt. (Näheres siehe: Diplomarbeit „Wie ändert sich Energie- und Nährstoffaufnahme durch Ernährungsoptimierung geriatrischer Patienten“ von Eva Maria Hölzl)
- Die anthropometrischen Daten wurden den Patientenblättern des Pflegehospitals entnommen.
- Die Körperzusammensetzung wurde mittels Bioelektrischer Impedanzanalyse ermittelt.
- Weiters wurden die vom Haus der Barmherzigkeit routinemäßig gewonnenen Laborparameter zur Analyse heran gezogen. Beobachtet wurden die Laborparameter Gesamteiweiß, Albumin (Näheres siehe: Diplomarbeit „Auswirkungen einer Optimierung der Proteinversorgung geriatrischer Patienten auf die Parameter des Proteinstatus“ von Katharina Fadinelli) und verschiedene Blutfettwerte (Näheres siehe: Diplomarbeit „Die Veränderung der Blutfettwerte in Abhängigkeit einer Proteinintervention bei geriatrischen Pflegeheimpatienten“ von Anita Schaller).

3.3. Studienteilnehmer

Für die Studie wurden 142 Pflegehospitalbewohner ausgewählt. Von der Studienpopulation ausgeschlossen wurden Bewohner mit demenziellen Erkrankungen, krankhaften Veränderungen im Darm und Ernährung durch eine PEG-Sonde. Als Einschlusskriterien galten ein Alter von >65 Jahren und die orale Nahrungsaufnahme. Um das Ergebnis der Protein-Intervention durch natürliche Lebensmittel nicht zu verfälschen wurden zusätzlich jene Bewohner vom Studienkollektiv ausgeschlossen, die Protein-Supplemente erhielten (13 Personen). Im Laufe der Studie verstarben 29 Personen, die Mortalitätsrate

betrug 19,8%. Im Studienkollektiv befanden sich letztendlich 85 Personen, davon 70 Frauen und 15 Männer.

Tabelle 9: Teilnahmekriterien der PRINT-Studie

Einschlusskriterien	Ausschlusskriterien
<ul style="list-style-type: none"> • Bewohner im „Haus der Barmherzigkeit“ • Alter >65 Jahre • orale Nahrungsaufnahme 	<ul style="list-style-type: none"> • fortgeschrittene demenzielle Erkrankungen • krankhafte Veränderungen im Darm • PEG-Sonde

Jedem Studienteilnehmer wurde ein anonymer Zahlencode zugeordnet (ID-Nummer), durch den er während der Studie identifiziert werden konnte.

3.4. Studiendurchführung

Die proteinoptimierten Speisen wurden in der Küche mittels proteinreichen Lebensmitteln wie Eiern, Milch und Milchprodukten angereichert und in den gewohnten Speiseplan der Pflegehospitalbewohner eingeplant. Die Speisen wurden über den Tag verteilt in moderaten Mengen angeboten, da diese Vorgehensweise von älteren Menschen am besten akzeptiert wird [CASTELLANOS et al., 2009].

Angereichert wurden Speisen, die von den Teilnehmern gern gegessen werden, wie Suppen, Kuchen und andere Nachspeisen, nach den Möglichkeiten des Speiseplans. Die Verzehrsgewohnheiten der geriatrischen Patienten sollte auf diese Weise nicht beeinflusst werden.

Es wurde versucht die Empfehlung von 0,9g Protein/kgKG für geriatrische Patienten zu erreichen. Bei einem durchschnittlichen Körpergewicht einer Referenzperson von 60 kg bedeutet das eine Supplementierung von 12g Protein/Tag/Patient zusätzlich zum normalen Proteingehalt der täglichen Nahrungsaufnahme ($0,2 \text{ g/kgKG} \times 60 \text{ kg} = 12\text{g Protein/Tag/Patient}$). Um diesen Wert zu erreichen wurden die Rezepte und der Ernährungsplan des Pflegekrankenhauses gezielt von der Diätologin modifiziert und optimiert.

Tabelle 10: Ist- und Soll-Wert der Protein- und Energieaufnahme bei den Bewohnern des „HdB“ [STURTZEL et al., 2010]

Gemessener Ist-Zustand von Protein- und Energieaufnahme (aus der Ballaststoffstudie, 2005)	Referenzwert für Protein- und Energieaufnahme beim älteren Menschen
≈ 0,7g Protein/kgKG/Tag	0,9g Protein/kgKG/Tag
≈ 1230 kcal/Tag	≈ 1500 -1800 kcal/Tag

Tabelle 10 zeigt die Ergebnisse der Ballaststoff-Studie und die wünschenswerte Zufuhr an Protein und Energie. In der PRINT-Studie sollten diese Werte genauer untersucht und verbessert sollte. Zusätzlich sollte überprüft werden ob die jeweilige Verbesserung auch einen Einfluss auf die Körperzusammensetzung und den allgemeinen Ernährungszustand hat.

Die küchentechnischen Maßnahmen zum Erreichen der empfohlenen Energie- und Proteinzufuhr wurden in zwei Phasen durchgeführt (Phase 1 und 2). In Phase 1 (Woche 01-36) wurde der Proteingehalt durch verschiedene Speisekomponenten bei der Zubereitung in der Küche optimiert. Zusätzlich zur normalen Energiezufuhr sollte eine Proteinzufuhr von 12g Protein/Tag/Patient erreicht werden. Die Diätologin plante hierfür vermehrt Sauerrahm, Creme Cuisine, Schlagobers, Eigelb und Naturjoghurt in die Speisenzubereitung ein.

In der nachstehenden Tabelle ist aufgelistet, welche durchschnittliche Anreicherung mit dieser Methode erreicht wurde (berechnet nach den Rezepten des Speiseplans).

In Phase 2 (Woche 23-36) wurden die Maßnahmen von Phase 1 weitergeführt. Zusätzlich bekamen die Pflegehospitalbewohner täglich mindestens ein Glas (125-200ml) Milch nach dem Frühstück durch das Pflegepersonal. Dies entspricht einer Proteinanreicherung von 5-8g Protein.

In Kombination mit der Anreicherung der Speisen in der Küche wurde die angestrebte Proteinzufuhr von 12g Protein/Tag/Person auf diese Weise mit den meisten Kostformen erreicht (siehe Tabelle 11).

Tabelle 11: Zusätzlich erreichte Protein-Anreicherung im Mittel

-
- Vollkost: 25% (≈ 3 von 12g Protein/Tag/Patient)
 - Leichte Vollkost: 33% (≈ 4 von 12g Protein/Tag/Patient)
 - Weiche Kost: 66% (≈ 8 von 12g Protein/Tag/Patient)
 - Gemixte Kost: 76% (≈ 9 von 12g Protein/Tag/Patient)
 - Diabetes: 5% ($\approx 0,7$ g/ von 12g Protein/Tag/Patient)
-

3.5. Methode „Die Bioimpedanzmessung“

3.5.1. Anthropometrische Daten

Größe und Gewicht der Studienteilnehmer werden routinemäßig monatlich vom Pflegepersonal gemessen und wurden aus den Patientenblättern entnommen. Ausgehend von diesen Daten wurde der BMI berechnet.

Die Klassifizierung der BMI-Werte erfolgte aufgrund der Einteilung nach den ESPEN Guidelines aus dem Jahr 2000, siehe Tabelle 4 [HACKL et al., 2006 nach ESPEN 2000].

Im Alter verliert der BMI aufgrund verschiedener morphologischer und physiologischen Veränderungen jedoch seine Aussagekraft für die Beurteilung des Ernährungszustandes. Chronische Mangelernährung kann zusätzlich ohne anfänglichen Gewichtsverlust bestehen. [WIRTH und MIKLIS, 2005].

Im Verlauf des Alterns verringert sich die Körpergröße (wie in Punkt 2.2.2.1. beschreiben) was bei gleichem Gewicht einen höheren BMI verursacht. Durch die Abnahme der Körpergröße kann auf der anderen Seite ein langsamer Gewichtsverlust unentdeckt bleiben. Auch der Hydrationszustand und die veränderte Körperzusammensetzung spiegeln sich nicht im BMI wieder [NEUHÄUSER–BERTHOLD et al., 2000].

BMI und auch der Bauchumfang als einzelne Parameter führen im Alter häufig zu einer Fehlbeurteilung des Ernährungszustandes und zu einer Unterschätzung der Ausprägung der Mangelernährung [HACKL et al., 2006].

Die Diagnose von Ernährungszustand und Mangelernährung ist im Alter aus den genannten Gründen schwierig und die klassischen anthropometrischen Daten sind dafür weniger verlässlich. Die Bestimmung der verschiedenen Körperkompartimente durch die Bioelektrische Impedanzanalyse hat in der Geriatrie als diagnostisches Instrument zunehmend an Bedeutung gewonnen [WIRTH und MIKLIS, 2005].

3.5.2. Bioelektrische Impedanzanalyse

Die Ergebnisse der Bioelektrischen Impedanzanalyse erlauben die Beurteilung der Körperzusammensetzung und stehen direkt in Zusammenhang mit einer bestehenden Mangelernährung. Die Messung ist außerdem einfach durchzuführen, nicht-invasiv und wurde aus diesen Gründen als Methode dieser Studie ausgewählt [WIRTH und MIKLIS, 2005] [WIRTH et al., 2010].

Für die Messung der Körperzusammensetzung wurde das Gerät 1500MDD der Firma Bodystat[®] verwendet. Dabei handelt es sich um ein tragbares, batteriebetriebenes Bioimpedanzanalyse-Gerät.

Mit der phasensensitiven Dualfrequenz-Messung werden Resistance, Reactance und Phasenwinkel bei 50 kHz, die Impedanz bei 5 und 50 kHz gemessen.

Die Berechnung wird mittels der Messung von Resistance (R), Reactance (Xc) und der Phasenverschiebung bei 5 und 50 kHz durchgeführt.

Die Bioimpedanzmessung wurde am Bett des jeweiligen Probanden durchgeführt. Die Studienteilnehmer mussten dafür 5 Minuten entspannen und in einer horizontalen Position liegen. Außerdem sollte mindestens eine Stunde vor der Messung weder Nahrung noch Flüssigkeit aufgenommen worden sein. Arme und Beine wurden vom Körper abgespreizt und wenn nötig mit Kissen fixiert. Die Extremitäten durften weder einander, den Rumpf oder äußere metallische Gegenstände berühren.

Schmuck und Uhren mussten nicht abgenommen werden und auch Osteosyntheseplatten und Herzschrittmacher beeinflussen die Messung nicht. Hand und Fuß mussten für die Messung unbekleidet sein. Die Elektroden wurden, wenn möglich, standardmäßig an der dominanten Körperhälfte angebracht. Im Fall von Prothesen, Zugängen oder verletzter Haut mussten die Elektroden an den gesunden Extremitäten angebracht werden. Für die Ableitung des Wechselstroms wurden jeweils 2 Elektroden der Firma Bodystat im Abstand von etwa 5 cm an Hand und Fuß aufgeklebt. Die Elektroden wurden nur einmal verwendet und nach jeder Messung entsorgt.

In Abbildung 3 ist die korrekte Positionierung der Elektroden abgebildet.

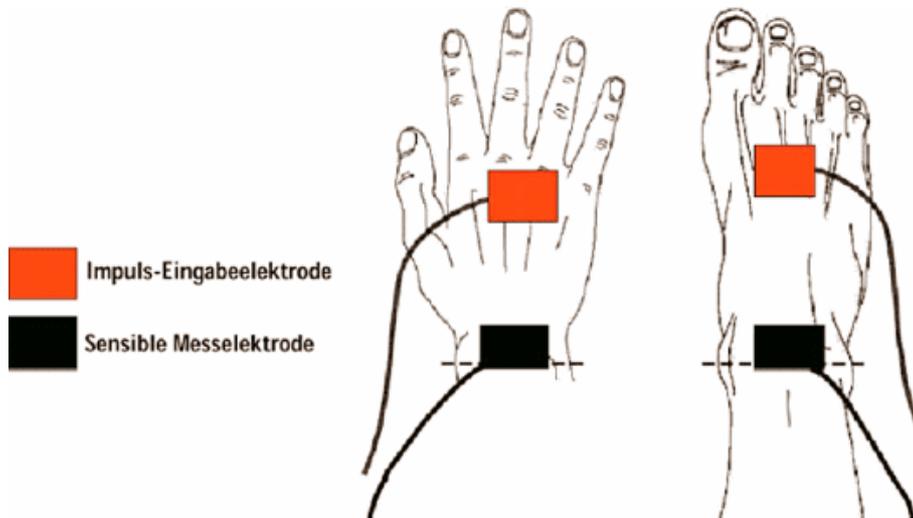


Abbildung 3: Korrekte Positionierung der Elektroden [MEDI CAL HEALTHCARE, 2011]

Tabelle 9 zeigt die standardisierten Bedingungen die für eine genaue BIA-Messung vorauszusetzen sind [PIRLICH et al., 2000].

Tabelle 9: Standardisierte Bedingungen für einer genaue BIA-Messung [PIRLICH et al., 2000]

-
- Präzise Messung von Körpergröße und –gewicht
 - Verwendung geeigneter Messelektroden
 - Vorgehende Reinigung der Haut mit Alkohol
 - Korrekte Elektrodenposition (Mindestabstand 5cm)
 - Messung immer an der gleiche Körperseite
 - Leicht abgespreizte Extremitäten
 - Liegezeit idealerweise 1 Stunde
 - Nicht unmittelbar nach dem Hinlegen messen
 - Mindestens 12 Stunden keine starke körperliche Aktivität
 - Mindestens 2-4 Stunden keine Nahrungsaufnahme
 - normale Raumtemperatur
-

Folgende Werte wurden durch die Bioelektrische Impedanzanalyse ermittelt:

- Körperwasser (in l und %)
- Magermasse (in kg und %)
- Magermasse trocken (in kg)
- Phasenwinkel (in °)
- Grundumsatz (in kcal/d)
- Körperfett (in kg und %)

Besonderes Augenmerk lag dabei auf der Entwicklung des Phasenwinkels. Er steht in direktem Zusammenhang mit anderen Ernährungsparametern und hat in Bezug auf viele chronische Erkrankungen auch einen prognostischen Wert. Laut WIRTH und MIKLIS (2005) ist ein Wert unter $4,0^\circ$ beim geriatrischen Patienten ein Indikator für Mangelernährung. Die Diagnose sollte jedoch erst mit weiteren Kriterien gestellt werden [WIRTH und MIKLIS, 2005].

Die Ergebnisse der BIA wurden sowohl im zugehörige Computerprogramm „Body Manager“ der Firma Bodystat[®] als auch auf Datenblättern dokumentiert.

3.6. Statistik

Die Messergebnisse wurden in EDV-Gerechter Verschlüsselung in das Programm Microsoft Excel übertragen. Die Datenbearbeitung und statistische Auswertung wurde mit der Statistik-Software PASW Statistics für Windows Version 18.0 durchgeführt.

Im Rahmen der deskriptiven Datenanalyse wurden für alle Variablen der Mittelwert, das Konfidenzintervall, sowie die Standardabweichung ermittelt.

Die Ergebnisse wurden grafisch in Form von Kreisdiagrammen, Balkendiagrammen und Box-Plots dargestellt.

Nach dem Kolmogorov-Smirnov-Test erwiesen sich die Ergebnis-Daten der PRINT-Studie als nicht normalverteilt. Die explorative Datenanalyse wurde daher mit Hilfe der nicht-parametrischen Tests durchgeführt.

Bei der Analyse von zwei Variablen wurde im Fall von unabhängigen Stichproben der U-Test nach Mann & Whitney, bei abhängigen Stichproben der Wilcoxon-Test angewendet.

Bei der Analyse mehrerer Variablen (k) wurde im Fall von unabhängigen Stichproben der H-Test nach Kruskal & Wallis, bei abhängigen Stichproben der Friedman-Test angewendet.

Die Ergebnisse wurden nach folgender Einteilung bewertet [nach TU BERLIN, 2011]:

Signifikanz: Irrtumswahrscheinlichkeit p	→ Bedeutung
$p > 0.05$	keine Signifikanz
$p = 0.05$	Trend ist erkennbar
$0.01 < p < 0.05$	signifikant
$0.001 < p < 0.01$	sehr signifikant
$p < 0.001$	höchst signifikant

Bei der Analyse von Korrelationen wurde die Rangkorrelation nach Spearman angewendet.

Diese wurden nach folgenden Korrelationskoeffizienten bewertet [nach TU BERLIN, 2011]:

Korrelation: Betrag des Korrelationskoeffizienten r → Bedeutung

$r = 0$	kein Zusammenhang
$r \leq 0.2$	sehr schwacher Zusammenhang
$0.2 < r \leq 0.5$	schwacher Zusammenhang
$0.5 < r \leq 0.7$	mittlerer Zusammenhang
$0.7 < r \leq 0.9$	starker Zusammenhang
$0.9 < r \leq 1$	sehr starker Zusammenhang

Die Prognostizität der verschiedenen Indikatoren hinsichtlich des Vorliegens einer Mangelernährung wurde mittels ROC-Analyse ermittelt.

Für statistische Vergleiche wurde das Studienkollektiv nach verschiedenen Kriterien aufgeteilt. Diese waren die Studiengruppe, das Geschlecht, die Alters-Klasse, die BMI-Klasse und die Phasenwinkel-Klasse.

4. Ergebnisse

4.1. Deskriptive Datenanalyse

4.1.1. Gesamt- und Studienkollektiv

An der PRINT-Studie nahmen insgesamt 142 Personen aus dem „Haus der Barmherzigkeit“ teil (Gesamtkollektiv=142 Fälle).

Aufgrund der Teilnahmekriterien (siehe Tabelle 8) wurden Personen die das 65. Lebensjahr noch nicht erreicht hatten nicht in das Studienkollektiv aufgenommen. Eine Person wurde während der Studiendauer entlassen und ebenfalls ausgeschlossen.

Während der Studie verstarben 29 Personen, davon 7 die Sondennahrung erhielten.

Personen die während der Studiendauer Sondennahrung oder Protein-Supplemente erhielten wurden vom Studienkollektiv ausgeschlossen.

Für einige vergleichende Berechnungen wurden die Fälle in denen Supplemente verabreicht wurden jedoch in das Studienkollektiv miteinbezogen (angegeben als: Studienkollektiv plus Supplemente=98 Fälle).

Im regulären Studienkollektiv befanden sich letztendlich 85 Personen, die ausschließlich oral ernährt wurden.

Tabelle 12: Verteilung im Gesamtkollektiv

Orale Nahrungsaufnahme	85 Personen
Protein-Supplemente	13 Personen (davon 2 verstorben)
Sonden-Nahrung	17 Personen (davon 7 verstorben)
<65 Jahre	4 Personen
entlassen	1 Person
verstorben	29 Personen
GESAMT	142 Personen

Das Studienkollektiv unterteilt sich weiter in die Interventions- und die Kontrollgruppe. Auf zwei der fünf Stationen des Pflegehospitals fand die Protein-Intervention statt. Die Interventionsgruppe setzte sich aus 39 Personen zusammen (entspricht einem prozentualen Anteil von 45,9%), die Kontrollgruppe aus 46 Personen (entspricht einem Anteil von 54,1%).

Die zum Teil variierenden Fallzahlen ergeben sich durch nicht durchführbare Messungen aufgrund von Krankenhausaufenthalten der Bewohner oder Verbänden und Verletzungen die das Anbringen der Elektroden nicht ermöglichte.

4.1.2. Altersverteilung im Studienkollektiv

Das Alter der Studienteilnehmer im Studienkollektiv lag zwischen 66 und 97 Jahren, das Durchschnittsalter betrug $85,34 \pm 7,69$.

Das durchschnittliche Alter der weiblichen Studienteilnehmer lag bei $86,93 \pm 6,79$ Jahren, bei den Männern bei $77,93 \pm 7,51$ Jahren.

Personen ab dem 65. Lebensjahr lassen sich in drei Alterskategorien unterteilen, die nicht nur das biologische Alter sondern auch die Funktionsleistung und Selbstständigkeit beschreiben sollen. Diese drei Kategorien sind: „Go-Go's“ (65-75 Jahre), „Slow-Go's“ (75-85 Jahre) und „No-Go's“ (>85 Jahre). Obwohl der Großteil der Studienteilnehmer (75,3%) nicht mehr mobil sondern bettlägerig waren soll diese Einteilung hier zur weiteren statistischen Charakterisierung verwendet werden.

Tabelle 13: Häufigkeiten der Alters-Klassen

Go-Go's (65-75 Jahre)	14,1%
Slow-Go's (75-85 Jahre)	24,7%
No-Go's (>85 Jahre)	61,2%

4.1.3. Geschlechterverteilung im Studienkollektiv

Von 85 Personen im Studienkollektiv waren 70 Frauen und 15 Männer. Dies entspricht einer prozentualen Verteilung von 82,4% zu 17,6%.

In der Interventionsgruppe (39 Personen) befanden sich 29 Frauen und 10 Männer. Von den 46 Personen der Kontrollgruppe waren 41 Frauen und 5 Männer.

4.1.4. Verteilung der Kostformen im Studienkollektiv

Im Haus der Barmherzigkeit werden verschiedene Kostformen angeboten die in der nachstehenden Tabelle, inklusive ihrer Häufigkeit, aufgelistet sind.

Tabelle 14: Kostformen und ihre Häufigkeit

Kostform	Häufigkeit	Prozent
Vollkost	39	45,9%
Leichte Vollkost	5	5,9%
Diabetes Vollkost	21	24,7%
Diabetes weich	5	5,9%
Weiche Kost	5	5,9%
Gemixte Kost	8	9,4%
Stoffwechselkost	2	2,4%

Die prozentuale Verteilung der Kostformen ist in der nachstehenden Grafik abgebildet.

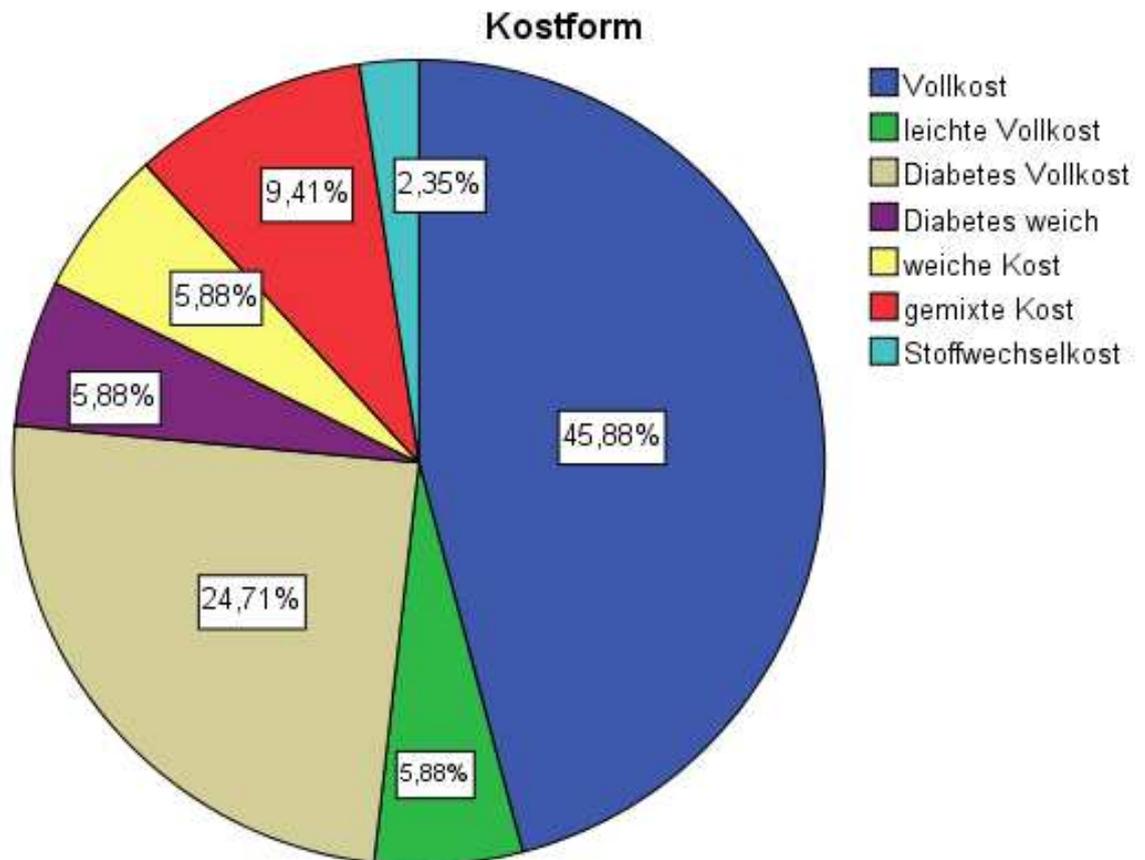


Abbildung 4: Prozentuale Verteilung der Kostformen

4.1.5. Gewicht im Studienkollektiv getrennt nach Geschlecht

Das Gewicht der weiblichen Studienteilnehmer lag am Beginn der Studie zwischen 44,00 kg und 100,40 kg und im Mittel bei 66,79 kg \pm 14,36. Bei den männlichen Teilnehmern lag das Gewicht zwischen 58 kg und 112,70 kg und betrug durchschnittlich 84,21 kg \pm 15,41.

4.1.6. Body Mass Index im Studienkollektiv

Die BMI-Verteilung im gesamten Studienkollektiv lässt sich der nachstehenden Grafik entnehmen.

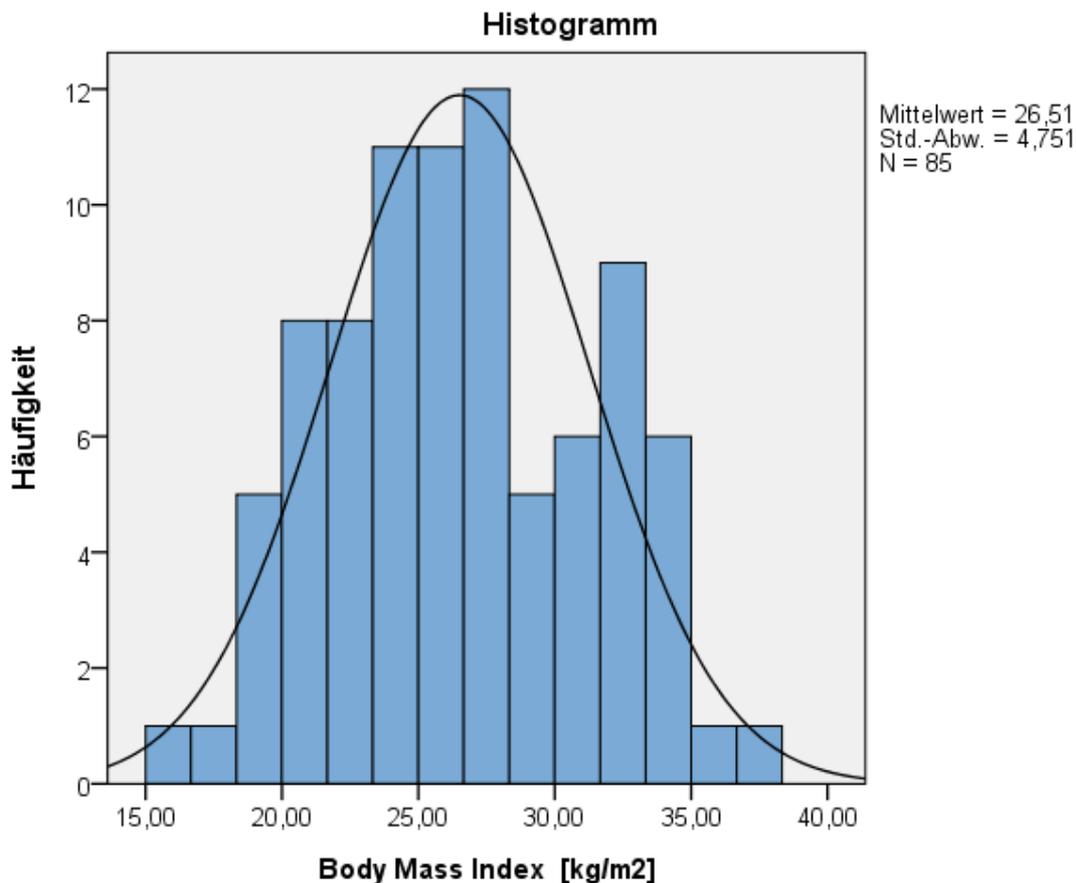


Abbildung 5: BMI-Verteilung im Studienkollektiv zu Studienbeginn

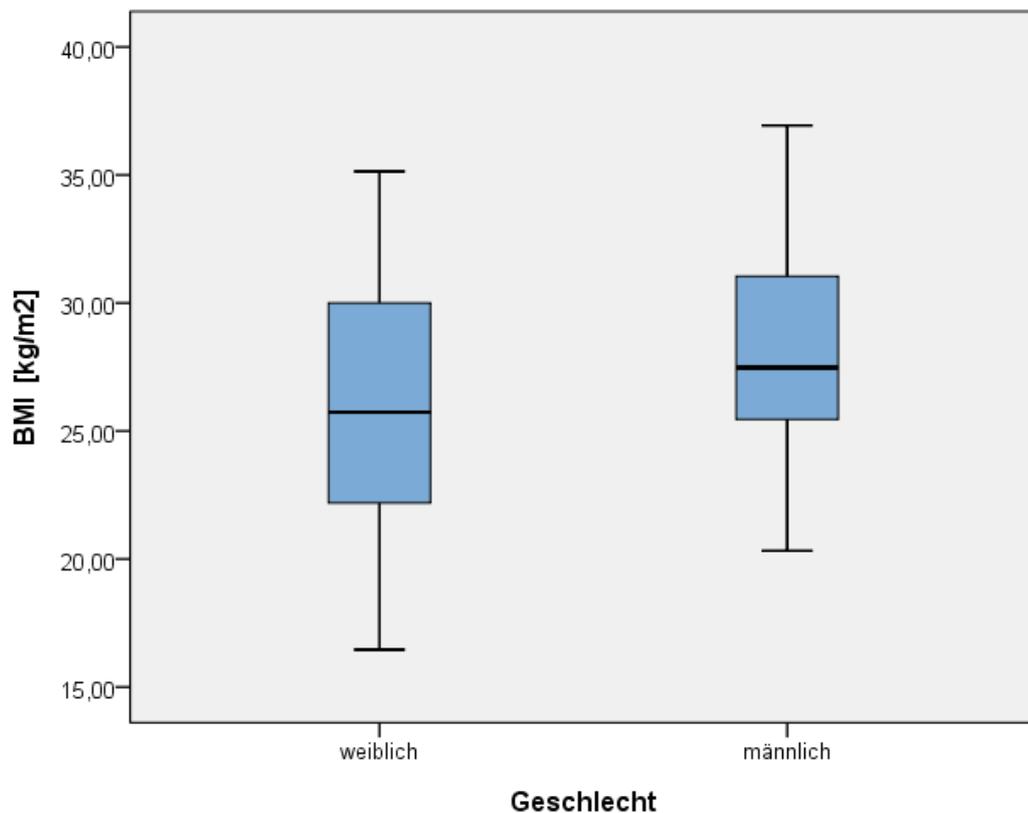
4.1.6.1. Body Mass Index getrennt nach Geschlecht

Eingeteilt in die Gruppen der BMI-Beurteilung nach geriatrischen Kriterien (nach ESPEN 2000) und getrennt nach Geschlecht lässt sich erkennen, dass 37,1% der Frauen und 26,7% der Männer normalgewichtig sind. Die Häufigkeiten der weiteren BMI-Kategorien sind in der nachstehenden Tabelle aufgelistet.

Tabelle 15: BMI-Klassen der Studienteilnehmer, getrennt nach Geschlecht

BMI-Gruppe	Frauen	Männer
Schwere Malnutrition ($< 18,5 \text{ kg/m}^2$)	2,9%	0%
leichte Malnutrition ($18,5 - 19,9 \text{ kg/m}^2$)	7,1%	0%
Risiko für Malnutrition ($20 - 21,9 \text{ kg/m}^2$)	12,9%	13,3%
Normalgewicht ($22 - 26,9 \text{ kg/m}^2$)	37,1%	26,7%
Präadipositas ($27 - 29,9 \text{ kg/m}^2$)	12,9%	26,7%
Adipositas ($> 29,9 \text{ kg/m}^2$)	27,1%	33,3%

Der BMI der weiblichen Studienteilnehmer lag im Mittel bei $26,19 \text{ kg/m}^2 \pm 4,78$ (Minimum: 16,46; Maximum: 35,14). Der durchschnittliche BMI der männlichen Teilnehmer lag bei $27,99 \text{ kg/m}^2 \pm 4,49$ (Minimum: 20,33; Maximum: 36,93). Die Verteilung der BMI-Werte getrennt nach Geschlecht ist im nachfolgenden Boxplot abgebildet.

**Abbildung 6: Verteilung der BMI-Werte getrennt nach Geschlecht**

Nach dem Cut-Off-Point angesetzt bei $<22 \text{ kg/m}^2$ galten 22,9% der Frauen und 13,3% der Männer als mangelernährt. Vom gesamten Studienkollektiv wurden laut BMI 21,2% als mangelernährt eingestuft.

Auf der folgenden Seite sind die Verteilungen der BMI-Werte getrennt nach Geschlecht und zusätzlich gegliedert in Interventions- und Kontrollgruppe in Form eines Boxplots abgebildet. Nachfolgend sind die zugehörigen Werte in Tabelle 16 aufgelistet.

Die Verteilung der BMI-Werte bei Frauen und Männern unterscheidet sich nach dem Mann-Whitney-U-Test weder in der Interventions- ($p=0,108$) noch in der Kontrollgruppe ($p=0,685$) signifikant.

Tabelle 16: BMI getrennt nach Studiengruppe und Geschlecht

Gruppe	Geschlecht	N	Min.	Max.	Mittelwert	
Intervention	w	BMI [kg/m^2]	29	19,20	33,56	25,90 ($\pm 3,73$)
		Gültige Werte	29			
	m	BMI [kg/m^2]	10	20,33	32,93	28,12 ($\pm 3,89$)
		Gültige Werte	10			
Kontrolle	w	BMI [kg/m^2]	41	16,46	35,14	26,39 ($\pm 5,43$)
		Gültige Werte	41			
	m	BMI [kg/m^2]	5	21,30	36,93	27,72 ($\pm 6,02$)
		Gültige Werte	5			

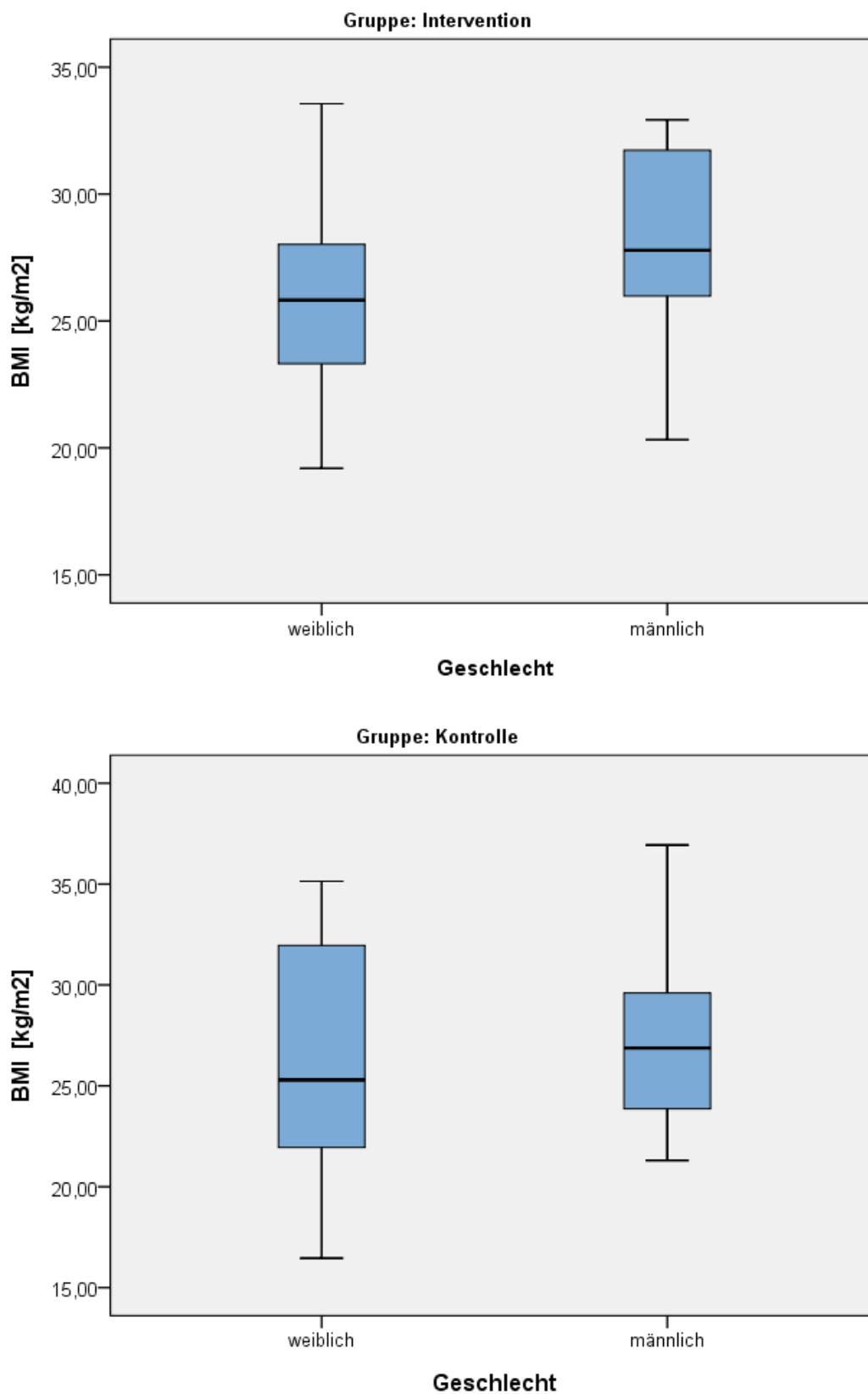


Abbildung 7: BMI getrennt nach Studiengruppe und Geschlecht

4.1.6.2. Body Mass Index getrennt nach Alter

In der folgenden Tabelle sind die Mittelwerte des Body Mass Index in den drei verschiedenen Alters-Klassen aufgelistet.

Tabelle 17: BMI getrennt nach Alters-Klassen

		N	Min.	Max.	Mittelwert
Go-Go's	BMI [kg/m ²]	12	20,33	36,93	28,47 (±4,77)
	Gültige Werte	12			
Slow-Go's	BMI [kg/m ²]	21	19,20	35,14	26,42 (±5,30)
	Gültige Werte	21			
No-Go's	BMI [kg/m ²]	52	16,46	34,16	26,09 (±4,49)
	Gültige Werte	52			

Die Ergebnisse zeigen dass der Body Mass Index mit dem Alter abnimmt.

Nach dem Kruskal-Wallis-Test für unabhängige Stichproben unterscheidet sich die Verteilung der BMI-Werte in den drei Alters-Klassen jedoch nicht signifikant.

In Abbildung 8 ist diese Verteilung grafisch in Form eines Box-Plots abgebildet.

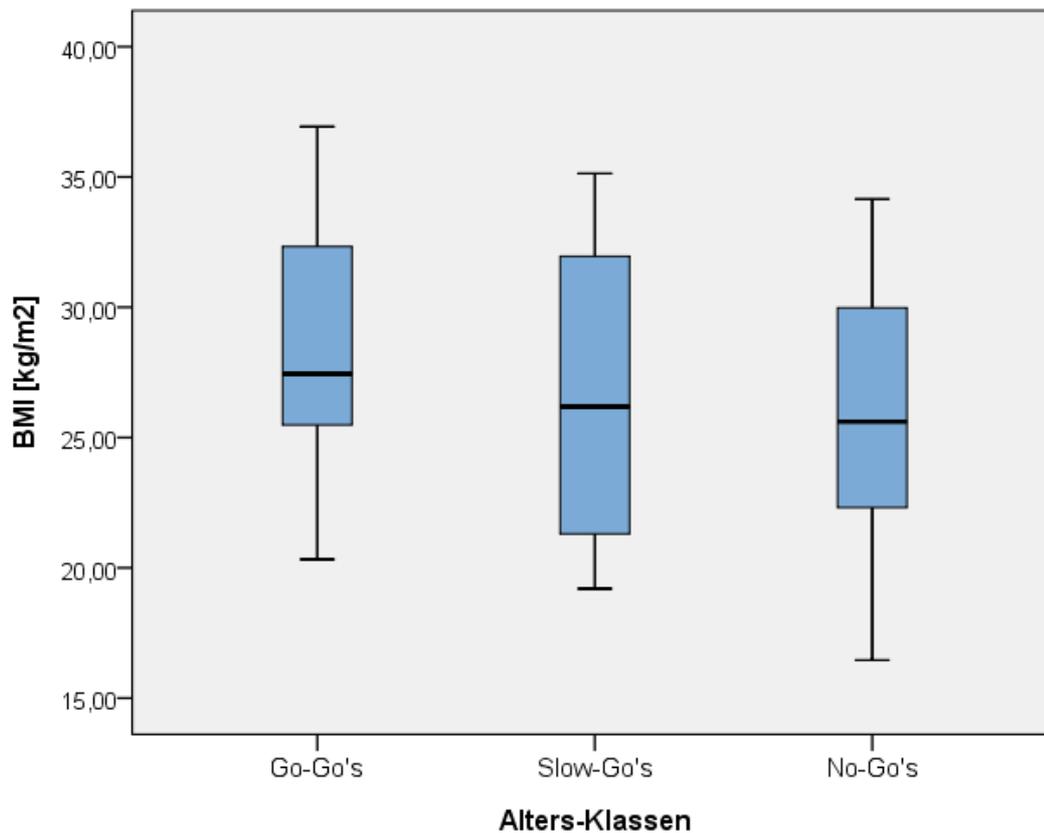


Abbildung 8: Verteilung der BMI-Werte in den Alters-Klassen

4.1.6.3. Body Mass Index getrennt nach Studiengruppe

Aufgeteilt nach Interventions- und Kontrollgruppe lag der BMI in der Interventionsgruppe im Mittel bei $26,47 \text{ kg/m}^2 \pm 3,85$ (Minimum: 19,20; Maximum: 33,56), in der Kontrollgruppe bei $26,54 \text{ kg/m}^2 \pm 5,44$ (Minimum: 16,46; Maximum: 36,93).

Die Verteilung der BMI-Werte in den beiden Studiengruppen ist im nachstehenden Box-Plot abgebildet.

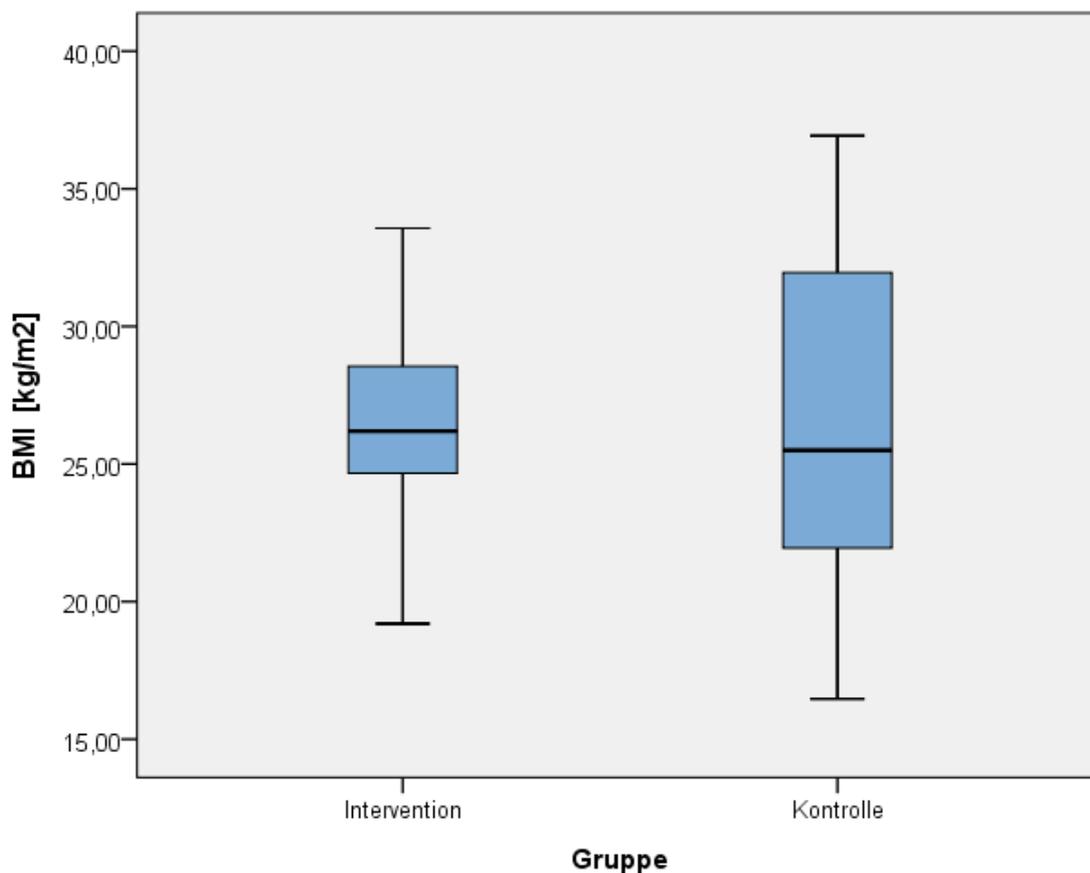


Abbildung 9: Verteilung der BMI-Werte in den Studiengruppen

Die Verteilung der BMI-Werte unterscheidet sich zwischen den Studiengruppen nicht signifikant ($p=0,839$).

4.1.7. Körperzusammensetzung getrennt nach Geschlecht

Die Unterschiede in der Körperzusammensetzung zwischen Männern und Frauen wurde in Kapitel 2.1. „Die Körperzusammensetzung des Menschen“ bereits dargestellt. Tabelle 18 zeigt die durchschnittlichen Anteile der verschiedenen Körperkompartimente getrennt nach Geschlecht. Zusätzlich sind die Ergebnisse des durchschnittlichen Grundumsatzes und des Phasenwinkels aufgelistet.

Tabelle 18: Vergleich der Körperkompartimente zwischen Mann und Frau

	Frauen	Männer
Körperwasser [%]	48,17% ($\pm 6,93$)	52,31% ($\pm 5,16$)
Magermasse [%]	53,49% ($\pm 6,16$)	66,51% ($\pm 4,57$)
Trockene Magermasse [kg]	4,07 kg ($\pm 2,80$)	12,34 kg ($\pm 3,86$)
Körperfett [%]	46,50% ($\pm 6,15$)	33,49% ($\pm 4,57$)
Phasenwinkel [°]	3,34° ($\pm 0,64$)	4,16° ($\pm 1,18$)
Grundumsatz [kcal]	1210,76 kcal	1662,43 kcal

Die Ergebnisse der Mittelwerte der verschiedenen Körperkompartimente, des Phasenwinkels und des mittleren Grundumsatzes spiegeln die bekannten Unterschiede zwischen Frauen und Männern wieder und unterschieden sich nach dem U-Test nach Mann & Whitney auf einem Niveau von 0,05 signifikant. So liegen der prozentuale Anteil an Körperwasser ($p=0,024$) und Magermasse ($p<0,001$), sowie der Anteil an trockener Magermasse ($p<0,001$), bei den Männern deutlich höher. Im Gegensatz dazu haben die weiblichen Teilnehmer einen höheren Fettanteil ($p<0,001$). Auch der Grundumsatz unterscheidet sich signifikant ($p<0,001$).

4.1.8. Körperzusammensetzung getrennt nach Mangelernährung

Bei einem Wert des Phasenwinkels unter 4° bei Frauen und unter $4,5^\circ$ bei Männern gelten Personen als mangelernährt. Nimmt man diese Werte als Cut-Off-Point lässt sich das Studienkollektiv in mangelernährte (81,2%) und nicht mangelernährte (18,8%) Patienten einteilen. Der mittlere Wert des Phasenwinkels liegt in der Gruppe „ohne Mangelernährung“ bei $4,86^\circ \pm 0,66$. In der Gruppe der „mangelernährten“ Patienten liegt er bei $3,23^\circ \pm 0,53$ ($p < 0,001$). In Tabelle 19 sind die Unterschiede in der Körperzusammensetzung dieser zwei Gruppen dargestellt.

Tabelle 19: Körperzusammensetzung getrennt nach Mangelernährung

	Keine Mangelernährung	Mangelernährung
Gewicht [kg]	78,21 ($\pm 15,73$)	68,25 ($\pm 15,68$)
BMI [kg/m ²]	28,96 ($\pm 3,43$)	26,08 ($\pm 4,87$)
Körperwasser [%]	47,66 ($\pm 5,63$)	49,08 ($\pm 7,03$)
Magermasse [%]	57,66 ($\pm 9,17$)	55,29 ($\pm 7,36$)
Magermasse trocken [kg]	8,34 ($\pm 5,51$)	4,92 ($\pm 3,86$)
Körperfett [%]	42,34 ($\pm 9,17$)	44,70 ($\pm 7,36$)

Nach dem U-Test nach Mann & Whitney zeigen sich bei der Körperzusammensetzung zwischen „nicht mangelernährten“ und „mangelernährten“ Personen einige signifikante Unterschiede.

Das Gewicht liegt mit einem p-Wert von 0,042 in der Gruppe ohne Mangelernährung deutlich höher als bei Mangelernährung. Genauso verhält sich der BMI mit einer Signifikanz von $p=0,033$.

Sowohl beim prozentualen Anteil an Körperwasser ($p=0,344$), als auch bei der Magermasse ($p=0,469$) und der Fettmasse ($p=0,473$) zeigten sich keine signifikanten Unterschiede. Der absolute Wert der trockenen Magermasse unterscheidet sich jedoch signifikant ($p=0,032$) und fällt bei nicht mangelernährten Personen etwa doppelt so hoch aus.

4.1.9. Phasenwinkel im Studienkollektiv

4.1.9.1. Phasenwinkel getrennt nach Geschlecht

Der Phasenwinkel der weiblichen Studienteilnehmer lag im Mittel bei $3,34^\circ \pm 0,64$ (Minimum: 2,1; Maximum: 5,1), der der männlichen Teilnehmer mit $4,16^\circ \pm 1,18$ (Minimum: 2,2; Maximum: 6,5) deutlich höher.

Die Verteilung der Werte des Phasenwinkels zwischen den Geschlechtern ist nach dem Mann-Whitney-U-Test mit einem p-Wert von 0,007 sehr signifikant unterschiedlich. Im folgenden Box-Plot sind die Werte grafisch abgebildet.

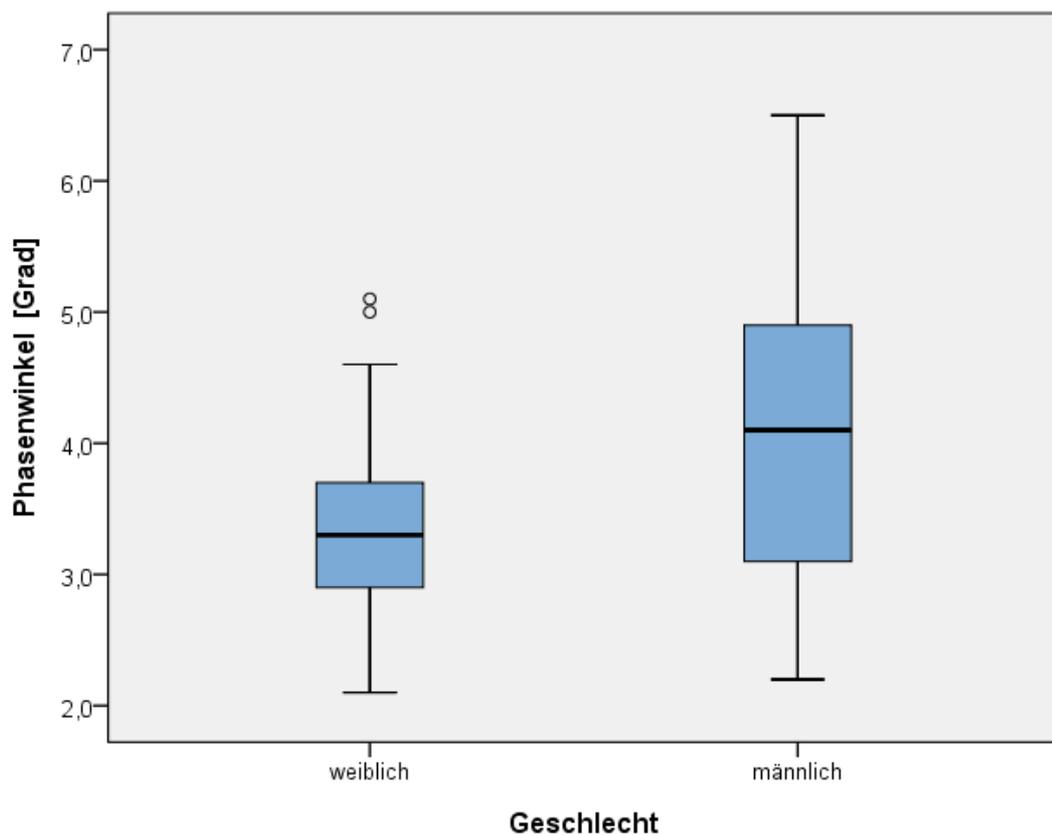


Abbildung 10: Phasenwinkel getrennt nach Geschlecht

In der nachstehenden Tabelle sind die Werte des Phasenwinkels des Studienkollektivs in die verschiedenen Beurteilungs-Klassen des Phasenwinkels, getrennt nach Geschlecht, eingeteilt.

Tabelle 20: Prozentuale Verteilung der Phasenwinkel-Klassen im Studienkollektiv, getrennt nach Geschlecht

	Frauen	Männer
Inaktivitätsatrophie und Muskelschwund (<2,0°<2,5°)	-	6,7%
Ungenügend (<4,0°<4,5°)	85,7%	53,3%
Mangelhaft (4,0-4,9°/4,5-5,4°)	11,4%	20,0%
Ausreichend (5,0-5,4°/5,5-5,9°)	2,9%	6,7%
Befriedigend (5,5-5,9°/6,0-6,4°)	-	-
Gut (6,0-6,4°/6,5-6,9°)	-	6,7%
Sehr gut (6,5-7,5°/7,0-7,9°)	-	-
Fehlende Werte	-	6,7%

Unter einem Wert <4,0° bei Frauen und <4,5° bei Männern gelten Personen als Mangelernährt.

Es ist deutlich erkennbar dass der Großteil der Studienteilnehmer, 85,7% der Frauen und 60,0% der Männern, nur einen ungenügenden Wert des Phasenwinkels aufweisen und somit als mangelernährt eingestuft werden können.

Ohne Aufteilung des Geschlechts galten 81,2% des Studienkollektivs als mangelernährt.

4.1.9.2. Phasenwinkel getrennt nach Alter

In der folgenden Tabelle sind die Werte des Phasenwinkels getrennt nach Alter abgebildet. Der Phasenwinkel sinkt laut den Ergebnissen mit dem Alter.

Der Phasenwinkel der Gruppe der „Go-Go's“ ist nach dem Mann-Whitney-U-Test signifikant höher als jener der „Slow-Go's“ und der „No-Go's“ ($p=0,026$).

Tabelle 21: Phasenwinkel getrennt nach Alters-Klasse

		N	Min.	Max.	Mittelwert
Go-Go's	Phasenwinkel [°]	11	2,8	5,6	4,13 ($\pm 0,85$)
	Gültige Werte	11			
Slow-Go's	Phasenwinkel [°]	21	2,6	4,9	3,48 ($\pm 0,63$)
	Gültige Werte	21			
No-Go's	Phasenwinkel [°]	52	2,1	6,5	3,34 ($\pm 0,81$)
	Gültige Werte	52			

Im Box-Plot auf der folgenden Seite sind die Verhältnisse grafisch abgebildet.

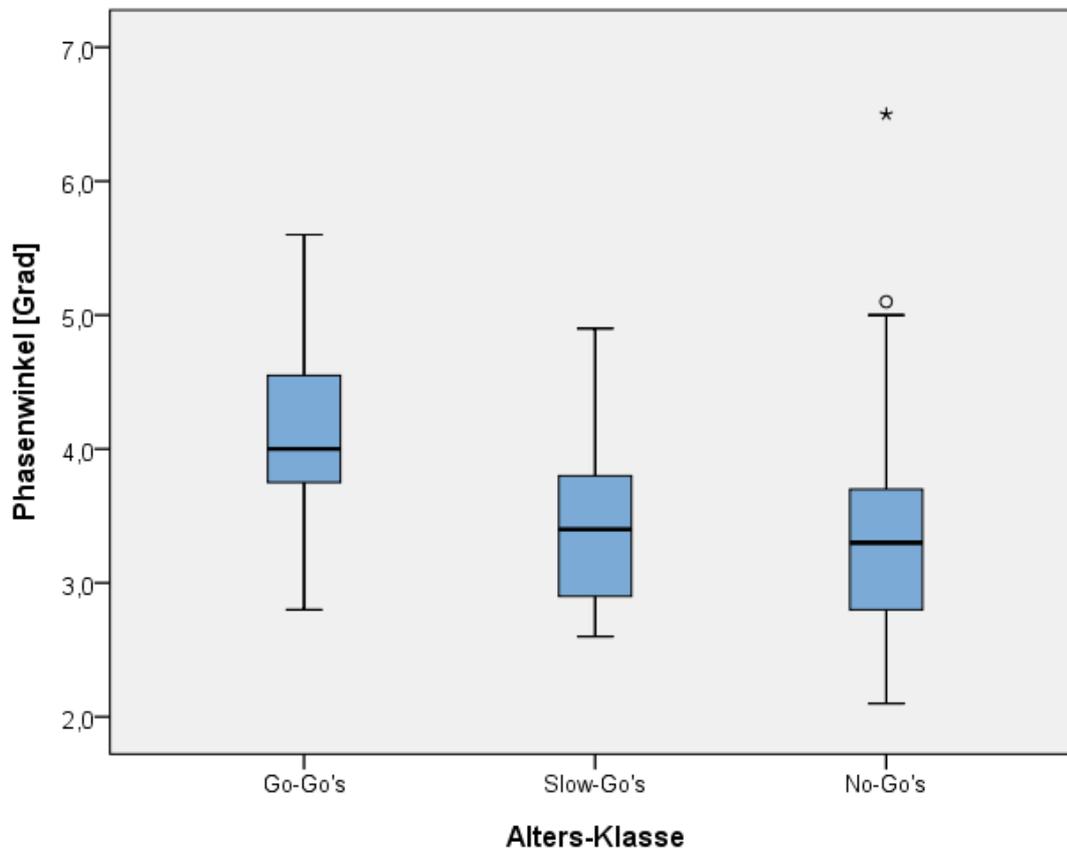


Abbildung 11: Phasenwinkel getrennt nach Alters-Klasse

4.1.9.3. Phasenwinkel getrennt nach Studiengruppe

Aufgeteilt nach Interventions- und Kontrollgruppe lag der Phasenwinkel zu Studienbeginn bei $3,72^{\circ} \pm 0,93$ (Minimum: 2,2; Maximum: 6,5) in der Interventionsgruppe und bei $3,28^{\circ} \pm 0,64$ (Minimum: 2,1; Maximum: 5,2) in der Kontrollgruppe. Diese Verteilung ist im nachstehenden Box-Plot grafisch abgebildet.

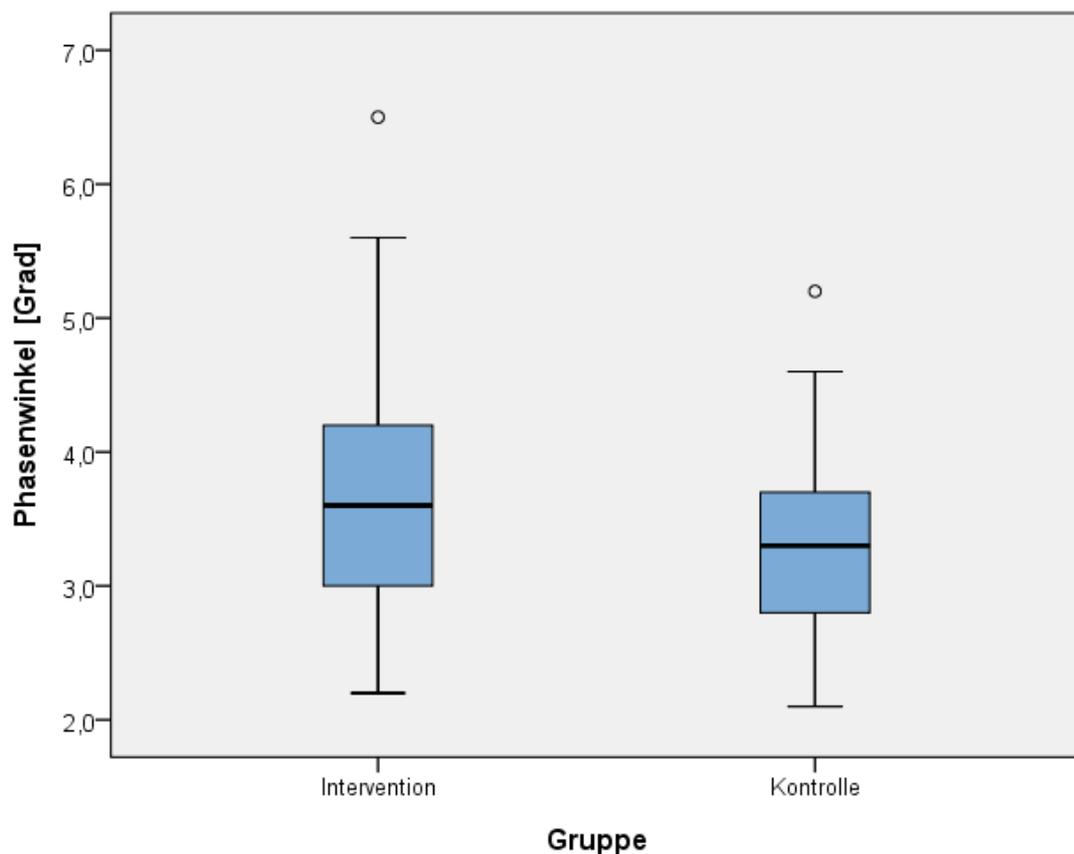


Abbildung 12: Verteilung des Phasenwinkels getrennt nach Studiengruppe

Die Grafik zeigt dass der Phasenwinkel in der Interventionsgruppe bereits zu Studienbeginn deutlich höher lag als in der Kontrollgruppe. Dies lässt sich teilweise durch den Anteil der männlichen Studienteilnehmer begründen, der in der Interventionsgruppe doppelt so hoch (10 männliche Teilnehmer) als in der Kontrollgruppe (5 männliche Teilnehmer) ausfällt. Die Verteilung der Werte unterscheidet sich auf einem Niveau von 0,05 signifikant ($p=0,026$).

4.2. Explorative Datenanalyse

4.2.1. Korrelation zwischen Phasenwinkel und Body Mass Index

Mittels der Rangkorrelation nach Spearman sollte der Zusammenhang von Phasenwinkel und BMI aufgezeigt werden. In Tabelle 22 ist die Korrelation zwischen den Klassen des BMI (siehe Tabelle 4) und den Klassen des Phasenwinkels (siehe Tabelle 6) abgebildet. Es zeigt sich eine signifikante aber schwache Korrelation mit einem Wert von $r=0,220$.

Vergleicht man jedoch die einzelnen Werte des BMI und des Phasenwinkels, zeigt sich keine Korrelation ($r=0,145$, Tabelle 23).

Tabelle 22: Korrelation zwischen BMI- und Phasenwinkel-Klassen

			BMI-Klasse	Phasenwinkel-Klasse
Spearman-Rho	BMI-Klasse	Korrelationskoeffizient	1,000	,220*
		Sig. (2-seitig)	.	,044
		N	85	84
	Phasenwinkel-Klasse	Korrelationskoeffizient	,220*	1,000
		Sig. (2-seitig)	,044	.
		N	84	84

*. Die Korrelation ist auf dem 0,05 Niveau signifikant (zweiseitig).

Tabelle 23: Korrelation zwischen BMI und Phasenwinkel

			BMI [kg/m ²]	Phasenwinkel [°]
Spearman-Rho	BMI [kg/m ²]	Korrelationskoeffizient	1,000	,145
		Sig. (2-seitig)	.	,187
		N	85	84
	Phasenwinkel [°]	Korrelationskoeffizient	,145	1,000
		Sig. (2-seitig)	,187	.
		N	84	84

In Tabelle 24 sind die mittleren Werte des Phasenwinkels abhängig von den verschiedenen BMI-Klassen aufgelistet.

Tabelle 24: Phasenwinkel abhängig von BMI-Klasse

BMI-Gruppe	Phasenwinkel [°]
Schwere Malnutrition (< 18,5 kg/m ²)	2,65° (±0,78)
leichte Malnutrition (18,5 – 19,9 kg/m ²)	3,10° (±0,74)
Risiko für Malnutrition (20 – 21,9 kg/m ²)	3,39° (±0,39)
Normalgewicht (22 – 26,9 kg/m ²)	3,48° (±0,75)
Präadipositas (27 – 29,9 kg/m ²)	3,42° (±0,75)
Adipositas (> 29,9 kg/m ²)	3,70° (±1,02)

Mit dem Body Mass Index steigt auch der Phasenwinkel kontinuierlich an. Die Verteilung der Werte unterscheidet sich zwischen den BMI-Klassen nach dem Kruskal-Wallis-Test jedoch nicht signifikant ($p=0,650$). Auch bei Vergleichen einzelner BMI-Klassen miteinander konnte kein signifikanter Unterschied festgestellt werden.

In der nachfolgenden Abbildung ist dieser Zusammenhang grafisch abgebildet.

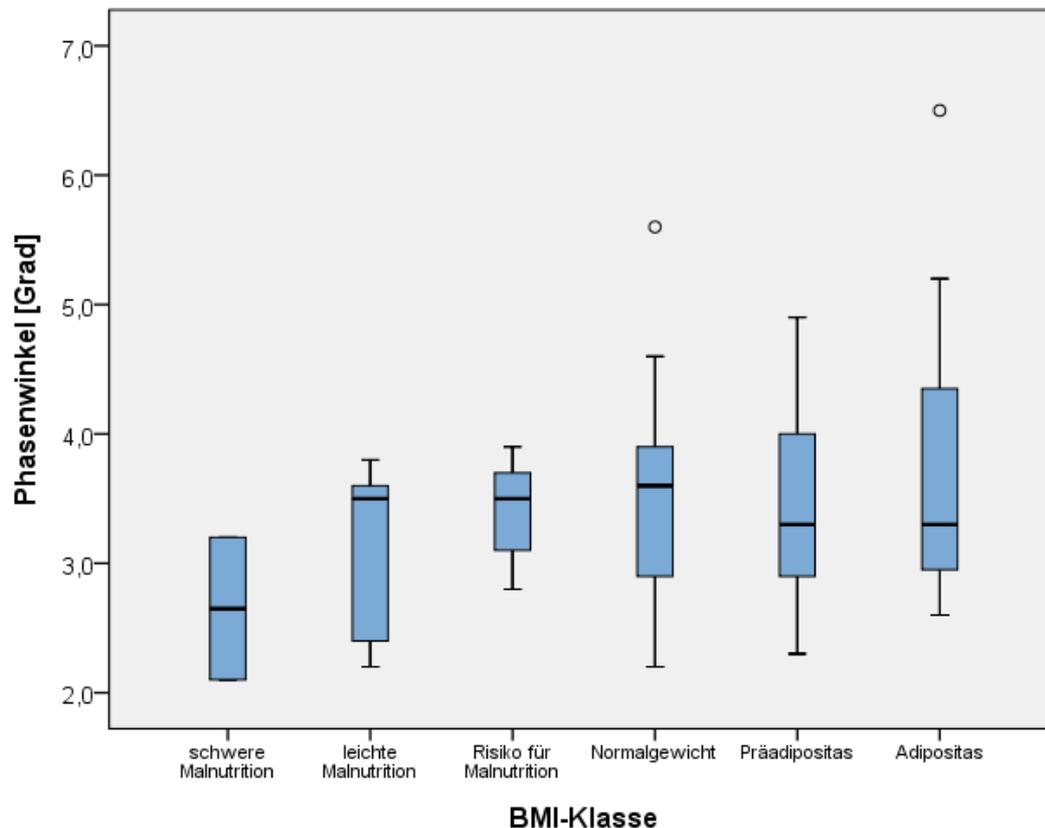


Abbildung 13: Verteilung des Phasenwinkels abhängig von BMI-Klasse

4.2.2. Korrelation zwischen Body Mass Index und Körperzusammensetzung

In Tabelle 25 ist der Zusammenhang zwischen dem BMI und den verschiedenen Körperkompartimenten abgebildet. Die Berechnung wurde mit Hilfe der Rangkorrelation nach Spearman durchgeführt.

Besonders stark korreliert der BMI mit dem Körpergewicht ($r=0,888$) und der trockenen Magermasse ($r=0,612$). Eine schwächere Korrelation zeigt sich zum Körperfett ($r=0,342$). Bei Körperwasser ($r= -0,716$) und Magermasse ($r= -0,342$) besteht eine negative Korrelation, was bedeutet dass diese Werte sinken wenn der BMI steigt.

Tabelle 25: Korrelation zwischen BMI und Körperzusammensetzung

			BMI1 [kg/m ²]	Gewicht [kg]	Körper- wasser1 [%]	Mager- masse1 [%]	Mager- masse Tr.1[kg]	Körper- fett1 [%]
Spearman- Rho	BMI [kg/m ²]	Korrelations- koeffizient	1,000	,888**	-,716**	-,342**	,612**	,342**
		Sig. (2-seitig)	.	,000	,000	,001	,000	,001
		N	85	85	84	84	84	84
Gewicht [kg]	Gewicht [kg]	Korrelations- koeffizient	,888**	1,000	-,605**	-,078	,863**	,076
		Sig. (2-seitig)	,000	.	,000	,482	,000	,490
		N	85	85	84	84	84	84
Körper- wasser [%]	Körper- wasser [%]	Korrelations- koeffizient	-,716**	-,605**	1,000	,783**	-,307**	-,782**
		Sig. (2-seitig)	,000	,000	.	,000	,004	,000
		N	84	84	84	84	84	84
Mager- masse1 [%]	Mager- masse1 [%]	Korrelations- koeffizient	-,342**	-,078	,783**	1,000	,304**	-1,000**
		Sig. (2-seitig)	,001	,482	,000	.	,005	,000
		N	84	84	84	84	84	84
Mager- masse Tr. [kg]	Mager- masse Tr. [kg]	Korrelations- koeffizient	,612**	,863**	-,307**	,304**	1,000	-,306**
		Sig. (2-seitig)	,000	,000	,004	,005	.	,005
		N	84	84	84	84	84	84
Körper- fett1 [%]	Körper- fett1 [%]	Korrelations- koeffizient	,342**	,076	-,782**	-1,000**	-,306**	1,000
		Sig. (2-seitig)	,001	,490	,000	,000	,005	.
		N	84	84	84	84	84	84

** . Die Korrelation ist auf dem 0,01 Niveau signifikant (zweiseitig).

4.2.3. Korrelation zwischen Phasenwinkel und Körperzusammensetzung

Der Phasenwinkel hingegen korreliert hingegen nur schwach mit dem Gehalt der Magermasse ($r=0,285$) und des Körperfetts ($r= -0,284$).

Tabelle 26: Korrelation zwischen Phasenwinkel und Körperzusammensetzung

			Phasen- winkel [°]	Gewicht [kg]	Körper- wasser1 [%]	Mager- masse1 [%]	Mager- masse Tr. [kg]	Körper- fett1 [%]
Spearman -Rho	Phasen- winkel [°]	Korrelations- koeffizient	1,000	,132	,121	,285**	,178	-,284**
		Sig. (2-seitig)	.	,231	,273	,009	,104	,009
		N	84	84	84	84	84	84
Gewicht [kg]	Korrelations- koeffizient		,132	1,000	-,605**	-,078	,863**	,076
		Sig. (2-seitig)	,231	.	,000	,482	,000	,490
		N	84	85	84	84	84	84
Körper- wasser [%]	Korrelations- koeffizient		,121	-,605**	1,000	,783**	-,307**	-,782**
		Sig. (2-seitig)	,273	,000	.	,000	,004	,000
		N	84	84	84	84	84	84
Mager- masse [%]	Korrelations- koeffizient		,285**	-,078	,783**	1,000	,304**	-,1000**
		Sig. (2-seitig)	,009	,482	,000	.	,005	,000
		N	84	84	84	84	84	84
Mager- masse Tr. [kg]	Korrelations- koeffizient		,178	,863**	-,307**	,304**	1,000	-,306**
		Sig. (2-seitig)	,104	,000	,004	,005	.	,005
		N	84	84	84	84	84	84
Körper- fett [%]	Korrelations- koeffizient		-,284**	,076	-,782**	-,1000**	-,306**	1,000
		Sig. (2-seitig)	,009	,490	,000	,000	,005	.
		N	84	84	84	84	84	84

** . Die Korrelation ist auf dem 0,01 Niveau signifikant (zweiseitig).

4.2.4. Entwicklung des Gewichts in der Studiengruppen

In der folgenden Tabelle ist die Gewichtsentwicklung in den beiden Studiengruppen, getrennt nach Geschlecht, aufgelistet.

Tabelle 27: Gewichtsentwicklung in den Studiengruppen, getrennt nach Geschlecht

Gruppe	Geschlecht		N	Min.	Max.	Mittelwert	
Intervention	w	Gewicht 1 [kg]	29	44,00	100,40	65,87 ($\pm 12,33$)	
		Gewicht 2 [kg]	29	42,10	104,40	65,84 ($\pm 11,87$)	
		Gewicht 3 [kg]	29	34,30	107,00	64,99 ($\pm 12,59$)	
		Gültige Werte	29				
	m	Gewicht 1 [kg]	10	64,40	112,70	86,37 ($\pm 15,45$)	
		Gewicht 2 [kg]	10	66,00	117,30	86,17 ($\pm 16,82$)	
		Gewicht 3 [kg]	10	63,50	118,00	85,54 ($\pm 17,87$)	
		Gültige Werte	10				
	Kontrolle	w	Gewicht 1 [kg]	41	46,00	98,00	67,44 ($\pm 15,76$)
			Gewicht 2 [kg]	41	41,30	98,80	65,93 ($\pm 15,88$)
Gewicht 3 [kg]			41	40,00	99,40	65,09 ($\pm 15,68$)	
Gültige Werte			41				
m		Gewicht 1 [kg]	5	58,00	103,00	79,90 ($\pm 16,11$)	
		Gewicht 2 [kg]	5	61,00	114,00	81,96 ($\pm 19,88$)	
		Gewicht 3 [kg]	5	66,30	113,40	84,14 ($\pm 18,41$)	
		Gültige Werte	5				

Die Veränderung des Gewichts zeigt sich nach der einfaktoriellen Varianzanalyse nach Friedman nur bei den weiblichen Studienteilnehmern der Kontrollgruppe signifikant ($p=0,019$).

4.2.5. Entwicklung des Body Mass Index in den Studiengruppen

In der folgenden Tabelle sind die gemittelten Ergebnisse der BMI-Werte zu Studienbeginn (BMI 1), Studienmitte (BMI 2) und Studienende (BMI 3) aufgelistet.

Tabelle 28: Entwicklung des BMI, getrennt nach Studiengruppe

Gruppe		N	Min.	Max	Mittelwert
Intervention	BMI 1 [kg/m ²]	39	19,20	33,56	26,47 (±3,85)
	BMI 2 [kg/m ²]	39	18,71	34,27	26,43 (±3,70)
	BMI 3 [kg/m ²]	39	15,24	34,54	26,13 (±4,17)
	Gültige Werte	39			
Kontrolle	BMI 1 [kg/m ²]	46	16,46	36,93	26,54 (±5,44)
	BMI 2 [kg/m ²]	46	15,36	40,88	26,13 (±5,85)
	BMI 3 [kg/m ²]	46	14,87	40,66	25,91 (±5,75)
	Gültige Werte	46			

Der mittlere Body Mass Index nimmt in beiden Gruppen ab. Diese Veränderung ist nach der einfaktoriellen Varianzanalyse nach Friedman jedoch weder in der Interventionsgruppe ($p=0,758$) noch in der Kontrollgruppe ($p=0,063$) signifikant.

Die Veränderung des BMI im Verlauf der Studie ist in der nächsten Abbildung grafisch dargestellt.

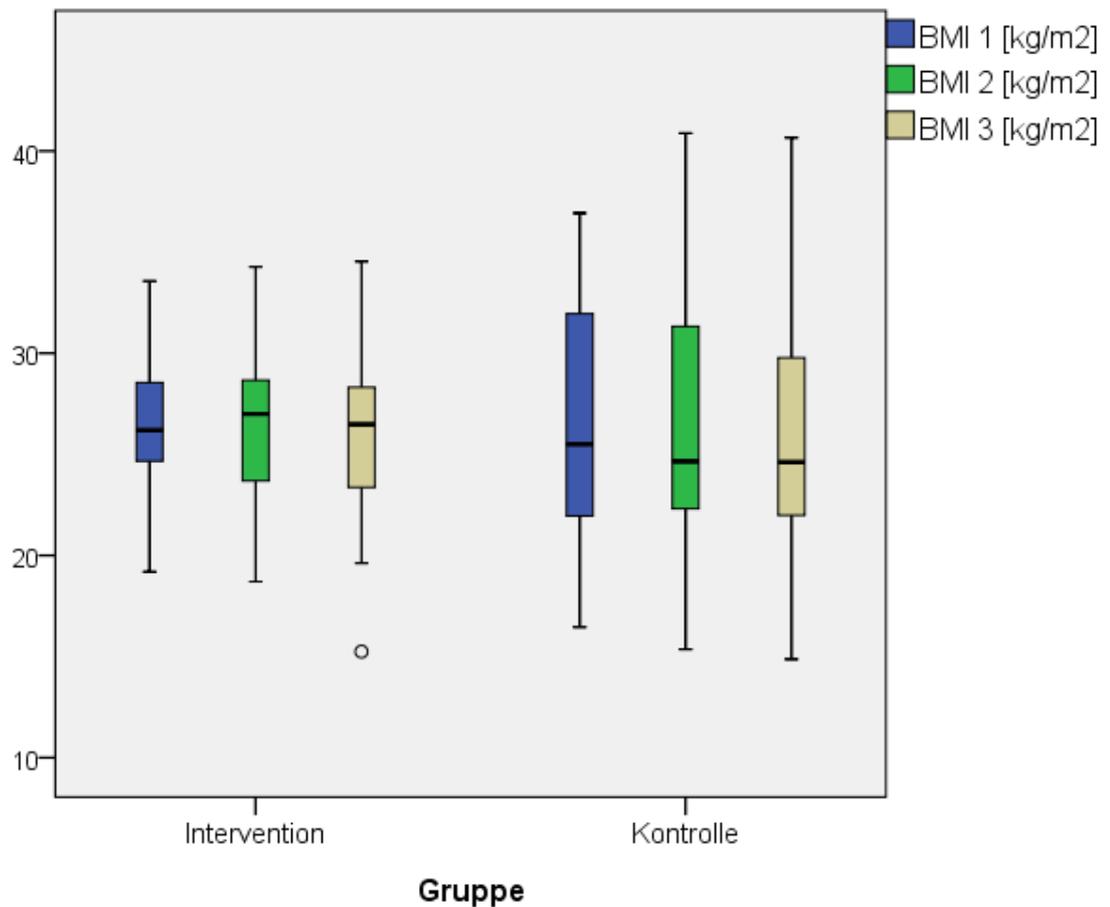


Abbildung 14: Entwicklung des BMI, getrennt nach Studiengruppe

Unterteilt man die Studienteilnehmer zusätzlich in die drei Alters-Klassen der „Go-Go’s“, „Slow-Go’s“ und „No-Go’s“ zeigt sich lediglich in der Gruppe der „No-Go’s“ der Kontrollgruppe eine signifikante Abnahme des BMI ($p=0,048$ nach Friedmans einfaktorierter Varianzanalyse).

Die BMI-Werte aller Altersgruppen getrennt nach Studiengruppe sind auf der nächsten Seite aufgelistet.

Tabelle 29: Entwicklung des BMI, getrennt nach Studiengruppe und Alters-Klasse

			N	Min.	Max.	Mittelwert
Intervention	Go-Go's	BMI 1 [kg/m ²]	8	20,33	32,93	27,22 (±3,98)
		BMI 2 [kg/m ²]	8	20,83	34,27	26,91 (±4,55)
		BMI 3 [kg/m ²]	8	21,97	34,48	26,65 (±4,74)
		Gültige Werte	8			
	Slow-Go's	BMI 1 [kg/m ²]	8	19,20	32,33	25,48 (±4,23)
		BMI 2 [kg/m ²]	8	21,37	32,16	26,24 (±3,41)
		BMI 3 [kg/m ²]	8	20,14	34,32	25,93 (±4,33)
		Gültige Werte	8			
	No-Go's	BMI 1 [kg/m ²]	23	19,56	33,56	26,56 (±3,78)
		BMI 2 [kg/m ²]	23	18,71	33,70	26,33 (±3,64)
		BMI 3 [kg/m ²]	23	15,24	34,54	26,02 (±4,10)
		Gültige Werte	23			
Kontrolle	Go-Go's	BMI 1 [kg/m ²]	4	25,21	36,93	30,99 (±5,81)
		BMI 2 [kg/m ²]	4	21,64	40,88	31,12 (±8,39)
		BMI 3 [kg/m ²]	4	21,53	40,66	31,12 (±8,03)
		Gültige Werte	4			
	Slow-Go's	BMI 1 [kg/m ²]	13	19,26	35,14	27,00 (±5,95)
		BMI 2 [kg/m ²]	13	19,11	35,16	26,59 (±5,85)
		BMI 3 [kg/m ²]	13	19,12	35,76	26,23 (±5,93)
		Gültige Werte	13			
	No-Go's	BMI 1 [kg/m ²]	29	16,46	34,16	25,72 (±5,02)
		BMI 2 [kg/m ²]	29	15,36	34,53	25,23 (±5,32)
		BMI 3 [kg/m ²]	29	14,87	35,64	25,05 (±5,15)
		Gültige Werte	29			

4.2.6. Entwicklung der Körperzusammensetzung in den Studiengruppen

In den folgenden Tabellen ist die Veränderung der verschiedenen Körperkompartimente im Verlauf der Proteinintervention abgebildet.

4.2.6.1. Körperwasser

Nach der einfaktoriellen Varianzanalyse nach Friedman ist der Anstieg des Körperwassers in der Kontrollgruppe mit einem Wert von $p=0,020$ signifikant (Interventionsgruppe: $p=0,392$).

Nach einer weiteren Unterteilung nach Geschlecht zeigt sich, dass die Veränderung nur bei den weiblichen Teilnehmern signifikant ist ($p=0,030$). In der Interventionsgruppe zeigte sich keine signifikante Veränderung des Wassergehalts.

In Tabelle 30 sind die zugehörigen Werte aufgelistet.

Tabelle 30: Entwicklung des Körperwassers, getrennt nach Studiengruppe

		N	Min.	Max.	Mittelwert
Intervention	Körperwasser1 [%]	38	39,70	62,90	50,02 ($\pm 5,96$)
	Körperwasser2 [%]	37	36,60	82,40	50,57 ($\pm 7,99$)
	Körperwasser3 [%]	38	41,10	64,80	50,57 ($\pm 5,51$)
	Gültige Werte	36			
Kontrolle	Körperwasser1 [%]	46	34,20	64,30	47,91 ($\pm 7,38$)
	Körperwasser2 [%]	46	38,20	69,30	49,27 ($\pm 7,11$)
	Körperwasser3 [%]	44	37,70	71,50	50,73 ($\pm 7,00$)
	Gültige Werte	44			

4.2.6.2. Magermasse

Auch die Veränderung der Messergebnisse der Magermasse wurde mit Hilfe der Varianzanalyse nach Friedmann überprüft.

Für den prozentualen Anteil der Magermasse ergab sich sowohl in der Interventionsgruppe ($p=0,586$) als auch in der Kontrollgruppe ($p=0,174$) keine signifikante Veränderung.

Genauso verhält es sich mit dem absoluten Wert der trockenen Magermasse mit einem Wert von $p= 0,948$ in der Interventionsgruppe und $p=0,264$ in der Kontrollgruppe.

In Tabelle 31 und 32 sind die zugehörigen Werte aufgelistet.

Tabelle 31: Entwicklung der Magermasse, getrennt nach Studiengruppe

		N	Min.	Max.	Mittelwert
Intervention	Magermasse 1 [%]	38	43,40	75,50	57,90 ($\pm 7,22$)
	Magermasse 2 [%]	37	42,60	76,80	58,42 ($\pm 7,90$)
	Magermasse 3 [%]	38	41,60	73,80	58,10 ($\pm 7,20$)
	Gültige Werte	36			
Kontrolle	Magermasse 1 [%]	46	39,80	71,10	53,81 ($\pm 7,58$)
	Magermasse 2 [%]	46	43,40	72,50	54,50 ($\pm 7,26$)
	Magermasse 3 [%]	44	43,60	74,50	56,20 ($\pm 7,90$)
	Gültige Werte	44			

Tabelle 32: Entwicklung der trockenen Magermasse, getrennt nach Studiengruppe

		N	Min.	Max.	Mittelwert
Intervention	Magermasse tr.1 [kg]	38	0,00	19,20	6,29 ($\pm 4,76$)
	Magermasse tr.2 [kg]	37	0,00	19,60	6,14 ($\pm 4,58$)
	Magermasse tr.3 [kg]	38	0,00	19,60	6,29 ($\pm 4,70$)
	Gültige Werte	36			
Kontrolle	Magermasse tr.1 [kg]	46	0,00	14,70	4,75 ($\pm 3,80$)
	Magermasse tr.2 [kg]	46	0,00	15,10	4,62 ($\pm 3,78$)
	Magermasse tr.3 [kg]	44	0,00	15,30	4,63 ($\pm 4,01$)
	Gültige Werte	44			

4.2.6.3. Körperfett

In beiden Gruppen zeigte sich nach der einfaktoriellen Varianzanalyse nach Friedman auch bei der Veränderung der Körperfett-Werte keine signifikante Veränderung (Interventionsgruppe: $p=0,586$; Kontrollgruppe: $p=0,118$).

Tabelle 33: Entwicklung des Körperfetts, getrennt nach Studiengruppe

		N	Min.	Max.	Mittelwert
Intervention	Körperfett1 [%]	38	24,50	56,60	42,10 ($\pm 7,22$)
	Körperfett2 [%]	37	23,20	57,40	41,58 ($\pm 7,90$)
	Körperfett3 [%]	38	26,20	58,40	41,90 ($\pm 7,20$)
	Gültige Werte	36			
Kontrolle	Körperfett1 [%]	46	28,90	60,20	46,18 ($\pm 7,58$)
	Körperfett2 [%]	46	27,50	56,60	45,50 ($\pm 7,26$)
	Körperfett3 [%]	43	25,50	56,40	43,63 ($\pm 7,91$)
	Gültige Werte	43			

4.2.7. Entwicklung des Phasenwinkels in den Studiengruppen

Von besonderem Interesse bei der Auswertung der Studienergebnisse war die Entwicklung des Phasenwinkels im Vergleich zwischen Interventions- und Kontrollgruppe. In Tabelle 34 sind die mittleren Werte, inklusive ihrer Standardabweichung, aufgelistet.

Tabelle 34: Entwicklung des Phasenwinkels, getrennt nach Studiengruppe

	Phasenwinkel [°] Studienbeginn	Phasenwinkel [°] Studienmitte	Phasenwinkel [°] Studienende
Interventionsgruppe	3,72° (±0,93)	3,80° (±0,98)	3,75° (±0,81)
Kontrollgruppe	3,28° (±0,64)	3,33° (±0,71)	3,12° (±0,72)

Sowohl in der Interventions- als auch in der Kontrollgruppe stieg der Mittelwert des Phasenwinkels bis zur zweiten Messung in der Studienmitte an. Bis zum Studienende sank der mittlere Wert ebenfalls in beiden Gruppen. Jedoch hielt sich der Mittelwert des Phasenwinkels in der Interventionsgruppe über dem Ausgangswert, wohingegen er in der Kontrollgruppe unter den Ausgangswert fiel.

Dieses Ergebnis zeigt sich nach der Friedmans einfaktoriellen Varianzanalyse nach Rängen auf einem Signifikanzniveau von $p=0,05$ doppelt signifikant. Die Signifikanz liegt in der Interventionsgruppe bei $p=0,007$, in der Kontrollgruppe bei $p=0,012$.

Besonders gut ist dieser Verlauf in der nachstehenden Grafik in Form eines Box-Plots erkennbar.

Nachfolgend sind in Tabelle 35 die dazu gehörigen Werte aufgelistet.

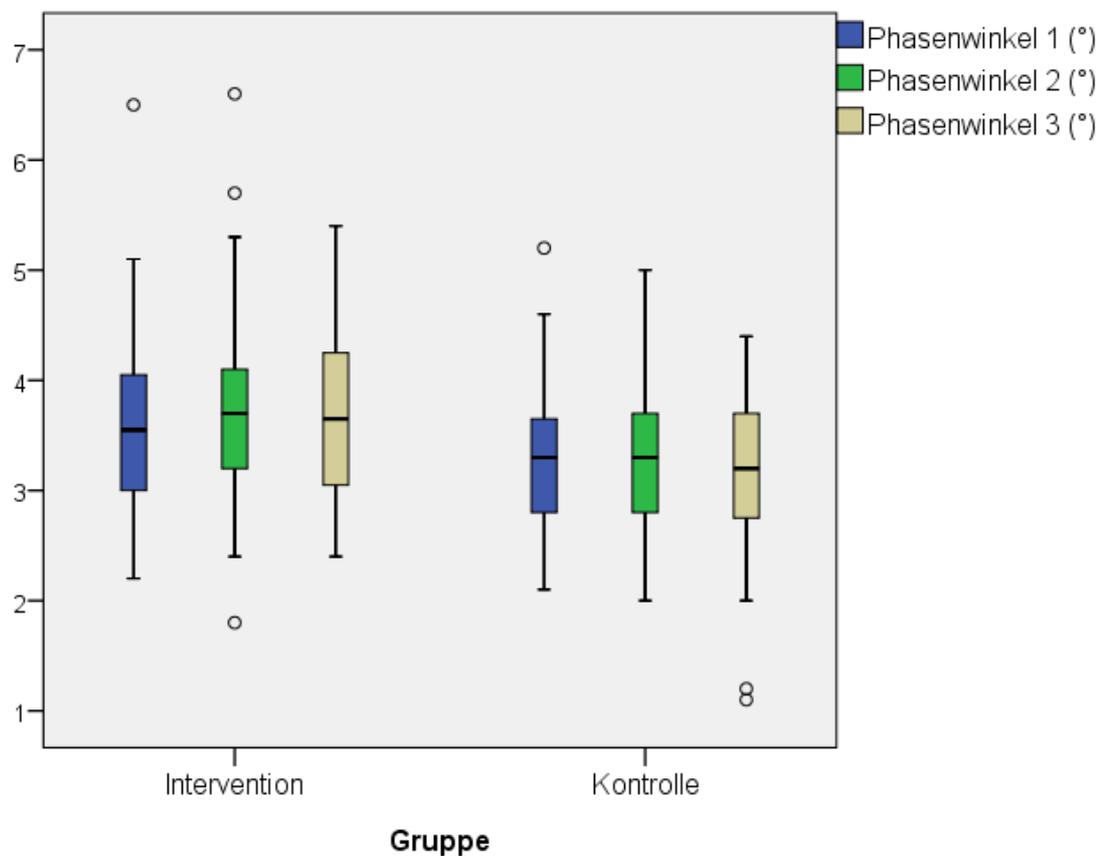


Abbildung 15: Entwicklung des Phasenwinkels, getrennt nach Studiengruppe

Tabelle 35: Entwicklung des Phasenwinkels, getrennt nach Studiengruppe

Gruppe		N	Min.	Max.	Mittelwert
Intervention	Phasenwinkel 1 [°]	38	2,2	6,5	3,72 ($\pm 0,93$)
	Phasenwinkel 2 [°]	37	1,8	6,6	3,80 ($\pm 0,98$)
	Phasenwinkel 3 [°]	38	2,4	5,4	3,75 ($\pm 0,81$)
	Gültige Werte	36			
Kontrolle	Phasenwinkel 1 [°]	46	2,1	5,2	3,28 ($\pm 0,64$)
	Phasenwinkel 2 [°]	46	2,0	5,0	3,33 ($\pm 0,71$)
	Phasenwinkel 3 [°]	43	1,1	4,4	3,12 ($\pm 0,72$)
	Gültige Werte	43			

4.2.8. Prognostischer Wert des Body Mass Index

Für diese Berechnung wurde das Studienkollektiv mit der Gruppe der „Protein-Supplemente“ und jener der verstorbenen Patienten verglichen.

Der BMI der Gruppe der „oralen Nahrungsaufnahme“ unterschied sich nach dem Mann-Whitney-U-Test nicht signifikant von jenem der „Protein-Supplemente“ ($p=0,222$).

Auch zwischen der Gruppe der „Protein-Supplemente“ und den verstorbenen Patienten zeigte sich kein signifikanter Unterschied ($p=0,280$).

Der BMI der Patienten mit oraler Nahrungsaufnahme lag mit einem Wert von $p=0,007$ jedoch sehr signifikant höher als jener der verstorbenen Patienten.

Im nachstehenden Box-Plot sind diese Verhältnisse grafisch abgebildet.

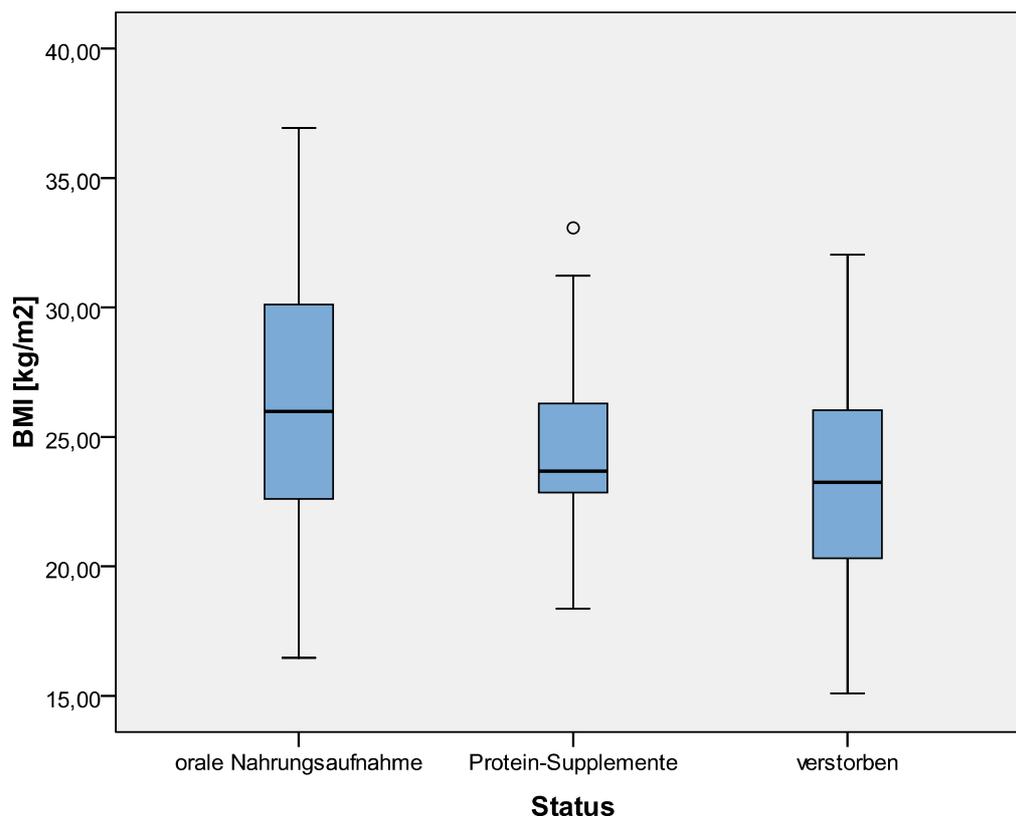


Abbildung 16: BMI abhängig von Nahrungsaufnahme und Mortalität

In Tabelle 36 sind die zugehörigen Werte des BMI der Studiengruppe (orale Nahrungsaufnahme), der „Protein-Supplemente“ und der verstorbenen Patienten zu allen drei Messzeitpunkten aufgelistet.

Tabelle 36: Entwicklung des BMI, abhängig von Nahrungsaufnahme und Mortalität

Status		N	Minimum	Maximum	Mittelwert
orale Nahrungs- aufnahme	BMI 1 [kg/m ²]	85	16,46	36,93	26,51 (±4,75)
	BMI 2 [kg/m ²]	85	15,36	40,88	26,27 (±4,96)
	BMI 3 [kg/m ²]	85	14,87	40,66	26,01 (±5,06)
	Gültige Werte	85			
Protein- Supplemente	BMI 1 [kg/m ²]	13	18,37	33,07	24,84 (±3,96)
	BMI 2 [kg/m ²]	13	19,39	32,47	24,96 (±4,51)
	BMI 3 [kg/m ²]	13	19,09	31,60	24,34 (±4,18)
	Gültige Werte	13			
verstorben	BMI 1 [kg/m ²]	21	15,10	32,03	23,28 (±4,23)
	BMI 2 [kg/m ²]	9	16,23	25,08	21,15 (±2,66)
	BMI 3 [kg/m ²]	0			
	Gültige Werte	0			

4.2.9. Prognostischer Wert des Phasenwinkels

Auch für diese Berechnung wurde das Studienkollektiv mit der Gruppe der „Protein-Supplemente“ und jener der verstorbenen Patienten verglichen. Zwischen den Ergebnissen des Phasenwinkels von den Studienteilnehmern mit oraler Nahrungsaufnahme und jenen die Protein-Supplemente erhielten, zeigt sich nach dem Mann-Whitney-U-Test kein signifikanter Unterschied ($p=0,760$). Im Vergleich zu den verstorbenen Teilnehmern zeigten die Personen mit oraler Nahrungsaufnahme einen signifikant höheren Phasenwinkel ($p=0,026$). Zwischen der Gruppe der Protein-Supplemente und der Verstorbenen konnte kein signifikanter Unterschied festgestellt werden ($p=0,258$).

Diese Verhältnisse sind in der nachstehenden Grafik abgebildet.

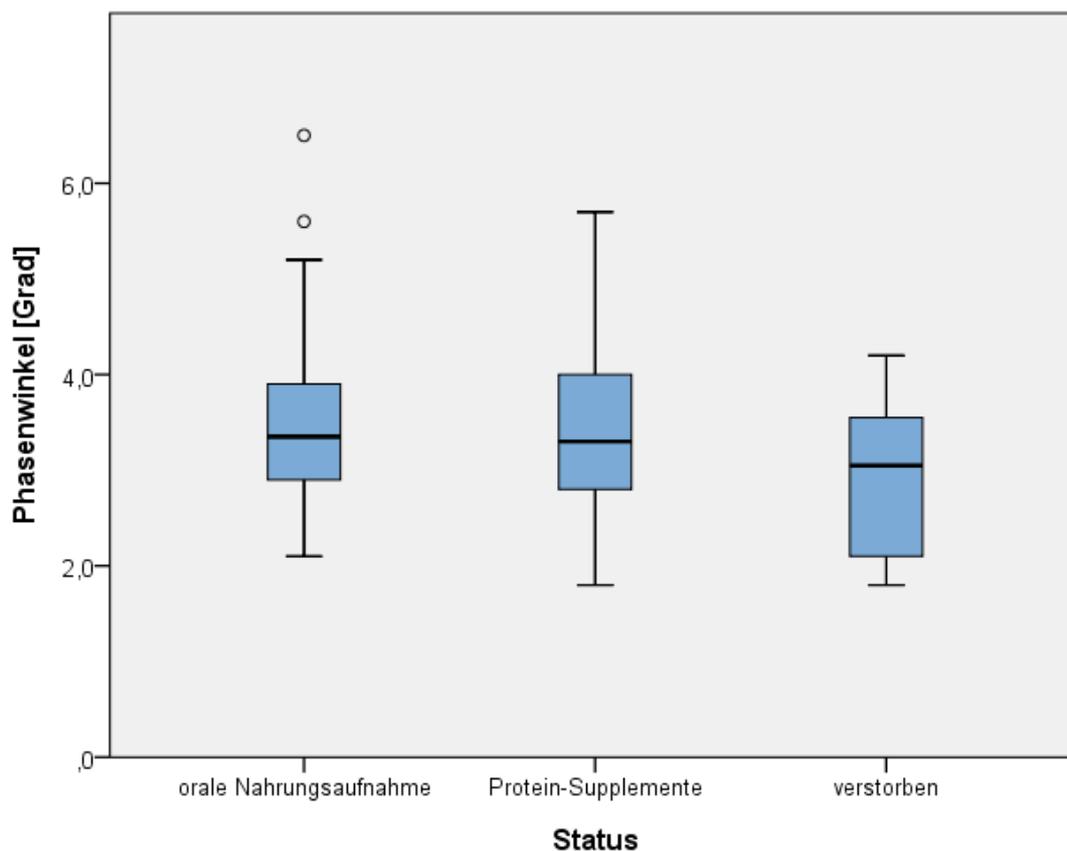


Abbildung 17: Phasenwinkel abhängig von Nahrungsaufnahme und Mortalität

In Tabelle 37 sind die zugehörigen Werte dieser drei Gruppen und der genaue Verlauf des Phasenwinkels während der Studie aufgelistet.

Tabelle 37: Entwicklung des Phasenwinkels, abhängig von Nahrungsaufnahme und Mortalität

		N	Min.	Max.	Mittelwert
orale Nahrungs- aufnahme	Phasenwinkel 1 [°]	84	2,1	6,5	3,48 ($\pm 0,81$)
	Phasenwinkel 2 [°]	83	1,8	6,6	3,54 ($\pm 0,87$)
	Phasenwinkel 3 [°]	81	1,1	5,4	3,41 ($\pm 0,82$)
	Gültige Werte	79			
Protein- Supplemente	Phasenwinkel 1 [°]	12	1,8	5,7	3,39 ($\pm 1,05$)
	Phasenwinkel 2 [°]	13	1,9	4,3	3,09 ($\pm 0,71$)
	Phasenwinkel 3 [°]	13	1,9	4,6	3,18 ($\pm 0,85$)
	Gültige Werte	12			
verstorbene Patienten	Phasenwinkel 1 [°]	20	1,8	4,2	2,95 ($\pm 0,77$)
	Phasenwinkel 2 [°]	6	2,2	4,1	3,17 ($\pm 0,72$)
	Phasenwinkel 3 [°]	0	-	-	-
	Gültige Werte	0			

4.2.10. Prognostische Wertigkeit im Vergleich

In Abbildung 18 ist die prognostische Wertigkeit des Gewichts und des Body Mass Index in Bezug auf das Risiko mangelernährt zu sein in Form einer ROC-Kurve (Receiver Operating Characteristic) dargestellt.

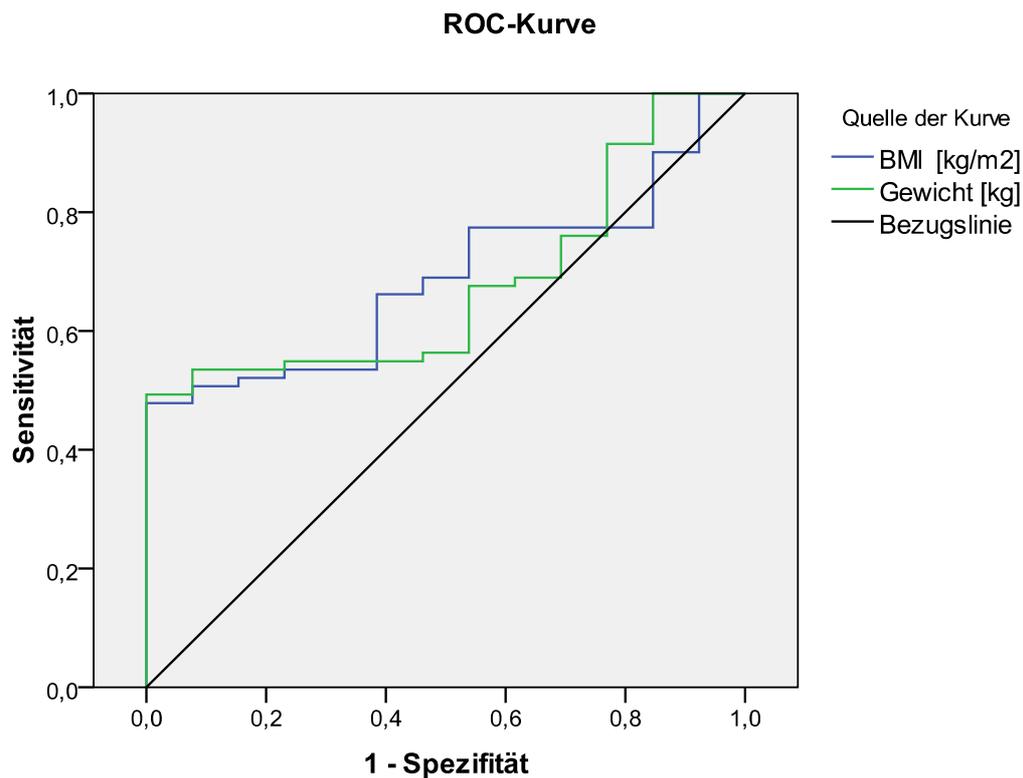


Abbildung 18: ROC-Kurve für Gewicht und BMI

Fläche unter der Kurve

Variable(n) für Testergebnis	Fläche
BMI	0,687
Gewicht	0,678

Geht man davon aus dass der Wert des Phasenwinkels ein verlässlicher Indikator für Mangelernährung ist (Cut-Off-Point $<4,0^\circ$ für Frauen, $<4,5^\circ$ für

Männer) lässt sich die Prognostizität von Gewicht und BMI in Bezug auf Mangelernährung damit vergleichen. Mit AUC-Werten (area under the curve) von 0,687 und 0,678 liegt die prognostische Aussagekraft von BMI und Gewicht bei etwa 70%. Die Prognostizität des BMI liegt nur geringfügig höher als jene des Gewichts.

5. Diskussion der Ergebnisse

5.1. Allgemeines

Diese Studie wurde auf fünf Stationen des Pflegehospitals „Haus der Barmherzigkeit“ in der Seeböckgasse, 1160 Wien, durchgeführt. Über einen Zeitraum von 9 Monaten wurde in der Interventionsgruppe (2 Stationen, 39 Personen) eine Protein-Intervention durchgeführt und die Veränderungen in der Körperzusammensetzung im Vergleich zur Kontrollgruppe (3 Stationen, 46 Personen) beobachtet. Dafür wurden die routinemäßig erfassten anthropometrischen Daten dokumentiert. Aus Körpergröße und Körpergewicht wurde der Body Mass Index bestimmt. Zur Erfassung der Körperzusammensetzung wurde an 85 Bewohnern eine Bioelektrische Impedanzanalyse (BIA) durchgeführt.

Die Veränderungen der anthropometrischen Daten und der Körperzusammensetzung durch die Protein-Intervention wurde anhand der Messung und Dokumentation folgender Daten bestimmt:

- Körpergröße (cm)
- Körpergewicht (kg)
- Body Mass Index (kg/m²)
- Körperwasser (%)
- Magermasse (%)
- trockene Magermasse (kg)
- Körperfett (%)
- Phasenwinkel (°)

5.2. Anthropometrische Daten und Body Mass Index

Körpergröße und Gewicht wurde den Patientenblättern der Pflegehospitalbewohner entnommen und daraus der Body Mass Index bestimmt.

Dass für ältere Menschen höhere BMI-Werte empfehlenswert sind, bestätigte sich bereits in vielen Studien in verschiedenen Zusammenhängen.

Für die Beurteilung des BMI wurde daher die BMI-Einteilung nach geriatrischen Kriterien nach ESPEN 2000 herangezogen. Demnach waren zu Beginn der Studie 37,1% der Frauen und 26,7% der Männer normalgewichtig.

Die Verteilung der BMI-Werte unterschied sich zwischen Interventions- und Kontrollgruppe nicht signifikant.

Der Cut-Off-Point für das Vorliegen einer Mangelernährung wurde bei einem BMI $<22 \text{ kg/m}^2$ angesetzt. Für das Studienkollektiv zeigte sich bei einer Verteilung durch den BMI folgende Prävalenz für Mangelernährung und Übergewicht:

Prävalenz für Mangelernährung nach Geschlecht

	Variable	Bereich	Prävalenz für Mangelernährung [%]
Weiblich	BMI [kg/m^2]	<22	22,9
Männlich	BMI [kg/m^2]	<22	13,3

Prävalenz für Übergewicht nach Geschlecht

	Variable	Bereich	Prävalenz für Übergewicht [%]
Weiblich	BMI [kg/m^2]	>27	40,0
Männlich	BMI [kg/m^2]	>27	60,0

Unterteilt nach Alter in „Go-Go's“ (65-75 Jahre), „Slow-Go's“ (75-85 Jahre) und „No-Go's“ (>85 Jahre) zeigt sich dass der BMI bei der Gruppe der Go-Go's am höchsten ist. Dies deckt sich mit dem Ergebnis mehrerer Querschnittstudien die zeigten dass Gewicht und BMI mit dem Alter kontinuierlich ansteigen und etwa ab dem 60. Lebensjahr zu sinken beginnen [VILLAREAL et al., 2005].

Das Gewicht der Studienteilnehmer veränderte sich durch die Protein-Intervention nicht wesentlich. Lediglich bei den weiblichen Personen der Kontrollgruppe kam es zu einer signifikanten Gewichtsabnahme.

Auch beim durchschnittlichen Wert des BMI kam es weder in der Interventionsgruppe noch in der Kontrollgruppe zu signifikanten Veränderungen.

Betrachtet man die Entwicklung der BMI-Werte getrennt nach Altersklasse, kam es ebenfalls nur in der Kontrollgruppe zu einer signifikanten Abnahme, und das in der Gruppe der „No-Go's“ (>85 Jahre).

Nachfolgend wurden die BMI-Werte des Studienkollektivs, also jener Personen mit ausschließlich oraler Nahrungsaufnahme, mit den Werten der Patienten die Protein-Supplemente erhielten und der verstorbenen Patienten verglichen. Zwischen den Gruppen „orale Nahrungsaufnahme“ und „Protein-Supplemente“ und auch zwischen „Protein-Supplemente“ und „verstorbenen Patienten“ konnte jeweils kein signifikanter Unterschied gefunden werden. Der mittlere BMI des Studienkollektivs lag jedoch sehr signifikant über jenem der verstorbenen Patienten.

Ein erhöhter BMI wird in aktuellen Studien regelmäßig mit einer geringeren allgemeinen Sterblichkeit assoziiert [TAKATA et al., 2007] [WEISS et al., 2008]. Auch in der vorliegenden Studie deutet der signifikant niedrigere Body Mass Index der verstorbenen Personen auf eine schlechte Prognose hin.

Ein erhöhter BMI zeigt sich im Alter auch in anderen Zusammenhängen als vorteilhaft. Beispielsweise liegt bei BMI-Werten zwischen 24–27.9 kg/m² das geringste Infektionsrisiko bei geriatrischen Patienten vor [DORNER et al., 2010].

5.3. Körperzusammensetzung

Die Körperzusammensetzung wurde mittels Bioelektrischer Impedanzanalyse bestimmt und jeweils zu Studienbeginn, Studienmitte und Studienende gemessen.

Bei dem Vergleich der Körperzusammensetzung von Frauen und Männern zeigten sich die gängigen in der Literatur beschriebenen Unterschiede zwischen den Geschlechtern. Die männlichen Teilnehmer weisen einen höheren Anteil an Körperwasser, Magermasse und trockener Magermasse auf. Bei den weiblichen Teilnehmern liegt der Fettanteil höher.

Auch bei der Unterteilung des Studienkollektivs in „mangelernährte“ und „nicht mangelernährte“ Personen durch den Wert des Phasenwinkels (Cut-Off-Point <4,0° bei Frauen, <4,5° bei Männern) zeigen sich signifikante Unterschiede bei der Körperzusammensetzung. Sowohl Gewicht als auch der BMI liegen bei nicht mangelernährten Personen deutlich höher. Der absolute Wert der trockenen Magermasse fällt sogar fast doppelt so hoch aus als bei den als mangelernährt eingestuften Personen.

In der vorliegenden Studie wurde auch der Zusammenhang zwischen Körperzusammensetzung und BMI und der Körperzusammensetzung und dem Phasenwinkel analysiert.

Der BMI korreliert am stärksten mit Körpergewicht und der trockenen Magermasse. Der Körperfettgehalt korreliert nur schwach mit dem BMI. Bei

Körperwasser und Magermasse zeigte sich eine negative Korrelation. Folglich sinken diese Werte wenn der BMI steigt.

Zwischen der Körperzusammensetzung und dem Phasenwinkel zeigten sich weit weniger Zusammenhänge. Der Phasenwinkel zeigt in Bezug auf den Gehalt der Magermasse eine schwache Korrelation. In Bezug auf den Gehalt an Körperfett zeigte sich eine negative Korrelation. Dieses Verhalten des Phasenwinkels wurde bereits von BAUMGARTNER et al. (1988) beobachtet. Demnach sinkt mit steigendem Körperfett der Phasenwinkel und damit die Gesundheit der Zellen. Bei der mageren Körpermasse verhält es sich umgekehrt, da schlankere Menschen funktionsfähigere Zellen aufweisen [BAUMGARTNER et al., 1988].

Im Zuge der Studie wurde der Einfluss der Protein-Intervention auf die Kompartimente des Körpers beobachtet.

Beim Wassergehalt zeigte sich nur bei den weiblichen Personen der Kontrollgruppe ein signifikanter Anstieg. In dieser Gruppe sank, wie bereits erwähnt, gleichzeitig das Gewicht. Dieses Verhältnis bestätigte sich bei der Analyse der Korrelationen, wonach das Gewicht signifikant negativ mit dem Körperwassergehalt korreliert.

In beiden Studiengruppen konnte sowohl bei dem prozentualen Anteil der Magermasse als auch beim absoluten Wert der trockenen Magermasse keine signifikante Veränderung festgestellt werden.

Auch bei dem Gehalt an Körperfett kam es im Laufe der Studie zu keinen nennenswerten Veränderungen.

5.4. Phasenwinkel

Der Phasenwinkel lag zu Beginn der Studie mit einem durchschnittlichen Wert von $3,72^\circ$ in der Interventions- und bei $3,28^\circ$ in der Kontrollgruppe deutlich unter dem Cut-Off-Point für Mangelernährung, der von DÖRHÖFER und PIRLICH (2007) bei $<4,0^\circ$ für Frauen und $<4,5^\circ$ für Männer angesetzt ist [DÖRHÖFER und PIRLICH, 2007]. Der Großteil der Pflegehospitalbewohner galt demnach als mangelernährt.

In einer Studie aus dem Jahr 2006 in einem Pflegeheim konnte gezeigt werden, dass der Ernährungsstatus hochsignifikant mit der Grad der Pflegestufe korreliert [HACKL et al., 2006].

Der Phasenwinkel der männlichen Pflegehospitalbewohner lag mit durchschnittlich $4,16^\circ$ deutlich höher als der der weiblichen Pflegehospitalbewohner mit $3,34^\circ$. Die Werte des Phasenwinkels unterscheiden sich zwischen den Geschlechtern signifikant. Dieses Ergebnis deckt sich mit den Referenzwerten von BARBOSA-SILVA et al. (2005) wonach Männer höhere Phasenwinkel-Werte aufweisen als Frauen [BARBOSA-SILVA et al., 2005].

Vergleicht man die Werte des Phasenwinkels der verschiedenen Altersklassen zeigt sich dass der Phasenwinkel in der Gruppe der „Go-Go's“ (65-75 Jahre), signifikant höher liegt als in der Gruppe der „Slow-Go's“ (75-85 Jahre) und „No-Go's“ (>85 Jahre). Dass der Phasenwinkel mit dem Alter sinkt ist ebenfalls in den Referenzwerten von BARBOSA-SILVA et al. (2005) zu finden.

Nach einem Cut-Off-Point angesetzt bei $4,0^\circ$ für Frauen und $4,5^\circ$ für Männer konnten zu Beginn der Studie 85,7% der Frauen und 60,0% der Männer als mangelernährt eingestuft werden.

Mit Hilfe des Phasenwinkels als Diagnoseparameter werden folglich deutlich mehr Personen als mangelernährt eingestuft als durch die Beurteilung mittels Body Mass Index:

Prävalenz für Mangelernährung nach Geschlecht

	Variable	Bereich	Prävalenz für Mangelernährung [%]
Weiblich	BMI [kg/m ²]	<22	22,9
	Phasenwinkel [°]	<4,0	85,7
Männlich	BMI [kg/m ²]	<22	13,3
	Phasenwinkel [°]	<4,5	60,0

Trotz eines BMI >22 kg/m² müssten somit laut Phasenwinkel zusätzlich 62,8% der Frauen und 46,7% der Männer als mangelernährt eingestuft werden:

Prävalenz für Mangelernährung nach Geschlecht

	Variable	Bereich	Prävalenz für Mangelernährung [%]
Weiblich	BMI [kg/m ²]	>22	62,8
	Phasenwinkel [°]	<4,0	
Männlich	BMI [kg/m ²]	>22	46,7
	Phasenwinkel [°]	<4,5	

Ohne Aufteilung nach Geschlecht ergab sich folgende Prävalenz für Mangelernährung, je nach verwendetem Indikator:

Prävalenz für Mangelernährung abhängig von Indikator

Variable	Bereich	Prävalenz für Mangelernährung [%]
BMI [kg/m ²]	<22	21,2
Phasenwinkel [°]	<4,0/4,5	81,2

Diese beträchtlichen Unterschiede in der Prävalenz für Mangelernährung zwischen Body Mass Index und Phasenwinkel bestätigen sich auch bei der Überprüfung der Korrelation dieser beiden Werte. Zwischen den Klassen des BMI und des Phasenwinkels zeigte sich nur eine schwache Korrelation. Zwischen den Einzelwerten von BMI und Phasenwinkel konnte keine Korrelation gefunden werden.

Es zeigte sich also dass die Prävalenz von Mangelernährung weit höher liegt wenn der Phasenwinkel zur Diagnose heran gezogen wird, als das bei Verwendung des BMI der Fall ist.

Laut WIRTH und MIKLIS (2005) weist der Phasenwinkel eine hohe Prognostizität auf, da er nicht von Körpergewicht und Körpergröße abhängig ist. Auch Formeln die jeweils für bestimmte Populationen aufgestellt wurden kommen nicht zum Einsatz. Das Vorliegen einer Malnutrition sollte immer durch weitere Parameter bestätigt werden. Beim geriatrischen Patienten ist ein Wert des Phasenwinkels <4,0° jedoch ein guter Indikator [WIRTH und MIKLIS, 2005].

Ausgehend davon wird die Prävalenz für Mangelernährung durch den Body Mass Index viel zu gering eingeschätzt.

Auch die Analyse der Vorhersagegenauigkeit durch eine ROC-Kurve schreibt dem Gewicht und dem Body Mass Index nur eine Prognostizität von etwa 70%

zu. Die Prognostizität des BMI liegt nur geringfügig höher als jene des Gewichts.

Eine Beurteilung der Mangelernährung sollte folglich nicht ausschließlich durch einen Parameter erfolgen. Gerade die Klassifizierung des Body Mass Index verändert sich im Alter massiv durch physiologische Veränderungen und den veränderten Wasserhaushalt [NEUHÄUSER–BERTHOLD et al, 2000].

Bei der Analyse der Werte des Phasenwinkels in Abhängigkeit von der BMI-Klasse wurde deutlich, dass der Phasenwinkel mit dem BMI steigt. Den höchsten Phasenwinkel mit $3,70^\circ \pm 1,02$ wiesen laut BMI als adipös eingestufte Personen auf. Jedoch liegt auch dieser Wert unter dem Cut-Off-Point für Mangelernährung. Lediglich 2,9% der Frauen und 13,4% der Männer wiesen einen ausreichenden bis guten Wert des Phasenwinkels auf. Daraus lässt sich ableiten dass auch jene Patienten die als übergewichtig eingestuft werden und den höchsten Phasenwinkel zeigen keinen guten Ernährungsstatus aufweisen.

Bei Übergewicht muss jedoch auch die Bewertung des Phasenwinkels differenziert betrachte werden. Der Phasenwinkel steht in direktem Zusammenhang mit der Anzahl der Zellmembranen und damit der Zellmasse. Dabei ist es jedoch egal ob es sich dabei um Muskel- oder Fettzellen handelt [BARBOSA-SILVA et al., 2005].

Geht man davon aus dass der hohe Phasenwinkel der adipösen Studienteilnehmer in erster Linie durch den hohen Fettanteil zustande kommt, findet sich der höchste Phasenwinkel in der Gruppe der normalgewichtigen Personen (BMI 22 – 26,9 kg/m²) mit einem Wert von $3,48^\circ \pm 0,75$. Nach geriatrischen Kriterien ist dies der optimale BMI-Bereich [HACKL et al., 2006 nach ESPEN 2000].

Ob sich der Phasenwinkel und damit die Zellgesundheit durch die Proteinintervention verändert war bei dieser Studie von besonderem Interesse. In beiden Studiengruppen kam es vorerst zu einem signifikanten Anstieg des Phasenwinkels. Bis zum Studienende hielt sich der mittlere Phasenwinkel der Interventionsgruppe jedoch über dem Ausgangswert, wohingegen er in der Kontrollgruppe unter den Ausgangswert fiel. Auch diese Veränderung erwies sich als signifikant.

Zusätzlich wurde der Phasenwinkel des Studienkollektivs (orale Nahrungsaufnahme) verglichen mit jenem der Gruppe der „Protein-Supplemente“ und der verstorbenen Patienten. Der Phasenwinkel des Studienkollektivs unterschied sich nicht signifikant von jenem der Personen die Protein-Supplemente erhielten. Der Phasenwinkel der verstorbenen Personen hingegen lag signifikant niedriger als jener des Studienkollektivs.

In einer Studie durchgeführt an mehr als 1000 hospitalisierten geriatrischen Patienten zeigten die überlebenden Personen signifikant höhere Werte des Phasenwinkels als verstorbene Personen. Dieses Ergebnis deutet auf die prognostische Wertigkeit des Phasenwinkels auch in dieser Bevölkerungsgruppe hin [WIRTH und MIKLIS, 2005].

5.5. Bioelektrische Impedanzanalyse

Die Bioelektrische Impedanzanalyse erwies sich als einfach zu handhaben und durchzuführen. Durch die Tragbarkeit des Geräts konnten die Messungen der zum Großteil bettlägerigen Pflegehospitalbewohner am jeweiligen Bett durchgeführt werden. Schwierigkeiten bei der Messung ergaben sich eher durch körperliche Umstände, z.B. Verletzungen und Verbände an den Messstellen an Hand und Fuß, oder das Unvermögen die Gliedmaßen vom Körper abzuspreizen und zur Gänze auszustrecken.

Die Messungen wurden vorwiegend früh morgens oder während der üblichen ruhenden Liegephasen durchgeführt um den Tagesablauf der Pflegehospitalbewohner nicht zu stören oder sie unnötig zu belasten. Die Compliance der Studienteilnehmer in Bezug auf die BIA war dadurch sehr hoch.

Während der Datenerhebung kam es zu keinen auffälligen Messfehlern oder anderen Problemen mit dem Bioimpedanzanalyse-Gerät.

6. Schlussbetrachtung

Durch den Anstieg der Lebenserwartung wächst die Zahl älterer Menschen stetig. Mangelernährung tritt in dieser Bevölkerungsgruppe mit erhöhter Prävalenz auf und hat ernsthafte Konsequenzen. Diese beginnen mit Funktionsverlusten und enden mit erhöhter Mortalität. Den Ernährungsstatus geriatrischer Patienten zu verbessern rückt daher immer mehr in den Mittelpunkt der Aufmerksamkeit.

Die vorliegende Arbeit untersuchte die Auswirkungen einer Protein-Intervention, auf die Körperzusammensetzung und den Ernährungszustand geriatrischer Patienten eines Pflegehospitals.

In der durchgeführten Studie konnte die Empfehlung von 0,9-1,0g/kgKG/d, durch vermehrtes Einbinden eiweißreicher Lebensmitteln in den üblichen Speiseplan im Mittel erreicht werden.

Mangelernährung spiegelt sich in einer veränderten Körperzusammensetzung und Beschaffenheit der Körperzellmasse wieder. Diese Beschaffenheit und damit die Zellgesundheit lassen sich durch den Phasenwinkel ermitteln, ein Indikator der unabhängig von anthropometrischen Daten und rechnerischen Aufbereitungen mittels Bioelektrischer Impedanzanalyse gemessen wird. In mehreren Studien zeigte sich zusätzlich seine hohe Vorhersagegenauigkeit für Prognose und Mortalität. Aus diesen Gründen wurde die Bioelektrische Impedanzanalyse als Erhebungsmethode für Körperzusammensetzung und Phasenwinkel ausgewählt.

Die Bioelektrische Impedanzanalyse erwies sich als einfach zu handhaben und schnell durchzuführen. Die Tragbarkeit des Geräts machte auch die Messung von immobilen Patienten problemlos möglich.

Im Alter verringert sich der Wert des Phasenwinkels und ist aufgrund dessen wahrscheinlich nicht nur ein Indikator für Körperzusammensetzung und Ernährungsstatus, sondern auch für Funktionalität und Gesundheit im Allgemeinen [BARBOSA-SILVA et al., 2005].

Der Großteil der Pflegehospitalbewohner (81,2%) wies lediglich einen ungenügenden Wert des Phasenwinkels auf und konnte daher als mangelernährt eingestuft werden. Im Gegensatz dazu galten laut Body Mass Index nur 21,2% als mangelernährt. Mit Hilfe des Phasenwinkels als Diagnoseparameter wurden folglich deutlich mehr Personen als mangelernährt eingestuft als durch die Beurteilung mittels Body Mass Index. Die Wertigkeit des BMI ist trotz Anpassung an geriatrische Kriterien im Alter deutlich herabgesetzt.

Personen die laut BMI als adipös eingestuft wurden, zeigten den höchsten durchschnittlichen Phasenwinkel, gefolgt von den normalgewichtigen Personen. Dies bestätigt die Empfehlung höher angesetzter BMI-Werte für Personen ab dem 65. Lebensjahr.

Durch die Protein-Intervention konnten bei der Körperzusammensetzung nur geringfügige Veränderungen festgestellt werden. Das Gewicht und auch der Body Mass Index der Studienteilnehmer veränderte sich nicht wesentlich.

Die Entwicklung des Phasenwinkels zeigte jedoch deutlich positive Ergebnisse. Durch die Erhöhung der Proteinzufuhr kam es in der Interventionsgruppe zu einer signifikanten Verbesserung des Phasenwinkels. In der Kontrollgruppe hingegen sank er unter den Ausgangswert.

Zusätzlich konnte ein niedriger Body Mass Index sowie ein niedriger Phasenwinkel in Verbindung mit erhöhter Mortalität gebracht werden.

Durch diese Ergebnisse wird deutlich dass im Alter auf eine ausreichende Energie- und vor allem Proteinaufnahme geachtet werden muss.

Ernährungstherapien bei geriatrischen Patienten sollten nicht zum Ziel haben das Leben um jeden Preis zu verlängern. Im Mittelpunkt steht dabei vielmehr das Verhindern von Funktionsverlusten und Immunschwächen um so die Selbstständigkeit zu erhalten und die Lebensqualität zu verbessern.

Die vorliegende Studie zeigt dass die empfohlene Proteinzufuhr von 0,9-1,0g/kgKG/d durch Rücksichtnahme auf die Verzehrsgewohnheiten älterer Menschen erreicht werden kann. Gleichzeitig bestätigt sie den positiven Effekt ebendieser Empfehlung. Durch die Erfassung der Entwicklung der Werte des Phasenwinkels konnte eine Verbesserung der Zellgesundheit durch eine proteinoptimierte Kost ermittelt werden.

Der Grundstein für die Prävention der altersbedingten Mangelernährung wird im besten Fall bereits in jungen Jahren gelegt, sowohl durch gesunde Ernährung als auch durch Bewegungsförderung bis ins hohe Alter.

Beim geriatrischen und oft multimorbiden Patienten ist die Voraussetzung für die Verbesserung der Muskelfunktion und der Zellmasse durch Krafttraining meist nicht mehr gegeben. Zusätzlich haben ältere Menschen ihre Vorlieben und Gewohnheiten, die aus ethischen Gründen auch nicht verändert werden sollen und eine Ernährungsumstellung erschweren. Ein Ansatz in Form einer proteinoptimierten Ernährungstherapie im Rahmen der üblichen Ernährung scheint hier das Mittel der Wahl zu sein um Mangelernährung und damit verbundenen Gesundheitsrisiken entgegen zu wirken.

7. Zusammenfassung

STUDIENZIELE: In der vorliegenden Studie wurde untersucht, ob es möglich ist die Proteinaufnahme einer Interventionsgruppe im Vergleich zu einer Kontrollgruppe geriatrischer Patienten in einem Pflegekrankenhaus zu verbessern. Es wurde versucht die üblichen Speisen der Pflegehospitalbewohner so weit mit natürlichen Lebensmitteln anzureichern, dass die empfohlene Proteinaufnahme von 0,9-1,0g/kgKG/d im Durchschnitt erreicht wird. Über einen Zeitraum von 9 Monaten wurden die Auswirkungen der proteinoptimierten Kost beobachtet und jeweils zu Studienbeginn, Studienmitte und Studienende gemessen. Im Mittelpunkt stand dabei die Veränderung der Körperzusammensetzung, des Phasenwinkels und damit des Ernährungszustandes.

METHODE: Die Protein-Intervention wurde küchentechnisch durch vermehrte Verwendung eiweißreicher Lebensmittel bei der Speisenzubereitung und das Servieren von Vollmilch durchgeführt. Die anthropometrischen Daten der 85 Studienteilnehmer (davon 70 Frauen und 15 Männer) wurden den Patientenblättern des Pflegekrankenhauses entnommen und damit der Body Mass Index (BMI) berechnet. Körperzusammensetzung und Phasenwinkel (Pw) wurden mittels Bioelektrischer Impedanzanalyse (BIA) ermittelt.

ERGEBNISSE: Die Auswertung der erhobenen Daten zeigte folgende Ergebnisse: Laut BMI galten 37,1% der Frauen und 26,7% der Männer als normalgewichtig. Die Prävalenz für Mangelernährung variierte je nach Bestimmungparameter zwischen 21,2% (BMI, Cut-Off-Point $<22 \text{ kg/m}^2$) und 81,2% (Pw, Cut-Off-Point $< 4,0^\circ$ für Frauen/ $4,5^\circ$ für Männer). Mangelernährte Personen (nach Pw) zeigten ein signifikant niedrigeres Gewicht ($p=0,042$), sowie einen niedrigeren BMI ($p=0,033$). Für Körperwasser, Magermasse und Fettmasse konnten keine Unterschiede gefunden werden ($p=n.s.$). Die trockene Magermasse lag etwa doppelt so hoch ($p=0,032$). Der Pw war höher bei den männlichen Teilnehmern ($p=0,007$) und bei Personen unter 75 Jahren ($p=0,026$). Die Klassen von BMI und Pw zeigten eine schwache Korrelation

($r=0,220$). Mit steigendem BMI wiesen die Teilnehmer einen höheren Pw auf. Den höchsten Pw mit $3,70^\circ \pm 1,02$ wiesen laut BMI adipöse Personen auf. Der BMI korrelierte signifikant mit Körpergewicht ($r=0,888$), trockener Magermasse ($r=0,612$) und Körperfett ($r=0,342$). Körperwasser ($r= -0,716$) und Magermasse ($r= -0,342$) korrelierten negativ mit dem BMI. Der Pw korrelierte schwach mit Magermasse ($r=0,285$) und Körperfett ($r= -0,284$). Bei den Frauen der Kontrollgruppe konnte eine signifikante Gewichtsabnahme festgestellt werden ($p=0,019$). Der BMI zeigte in beiden Studiengruppen keine signifikante Veränderung. In der Gruppe der >85-jährigen nahm der BMI signifikant ab ($p=0,048$). Die weiblichen Personen der Kontrollgruppe zeigten einen signifikanten Anstieg des Körperwassers ($p=0,030$). Magermasse, trockene Magermasse und Körperfett zeigten in beiden Gruppen keine signifikante Veränderung. Der Pw der Interventionsgruppe stieg signifikant ($p=0,007$). Jener der Kontrollgruppe nahm signifikant ab ($p=0,012$). Im Vergleich zu den verstorbenen Teilnehmern zeigten überlebende Personen mit oraler Nahrungsaufnahme einen signifikant höheren Pw ($p=0,026$).

SCHLUSSFOLGERUNG: Durch das Einplanen eiweißreicher Lebensmittel in Rezepturen und den täglichen Speiseplan der Pflegehospitalbewohner konnte die angestrebte Proteinzufuhr von 12g Protein/Tag/Person im Mittel erreicht werden. Die Bioelektrische Impedanzanalyse war einfach zu handhaben und erwies sich als geeignete Methode um den Ernährungszustand geriatrischer Patienten zu bestimmen. Der Phasenwinkel der geriatrischen Patienten konnte durch proteinoptimierte Kost signifikant verbessert werden.

8. Summary

OBJECTIVES: This study was conducted to find out if it's possible to improve the intake of protein in an intervention group compared to a control group of geriatric patients in a nursing hospital. Their usual meals were enriched with foods rich in protein to reach the recommendation of 0.9-1.0g protein/kg bodyweight per day. Over a period of 9 months changes in body composition and bioelectrical phase angle were observed and measured.

METHODS: Protein-Intervention was carried out through using foods rich in protein at meal preparation and serving milk each day. Anthropometric data of 85 participants (70 women and 15 men) were taken from the patient's files to calculate their body mass index (BMI). Body composition and phase angle (PhA) were measured by Bioelectrical Impedance Analysis (BIA).

RESULTS: The analysis of the data showed following results: According to their BMI 37.1% of the females and 26.7% of the males were at normal weight. The prevalence for malnutrition varied between 21.2% when using BMI (cut-off-point for malnutrition: $<22 \text{ kg/m}^2$) for diagnosis and 81.2% when using PhA (cut-off-point for malnutrition: $<4.0^\circ$ for women, $<4.5^\circ$ for men). Malnourished people (according to PhA) had significant lower bodyweight ($p=0.042$), lower BMI ($p=0.033$) and lower dry LBM ($p=0.032$). PhA was significant higher in men than in women ($p=0.007$) and was higher in people younger than 75 years ($p=0.026$). Categories of BMI and PhA showed a poor correlation ($r=0.220$). With increasing BMI participants showed a higher PhA. PhA was the highest in adipose people, according to BMI. BMI correlated significantly with body weight ($r=0.888$), dry LBM ($r=0.612$) and body fat ($r=0.342$). TBW ($r= -0.716$) and LBM ($r= -0.342$) showed a negative correlation with BMI. PhA showed a poor correlation with LBM ($r=0.285$) and body fat ($r= -0.284$). Control group females showed a significant reduction of body weight ($p=0.019$). There was no significant change of BMI in both groups. BMI in people older than 85 years decreased significantly ($p=0.048$).

Control group females showed a significant increase of TBW ($p=0.030$). There were no significant changes in LBM, dry LBM and body fat in both groups. Intervention group's PhA increased significantly ($p=0.007$) while decreasing significantly in control group (0.012). Compared to deceased participants surviving people with oral food intake had a significant higher PhA ($p=0.026$).

CONCLUSION: By using food rich in protein in everyday menu and serving milk the recommendation of 12g protein/day/person was achieved. Bioelectrical Impedance Analysis was easy to use and suitable to assess the patient's nutrition status. With protein optimized meals it was possible to increase geriatric patient's phase angle significantly.

9. Literaturverzeichnis

ACKEMANN H. Frailty–ein geriatrisches Syndrom. Bremer Ärztejournal 2009; 5.

AHMED T, HABOUBI N. Assessment and management of nutrition in older people and its importance to health. Clin Interv Aging 2010; 5: 207–216.

ALLISON DB, ZHU SK, PLANKEY M, FAITH MS, HEO M. Differential associations of body mass index and adiposity with all-cause mortality among men in the first and second National Health and Nutrition Examination Surveys (NHANES I and NHANES II) follow-up studies. Int J Obes Relat Metab Disord. 2002 ;26(3): 410-6.

BARBOSA-SILVA MCG, BARROS AJD. Bioelectric impedance and individual characteristics as prognostic factors for post-operative complications. Clinical Nutrition 2005a; 24(5): 830-838.

BARBOSA-SILVA MCG, BARROS AJD. Bioelectrical impedance analysis in clinical practice: a new perspective on its use beyond body composition equations. Clinical Nutrition & Metabolic Care 2005b; 8(3): 311-317.

BARBOSA-SILVA MCG, BARROS AJD, WANG J, HEYMSFIELD SB, PIERSON RN Jr. Bioelectrical impedance analysis: population reference values for phase angle by age and sex. Am J Clin Nutr 2005; 82: 49–52.

BATES CJ, BENTON D, BIESALSKI HK, STAEHLIN HB, van STAVEREN J, STEHLE P, SUTER PM, WOLFRAM G. Hohenheimer Konsensusgespräch - Ernährung und Altern. Aktuel Ernähr Med 2001; 26: 285-302.

BAUER JM, VOLKERT D, WIRTH R, VELLAS B, THOMAS D, KONDRUP J, PIRLICH M, WERNER H, SIEBER CC. Diagnosing malnutrition in the elderly. Dtsch Med Wochenschr 2006; 131(5):223-227.

BAUMGARTNER R, CHUMLEA C, ROCHE A. Bioelectric impedance phase angle and body composition. *American Journal of Clinical Nutrition* 1988; 48:16-23.

BEAUFRÈRE B, MORIO B. Fat and protein redistribution with aging: metabolic considerations. *Eur J Clin Nutr* 2000; 54(3): 48-53.

BECK AM, OVESEN L. At which body mass index and degree of weight loss should hospitalized elderly patients be considered at nutritional risk? *Clinical Nutrition* 1998; 17(5): 195-198.

BERGER MJ, DOHERTY TJ. Sarcopenia: prevalence, mechanisms, and functional consequences. *Interdiscip Top Gerontol* 2010; 37:94-114.

BROWN JP, JOSSE RG. 2002 clinical practice guidelines for the diagnosis and management of osteoporosis in Canada. *CMAJ* 2002; 167: 1–34.

BUCHHOLZ AC, BARTOK C, SCHOELLER DA. The Validity of Bioelectrical Impedance Models in Clinical Populations. *Nutrition in Clinical Practice* 2004; 19(5): 433-446.

CALLE EE, THUN MJ, PETRELLI JM, RODRIGUEZ C, HEATH CW. Body-mass index and mortality in a prospective cohort of U.S. adults. *N Engl J Med* 1999; 341: 1097–1105.

CAMPBELL WW, CRIM MC, DALLAL GE, YOUNG VR, EVANS WJ. Increased protein requirements in elderly people: new data and retrospective reassessments. *Am J Clin Nutr* 1994; 60: 501–509.

CASTELLANOS VH, MARRA MV, JOHNSON P. Enhancement of select foods at breakfast and lunch increases energy intakes of nursing home residents with low meal intakes. *J Am Diet Assoc* 2009; 109: 445-451.

CESARI M, LEEUWENBURGH C, LAURETANI F, ONDER G, BANDINELLI S, MARALDI C, GURALNIK JM, PAHOR M, FERRUCCI L. Frailty syndrome and skeletal muscle: results from the Invecchiare in Chianti study. *American Journal of Clinical Nutrition* 2006; 83: 1142-1148

CHAPMAN IM. Nutritional disorders in the elderly. *Med Clin North Am* 2006; 90(5): 887-907.

CHAPMAN IM. The anorexia of aging. *Clin Geriatr Med* 2007;23(4): 735-756.

CHAPMAN IM. Obesity in old age. *Front Horm Res.* 2008; 36:97-106.

CHAPMAN IM. Obesity Paradox during Aging. *Interdiscipl Top Gerontol* 2010; 37: 20–36.

CREE MG, NEWCOMER BR, KATSONOS CS, SHEFFIELD-MOORE M, CHINKES D, AARSLAND A, URBAN R, WOLFE RR. Intramuscular and liver triglycerides are increased in the elderly. *J Clin Endocrinol Metab* 2004; 89: 3864–3967.

DI FRANCESCO V, FANTIN F, OMIZZOLO F, RESIDORI L, BISSOLO L, BOSELLO O, ZAMBONI M. The Anorexia of Aging. *Dig Dis* 2007; 25:129–137.

DÖRHÖFER RP, PIRLICH M. *Das B.I.A.-Kompendium 3. Ausgabe 04/2007.* Data-Input GmbH, Darmstadt, 2007; 2-16.

DORNER TE, SCHWARZ F, KRANZ A, FREIDL W, RIEDER A, GISINGER C. Body mass index and the risk of infections in institutionalised geriatric patients. *British Journal of Nutrition* 2010; 103: 1830–1835.

ELIA M, RITZ P, STUBBS RJ. Total energy expenditure in the elderly. *Eur J Clin Nutr* 2000; 54(3): 92-103

ELMADFA I, FREISLING H, KÖNIG J, BLACHFELNER J, CVITKOVICH-STEINER H, GENSER D, GROSSGUT R, HASSAN-HAUSER C, KICHLER R, KUNZE M, MAJCHRZAK D, MANAFI M, RUST P, SCHINDLER K, VOJIR F, WALLNER S, ZILBERSZAC A. Österreichischer Ernährungsbericht 2003. 1. Auflage, Wien 2003; 2-4.

ELMADFA I, FREISLING H, NOWAK V, HOFSTÄDTER D, et al. Österreichischer Ernährungsbericht 2008. 1. Auflage, Wien 2009; 46-56.

ELMADFA I, LEITZMANN C. Ernährung des Menschen. 4. Auflage, Verlag Eugen Ulmer GmbH & Co, Stuttgart, 2004; 22 – 29.

ELMADFA I, MEYER A. L. Body Composition, Changing Physiological Functions and Nutrient Requirements of the Elderly. *Ann Nutr Metab* 2008; 52: 2–5.

FLEGAL KM, GRAUBARD BI, WILLIAMSON DF, GAIL MH. Cause-specific excess deaths associated with underweight, overweight, and obesity. *JAMA* 2007; 298(17): 2028–2037.

FOSTER KR, LUKASKI HC. Whole-body impedance what does it measure? *Am J Clin Nutr* 1996; 64(suppl): 388-396

GAILLARD C, ALIX E, BOIRIE Y, BERRUT G, RITZ P. Are Elderly Hospitalized Patients Getting Enough Protein? *Journal of the American Geriatrics Society* 2008; 56(6): 1045–1049.

GALLAGHER D, RUTS E, VISSER M, HESHKA S, BAUMGARTNER, RN, WANG J, PIERSON RN, PI-SUNYER FX, HEYMSFIELD SB. Weight stability masks sarcopenia in elderly men and women. *Am J Physiol Endocrinol Metab* 2000; 279: E366-375.

GUIGOZ Y, LAUQUE S, VELLAS BJ. Identifying the elderly at risk for malnutrition. The Mini Nutritional Assessment. Clin Geriatr Med 2002; 18(4):737-757.

GUPTA D, LAMMERSFELD CA, VASHI PG, KING J, DAHLK SL, GRUTSCH JF, LIS CG. Bioelectrical impedance phase angle as a prognostic indicator in breast cancer. BMC Cancer 2008; 8: 249.

HACKL JM, JESKE M, GALVAN O, STRAUHAL I, MATTEUCCI GOTHE R. Prävalenz der Mangelernährung bei alten Menschen. Journal für Ernährungsmedizin 2006; 8(1): 13-20.

HAYS N, ROBERTS S. The anorexia of aging in humans. Physiol Behav 2006; 88: 257-266.

HEITMANN BL, ERIKSON H, ELLSINGER BM, MIKKELSEN KL, LARSSON B. Mortality associated with body fat, fat-free mass and body mass index among 60-year-old swedish men-a 22-year follow-up. The study of men born in 1913. International Journal of Obesity 2000; 24: 33-37.

HICKSON M, FROST G. A comparison of three methods for estimating height in the acutely ill elderly population. J Hum Nutr Diet 2003; 16(1): 13-20.

JANSSEN I. Influence of sarcopenia on the development of physical disability: the Cardiovascular Health Study. J Am Geriatr Soc 2006; 54: 56-62.

JANSSEN I, ROSS R. Linking age-related changes in skeletal muscle mass and composition with metabolism and disease. J Nutr Health Aging 2005; 9: 408-419.

KYLE UG, BOSAEUS I, De LORENZO A, DEURENBERG P, ELIA M, GÓMEZ JM, LILIENTHAL HEITMANN B, KENT-SMITH L, MELCHIOR JC, PIRLICH M,

SCHARFETTER H, SCHOLS AMWJ, PICHARD C, Composition of ESPEN Working Group. Bioelectrical impedance analysis part I: review of principles and methods. *Clinical Nutrition* 2004a; 23: 1226–1243.

KYLE UG, BOSAEUS I, DE LORENZO AD, DEURENBERG P, ELIA M, GÓMEZ JM, LILIENTHAL HEITMANN B, KENT-SMITH L, MELCHIOR JC, PIRLICH M, SCHARFETTER H, SCHOLS A, PICHARD C. Bioelectrical impedance analysis – part II: utilization in clinical practice. *Clinical Nutrition* 2004b; 23: 1430-1453.

LAMMES E, TORNER A, AKNER G. Nutrient density and variation in nutrient intake with changing energy intake in multimorbid nursing home residents. *J Hum Nutr Diet* 2009; 22: 210-218.

LÖSER C, LÜBBERS H, MAHLKE R, LANKISCH PG. Der ungewollte Gewichtsverlust des alten Menschen. *Deutsches Ärzteblatt* 2007; 104(49): A 3411–3420.

MITCHELL D, HAAN MN, STEINBERG FM, VISSER M. Body composition in the elderly: the influence of nutritional factors and physical activity. *J Nutr Health Aging* 2003; 7: 130-139.

MONTAGNANI M, MONTOMOLI M, MULINARI M, GUZZO G, SCOPETANI N, GENNARI C. Relevance of hydration state of the fat free mass in estimating fat mass by body impedance analysis. *Appl Radiat Isot* 1998; 49(5-6): 499-500.

MORLEY JE. Anorexia of aging: physiological and pathological. *Am J Clin Nutr* 1997; 66: 760–773.

MOWÉ M, BOHMER T, KINDT E. Reduced nutritional status in an elderly population (>70 years) is probable before disease and possibly contributes to the development of disease. *Am J Clin Nutr* 1994; 59: 317–324.

NATIONAL INSTITUTE OF HEALTH. Bioelectrical Impedance Analysis in Body Composition Measurement. Technology Assessment Conference Statement 1994; December 12-14.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL 1989

NEUHÄUSER–BERTHOLD M, LÜHRMANN P, HERBERT B, SÜLTEMEIER A, HARTMANN B, KREMS C, BREUNINGER M. Ermittlung des Ernährungs- und Gesundheitsstatus von Senioren. *Aktuel Ernaehr Med* 2000; 25: 221-226.

NEWMAN AB, YANEZ D, HARRIS T, DUXBURY A, ENRIGHT PL, FRIED LP. Weight change in old age and its association with mortality. *J Am Geriatr Soc* 2001; 49(10):1309-1318.

NORMAN K, STOBÄUS N, SMOLINER C, LOCHS H, PIRLICH M. Effekte einer Ernährungstherapie auf Körperzusammensetzung und –funktion. *Aktuel Ernährungsmed* 2007a; 32(3): 99-103.

NORMAN K, SMOLINER C, VALENTINI L, LOCHS H, PIRLICH M. Is bioelectrical impedance vector analysis of value in the elderly with malnutrition and impaired functionality? *Nutrition* 2007b; 23(7-8): 564-569.

OMURA K. Points in nutritional management of the elderly. *Nippon Geka Gakkai Zasshi* 2010; 111(6):353-357.

PADDON-JONES D, SHORT KR, CAMPBELL WW, VOLPI E, WOLFE RR. Role of dietary protein in the sarcopenia of aging. *Am J Clin Nutr* 2008; 87:1562–1566.

PADDON-JONES D, RASMUSSEN BB. Dietary protein recommendations and the prevention of sarcopenia. Protein, amino acid metabolism and therapy. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care* 2009; 12(1): 86–90.

PANDEY MP, SCHÖGGL K, VISZELJ J, WIDHALM K. Body Composition: Bioelektrische Impedanzanalyse. *Journal für Ernährungsmedizin* 2010; 12(4): 22-23

PIRLICH M, KRÜGER A, LOCHS H. BIA-Verlaufsuntersuchungen: Grenzen und Fehlermöglichkeiten. *Aktuel Ernaehr Med* 2000; 25: 64-69.

PIRLICH M, SCHÜTZ T, NORMAN K, GASTELL S, LÜBKE HJ, BISCHOFF SC, BOLDER U, FRIELING T, GÜLDENZOPH H, HAHN K, JAUCH KW, SCHINDLER K, STEIN J, VOLKERT D, WEIMANN A, WERNER H, WOLF C, ZÜRCHER G, BAUER P, LOCHS H. The German hospital malnutrition study. *Clin Nutr* 2006; 25(4): 563-572.

PRENTICE AM, JEBB SA. Beyond body mass index. *Obesity Rev* 2001; 2: 141–147.

RÖSLER A, LEHMANN F, KRAUSE T, WIRTH R, VON RENTELN-KRUSE W. Nutritional and hydration status in elderly subjects: Clinical rating versus bioimpedance analysis. *Archives of Gerontology and Geriatrics* 2010; 50: e81–e85.

ROUBENOFF R. Sarcopenia: a major modifiable cause of frailty in the elderly. *J Nutr Health Aging* 2000a; 4(3): 140-142.

ROUBENOFF R. Sarcopenia and its implication for the elderly. *Eur J Clin Nutr* 2000b; 54(3): 40-47.

ROUBENOFF R, HUGHES VA. Sarcopenia: current concepts. J Gerontol A Biol Sci Med Sci 2000; 55(12): M716-24.

SCHINDLER K, LUDVIK B. Methodische und praktische Aspekte der Bestimmung der Körperzusammensetzung. Wien Med Wochenschr 2004; 154/13-14: 305-312.

SCHNEIDER SM, AL-JAOUNI R, PIVOT X, BRAULIO VB, RAMPAL P, HÉBUTERNE X. Lack of adaption to severe malnutrition in elderly patients. Clin Nutr 2002; 21: 499-504

SCHWENK A, BEISENHERZ A, RÖMER K, KREMER G, SALZBERGER B, ELIA M. 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(2): 496-501.

SIEBER CC. Nutrition in the elderly, pathophysiology – sarcopenia. Virtual Clinical Nutrition University 2009; 4(2): 77-80.

SOMES GW, KRITCHEVSKY SB, SHORR RI, PAHOR M, APPLGATE WB. Body Mass Index, Weight Change, and Death in Older Adults. American Journal of Epidemiology 2002; 156(2): 132-138.

SMOLINER C, NORMAN K, SCHEUFELE R, HARTIG W, PIRLICH M, LOCHS H. Effects of food fortification on nutritional and functional status in frail elderly nursing home residents at risk of malnutrition. Nutrition 2008; 24(11-12): 1139-1144.

STOBÄUS N, NORMAN K, PIRLICH M. Phasenwinkel und Bioelektrische Impedanzvektoranalyse - Klinische Anwendbarkeit der Impedanzparameter. Aktuel Ernährungsmed 2010; 35(3): 124-130.

STURTZEL B, ELMADFA I. Interventionsmöglichkeiten in die Nahrungsaufnahme von geriatrischen Pflegeheimbewohnern: 4 gemeinsamer österreichisch - deutscher Geriatriekongress 7-9 Mai 2009. Wien, 2009.

STURTZEL B. Positive Auswirkungen des Einsatzes von Ballaststoffen anstelle von Laxantien auf die Gesundheit geriatrischer Pflegeheimbewohner. Dissertation am Institut für Ernährungswissenschaften. Wien, Universität Wien 2007.

STURTZEL B, DIETRICH A, WAGNER KH, GISINGER C, ELMADFA I. The status of vitamins b6, b12, folate, and of homocysteine in geriatric home residents receiving laxatives or dietary fiber. *J Nutr Health Aging* 2010; 14(3): 219-223.

STURTZEL B, MIKULITS C, GISINGER C, ELMADFA I. Use of fiber instead of laxative treatment in a geriatric hospital to improve the wellbeing of seniors. *J Nutr Health Aging* 2009; 13(2): 136-139.

TAKATA Y, ANSAI T, SOH I, AKIFUSA S, SONOKI K, FUJISAWA K, AWANO S, KAGIYAMA S, HAMASAKI T, NAKAMICHI I, YOSHIDA A, TAKEHARA T. Association Between Body Mass Index and Mortality in an 80-Year-Old Population. *J Am Geriatr Soc* 2007; 55(6): 913–917.

TOTH MJ, TCHERNOF A. Lipid metabolism in the elderly. *Eur J Clin Nutr* 2000; 54(3): 121-125

TZANKOFF SP, NORRIS AH. Longitudinal changes in basal metabolism in man. *J Appl Physiol* 1997; 45: 536–539.

VARADHAN R, SEPLAKI CL, XUE QL, BANDEEN-ROCHE K, FRIED LP. Stimulus-response paradigm for characterizing the loss of resilience in

homeostatic regulation associated with frailty. *Mech Ageing Dev* 2008; 129(11): 666-670.

VELLAS B, LAUQUE S, ANDRIEU S, NOURHASHEMI F, ROLLAND Y, BAUMGARTNER R GARRY P. Nutrition assessment in the elderly. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care*. 2001; 4: 5–8.

VILLAREAL DT, APOVIAN CM, KUSHNER RF. Obesity in older adults: technical review and position statement of the American Society of Nutrition and NAASO. *The Obesity Society Am J Clin Nutr* 2005; 82: 923–924.

VISVANATHAN R. Under-nutrition in older people: a serious and growing global problem! *J Postgrad Med* 2003; 49: 352-360.

VOLKERT D. Der Body-Mass-Index (BMI) – ein wichtiger Parameter zur Beurteilung des Ernährungszustands. *Aktuel Ernaehr Med* 2006; 31:126 – 132.

VOLKERT D. Körperzusammensetzung im Alter. *Aktuel Ernaehr Med* 2004a; 29: 69 – 77.

VOLKERT D. Leitlinie enterale Ernährung der DGEM und DGG. Ernährungszustand, Energie- und Substratstoffwechsel im Alter. *Aktuel Ernaehr Med* 2004b; 29: 190-197.

VOLKERT D. Ernährung im Alter. Quelle & Meyer Verlag GmbH & Co., Wiesbaden, 1997; 76, 165.

VOLPI E, KOBAYASHI H, SHEFFIELD-MOORE M, MITTENDORFER B, WOLFE RR. Essential amino acids are primarily responsible for the amino acid stimulation of muscle protein anabolism in healthy elderly adults. *American Journal of Clinical Nutrition* 2003; 78(2): 250-258.

WEBER J, GILLAIN S, PETERMANS J. Sarcopenia: a physical marker of frailty. *Rev Med Liege* 2010; 65(9): 514-520.

WEISS A, BELOOSESKY Y, BOAZ M, YALOV A, KORNOWSKI R, GROSSMAN E. Body Mass Index is Inversely Related to Mortality in Elderly Subjects. *Journal of General Internal Medicine* 2008; 23(1): 19–24.

WHO. Obesity: preventing and managing the global epidemic. Report of a WHO consultation. *World Health Organ Tech Rep Ser* 2000; 894, i-xii, 1-253.

WIRTH R. Stellenwert der Bioelektrischen Impedanzanalyse im Ernährungsassessment geriatrischer Patienten. *Euro J Ger* 2006; 8(1): 96-99.

WIRTH R, MIKLIS P. Die Bioelektrische Impedanzanalyse in der Diagnostik der Malnutrition. *Z Gerontol Geriatr* 2005; 38: 315-321.

WIRTH R, VOLKERT D, RÖSLER A, SIEBER CC, BAUER JM. Bioelectric impedance phase angle is associated with hospital mortality of geriatric patients. *Arch Gerontol Geriatr* 2010; 51(3): 290-294

ZAJACOVA A. Shape of the BMI-Mortality Association by Cause of Death, Using Generalized Additive Models: NHIS 1986-2002. *PSC Research Report* 2008; No. 08-639.

Internetadressen

BODYSTAT[®], Produktinformation (Stand 16.02.2011).

<http://www.bodystat.com/products/1500mdd.php>

STATISTIK AUSTRIA, Ergebnisse der Bevölkerungsprognose 2010 (Stand 08.01.2011).

http://www.statistik.at/web_de/statistiken/bevoelkerung/demographische_prognosen/bevoelkerungsprognosen/index.html

MEDI CAL HealthCare, Produkte (Stand 02.09.2011).

<http://medi-cal.de/produkte/elektr-messung.php>

TU BERLIN, Einführung in SPSS (Stand 20.09.2011)

<http://pascal.kgw.tu-berlin.de/gnom/Lehre/spss>

Lebenslauf

Persönliche Daten: Name: Sandra Zarbach
Geburtsdatum: 26. März, 1987 in Wien
Staatsangehörigkeit: Österreich

Ausbildung

09/2005-09/2011	Studium der Ernährungswissenschaften (Universität Wien)
09.06.2005	Matura (Notendurchschnitt 2,0)
1997 – 2005	BG/BRG Purkersdorf mit neusprachlichem Schwerpunkt
1993 – 1997	Volkschule Mondweg, 1140 Wien

Beruflicher Werdegang

11/2010, 08/2011	Mithilfe bei Fragebogenerhebungen (Gastronomisches Management)
06/2008 – 12/2009	angestellt bei GEMMINI Schmuck & Mineralien
07/2006	Ferialpraktikum bei Fino Weinbar und Wirtshaus im Palais Kinsky
08/2007, 2006, 2005, 2004	Ferialpraktikum bei VBV-Mitarbeitervorsorgekasse

Praktika

04/2011	Praktikum am Institut für Ernährungswissenschaften (Uni Wien)
01/2011	Praktikum in der Lebensmitteluntersuchungsanstalt der Stadt Wien
05/2010	Praktikum im Hanusch Krankenhaus (Großküche)
08/2009	Praktikum im SKA-RZ Laab im Walde (Diätologie)

Besondere Kenntnisse:

seit 2004	Jungchararbeit in der Pfarre St. Josef am Wolfersberg
08/2005	Pädagogik-Grundkurs
2010 /2011	Ausbildung zum Aerobic- und Fitnesslehrer (USI Wien)

Sonstiges:

Sprachkenntnisse: Englisch in Wort und Schrift, Französisch, Italienisch
(Grundkenntnisse)

Computerkenntnisse: MS Office, Word, Excel, Outlook, SPSS