



universität  
wien

# MASTERARBEIT / MASTER'S THESIS

Titel der Masterarbeit / Title of the Master's Thesis

Mangelernährung in der kardiovaskulären Rehabilitation –  
Ermittlung der Prävalenz sowie  
Beurteilung der Ausgangslage und Entwicklung  
spezifischer klinischer Parameter  
unter Berücksichtigung der Proteinzufuhr

verfasst von / submitted by

Christiane Prenner, BSc

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

Wien, 2022 / Vienna, 2022

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

UA 066 838

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

Masterstudium Ernährungswissenschaften

Betreut von / Supervisor:

Univ.- Prof. Dr. Jürgen König



## Danksagung

An dieser Stelle möchte ich mich bei all denjenigen bedanken, die mich während der Anfertigung dieser Masterarbeit unterstützt und motiviert haben.

Zuerst gebührt mein Dank Herrn Univ.-Prof. Dr. Jürgen König, der meine Masterarbeit betreut und begutachtet hat. Für die hilfreichen Anregungen und die konstruktive Kritik bei der Planung des Projektes sowie der Erstellung dieser Arbeit möchte ich mich herzlich bedanken.

Ein besonderer Dank gilt dem Chefarzt der PVA, Dr. Martin Skoumal, für die Ermöglichung der Durchführung der gesamten Forschungsarbeit. Der Ärztlichen Leitung des Rehabilitationszentrums in Bad Tatzmannsdorf, Frau Prim.<sup>a</sup> Univ.-Prof.<sup>in</sup> Dr.<sup>in</sup> Jeanette Strametz-Juranek, danke ich für ihren Rückhalt und die außerordentliche Unterstützung im gesamten Verlauf.

Ebenfalls möchte ich mich bei all meinen Kolleg\*innen im Rehazentrum bedanken, die an der Umsetzung der Studie beteiligt waren, allen voran meine Kolleginnen in der Diätologie. Frau Dr.<sup>in</sup> Sabine Hörst-Kollmann, MSc. möchte ich für ihre fachliche Unterstützung in der Planungsphase und Herrn Priv.-Doz. DDr. Michael Sponder, PhD, MPH für die Hilfe bei der statistischen Auswertung danken.

Abschließend gilt mein Dank aber meiner Familie, die mich während meines gesamten Studiums unterstützt hat. Meiner Schwester danke ich vor allem für das Korrekturlesen meiner Masterarbeit und meinem Partner für seine unendliche Geduld und seine großartige Unterstützung in allen Belangen.

Christiane Prenner

Dechantskirchen, 16.03.2022

# Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis .....	IV
Tabellenverzeichnis .....	VII
Abkürzungsverzeichnis .....	VIII
1. Einleitung und Fragestellung .....	1
2. Mangelernährung und verwandte Begriffe .....	3
2.1. Mangelernährung .....	3
2.2. Kachexie und Sarkopenie .....	7
2.2.1. Kachexie .....	8
2.2.2. Sarkopenie .....	9
3. Prävalenz der Mangelernährung .....	12
4. Ursachen einer Mangelernährung .....	15
5. Auswirkungen einer Mangelernährung .....	19
6. Ernährungstherapie .....	22
7. Material und Methoden .....	27
7.1. Studiendesign .....	27
7.2. Studienpopulation .....	28
7.3. Datenerhebung .....	30
7.3.1. Screening .....	30
7.3.2. Anthropometrie .....	30
7.3.3. BIA-Körperanalyse .....	30
7.3.4. Laborparameter .....	32
7.3.5. Erhebung der Leistungsfähigkeit .....	34
7.3.6. Handkraftmessung .....	34
7.3.7. Therapeutische Intervention .....	34
7.3.8. Ernährungsprotokoll .....	36
7.4. Datenauswertung .....	36
8. Ergebnisse .....	38
8.1. Prävalenz .....	38
8.2. Charakteristika der Studienpopulation .....	39
8.3. Energie- und Nährstoffzufuhr während des stationären Aufenthaltes ...	45
8.4. Ergebnisse der Körperzusammensetzung .....	48
8.4.1. Körperzellmasse .....	48

8.4.2. Phasenwinkel .....	51
8.5. Ergebnisse der Leistungsfähigkeit .....	55
8.5.1. Handkraft.....	55
8.5.2. 6-Minuten Gehtest.....	57
8.5.3. Ergometrie.....	59
8.6. Ergebnisse der Eiweißparameter .....	63
8.6.1. Gesamteiweiß .....	63
8.6.2. Albumin .....	66
8.6.3. Präalbumin .....	68
8.6.4. Transferrin .....	71
8.6.5. Lymphozyten.....	74
8.6.6. Retinol-bindendes Protein .....	76
9. Diskussion.....	80
10. Schlussbetrachtung.....	88
11. Limitationen.....	93
12. Zusammenfassung.....	94
13. Abstract.....	95
14. Literaturverzeichnis .....	96
15. Anhang.....	102
15.1. Screeningbogen .....	102
15.2. Tellerprotokoll.....	103
15.3. Standard für Handkraftmessung .....	105
15.4. Standard für Probenaufbereitung (RBP4) .....	106
15.5. Patient*inneneinverständniserklärung .....	107

## Abbildungsverzeichnis

<b>Abbildung 1:</b> Arten der Mangelernährung nach Ätiologie .....	4
<b>Abbildung 2:</b> GLIM Diagnostik-Schema .....	7
<b>Abbildung 3:</b> Diagnose der Kachexie .....	8
<b>Abbildung 4:</b> Arbeitsdefinition von Sarkopenie .....	10
<b>Abbildung 5:</b> Adipositas mit unterschiedlicher Muskelmasse .....	11
<b>Abbildung 6:</b> Anteil der Patient*innen mit Risiko für eine Mangelernährung bzw. einer manifesten Mangelernährung .....	38
<b>Abbildung 7:</b> Verteilung der erreichten Punkteanzahl im Screening innerhalb der Testgruppe .....	39
<b>Abbildung 8:</b> Altersverteilung in der Test- und Kontrollgruppe .....	40
<b>Abbildung 9:</b> Geschlechterverteilung in der Test- und Kontrollgruppe .....	41
<b>Abbildung 10:</b> Klassifizierung des Körpergewichts zu Beginn des Aufenthaltes nach BMI in der Test- und Kontrollgruppe .....	41
<b>Abbildung 11:</b> Verteilung der Leistungskategorien in der Test- und Kontrollgruppe .....	43
<b>Abbildung 12:</b> Vergleich der Energiezufuhr in der Test- und Kontrollgruppe [kcal/d] .....	46
<b>Abbildung 13:</b> Vergleich der Nährstoffzufuhr in der Test- und Kontrollgruppe (Eiweiß, Fett, Kohlenhydrate, Ballaststoffe) [g/d] .....	47
<b>Abbildung 14:</b> Vergleich der Proteinzufuhr in der Test- und Kontrollgruppe ...	47
<b>Abbildung 15:</b> Darstellung der Körperzellmasse zu Beginn und am Ende des Aufenthaltes in der Test- und Kontrollgruppe .....	49
<b>Abbildung 16:</b> Mittlere Veränderung der Körperzellmasse in der Test- und Kontrollgruppe .....	49
<b>Abbildung 17:</b> Veränderungen der Körperzellmasse in der Test- und Kontrollgruppe .....	50
<b>Abbildung 18:</b> Korrelation Proteinzufuhr und Veränderung der Körperzellmasse .....	50
<b>Abbildung 19:</b> Darstellung des Phasenwinkels zu Beginn und am Ende des Aufenthaltes in der Test- und Kontrollgruppe .....	51
<b>Abbildung 20:</b> Mittlere Veränderung des Phasenwinkels in der Test- und Kontrollgruppe .....	52

<b>Abbildung 21:</b> Veränderungen des Phasenwinkels in der Test- und Kontrollgruppe.....	52
<b>Abbildung 22:</b> Korrelation Proteinzufuhr und Veränderung des Phasenwinkels .....	53
<b>Abbildung 23:</b> Darstellung der Handkraft zu Beginn und am Ende des Aufenthaltes in der Test- und Kontrollgruppe .....	55
<b>Abbildung 24:</b> Mittlere Veränderung der Handkraft in der Test- und Kontrollgruppe.....	56
<b>Abbildung 25:</b> Veränderungen der Handkraft in der Test- und Kontrollgruppe	56
<b>Abbildung 26:</b> Darstellung der Ergebnisse aus dem 6-MGT zu Beginn und am Ende des Aufenthaltes in der Test- und Kontrollgruppe .....	57
<b>Abbildung 27:</b> Mittlere Veränderung der Gehstrecke im 6-MGT in der Test- und Kontrollgruppe.....	58
<b>Abbildung 28:</b> Veränderungen der Gehstrecke im 6-MGT in der Test- und Kontrollgruppe.....	58
<b>Abbildung 29:</b> Korrelation Proteinzufuhr und Veränderung im 6-MGT .....	59
<b>Abbildung 30:</b> Darstellung der Wattleistung in der diagnostischen Ergometrie zu Beginn und am Ende des Aufenthaltes in der Test- und Kontrollgruppe .....	60
<b>Abbildung 31:</b> Mittlere Veränderung der Wattleistung in der diagnostischen Ergometrie in der Test- und Kontrollgruppe .....	60
<b>Abbildung 32:</b> Veränderungen der Wattleistung in der diagnostischen Ergometrie in der Test- und Kontrollgruppe .....	61
<b>Abbildung 33:</b> Korrelation Proteinzufuhr und Veränderung in der Ergometrie	61
<b>Abbildung 34:</b> Darstellung des Parameters „Gesamteiweiß“ zu Beginn und am Ende des Aufenthaltes in der Test- und Kontrollgruppe.....	63
<b>Abbildung 35:</b> Mittlere Veränderung des Parameters „Gesamteiweiß“ in der Test- und Kontrollgruppe.....	64
<b>Abbildung 36:</b> Veränderungen des Parameters „Gesamteiweiß“ in der Test- und Kontrollgruppe.....	65
<b>Abbildung 37:</b> Korrelation Proteinzufuhr und Veränderung von Gesamteiweiß .....	65
<b>Abbildung 38:</b> Darstellung des Parameters „Albumin“ zu Beginn und am Ende des Aufenthaltes in der Test- und Kontrollgruppe .....	66

<b>Abbildung 39:</b> Mittlere Veränderung des Parameters „Albumin“ in der Test- und Kontrollgruppe .....	67
<b>Abbildung 40:</b> Veränderungen des Parameters „Albumin“ in der Test- und Kontrollgruppe .....	67
<b>Abbildung 41:</b> Korrelation Proteinzufuhr und Veränderung von Albumin .....	68
<b>Abbildung 42:</b> Darstellung des Parameters „Präalbumin“ zu Beginn und am Ende des Aufenthaltes in der Test- und Kontrollgruppe .....	68
<b>Abbildung 43:</b> Mittlere Veränderung des Parameters „Präalbumin“ in der Test- und Kontrollgruppe .....	69
<b>Abbildung 44:</b> Veränderungen des Parameters „Präalbumin“ in der Test- und Kontrollgruppe .....	70
<b>Abbildung 45:</b> Korrelation Proteinzufuhr und Veränderung von Präalbumin...	70
<b>Abbildung 46:</b> Darstellung des Parameters „Transferrin“ zu Beginn und am Ende des Aufenthaltes in der Test- und Kontrollgruppe .....	71
<b>Abbildung 47:</b> Mittlere Veränderung des Parameters „Transferrin“ in der Test- und Kontrollgruppe .....	72
<b>Abbildung 48:</b> Veränderungen des Parameters „Transferrin“ in der Test- und Kontrollgruppe .....	72
<b>Abbildung 49:</b> Korrelation Proteinzufuhr und Veränderung von Transferrin ...	73
<b>Abbildung 50:</b> Darstellung des Parameters „Lymphozyten“ zu Beginn und am Ende des Aufenthaltes in der Test- und Kontrollgruppe .....	74
<b>Abbildung 51:</b> Mittlere Veränderung des Parameters „Lymphozyten“ in der Test- und Kontrollgruppe .....	75
<b>Abbildung 52:</b> Veränderungen des Parameters „Lymphozyten“ in der Test- und Kontrollgruppe .....	75
<b>Abbildung 53:</b> Darstellung des Parameters „RBP4“ zu Beginn und am Ende des Aufenthaltes in der Test- und Kontrollgruppe.....	76
<b>Abbildung 54:</b> Mittlere Veränderung des Parameters „RBP4“ in der Test- und Kontrollgruppe .....	77
<b>Abbildung 55:</b> Veränderungen des Parameters „RBP4“ in der Test- und Kontrollgruppe .....	77
<b>Abbildung 56:</b> Korrelation Proteinzufuhr und Veränderung von RBP4 .....	78

## Tabellenverzeichnis

<b>Tabelle 1:</b> Interpretation der Resultate einiger Laborparameter .....	33
<b>Tabelle 2:</b> Anzahl der Ausschlüsse in der Testgruppe aufgrund zuvor definierter Faktoren .....	39
<b>Tabelle 3:</b> Alter, Größe, Gewicht, BMI und Bauchumfang zu Beginn in der Test- und Kontrollgruppe .....	44
<b>Tabelle 4:</b> BIA-Parameter zu Beginn und am Ende bzw. Veränderung im Laufe des Aufenthaltes in der Test- und Kontrollgruppe .....	54
<b>Tabelle 5:</b> Parameter der Leistungsfähigkeit zu Beginn und am Ende bzw. Veränderung im Laufe des Aufenthaltes in der Test- und Kontrollgruppe .....	62
<b>Tabelle 6:</b> Laborparameter zu Beginn und am Ende bzw. Veränderung im Laufe des Aufenthaltes in der Test- und Kontrollgruppe .....	79

## Abkürzungsverzeichnis

6-MGT	6-Minuten Gehstest
ATLs	Aktivitäten des täglichen Lebens
BCM	Body Cell Mass
BIA	Bioelektrische Impedanz Analyse
BMI	Body Mass Index
C-DRM	Chronic Disease-related Malnutrition
CRP	C-reaktive Protein
DGE	Deutsche Gesellschaft für Ernährung
DGEM	Deutschen Gesellschaft für Ernährungsmedizin
DRM	Disease-Related Malnutrition
ESPEN	European Society for Clinical Nutrition and Metabolism
EWGSOP2	European Working Group on Sarcopenia in Older People
GFR	Glomeruläre Filtrationsrate
GLIM	Global Leadership Initiative on Malnutrition
HAM	Hospital-Acquired Malnutrition
HMB	Beta-Hydroxy-Beta-Methylbutyrat
ICD	International Statistical Classification of Diseases and Related Health Problems
KHK	Koronare Herzkrankheit
NYHA	New York Heart Association

PW	Phasenwinkel
PEM	Protein-Energie-Mangelernährung
PVA	Pensionsversicherungsanstalt
RBP4	Retinol-bindendes Protein
SD	Standard Deviation / Standardabweichung
WHO	World Health Organization



# 1. Einleitung und Fragestellung

Mangelernährung wird längst nicht nur als Problem in Entwicklungsländern angesehen, sondern präsentiert sich als solches auch in Industriestaaten. Ein schlechter Ernährungszustand ist dabei nicht nur im geriatrischen Bereich zu finden, sondern kann in allen Altersgruppen und verschiedenen medizinischen Disziplinen auftreten. Neben der Onkologie oder Neurologie wird die Kardiologie damit aber seltener in Verbindung gebracht und im Zusammenhang untersucht. Doch auch in diesem Bereich gibt es einige Faktoren, die eine Mangelernährung begünstigen. Dies sind chronische, inflammatorische Zustände, wie sie bei einer koronaren Herzkrankheit (KHK) auftreten, chirurgische Eingriffe oder das Krankheitsbild der Herzinsuffizienz. Letzteres wird oft mit der kardialen Kachexie in Verbindung gebracht. Risikopatient\*innen mit entsprechender Krankheitsgeschichte präsentieren sich nicht nur in Akutkrankenhäusern, sondern im Verlauf auch in der ambulanten und stationären Rehabilitation. Daten zur Prävalenz in diesem Bereich gibt es bislang aber nur spärlich.

Mangelernährung oder das Risiko für eine Mangelernährung ist mit zahlreichen Komorbiditäten, verlängerten Krankenhausaufenthalten und letztlich auch erhöhter Mortalität verbunden. Eine Verbesserung des Ernährungszustandes kann dem entgegenwirken und außerdem zu einer Steigerung der muskulären Funktionalität sowie einer Zunahme der Muskelmasse führen.

Grundlage einer gezielten Ernährungstherapie ist eine frühzeitige Detektion von Risikopatient\*innen. Die Implementierung eines validierten Screenings in der täglichen klinischen Routine ist daher essenziell. Zur Diagnosestellung ausschließlich den Body Mass Index (BMI) der Patient\*innen heranzuziehen, ist nicht ausreichend, da eine krankheitsbedingte Mangelernährung sich sowohl mit Kachexie als auch mit Adipositas präsentieren kann. Diätetische Maßnahmen müssen auf das individuelle Risikoprofil der Patient\*innen abgestimmt werden und können beispielsweise in Form einer Anreicherung von Mahlzeiten mit Makronährstoffen oder dem Einsatz von Supplementen oder Trinknahrung umgesetzt werden.

Eine Verbesserung des Ernährungszustandes bei mangelernährten Patient\*innen kann den Verlauf der Rehabilitation positiv beeinflussen und die Effektivität der medizinischen Trainingstherapie unterstützen.

Das vordergründige Ziel dieser Masterarbeit war die Erfassung der Prävalenz der Mangelernährung bzw. des Risikos einer Mangelernährung bei kardiovaskulären Risikopatient\*innen in der Rehabilitation. Zudem sollte das klinische Zustandsbild der Betroffenen anhand verschiedener Parameter dargestellt und deren Veränderung durch therapeutische Maßnahmen in Zuge der Rehabilitation beurteilt werden. Die Forschungsfragen lauteten:

„Wie hoch ist die Prävalenz der Mangelernährung bei kardiovaskulären Risikopatient\*innen in der Rehabilitation?“

„Wie präsentieren sich Patient\*innen mit einem mangelhaften Ernährungszustand zu Beginn der Rehabilitation hinsichtlich ernährungsrelevanter Laborparameter, ihrer Körperzusammensetzung sowie Leistungsfähigkeit und welche Veränderungen ergeben sich im Verlauf des stationären Aufenthalts?“

„Kann eine, durch die Ernährungstherapie angepasste, Proteinzufuhr mit dem Rehabilitationserfolg assoziiert werden?“

Um dieses Ziel zu erreichen, wurden im Rehabilitationszentrum der Pensionsversicherungsanstalt (PVA) in Bad Tatzmannsdorf alle Patient\*innen, die im Zeitraum von Dezember 2018 bis März 2020 eine kardiologische Rehabilitation antraten, auf das Vorherrschen einer Mangelernährung gescreent. Bei Patient\*innen, die alle Einschlusskriterien erfüllten, wurden zahlreiche Untersuchungen zu Beginn der Rehabilitation durchgeführt. Neben der Labordiagnostik war dies die Bioelektrische Impedanzanalyse (BIA), welche die Körperkomposition beurteilen sollte, die Handkraftmessung zur Evaluierung der muskulären Funktionalität, sowie ein 6-Minuten-Gehtest (6-MGT) oder einer Ergometrie zur Bewertung der körperlichen Leistungsfähigkeit. Um den Rehabilitationserfolg quantifizieren zu können, wurden alle Erhebungen am Ende des Aufenthaltes wiederholt und statistisch ausgewertet.

## 2. Mangelernährung und verwandte Begriffe

Mangelernährung, Kachexie und Sarkopenie sind Begriffe, die häufig synonym verwendet werden. Ursachen und Auswirkungen überlagern sich teilweise und erschweren die Abgrenzung. Im folgenden Kapitel werden die drei Krankheitsbilder einzeln betrachtet.

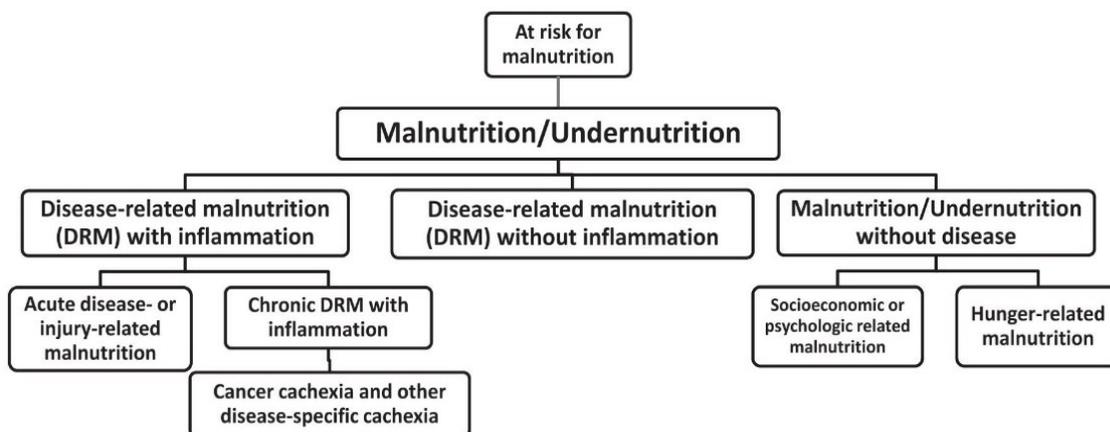
### 2.1. Mangelernährung

Gemäß der Definition der Weltgesundheitsorganisation WHO bezieht sich der Terminus Mangelernährung auf „*Mängel, Überschüsse oder Ungleichgewichte in der Energie- und/oder Nährstoffaufnahme einer Person*“ (WHO, 2020). Somit ist Mangelernährung ein sehr weiter Begriff, bzw. ein klinisches Bild, das sich sehr vielfältig präsentieren kann. Global betrachtet ist die Hauptursache von Ernährungsdefiziten Hunger bzw. ein fehlendes Angebot an Nahrung. In den Industriestaaten dominiert aber die krankheitsbedingte Mangelernährung. Eine einheitliche Definition bzw. einen universellen Parameter zur Diagnose einer Mangelernährung ist aufgrund der Komplexität nicht existent (Biesalski et al., 2010). Eine umfassende Begriffserklärung ist in *Basics in Clinical Nutrition* zu finden. Hier wird Mangelernährung als ein Zustand beschrieben, der durch eine unzureichende Zufuhr von Nahrung oder Aufnahme von Nährstoffen entsteht und zu einer Veränderung der Körperzusammensetzung und Körperzellmasse führt, was wiederum körperliche und geistige Funktionen sowie das klinische Outcome beeinträchtigt (Sobotka, 2011). Mangelernährung ist dabei kein akuter Zustand, sondern wird als subakutes oder chronisches Krankheitsbild angesehen (Soeters et al., 2008).

Eine Möglichkeit, den Begriff Mangelernährung weiter zu differenzieren, ist die Unterscheidung zwischen quantitativer und qualitativer Ausprägung. Eine quantitative Mangelernährung liegt dann vor, wenn die Energiezufuhr den Energiebedarf unterschreitet, also eine negative Energiebilanz vorliegt. Die Reduktion der Energiereserven hat den Verlust an Körpergewicht zur Folge. Bei der qualitativen Form ist die Nährstoffzufuhr inadäquat. Klinisch zeigt sich jedoch, dass beide Ausprägungen häufig in Kombination vorkommen. Die Ausprägungen, bei denen

ein Protein- und ein Energiemangel im Vordergrund steht, werden unter dem Begriff Protein-Energie-Mangelernährung (PEM) zusammengefasst (Biesalski et al., 2010).

Wie **Abbildung 1** zeigt, unterscheiden Cederholm et al. entsprechend der Ätiologie vorrangig drei Formen der Mangelernährung. Neben der krankheitsbedingten Mangelernährung mit Inflammation, die sich im Zuge akuter oder chronischer Erkrankung entwickelt und der krankheitsbedingten Mangelernährung ohne Inflammation ist die dritte Kategorie eine Mangelernährung bzw. Unterernährung, die ohne ursächliche Grunderkrankung entsteht (Cederholm et al., 2017).



**Abbildung 1:** Arten der Mangelernährung nach Ätiologie (Cederholm et al., 2017)

In gut entwickelten Regionen sind vor allem Formen der krankheitsbedingten Mangelernährung (Disease-Related Malnutrition, DRM) verbreitet, bei denen unterschiedliche Erkrankungen bzw. auch deren Behandlungen negativen Einfluss auf Appetit, Nährstoffabsorption und/oder Metabolismus nehmen. Daraus kann sowohl ein Energiedefizit als auch ein Protein- und Nährstoffmangel resultieren (Landi et al., 2019).

Eine DRM ohne Inflammation als kausalen Mechanismus bezeichnet man auch als „non-cachectic DRM“ (Cederholm et al., 2017). Zugrundeliegende Erkrankungen sind hier beispielsweise Dysphagie, neurologische Erkrankungen oder Demenz bzw. kognitive Dysfunktionen. Auch fortschreitendes Alter trägt zu dieser Form der Mangelernährung bei, da sie sich häufig mit reduziertem Appetit bzw.

Appetitlosigkeit präsentiert. Dieser Zustand lässt sich als „anorexia of aging“ subsumieren (Landi et al., 2019).

Im Setting verschiedener Gesundheitseinrichtungen wie Krankenhäuser, Pflegeeinrichtungen, aber auch im Bereich der Rehabilitation ist vorwiegend die sogenannte chronische krankheitsspezifische Mangelernährung (Chronic Disease-Related Malnutrition, C-DRM) prävalent. Bei dieser Form wird die Mangelernährungssymptomatik von einer subklinischen, milden oder mäßig ausgeprägten Inflammation begleitet. Diese führt teilweise zu einer Verminderung der Nahrungsaufnahme sowie zu einer milden Form des Stressmetabolismus. Beide Faktoren verändern in weiterer Folge Körperzusammensetzung und Nährstoffbedarf und beeinträchtigen gleichzeitig den Intermediärstoffwechsel (Jensen et al., 2010); (Valentini et al., 2013). Hier sind Veränderungen vorwiegend zytokinmediert und bestehen somit zeitgleich zum Entzündungsgeschehen. Sie steigern den Energieumsatz, die Proteolyse und führen zu Verschiebungen von Flüssigkeit ins Interstitium. Außerdem werden auch Akut-Phase-Proteine beeinflusst (Valentini et al., 2013).

Erkrankungen, die mit C-DRM in Verbindung gebracht werden, sind beispielsweise Organerkrankungen (z.B. Herzinsuffizienz, Leberzirrhose), maligne Erkrankungen (z.B. Pankreaskarzinom) oder chronisch entzündliche Erkrankungen wie Morbus Crohn oder rheumatoide Arthritis (Valentini et al., 2013).

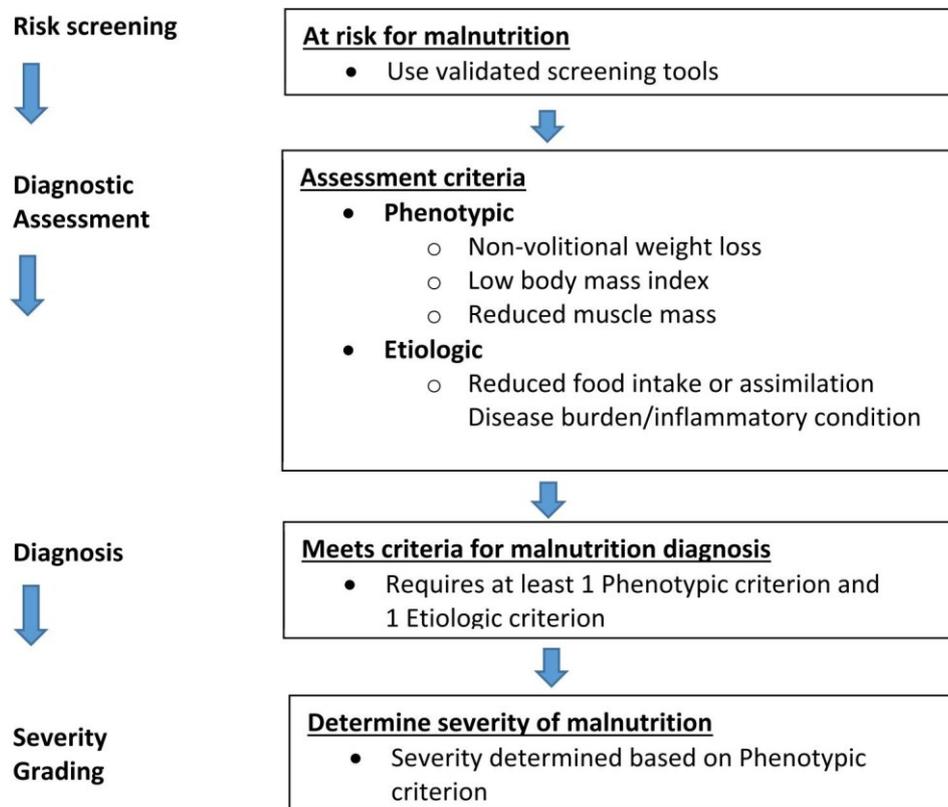
Eine erfolgreiche Ernährungsintervention muss in diesem Fall mit der Behandlung der Grunderkrankung einhergehen. Liegt eine Entzündung vor, schränkt diese sehr häufig die Wirksamkeit der Ernährungstherapie ein, vice versa kann das Ansprechen auf eine medikamentöse Therapie durch eine Mangelernährung herabgesetzt sein (Jensen et al., 2010).

## Diagnose

Für die Identifikation einer Mangelernährung gibt es eine Reihe von Instrumenten, die teilweise für spezielle Settings oder bestimmte Altersgruppen empfohlen werden. Bisher fehlte es an einem grundlegenden Konsens an diagnostischen Kriterien (Cederholm et al., 2019). Ein neuer Ansatz, Mangelernährung zu diagnostizieren, kam 2019 von der GLIM, der *Global Leadership Initiative on Malnutrition*. Vertreter der weltweit größten Gesellschaften für parenterale und enterale Ernährung: der ESPEN (The European Society for Clinical Nutrition and Metabolism), der ASPEN (American Society for Parenteral and Enteral Nutrition), der FELANPE (Federacion Latinoamericana de Terapia Nutricional, Nutricion Clinica y Metabolismo) und der PENSA (The Parenteral and Enteral Nutrition Society of Asia) haben zusammengearbeitet, um einheitliche Kriterien zur Diagnostik der Mangelernährung zu erstellen (Landi et al., 2019).

Bei diesem Konzept werden Risikopatient\*innen anhand eines validierten Screenings gefiltert und anschließend phänotypische und ätiologische Kriterien für die Diagnose herangezogen. Zu den phänotypischen Kriterien zählen ungewollter Gewichtsverlust, ein niedriger Body Mass Index (BMI) sowie eine reduzierte Muskelmasse. Die beiden ätiologischen Kriterien sind reduzierte Nahrungsaufnahme oder Assimilation sowie Entzündungsgeschehen oder Krankheitslast. Um eine bestehende Mangelernährung zu diagnostizieren, muss zumindest jeweils ein phänotypisches und ätiologisches Kriterium nachgewiesen sein. Die phänotypischen Kriterien dienen zusätzlich zur Beurteilung der Schwere der Mangelernährung (Stufe 1 = moderate Mangelernährung, Stufe 2 = schwere Mangelernährung). Durch die ätiologischen Kriterien ist es auch möglich, die Diagnose Mangelernährung entsprechend zu konkretisieren (Cederholm et al., 2019).

**Abbildung 2** zeigt das Diagnoseschema der GLIM für Screening, Assessment, Diagnose und Einstufung der Mangelernährung.



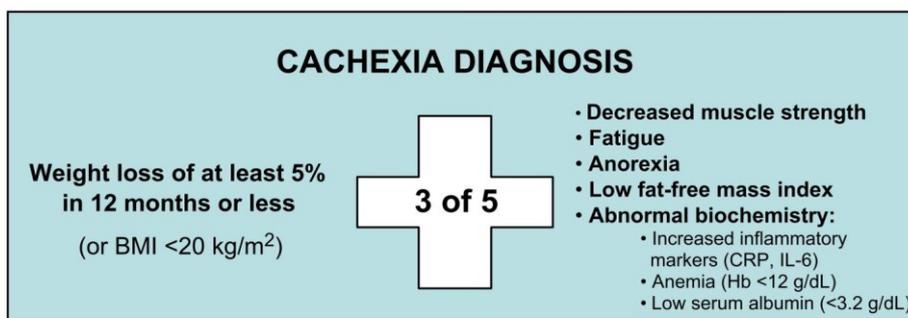
**Abbildung 2:** GLIM Diagnostik-Schema (Cederholm et al., 2019)

## 2.2. Kachexie und Sarkopenie

Sowohl Kachexie als auch Sarkopenie erfüllen die Kriterien zur Definition der Mangelernährung (Soeters et al., 2008). Zentrales Merkmal beider Krankheitsbilder ist ein beträchtlicher Verlust an Muskelmasse. Patient\*innen mit Sarkopenie sind aber nicht zwingend auch kachektisch (Miller et al., 2018). Während bei der Kachexie krankheitsbedingte Entzündungen grundlegend sind, sind es bei der Sarkopenie vor allem eine altersbedingte, niedrigschwellige Inflammation. Die Sarkopenie wird dabei häufig zusätzlich durch chronische Erkrankungen, die in der entsprechenden Altersgruppe vermehrt auftreten, verstärkt (Soeters et al., 2008).

### 2.2.1. Kachexie

In der Leitlinie für klinische Ernährung der Deutschen Gesellschaft für Ernährungsmedizin (DGEM) wird Kachexie als ein multifaktorielles Syndrom definiert, das mit chronischer Krankheit assoziiert ist und mit ungewolltem Gewichtsverlust, Atrophie der Muskulatur, Müdigkeit, Schwäche und einem beträchtlichen Rückgang des Appetits einhergeht. Parallel dazu kommt es zu einem gering- bis mittelgradigen Entzündungsgeschehen (Valentini et al., 2013). Das klinische Leitsymptom ist der Gewichtsverlust, der aus einem Rückgang von sowohl Fett-, als auch Muskelmasse resultiert (Evans et al., 2008). Diesem kann nicht allein durch eine nutritive Intervention entgegengewirkt werden (Valentini et al., 2013).



**Abbildung 3:** Diagnose der Kachexie (Evans et al., 2008)

Wie in **Abbildung 3** dargestellt, wird zur Diagnosestellung vorrangig das Vorliegen eines ungewollten Gewichtsverlusts von zumindest 5 % innerhalb der vorangegangenen 12 Monate bzw. ein BMI < 20 kg/m<sup>2</sup> herangezogen. Zusätzlich müssen zumindest drei der folgenden fünf Kriterien erfüllt sein: Kraftverlust, Erschöpfung, Appetitlosigkeit, niedriger Fettfreie-Masse-Index oder abnormale biochemische Parameter. Laborchemisch relevant ist hier eine Anämie mit einem Hämoglobin-Wert < 12 g/dl und/oder ein niedriges Serum-Albumin (< 3 g/dl) und/oder erhöhte Akut-Phase-Proteine (C-reaktive Protein, CRP > 5,0 mg/l) bzw. Zytokine (Interleukin 6 > 4,0 pg/ml) (Biesalski et al., 2010); (Evans et al., 2008).

Krankheitsbilder, die mit einem hohen Risiko für Kachexie einhergehen sind unter anderem onkologische Erkrankungen, chronisch obstruktive

Lungenerkrankungen (COPD), Herz-Kreislauf-Erkrankungen (vor allem chronische Herzinsuffizienz), Lebererkrankungen und chronische Nephropathien (Valentini et al., 2013).

Die Begriffsdefinitionen der Kachexie und der C-DRM zeigen große Überschneidungen und daher werden beide Termini oft synonym verwendet (Valentini et al., 2013). Im Gegensatz zur Mangelernährung ist die Kachexie aber nicht allein durch ernährungstherapeutische Maßnahmen reversibel. Dieser Aspekt dient zur Abgrenzung der beiden Zustände (Miller et al., 2018).

### **2.2.2. Sarkopenie**

Gemäß der aktuellen, überarbeiteten Definition der European Working Group on Sarcopenia in Older People (EWGSOP2) ist Sarkopenie eine Muskelerkrankung, die das Ergebnis negativer Veränderungen der Muskulatur ist, die im Laufe des Lebens entstehen und sich summieren. Daher ist Sarkopenie eine Erkrankung, die vor allem ältere Erwachsene betrifft, aber durchaus auch früher auftreten kann (Cruz-Jentoft et al., 2019). Klinisch zeigt sich ein fortschreitender und generalisierter Verlust der Skelettmuskulatur, der mit einem deutlichen Rückgang der Muskelkraft verbunden ist und durch abnehmende körperliche Aktivität verstärkt wird. Daher ist eine Sarkopenie auch Teil des Frailty-Syndroms (Valentini et al., 2013). Eine inadäquate Energie- und Nährstoffzufuhr ist nicht ursächlich, tritt mit fortschreitendem Alter aber oft zusätzlich auf und verschlechtert die Prognose insgesamt (Soeters et al., 2008).

Während ab dem Jahr 2010 das Hauptkriterium zur Diagnose der Sarkopenie noch eine reduzierte Muskelmasse war, liegt der Fokus seit der Veröffentlichung des Konsensuspapiers der EWGSOP2 2019 auf einer verminderten Muskelkraft, die seither als primärer Indikator der Sarkopenie dient (Cruz-Jentoft et al., 2010); Landi et al., 2019). Wird sie erkannt, ist eine Sarkopenie wahrscheinlich. Das zusätzliche Vorliegen einer reduzierten Muskelmasse bzw. einer verminderten muskulären Qualität führt in weiterer Folge zur Bestätigung der Diagnose. Das Hauptkriterium zur Schweregradbestimmung ist eine verminderte körperliche Leistungsfähigkeit (vgl. **Abbildung 4**). Die EWGSOP2 empfiehlt dazu nun auch konkrete Cut-Off-Punkte, um Ergebnisse entsprechender Untersuchungen in der

klinischen Praxis standardisiert interpretieren zu können (Cruz-Jentoft et al., 2019).

<p><b>Probable sarcopenia is identified by Criterion 1.</b> <b>Diagnosis is confirmed by additional documentation of Criterion 2.</b> <b>If Criteria 1, 2 and 3 are all met, sarcopenia is considered severe.</b></p> <hr/> <p>(1) Low muscle strength (2) Low muscle quantity or quality (3) Low physical performance</p>
--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

**Abbildung 4:** Arbeitsdefinition von Sarkopenie (Cruz-Jentoft et al., 2019)

Sarkopenie ist ein anerkanntes Krankheitsbild, für das es seit 2018 auch einen Diagnoseschlüssel gibt. Der ICD-Code "M62.50" aus dem Katalog "ICD-10-GM Version 2018", oder „M62.84“ aus „ICD-9-CM (Clinical Modification)“ soll seither zur Dokumentation verwendet werden (Prado et al., 2018).

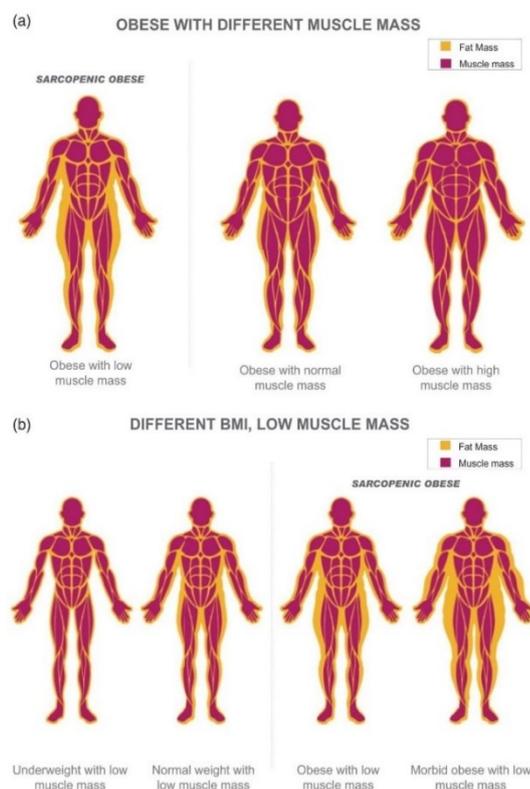
Auch eine Sarkopenie kann sich in unterschiedlichen Varianten präsentieren und nach ihrer Ätiologie weiter differenziert werden. Unterschieden wird dabei die primäre und die sekundäre Form. Eine primäre Sarkopenie liegt vor, wenn neben dem Alter keine zusätzliche Ursache evident ist. Sind zusätzlich oder auch ausschließlich andere Faktoren als das Alter kausal, wird der Begriff der sekundären Sarkopenie verwendet. Letztere Variante kann im Zuge einer systemischen Erkrankung auftreten, vor allem wenn diese mit Entzündungen einhergehen, wie es bei onkologischen Erkrankungen der Fall ist. Auch körperliche Inaktivität, sowie eine unzureichende Energie- oder Proteinzufuhr kann zur Entwicklung der sekundären Sarkopenie führen (Cruz-Jentoft et al., 2019).

In ihrer Publikation aus dem Jahr 2019 beschrieb die EWGSOP2 erstmals auch die Möglichkeit, Sarkopenie in eine akute und eine chronische Form zu kategorisieren. Besteht die Sarkopenie bereits länger als 6 Monate gilt sie als chronischer Zustand, folglich wird bei kürzerem Andauern der Begriff der akuten Sarkopenie verwendet. Akute Formen sind normalerweise mit akuten Krankheiten oder Verletzungen assoziiert, während chronische und fortschreitende Erkrankungen eher mit einer chronischen Sarkopenie einhergehen (Cruz-Jentoft et al., 2019).

## Adipöse Sarkopenie

Eine weitere Sonderform der Sarkopenie ist die adipöse Sarkopenie, die aufgrund des steigenden Anteils an übergewichtigen oder adipösen Personen in der Gesellschaft immer mehr Bedeutung gewinnt. Denn trotz eines beträchtlichen und klinisch relevanten Verlusts an Muskelmasse, können sich Personen aus dieser Gruppe mit einem BMI präsentieren, der dem Normalgewicht oder Kategorien darüber zugeordnet werden kann (Cederholm et al., 2015). Dadurch besteht die Gefahr, dass betroffene Personen erst spät erkannt werden und eine adäquate Intervention erst verzögert beginnt bzw. gänzlich ausbleibt (Muscaritoli et al., 2010). Wird aber die Körperzusammensetzung betrachtet, besteht ein Mangel an Skelettmuskelmasse bei gleichzeitig hohem Körperfettanteil (Deutz et al., 2014).

**Abbildung 5** zeigt, mit welcher Variabilität sich die Körperzusammensetzung bei Adipositas präsentieren kann. Ohne eine Analyse der Verteilung von Fett- und Muskelmasse kann das gesundheitliche Risiko dieser Patient\*innen nicht eingeordnet werden (Prado et al., 2018).



**Abbildung 5:** Adipositas mit unterschiedlicher Muskelmasse (Prado et al., 2018)

Die Abnahme der Muskelmasse ist oft Folge einer Adipositas und dem damit oft einhergehenden inaktiven Lebensstil (Deutz et al., 2014). Die Zunahme der Fettmasse kann dabei einen Verlust der fettfreien Masse maskieren (Muscaritoli et al., 2010). Es kommt aber nicht nur zu quantitativen, sondern auch zu qualitativen Veränderungen der Muskelmasse. Diese sind teilweise auf intramyozelluläre Lipideinlagerungen zurückzuführen, die sowohl Muskelfunktion als auch Muskelstärke beeinflussen (Visser et al., 2005). Außerdem kann dieser Zustand zusätzlich negativ auf die Muskelproteinsynthese wirken (Deutz et al., 2014). Dadurch ist das klinische Outcome dieses Krankheitsbildes in Bezug auf Morbidität und funktioneller Beeinträchtigung negativer zu beurteilen als jenes der Sarkopenie oder Adipositas für sich (Landi et al., 2019).

Sarkopene Adipositas ist aber nicht mit einer Kachexie bei einer adipösen Person gleichzusetzen, da sie im Gegensatz dazu nicht zwingend mit einem spezifischen Krankheitszustand assoziiert werden kann (Muscaritoli et al., 2010).

### **3. Prävalenz der Mangelernährung**

In Bezug auf Mangelernährung ist es insgesamt sehr schwer, allgemein gültige Aussagen über die Prävalenz oder Inzidenz zu treffen. Zum einen aufgrund der unterschiedlichen Settings, die beurteilt werden sollen, zum anderen aufgrund der sehr unterschiedlichen Werkzeuge, die zur Identifizierung eines schlechten Ernährungszustandes Verwendung finden. Speziell Daten aus dem Bereich der Rehabilitation sind spärlich. Leij-Halfwerk et al. publizierten 2019 eine Metaanalyse, mit der sie die Prävalenz von Mangelernährung bei älteren Erwachsenen (> 65a) in Europa untersuchten. Eingeschlossen wurden Studien, die im Zeitraum von Jänner 2006 und Juli 2017 publiziert wurden. Von den insgesamt 223 Studienkollektiven aus 24 europäischen Ländern kamen lediglich zwei aus dem Setting der Rehabilitation, zu wenige, um eine spezifische Metaanalyse durchzuführen. Das Risiko für Mangelernährung, zusammengefasst für sämtliche Länder Europas sowie für alle untersuchten Gesundheitseinrichtungen und verwendeten Screeningtools, lag in der durchgeführten Analyse bei 22,6 %. Zu erwähnen ist, dass die beiden Studien aus dem Rehabilitationssetting höhere Prävalenzen

zeigten als jene, die in Krankenhäusern durchgeführt wurden (Leij-Halfwerk et al., 2019).

Eine etwas ältere Arbeit von Kaiser et al. aus dem Jahr 2010 fasste Ergebnisse von 24 Datensätzen aus 12 Ländern zusammen. Untersucht wurden 4057 ältere Erwachsene mit einem durchschnittlichen Alter von 82,3 Jahren. Die Prävalenz für eine Mangelernährung lag insgesamt bei 22,8 %, wobei unterschiedliche Settings beurteilt wurden und dabei beachtliche Unterschiede feststellbar waren. In Pflegeheimen wurden 13,8 % der Personen als mangelernährt kategorisiert, in Krankenhäusern 38,7 % und in der Rehabilitation sogar 50,5 %. Daneben wurde bei weiteren 46,2 % aller untersuchten Patient\*innen ein Risiko für Mangelernährung festgestellt (Kaiser et al., 2010).

Im Rahmen des von der Medizinischen Universität Wien und der European Society for Clinical Nutrition and Metabolism (ESPEN) jährlich durchgeführten NutritionDay wird der Ernährungszustand von Personen in Krankenhäusern und Pflegeheimen untersucht. Im Jahr 2015 wurden so europaweit 10863 Patient\*innen gescreent. 12,9 % galten als manifest mangelernährt, weitere 30 % wiesen ein erhöhtes Risiko für Mangelernährung auf. Betrachtet man nur das Vorliegen einiger Risikofaktoren, wie ein ungewollter Gewichtsverlust oder ein Rückgang der Nahrungszufuhr, so war deren Prävalenz 4-fach höher und lag somit bei ca. 40-50 % (Ostrowska et al., 2021).

Da viele kardiologische Risikopatient\*innen direkt aus dem Akutkrankenhaus in stationäre Rehabilitationszentren kommen, ist es interessant, sich Daten aus diesem Bereich anzusehen.

Kootaka et al. untersuchten eine Studienpopulation von 921 hospitalisierten Patient\*innen mit kardiovaskulären Erkrankungen älter als 20 Jahre unter anderem hinsichtlich der Prävalenz einer Mangelernährung. Abhängig von den zugrunde gelegten Diagnosekriterien wurde diese bei 18,9 % bzw. 11,0 % der Patient\*innen festgestellt (Kootaka et al., 2021).

Eine multizentrische Querschnittsstudie, die in 12 Krankenhäusern Norditaliens durchgeführt wurde, zeigte, dass 21,4 % von 1066 untersuchten Patient\*innen mangelernährt waren. Weitere 48,7 % hatten ein Risiko für Mangelernährung und

lediglich 29,9 % wiesen einen zufriedenstellenden Ernährungszustand auf. Ein signifikant höheres Risiko konnte bei chirurgischen Patient\*innen gezeigt werden (Bonetti et al., 2017).

Dieses erhöhte Risiko nach operativen Eingriffen ist von besonderer Relevanz im Hinblick auf die Prävalenz der Mangelernährung in der kardiologischen Rehabilitation. Denn das Rehabilitationszentrum der PVA in Bad Tatzmannsdorf ist unter anderem spezialisiert auf Patient\*innen nach Bypassoperationen, operativen Herzklappeneingriffen, Operationen an den großen Gefäßen oder auch Herztransplantationen (PVA, 2022b).

Dazu ist auch die Arbeit von Boban et al. interessant. Hier untersuchte man eine Kohorte von Patient\*innen, die 1 bis 6 Monate nach der Behandlung von ischämischen, valvulären oder kombiniert verursachten Herzkrankheiten für eine Rehabilitation vorgesehen waren. Bei 73,8 % der untersuchten Patient\*innen wurde mittels NRS-2000 ein erhöhtes Ernährungsrisiko festgestellt. Diese Prävalenz ist laut den Autor\*innen vergleichbar mit jener, die in Untersuchungen auf allgemeinen chirurgischen Stationen oder Intensivstationen gefunden wurde. Berichtet wurde auch von einem Zusammenhang zwischen Ernährungsrisiko und Invasivität der kardiovaskulären Behandlung (Boban et al., 2014).

Eine weitere Indikation für eine kardiologische Rehabilitation ist eine chronische Herzinsuffizienz. Akner und Cederholm analysierten die Prävalenz der Mangelernährung bei Patient\*innen mit dieser Diagnose und fanden, dass, abhängig vom Krankheitsstadium, zwischen 10 und 25 Prozent der Betroffenen von einer PEM betroffen sind (Akner & Cederholm, 2001).

## 4. Ursachen einer Mangelernährung

Als grundlegende Ursache der Mangelernährung gilt die unzureichende Zufuhr oder Absorption von Nährstoffen (Sobotka, 2011). Daneben spielen aber auch andere Faktoren eine wichtige Rolle.

Speziell die Inflammation, sowohl in ihrer akuten als auch chronischen Ausprägung, rückt dabei immer stärker in den Fokus des Interesses. Mangelernährung im Kontext einer Krankheit oder Verletzung entsteht meist aus dem kombinierten Auftreten einer reduzierten Nahrungsaufnahme und dem krankheitsassoziierten Entzündungsgeschehen (Cederholm et al., 2019). Eine Entzündung beeinflusst den Stoffwechsel negativ. Unter anderem steigt in der Akutphase der Entzündungsreaktion der Ruheenergieverbrauch sowie die Ausscheidung von Stickstoff. Folglich kommt es zu einem vermehrten Abbau der fettfreien Masse, der Proteolyse. Während sich Energie- und Proteinbedarf erhöhen, führt eine Entzündung parallel zu einem Rückgang des Appetits und der Nahrungsaufnahme. Da die Wirkung der Entzündung auf den Stoffwechsel meist durch Zytokine mediiert wird, hält sie auch an, so lange der Entzündungsstimulus besteht (Mueller et al., 2011); (Jensen et al., 2010).

Vor allem mit fortschreitendem Alter kommt es zunehmend zu Erkrankungen, die mit entzündlichen Zuständen einhergehen. Beispiele dafür sind eine chronisch obstruktive pulmonale Erkrankung (COPD), dialysepflichtige chronische Nierenerkrankung oder eine Herzinsuffizienz. Die dadurch bedingten Veränderungen im Protein-Metabolismus erklären teilweise den ansteigenden Proteinbedarf im Alter (Deutz et al., 2014). Bei älteren Menschen ist der Ursprung der Mangelernährung aber komplexer und oft multifaktoriell. Neben einer Inflammation spielen auch eine inadäquate Nährstoffaufnahme, eine reduzierte Bioverfügbarkeit, schlechter Appetit, Dysphagie, Malabsorption, Polypharmazie (6-9 Medikamente) sowie die reduzierte Mobilität eine wesentliche Rolle (Ostrowska et al., 2021).

Auch ein Krankenhausaufenthalt kann Ursache einer Mangelernährung sein. Woodward et al. untersuchten die Inzidenz der Hospital-Acquired Malnutrition (HAM) in einer retrospektiven Studie in Australien. Definiert wurde HAM als

Mangelernährung, die frühestens 14 Tage nach stationärer Aufnahme erstdiagnostiziert werden konnte. Von insgesamt 17 717 Patient\*innen ( $63 \pm 20$  Jahre) wurde bei 208 Patient\*innen bzw. 1 % eine HAM bestätigt. Den Autoren zufolge zeigten zuvor publizierte Arbeiten meist noch höhere Inzidenzwerte von bis zu 17 %. Dabei spielte auch die insgesamt Länge des Aufenthaltes eine wesentliche Rolle. Eine in dieser Population durchgeführte Regressionsanalyse zeigte, dass sich mit jedem zusätzlichen Aufenthaltstag, die Odds Ratio für die Diagnose einer HAM um 0,6 % erhöhten (Woodward et al., 2020).

Ursache für eine Verschlechterung des Ernährungszustandes durch einen stationären Aufenthalt kann der mit der Grunderkrankung verbundene Hyperkatabolismus sein (Prado et al., 2018). Vor allem erhöhen aber chirurgische Eingriffe das Mangelernährungsrisiko sowie den katabolen Zustand durch unterschiedliche Mechanismen. Große Bedeutung kommt dabei der operativen Verletzung zu, da das chirurgische Trauma zum Abbau von Muskelproteinen, Synthese von Akutphase-Proteinen in der Leber und gleichzeitigem Auftreten von Katabolismus und Anabolismus führt. Daraus resultieren neben einem Gewichtsverlust auch Nährstoffdefizite. Werden diese nicht ausgeglichen bzw. ist die Nahrungszufuhr in der gesamten perioperativen Phase inadäquat, wirkt dies zusätzlich verstärkend (Ścisło et al., 2019). Hinzu kommt, dass postoperativ gehäuft Übelkeit, Erbrechen sowie Appetitverlust auftreten, wodurch sich der Ernährungszustand weiter verschlechtert und der Verlust von Muskelmasse begünstigt wird (Bisgaard & Kehlet, 2002).

Boban et al. untersuchten die Prävalenz einer Mangelernährung bei Patient\*innen, die bis zu sechs Monate nach einer Intervention bei koronarer Herzkrankheit und/oder Herzklappenerkrankung eine stationäre Rehabilitation antraten. In Hinblick auf die Ätiologie der kardialen Erkrankung konnte bei Patient\*innen mit Herzklappenerkrankungen ein höheres Mangelernährungsrisiko festgestellt werden als bei jenen, deren Erkrankung ischämischer Natur waren. Kamen beide Pathologien in Kombination vor, wurden die höchsten Scores im Screening erreicht. Neben der Erkrankungsursache ist vor allem der Grad der Invasivität der kardiovaskulären Behandlung ausschlaggebend. Perkutane

Koronarinterventionen und konservativ behandelte Myokardinfarkte brachten ein geringeres Mangelernährungsrisiko als chirurgische Eingriffe (Boban et al., 2014).

Ścisło et al. untersuchten den Ernährungszustand von älteren Patient\*innen nach einer Koronararteriellen Bypass-Operation (CABG). Präoperativ wiesen 59 % ein Risiko für eine Mangelernährung auf, 1 % der Patient\*innen war manifest mangelernährt. Eine wiederholte Beurteilung am fünften postoperativen Tag zeigte, dass nunmehr 92,7 % ein Risiko für Mangelernährung aufwiesen und der Anteil an manifest mangelernährten auf 2,1 % gestiegen war (Ścisło et al., 2019). Begründet scheint diese Entwicklung wiederum mit der postoperativen Entzündungsreaktion zu sein. Vor allem koronararterielle Bypass-Operationen triggern eine systemische Inflammation. Eine Pilotstudie zeigte, dass IL-6 auch vier bis sechs Wochen nach dem Eingriff noch erhöht war (DiMaria-Ghalili et al., 2014).

### **Kardiale Kachexie**

Ein weiterer wesentlicher Schnittpunkt zwischen Mangelernährung und der Kardiologie präsentiert sich im Krankheitsbild der Kardialen Kachexie, die den Zusammenhang zwischen einer chronischen Herzinsuffizienz und einer Kachexie beschreibt (Biesalski et al., 2010). Im Kontext einer Herzinsuffizienz werden unter anderem hormonelle Veränderungen, Malabsorption, Entzündung und oxidativer Stress, körperliche Inaktivität, verminderte Muskeldurchblutung und endotheliale Dysfunktion beschrieben, die zu einem reduzierten Ernährungszustand und Muskelabbau bei betroffenen Patient\*innen führen können. Hinzu kommt, dass Medikamente, die bei einer Herzinsuffizienz zur Anwendung kommen, nicht selten zu Nebenwirkungen wie Geschmacksveränderungen oder Übelkeit führen. Gleichzeitig beeinflussen Veränderungen der Zusammensetzung oder Funktion der Muskulatur wiederum die Progression der Herzinsuffizienz, wodurch sich beide Zustände gegenseitig verstärken (Curcio et al., 2020).

Mangelernährung ist folglich hoch prävalent bei Patient\*innen mit Herzinsuffizienz, vor allem in fortgeschrittenen Krankheitsstadien (Lelli et al., 2020). Gemäß der New York Heart Association (NYHA) wird die Herzinsuffizienz in die Stadien

I bis IV eingeteilt, wobei die Schwere der Erkrankung von unten nach oben zunimmt (Biesalski et al., 2010).

Duarte et al. untersuchten diesen Zusammenhang in ihrer Studie mit insgesamt 500 Patient\*innen mit Herzinsuffizienz und fanden, dass 42,2 % der Betroffenen mangelernährt waren, 17,8 % sogar schwer. Ein besonders hohes Risiko wiesen männliche Patienten bzw. Patient\*innen mit einer Herzinsuffizienz NYHA 3 oder 4 auf. Während nur 1,5 % der Patient\*innen mit NYHA 1 mangelernährt waren, erhöhte sich der Anteil bei Patient\*innen mit NYHA 4 auf 96,2 % (Duarte et al., 2019).

## 5. Auswirkungen einer Mangelernährung

Klinisch betrachtet ist ein hohes Mangelernährungsrisiko vorrangig mit einer reduzierten Muskelmasse assoziiert (Pierik et al., 2017). Wird der Proteinbedarf nicht gedeckt, kommt es zu einer negativen Stickstoffbilanz und somit zum Abbau von Proteinen im gesamten Organismus, besonders aber in der Skelettmuskulatur (Deutz et al., 2014).

Pourhassan et al. beobachteten in deren Studienkollektiv (n = 41) die Entwicklung der Querschnittsfläche des mittleren Oberschenkelmuskels während eines 2-wöchigen Krankenhausaufenthaltes. Dabei stellten sie fest, dass dieser bei mangelernährten Patient\*innen um durchschnittlich 7,0 cm<sup>2</sup> (9 %) zurückging (Pourhassan et al., 2020). Duarte et al. untersuchten die Dicke des Musculus adductor pollicis (Daumenadduktor) und fanden auch hier signifikant niedrigere Werte bei mangelernährten Probanden im Vergleich zur Kontrolle (Duarte et al., 2019). Von besonderer Bedeutung ist außerdem, dass auch eine Hypotrophie des Herzmuskels eine Folge einer PEM sein kann, wenngleich dieser weniger betroffen zu sein scheint als andere Muskelpartien (Heymsfield et al., 1978).

Es kommt aber nicht nur zum quantitativen Verlust der Muskelmasse, sondern auch zu einer reduzierten Funktion. Kootaka et al. konnten dies durch die Beurteilung einiger Indikatoren der muskulären Funktion aufzeigen. Mangelernährung war in ihren Ergebnissen mit einer reduzierten Handschlusskraft sowie schlechteren Resultaten im 6-Minuten Gehtest und der isometrischen Maximalkraftmessung des Quadrizeps assoziiert (Kootaka et al., 2021). Auch die Patient\*innen aus der zuvor erwähnten Arbeit von Pourhassan et al. verloren im 2-wöchigen Beobachtungszeitraum 10 % ihrer Handschlusskraft (Pourhassan et al., 2020).

Der Rückgang der Muskelmasse ist zusätzlich ein unabhängiger Prädiktor für Stürze bei älteren Menschen. Zu diesem Ergebnis kamen auch Reijnierse et al., die hospitalisierte Menschen (> 70 Jahre) untersuchten und drei Monate nach ihrer Entlassung ein FollowUp durchführten (Reijnierse et al., 2019). Eine reduzierte Körperzellmasse kann außerdem dazu führen, dass der Organismus nicht in ausreichendem Maß auf Traumata oder Krankheit reagieren kann. Denn vor

allem die Muskulatur liefert jene Substrate, die in der Akutphase-Reaktion danach benötigt werden (Soeters et al., 2008).

Das könnte erklären, warum das Risiko einer Mangelernährung auch mit einer erhöhten Mortalität einhergeht. Dieser Zusammenhang wurde in zahlreichen Untersuchungen beschrieben. Naseer et al. führten dazu eine Längsschnittstudie mit älteren mangelernährten Personen (> 60 Jahre) durch. Verglichen mit einer Kontrolle war das Risiko einer Mangelernährung mit einer 1,84-fach erhöhten Sterblichkeit innerhalb von sieben Jahren unabhängig assoziiert (Naseer et al., 2016).

Ein schlechter Ernährungszustand hat außerdem Auswirkung auf die Länge der Krankenhausaufenthalte (Brito et al., 2021). Curtis et al. zeigten, dass die Dauer eines Aufenthaltes bei Patient\*innen mit moderater Mangelernährung signifikant länger war als bei Patient\*innen ohne Ernährungsrisiko. Durchschnittlich kam es zu einer Erhöhung um 18 %. Hervorzuheben sind vor allem Aufenthalte nach chirurgischen Eingriffen. Diese verlängerten sich durch einen schlechten Ernährungszustand sogar um 32 % (Curtis et al., 2017). Hinzu kommt, dass mangelernährte Patient\*innen häufiger während eines stationären Aufenthaltes versterben oder in den ersten sechs Monaten nach ihrer Entlassung erneut stationär aufgenommen werden müssen (Brito et al., 2021).

Mangelernährung verlängert daneben die Rehabilitation insgesamt. Zu dieser Schlussfolgerung kam eine Untersuchung an Patient\*innen mit herzchirurgischen Eingriffen. Waren diese bereits präoperativ mangelernährt, verlangsamte sich die Rehabilitationsphase postoperativ. Ein guter Ernährungszustand hingegen konnte die postoperative Phase auf der Intensivstation verkürzen, die Mobilisierung beschleunigen sowie die Dauer des stationären Aufenthalt insgesamt reduzieren (Ogawa et al., 2017). Ein Erklärungsversuch der Autor\*innen dafür ist, dass durch das chirurgische Trauma bei mangelernährten Patient\*innen mehr Akut-Phase-Proteine induziert werden. Diese können die postoperative Inflammation und somit die katabole Phase verlängern. Dadurch werden sowohl die körperliche Funktion als auch die postoperative Rehabilitation beeinträchtigt (Ogawa et al., 2017).

Aus diesen Erkenntnissen kann abgeleitet werden, dass eine erfolgreiche Rehabilitation nach einem operativen Eingriff bereits mit einer präoperativen Therapie der Mangelernährung beginnen sollte.

Prolongierte Krankenhausaufenthalte und Rehabilitationsdauer führen aber nicht nur zu einem schlechteren Outcome für die betroffenen Patient\*innen, sondern auch zu einer erheblichen ökonomischen Herausforderung für das Gesundheitssystem. Untersuchungen aus Kanada ergaben, dass die Spitalskosten durch eine moderate Mangelernährung im Durchschnitt um 31 % stiegen. Lag ein höherer Schweregrad der Mangelernährung vor, waren die Kosten sogar um 38 % höher (Curtis et al., 2017).

Ein reduzierter Ernährungszustand hat aber auch sehr persönliche Folgen für Betroffene und deren Angehörige, denn auch das tägliche Leben und die Alltagskompetenz können beeinträchtigt sein. Lelli et al. untersuchten dazu den Katz-Index von Patient\*innen mit einem Risiko für Mangelernährung, um Auswirkungen auf die Abhängigkeit in den Aktivitäten des täglichen Lebens (ATLs) beurteilen zu können. Den Ergebnissen zufolge, war die Prävalenz einer Beeinträchtigung der ATLs in der mangelernährten Gruppe mit 42,9 % höher als in der Vergleichsgruppe, wo sie 16,1 % betrug (Lelli et al., 2020).

Ähnliche Untersuchungen aus einem italienischen Rehabilitationszentrum zeigten einen signifikanten Zusammenhang zwischen der erreichten Punktezahl aus dem Mangelernährungsassessment und dem Ergebnis aus dem Barthel Index, einem Bewertungsverfahren der alltäglichen Fähigkeiten. Patient\*innen mit einem schlechten Funktionsstatus (Barthel Index < 45 Punkte) hatten eher ein Risiko für Mangelernährung oder waren manifest mangelernährt, während ein Barthel Index > 45 Punkte mit einem normalen Ernährungszustand assoziiert war (Villafañe et al., 2016). Diesen Zusammenhang fanden auch Pourhassan et al. in einer rezenteren Untersuchung. Der Barthel Index war hier bei mangelernährten Patient\*innen signifikant niedriger als in der Vergleichsgruppe (Pourhassan et al., 2020).

Daraus kann gefolgert werden, dass Mangelernährung Auswirkung auf die Selbstständigkeit bzw. Pflegebedürftigkeit hat und damit die Lebensqualität beeinträchtigen kann. Ein Umstand, der in der Rehabilitation von Bedeutung ist. Dient ein Heilverfahren doch nicht nur dem Erhalt der Arbeitsfähigkeit sondern auch der Vermeidung bzw. der Verbesserung des Status der Pflegebedürftigkeit (PVA, 2022a).

## **6. Ernährungstherapie**

Neben der Behandlung der eventuell bestehenden Grunderkrankung kann eine ernährungstherapeutische Intervention in Kombination mit Ausdauer- und Krafttraining den Folgen einer (krankheitsbedingten) Mangelernährung entgegenwirken. Besonders eine adäquate Protein- und Energiezufuhr kann dazu beitragen, die negativen Auswirkungen auf Muskelmasse, Muskelkraft und muskuläre Funktionalität zu limitieren (Deutz et al., 2014). In „The Lancet“ wurde eine klinische Studie aus der Schweiz veröffentlicht, die den Effekt einer frühzeitigen Ernährungsintervention bei hospitalisierten, mangelernährten Patient\*innen untersuchte. Durch die Steigerung der Energie- und Proteinzufuhr konnte die Gesamtmortalität sowie das 30-Tages-Risiko negativer klinischer Ergebnisse, unter denen eine Aufnahme auf die Intensivstation, eine Wiedereinweisungen ins Spital, schwere Komplikationen oder ein Rückgang des körperlichen Funktionsstatus verstanden wurde, gesenkt werden. Gleichzeitig kam es zu Verbesserungen des Barthel Index und der Lebensqualität. Die „Number needed to treat“, um eines der genannten negativen Outcomes zu verhindern, betrug 25, jene, um einen Tod zu verhindern, 37. Ein weiterer Vorteil der Ernährungsintervention war, dass die Umsetzung mit verhältnismäßig niedrigen Kosten und keinen spezifischen Nebenwirkungen verbunden war (Schuetz et al., 2019).

## Proteinzufuhr

Die Deutsche Gesellschaft für Ernährung (DGE) empfiehlt für gesunde Erwachsene bis zum Alter von 65 Jahren eine tägliche Proteinzufuhr von 0,8 g/kg Körpergewicht. Der Bedarf älterer Menschen wird allerdings höher geschätzt und daher wird von der DGE ein Schätzwert zur Proteinzufuhr mit 1,0 g/kg Körpergewicht angegeben. Aus Mangel an „*wünschenswerter Genauigkeit*“ handelt es sich dabei jedoch um keine klare Empfehlung (DGE, 2022). Die Expertengruppe der European Society for Clinical Nutrition and Metabolism (ESPEN) gibt hier klarere Vorgaben und setzt die tägliche empfohlene Proteinzufuhr bei gesunden älteren Menschen bei 1,0 bis 1,2 g/kg Körpergewicht fest. Besteht aufgrund von akuten oder chronischen Erkrankungen ein Risiko für Mangelernährung oder eine bereits manifeste Mangelernährung, ist eine Steigerung auf 1,2 bis 1,5 g Protein pro Kilogramm Körpergewicht und Tag anzustreben. Dieser Wert sollte der ESPEN zufolge bei schweren Krankheiten oder Verletzungen sogar noch weiter angehoben werden (Deutz et al., 2014). Die PROT-AGE Studiengruppe wird diesbezüglich konkreter und empfiehlt in solchen Fällen eine Proteinzufuhr von bis zu 2,0 g/kg Körpergewicht täglich (Bauer et al., 2013).

Park et al. führten eine doppelblinde, randomisierte, kontrollierte Studie durch, um den dosisabhängigen Einfluss einer Proteinsupplementation auf die Muskelmasse und Muskelfunktion bei älteren mangelernährten Menschen mit Frailty-Syndrom zu untersuchen. Dafür wurden in drei Gruppen unterschiedliche Proteindosierungen (pro Kilogramm Körpergewicht 0,8 g, 1,2 g oder 1,5 g) für den Beobachtungszeitraum von 12 Wochen angestrebt. Die Gruppe mit der höchsten Proteinzufuhr erreichte dabei den größten Zuwachs an appendikulärer Skelettmuskelmasse. Auch die Ganggeschwindigkeit verbesserte sich in dieser Gruppe am stärksten. Zwischen den Gruppen mit einer Proteinzufuhr von 0,8 g/kg und 1,2 g/kg Körpergewicht konnten keine signifikanten Unterschiede festgestellt werden (Park et al., 2018).

Neben der Proteinmenge scheint auch das Timing der Verabreichung eine Rolle zu spielen. Ein zuvor absolviertes Krafttraining dürfte die Proteinsynthese für bis zu 24 Stunden verbessern (Burd et al., 2011). Die Berücksichtigung dieser Erkenntnis kann den Effekt der Proteingabe steigern.

Für die praktische Umsetzung der Bedarfsberechnung ist wichtig zu bedenken, dass Angaben zum Proteinbedarf immer Bezug auf das Normalgewicht der Menschen nehmen. Daher sollte die Zufuhr bei übergewichtigen oder adipösen Personen mit einem korrigierten Körpergewicht kalkuliert werden (DGE, 2022).

Weiters müssen eventuell vorliegende Nierenerkrankungen berücksichtigt werden. Besteht eine Mangelernährung parallel zu einer beeinträchtigten Nierenfunktion, ist die Definition eines Ziels für die Proteinaufnahme herausfordernd. Vor allem dann, wenn betagte Patient\*innen betroffen sind, die allein aufgrund ihres Alters bereits einen erhöhten Bedarf aufweisen. Bounoure und die Mitglieder ihrer Arbeitsgruppe schlagen eine Senkung der Proteinzufuhr auf 0,8 bis 1 g/kg Körpergewicht für diese Patient\*innengruppe vor (Bounoure et al., 2016). Die Empfehlungen aus der PROT-AGE Gruppe dazu richten sich nach dem Grad der Funktionseinschränkung der Niere, gemessen an der glomerulären Filtrationsrate (GFR). Eine Beschränkung der Proteinzufuhr auf 0,8 g/kg Körpergewicht pro Tag wird hier bei einer schweren Nierenerkrankung ab einer GFR < 30 ml/min empfohlen. Liegt die GFR im Bereich 30 bis 60 ml/min, kann die Zufuhr gesteigert werden. Jedoch ist begleitend eine regelmäßige Kontrolle der Nierenfunktionsparameter anzuraten (Bauer et al., 2013). Deutz et al. empfehlen zu dieser Thematik, den Nutzen einer erhöhten Proteindosis gegen das Risiko einer weiteren Beeinträchtigung der Nierenfunktion abzuwägen und hier individuell zu entscheiden (Deutz et al., 2014).

## **Energiezufuhr**

Eine zweiter wichtiger Pfeiler der Ernährungstherapie ist die individuelle Energiebedarfsdeckung von mangelernährten Patient\*innen. Hier besteht eine wichtige Verbindung zum Proteinstoffwechsel, da eine inadäquate Zufuhr an Energie zur Folge hat, dass Proteine über die Glukoneogenese als Energiequelle verwendet werden und nicht mehr für die Muskelproteinsynthese zur Verfügung stehen (Bialsaki et al., 2010). Ziel ist daher eine ausgeglichene Energiebilanz, die eine individuelle Kalkulation des Bedarfs voraussetzt. Gemäß der Leitlinie Klinische Ernährung in der Geriatrie der DGEM wird der Minimalbedarf an Energie bei kranken älteren Menschen auf ca. 27 bis 30 kcal pro Kilogramm Körpergewicht geschätzt (Volkert et al., 2013).

Auf Basis der ESPEN Leitlinie hat eine interdisziplinäre Arbeitsgruppe 2016 ein Konsensusprotokoll veröffentlicht, welches die praktische Umsetzung der Ernährungstherapie erleichtern sollte. Um eine Verbesserung der oralen Ernährung zu erreichen, wird in erster Linie die Auswahl und Adaption der Mahlzeiten nach individueller Präferenz empfohlen. Dazu können Zwischenmahlzeiten und/oder die Anreicherung von Mahlzeiten sowie der Einsatz oraler Supplemente kommen. Um bei Risikopatient\*innen bzw. manifest mangelernährten Patient\*innen einem Proteinmangel vorzubeugen bzw. diesen zu korrigieren, ist das Ziel dieser Maßnahmen vor allem eine Steigerung der täglichen Energie- und Proteinzufuhr (Bounoure et al., 2016).

Eine randomisierte klinische Studie, die NOURISH-Studie, untersuchte den Einsatz einer speziellen Trinknahrung bei mangelernährten Erwachsenen ( $\geq 65$  Jahre), die aufgrund von kardiovaskulären oder pulmonalen Ereignissen hospitalisiert wurden. Das Supplement wurde zweimal täglich verabreicht und lieferte pro Einheit 350 kcal Energie sowie 20 g Protein. Der Einfluss des Supplements auf die Handschlusskraft wurde gemessen. Diese wurde bei stationärer Aufnahme und 90 Tage nach Entlassung evaluiert. Ergebnisse zeigen einen signifikanten Zusammenhang zwischen der Supplementation und einer Verbesserung der Handkraft im Vergleich zu Placebo (Matheson et al., 2020).

Führt eine Adaption der oralen Ernährung nicht zu einer ausreichenden Versorgung, muss in weiterer Folge mit der Einleitung einer enteralen bzw. parenteralen Ernährung begonnen werden (Bounoure et al., 2016).

## **Vitamin D**

Neben der Protein- und Energiezufuhr wird häufig auch der Einsatz von Vitamin D zur Verbesserung muskulärer Parameter diskutiert. Bisher jedoch ohne eindeutige Ergebnisse. Eine Meta-Analyse zu dieser Thematik ergab, dass die Supplementation von Vitamin D nur einen schwachen positiven Einfluss auf die globale Muskelkraft hat, jedoch kein Effekt auf die Muskelmasse zu erwarten ist (Beaudart et al., 2014). Eine Supplementation scheint aber Vorteile bei Personen mit bestehendem Defizit und bei älteren Menschen zu bringen (Landi et al., 2019).

Auch andere Substanzen wie essenzielle Fettsäuren oder spezielle Aminosäuren sind Gegenstand der Forschung in diesem Bereich. Besonders Leucin und dessen Metabolit Beta-Hydroxy-Beta-Methylbutyrat (HMB) wird als Stimulator der Proteinsynthese angesehen und könnte möglicherweise den Muskelabbau verlangsamen oder umkehren (Wilkinson et al., 2013).

Laut einer Metaanalyse von Sanz-Paris et al. ist die Evidenz zum Nutzen von HMB auf die Muskulatur zwar noch limitiert, allerdings deuten aktuelle Erkenntnisse darauf hin, dass vor allem Menschen in einem katabolen Zustand davon profitieren könnten (Sanz-Paris et al., 2018).

## 7. Material und Methoden

In diesem Kapitel wird das Studiendesign und die Studienpopulation beschrieben, die der Datenerhebung und statistischen Auswertung zugrunde liegen.

### 7.1. Studiendesign

Es handelt sich um eine kontrollierte Beobachtungsstudie, die im Rehabilitationszentrum für Herz- Kreislauferkrankungen der PVA in Bad Tatzmannsdorf im Zeitraum von Dezember 2018 bis März 2020 durchgeführt wurde (Zeitraum der Rekrutierung der Testgruppe: Dezember 2018 bis Juli 2019, der Kontrollgruppe: Juli 2019 bis Februar 2020). Folgende Erhebungen fanden im Rahmen des Rehabilitationsaufenthaltes statt:

- Screening bezüglich des Risikos einer Mangelernährung
- Laboruntersuchung
- Handkraftmessung
- 6-Minuten-Gehtest (6-MGT) oder Ergometrie
- Bioelektrische Impedanz Analyse
- Ernährungsprotokoll inkl. Nährwertberechnung

Lediglich die Bestimmung von Retinol-bindendem Protein (RBP4) sowie die Handkraftmessung stellten dabei studienspezifische Untersuchungen dar, alle übrigen waren Bestandteil der Routinediagnostik im Rehabilitationszentrum. Es erfolgte keine aktive Studienintervention, die diätologische Intervention richtete sich nach der üblichen Vorgehensweise im Rehabilitationszentrum Bad Tatzmannsdorf (siehe Kapitel 7.3.8.). Relevante Daten wurden zweimal erhoben, um Aussagen über den Verlauf treffen zu können. Messzeitpunkt 1 war zu Beginn der kardiologischen Rehabilitation, Messzeitpunkt 2 kurz vor Beendigung des drei- bis vierwöchigen stationären Aufenthaltes.

Die Ethikkommission Burgenland genehmigte das Studienprotokoll im Jänner 2019 (EK-Nummer: 94/2019).

## 7.2. Studienpopulation

Bei der Studienpopulation handelte es sich um männliche und weibliche Patient\*innen (> 18 Jahre) des Rehabilitationszentrums der PVA in Bad Tatzmannsdorf, die aufgrund von Herz-Kreislaufkrankungen und Gefäßerkrankungen eine drei- oder vierwöchige kardiologische Rehabilitation absolvierten. Wie im Studiendesign vorgesehen, wurden zwei Gruppen rekrutiert – eine Testgruppe und eine Kontrollgruppe. Nach statistischer Fallzahlberechnung mit dem Programm G\*Power, sollten basierend auf Vordaten aus einer hausinternen Pilotstudie für eine Power von 0,90 und einem Signifikanzniveau von 0,05, in jede Gruppe 70 Personen eingeschlossen werden.

Das Patient\*innenkollektiv der Testgruppe setzte sich aus den Patient\*innen zusammen, die dem Ergebnis des Mangelernährungsscreenings zufolge ein Risiko für eine Mangelernährung oder eine manifeste Mangelernährung aufwiesen.

### **Einschlusskriterien der Testgruppe:**

- Risiko für Mangelernährung oder manifeste Mangelernährung lt. Screening (Score  $\geq$  3 Punkte)
- Mündliche und schriftliche Einverständniserklärung

### **Ausschlusskriterien Testgruppe:**

- Schwangerschaft
- Abbruch oder Unterbrechung des Aufenthaltes > 3 Tage (z.B. Transfer in ein Krankenhaus)
- Kontraindikationen für eine BIA (z.B.: Herzschrittmacher oder Defibrillator oder sonstige implantierte, automatische, elektronische Kontrollvorrichtungen)
- Eingeschränkte Nierenfunktion (GFR < 30ml/min)
- Ablehnung einer studienbezogenen Maßnahme
- Schlechte Deutschkenntnisse
- Alkohol- und Drogenabusus

In die Kontrollgruppe wurden Patient\*innen aufgenommen, deren Ernährungszustand laut Screening als zufriedenstellend zu beurteilen war. Zusätzlich sollte die Zusammensetzung dieser Gruppe in wichtigen Punkten mit jener der Kontrollgruppe übereinstimmen. Dafür wurde ein Matching durchgeführt, welches sich auf die Kriterien BMI, Alter, Geschlecht und rehaspezifischer Leistungskategorie bezog.

**Einschlusskriterien Kontrollgruppe:**

- Zufriedenstellender Ernährungszustand lt. Screening (Score < 3 Punkte).
- Mündliche und schriftliche Einverständniserklärung

**Ausschlusskriterien Kontrollgruppe:**

- Schwangerschaft
- Abbruch oder Unterbrechung des Aufenthaltes > 3 Tage (z.B. Transfer in ein Krankenhaus)
- Kontraindikationen für BIA Messung (z.B.: Herzschrittmacher oder Defibrillator oder sonstige implantierte, automatische, elektronische Kontrollvorrichtungen)
- Eingeschränkter Nierenfunktion (GFR < 30ml/min)
- Ablehnung einer studienbezogenen Maßnahme
- Schlechte Deutschkenntnisse
- Alkohol- und Drogenabusus

Nach Überprüfung der Ein- und Ausschlusskriterien und ausführlicher mündlicher und schriftlicher Aufklärung (siehe Anhang) erteilten alle Patient\*innen eine schriftliche Einwilligung und wurden in die Studie eingeschlossen.

## **7.3. Datenerhebung**

### **7.3.1. Screening**

Alle Patient\*innen des Rehabilitationszentrums der PVA in Bad Tatzmannsdorf wurden bei der Aufnahme einem Screening bezüglich Mangelernährung unterzogen. Der Screeningbogen (siehe Anhang) wurde in Anlehnung an das Grazer Malnutrition Screening (GMS) sowie das Screening für Mangelernährung der Arbeitsgemeinschaft Klinischer Ernährung (AKE) formuliert. Teil A des Bogens wurde vom diplomierten Pflegepersonal im Pflegeassessment erhoben, Teil B über die ärztliche Leitung des Zentrums ergänzt. Ein Score von drei bis fünf Punkten ergab ein Risiko für Mangelernährung, eine Punktezahl größer gleich sechs eine manifeste Mangelernährung.

### **7.3.2. Anthropometrie**

Körpergewicht, Körpergröße, BMI und Bauchumfang wurden zu Beginn und am Ende des Rehabilitationsaufenthaltes von der Berufsgruppe der Pflege erhoben, im REHA-Informationssystem „REIS“ dokumentiert und von dort übernommen.

### **7.3.3. BIA-Körperanalyse**

Zur Definition der Körperzusammensetzung erfolgte eine bioelektrische Impedanz-Analyse (BIA) zu Beginn und am Ende des Aufenthaltes.

Die BIA ist seit vielen Jahren als einfache, schnelle und nicht-invasive Methode zur Messung der Körperzusammensetzung anerkannt. Zur Bestimmung der Körperzusammensetzung nutzt die phasensensitive Messmethode des BIACORPUS RX 4004M die unterschiedliche Leitfähigkeit der einzelnen Kompartimente bei verschiedenen Messfrequenzen. Durch Anlegen eines schwachen Wechselstromes werden die Körperwiderstände und der Phasenwinkel wahlweise bei 50 kHz Frequenz oder im Frequenzspektrum von 1 bis 80 kHz gemessen. Aufgrund von Widerstandsunterschieden in den Gewebearten kann der Gesamtwassergehalt des Körpers ermittelt und daraus die weiteren Parameter, nämlich fettfreie Masse (FFM) = Body Cell Mass (BCM) + extrazelluläre Masse (ECM) und Fettmasse (FM) mit Hilfe der Software „BodyComposition“ berechnet werden (Pandey et al., 2010).

Zur Anwendung kam das Gerät „BIACORPUS RX4004M“ der Firma MEDI CAL HealthCare GmbH, ein 4-Kanal-Impedanzmessgerät, sowie die BIA-Software BodyComposition V.9.0 Professional. Durchgeführt wurden die Messungen von der medizinisch-technischen Assistenz (MTA) des Rehabilitationszentrums. Für die weitere Auswertung dieser Studie wurden vor allem die Parameter „BCM“ und „Phasenwinkel“ herangezogen.

Die BCM (Body Cell Mass/Körperzellmasse) stellt die Gesamtheit der stoffwechselaktiven Zellen im Körper dar. Dazu zählen neben den Zellen der Skelettmuskulatur, der glatten Muskulatur und des Herzmuskels auch jene der inneren Organe. Auch im Bindegewebe sind kleine Anteile der BCM zu finden. Den Hauptanteil bildet aber die Muskulatur. Sämtliche Stoffwechselfvorgänge im Körper finden innerhalb der Körperzellmasse statt, wodurch sie zu einer wesentlichen Größe zur Beurteilung des Ernährungszustandes wird (Data Input GmbH).

Der Phasenwinkel dient zur Beurteilung der Integrität und Vitalität der Zellmembran und ist dadurch ein wichtiger Biomarker einer Mangelernährung (Saitoh et al., 2020). Er wird direkt gemessen, ist dadurch unabhängig vom Hydratationsstatus und direkt proportional zur BCM (Data Input GmbH).

#### **7.3.4. Laborparameter**

Bei allen Patient\*innen wurde zu Beginn und am Ende des Rehabilitationsaufenthaltes eine umfassende Nüchternblutabnahme (inkl. Blutbild, Differentialblutbild, Nierenwerte, Leberfunktionsparameter, Ferritin, Serumeisen, Transferrin, CRP, CHE, Gesamteiweiß, Gesamtcholesterin, HDL, LDL, TG, NBZ, HbA1c, Kreatinin, Harnstoff, GFR, Harnsäure, TSH, Natrium, Chlorid, Kalium, Magnesium, Calcium, Albumin und Präalbumin) durchgeführt. Die Proben wurden im Rehabilitationszentrum der PVA in Hohegg ausgewertet. Bei den Studienteilnehmer\*innen wurde im Rahmen der Routineblutabnahme ein zusätzlicher Parameter des Eiweißstoffwechsels, nämlich Retinol-bindendes Protein (RBP4), bestimmt. Dieses wurde in einem externen Labor des Ludwig Boltzmann Departments für Rehabilitation interner Erkrankungen in Saalfelden ausgewertet. Für die vorliegende Masterarbeit waren die Proteinparameter Gesamteiweiß, Albumin, Präalbumin, RBP4, Transferrin sowie die Lymphozyten von besonderer Bedeutung und wurden im weiteren Verlauf für Auswertungen herangezogen.

**Tabelle 1** zeigt eine Übersicht dieser Parameter und gibt einen Überblick über deren Eignung für die Erfassung einer Mangelernährung bzw. die Verlaufskontrolle der Ernährungstherapie (Biesalski et al., 2010).

**Tabelle 1:** Interpretation der Resultate einiger Laborparameter

Laborwert	Nicht ernährungsbedingte Einflussfaktoren	HWZ	Geeignet zur Erfassung der Mangelernährung	Geeignet als Verlaufskontrolle der ET
<b>Albumin</b>	<p>↑ Dehydratation</p> <p>↓ Entzündungen, Infektionen, Stress, Trauma, Herzinsuffizienz, Überwässerung, schwere Lebererkrankungen, Neoplasien, nephrotisches Syndrom, andere Verluste wie z.B. bei entzündlichen Darmerkrankungen usw.</p>	18d	+ bis ++, nicht geeignet bei Anorexie, gut geeignet bei nicht akut kranken Patient*innen	nicht geeignet wegen der leichten Beeinflussbarkeit und der langen HWZ
<b>Transferrin</b>	<p>↑ Eisenmangel, Einnahme von Östrogenen</p> <p>↓ Malabsorption, Entzündung, Hämochromatose, schwere Lebererkrankungen, nephrotisches Syndrom, chronische Infekte, entzündliche Darmerkrankungen</p>	8-10d	+, niedrige Sensitivität und Spezifität, daher eher ungeeignet bei totalem Fasten registriert man eine Änderung erst nach 3-5 Tagen	+, eher ungeeignet, da seine Konzentrationen eher von der Protein- und nicht von der Energiezufuhr abhängt
<b>Präalbumin /TTR</b>	<p>↑ Urämie, dialysepflichtige Niereninsuffizienz, Dehydratation, Alkoholismus (selten), Androgene</p> <p>↓ Malabsorption, Entzündungen, Hyperthyreose, schwere Lebererkrankungen, Überwässerung</p>	2d	++, Fasten führt zu subnormalen Serumwerten innerhalb einer Woche, nicht geeignet zum Erfassen einer Anorexie	++ bis +++, eines der Proteine, die am besten Protein- und Energieveränderungen widerspiegeln
<b>RBP</b>	<p>↑ Niereninsuffizienz</p> <p>↓ Malabsorption, Hyperthyreose, chronische Leberkrankheiten, Vitamin-A-Mangel, Zinkmangel</p>	12h	ähnlich wie Präalbumin / TTR	ähnlich wie Präalbumin / TTR
<b>Lymphozyten</b>	<p>↑ Heilungsphase nach Infekt, hämatologische Krankheiten</p> <p>↓ Infektionen (Sepsis), hämatologische Krankheiten, Immunsuppressiva, Steroide, Neoplasien, Stress</p>	-	+, sehr unspezifisch und wenig sensitiv	ungeeignet, reagieren sehr träge
<p>↑: erhöhter Wert, ↓: erniedrigter Wert, + bis +++: gut bis sehr gut,  ET: Ernährungstherapie, HWZ: Halbwertszeit,  TTR: Transthyretin, RPB: Retinol-bindendes Protein</p>				

(erstellt nach Biesalski et al., 2010, S. 462f)

### **7.3.5. Erhebung der Leistungsfähigkeit**

Um den Effekt der Ernährungstherapie bzw. der medizinischen Trainingstherapie zu dokumentieren, erfolgte bei allen Patient\*innen abhängig vom initialen Leistungsniveau entweder ein 6-Minuten-Gehtest oder eine diagnostische Ergometrie. Beide Untersuchungen waren als Neben-Zielgröße der Studie definiert und wurden jeweils zu Beginn und am Ende des Aufenthaltes von befähigtem Personal durchgeführt (Pflege, MTA, Ärzt\*innen).

#### **Ergometrie**

Die Durchführung der Ergometrie erfolgte gemäß den Leitlinien der Kardiologischen Gesellschaft mit standardisiertem Protokoll (Wonisch et al., 2008).

#### **6-Minuten-Gehtest (6-MGT)**

Bei dieser Untersuchung wurde die in sechs Minuten zurückgelegte Strecke erfasst, wobei Patient\*innen die Schrittgeschwindigkeit und damit die Belastungsintensität selbst wählten (Meyer et al., 2018). Eine Überwachung erfolgte mittels Pulsuhr. Der Test wurde von der biomedizinischen Analytikerin/dem biomedizinischen Analytiker durchgeführt. Nach Ablauf der sechs Minuten wurde die zurückgelegte Wegstrecke mithilfe von Bodenmarkierungen dokumentiert und etwaige Beschwerden (Thoraxschmerz, Dyspnoe, Beinschmerzen) erfragt und notiert.

### **7.3.6. Handkraftmessung**

Zu Beginn und am Ende des Rehabilitationsaufenthaltes erfolgte die Messung der Handkraft durch die medizinisch-technischen Assistenz. Die Untersuchung wurde mit dem Handkraftmessgerät MAP der Firma Kern (<https://www.kern-sohn.com/de/MAP>) lt. vorliegendem Standard (siehe Anhang) durchgeführt und war eine studienspezifische Untersuchung. Die Kraftmessung erfolgte beidseitig, wobei jeweils der Mittelwert nach dreimaliger Messung erfasst wurde.

### **7.3.7. Therapeutische Intervention**

Alle Patient\*innen der Testgruppe, als auch der Kontrollgruppe, absolvierten einen drei- bis vierwöchigen Aufenthalt im Rehabilitationszentrum der PVA in Bad Tatzmannsdorf. Im Zuge derer nahmen sie ihrer Leistungskategorie

entsprechend an diversen Einzel- und Gruppeninterventionen im Bereich der Physio- und Trainingstherapie teil.

Die Patient\*innen beider Gruppen wurden im Haus gepflegt und erhielten während des Aufenthaltes die im Rehabilitationszentrum übliche Mischkost. Ihr Frühstück konnten sie täglich selbstständig am Buffet zusammenstellen. Mittags und abends standen drei verschiedene Hauptspeisen zur Auswahl. Suppe, Salat und Dessert konnten frei vom Buffet gewählt werden. Hier gab es keine Unterschiede zwischen Test- und Kontrollgruppe.

Bei Patient\*innen der Testgruppe war das Ziel, den durch die Mangelernährung erhöhten Proteinbedarf abzudecken, sowie eine ausgeglichene Energiebilanz zu erreichen. Dafür wurde der individuelle Protein- und Energiebedarf der Patient\*innen durch die Berufsgruppe der Diätologie ermittelt und entsprechende diätetische Maßnahmen gesetzt, um Defizite ausgleichen zu können.

Der Proteinbedarf wurde entsprechend der ESPEN Leitlinien mit 1,2 bis 1,5 g/kg Normalgewicht berechnet (Deutz et al., 2014). Das Körpergewicht, das dieser Kalkulation zugrunde gelegt wurde, entsprach bei normalgewichtigen Patient\*innen ihrem tatsächlichen Gewicht. Bei übergewichtigen oder adipösen Personen wurde dieses jedoch korrigiert. Lag der BMI zwischen 25 und 29,9 kg/m<sup>2</sup> wurde von einem Normalgewicht ausgegangen, das einem BMI von 22 kg/m<sup>2</sup> entsprach. Bei einem BMI > 30 kg/m<sup>2</sup> wurde das Normalgewicht für einen BMI von 27,5 kg/m<sup>2</sup> definiert.

Zur Supplementation oder Kostanreicherung wurden Trinknahrungen des Sortiments der Firma *All In Nutrition GmbH*, sowie Protein- bzw. Kohlenhydratpulver der Firma *Nestle* (Nestle Resource® Instant Protein, Nestle Resource® Maltodextrin) verwendet.

### **7.3.8. Ernährungprotokoll**

Die Studienteilnehmer\*innen wurden von den Diätologinnen angeleitet, während des Aufenthaltes für zumindest vier Tage (3 Wochentage + 1 Wochenendtag) ein Ernährungsprotokoll zu führen. Dafür stand ein Vordruck (siehe Anhang) zur Verfügung. Konnten Patient\*innen dies nicht selbstständig erledigen, wurden sie vom Pflegepersonal unterstützt.

Die Auswertung der Protokolle erfolgte mit Hilfe des Nährwertberechnungsprogramms der Deutschen Gesellschaft für Ernährung (DGE), der Software „DGExpert“ Version 1.6.7.1. Hausspezifische Speisen wurden nach jeweiliger Rezeptur und unter Berücksichtigung der tatsächlich verwendeten Lebensmittel mit der Software „MBS5“ der Firma Herrlich & Ramuschkat GmbH kalkuliert und die Ergebnisse der Nährwertberechnung in „DGExpert“ übernommen.

### **7.4. Datenauswertung**

Alle relevanten Daten wurden in einer Microsoft-Excel-Tabelle auf einem internen Laufwerk des Reha zentrums gesammelt und die Datei mit einer Zugriffsbeschränkung (Schreib- und Leseschutz) versehen. Alle Patient\*innen wurden mit einer fortlaufenden Nummer codiert (pseudonymisiert), um den Datenschutz zu gewährleisten. Nur autorisierte Personen hatten/haben Zugriff auf die Originaldaten, anderen Beteiligten der Studie war/ist dieser Zugriff nicht möglich. Aus den Codes können keine Rückschlüsse auf personenbezogene Daten gezogen werden. Den Patient\*innen stand jederzeit frei, die Teilnahme an der Studie ohne Angabe von Gründen zu beenden.

Es erfolgte eine retrospektive Analyse der im Rahmen des Rehabilitationsaufenthaltes erhobenen Parameter. Die statistische Auswertung wurde mit Hilfe des Datenanalyse systems IBM© SPSS Statistics durchgeführt. Alle Abbildungen und Tabellen wurden mittels Microsoft Excel erstellt.

Zur Beschreibung der Lage und Verteilung metrischer Parameter wurden deskriptive Kennwerte wie Mittelwert, Median, Standardabweichung, Minimum und Maximum verwendet. Absolute und relative Häufigkeiten wurden anhand von Häufigkeitstabellen ausgewertet und in Tabellen oder Grafiken dargestellt.

Um Anfangs- und Endwerte innerhalb der Test- oder Kontrollgruppe zu vergleichen, wurde der Wilcoxon-Test verwendet. Unterschiede zwischen den Gruppen wurden abhängig von der Verteilung der Daten mittels Mann-Whitney-U-Tests oder T-Tests getestet. Die Quantifizierung des linearen Zusammenhangs zweier Variablen erfolgte über die Berechnung des Korrelationskoeffizienten nach Pearson. Ergebnisse daraus wurden entsprechend der Einteilung nach Cohen interpretiert.

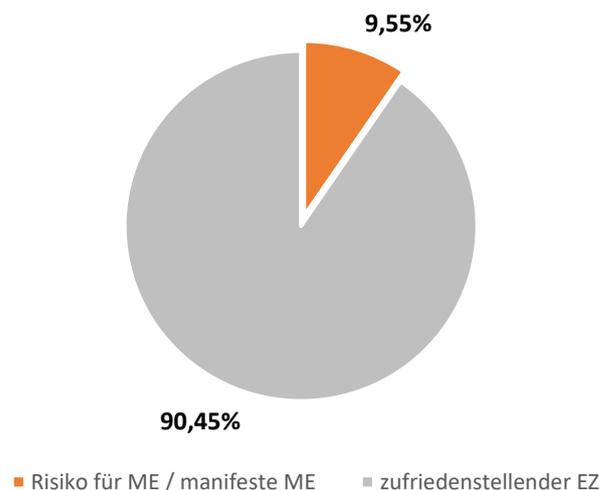
Das festgelegte Signifikanzniveau aller Auswertungen lag bei 5 %, signifikante Ergebnisse bedurften somit eines Signifikanzwertes von  $< 0,05$ .

## 8. Ergebnisse

In diesem Kapitel werden die Ergebnisse der Datenauswertung präsentiert und grafisch dargestellt.

### 8.1. Prävalenz

Die Rekrutierung der Patient\*innen der Testgruppe fand von 1. Dezember 2018 und 25. Juli 2019 statt. In diesem Zeitraum traten insgesamt 1320 Patient\*innen ihre kardiologische Rehabilitation in Bad Tatzmannsdorf an und wurden auf das Vorherrschen einer Mangelernährung gescreent. Bei 126 Personen bzw. 9,55 % wurde dabei ein Risiko für Mangelernährung bzw. eine manifeste Mangelernährung festgestellt (vgl. **Abbildung 6**).

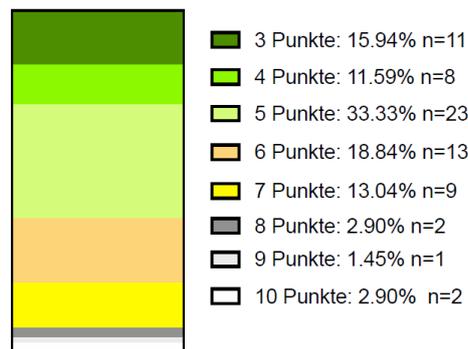


**Abbildung 6:** Anteil der Patient\*innen mit Risiko für eine Mangelernährung bzw. einer manifesten Mangelernährung

34,9 % davon waren weiblich (n = 44) und 65,1 % männlich (n = 82). Das Geschlechterverhältnis Frau:Mann lag bei 1:1,86. 58,7 % der Patient\*innen mit auffälligem Screening erreichten insgesamt zwischen 3 und 5 Punkten, was als Risiko für Mangelernährung gilt. 41,3 % wurden als manifest mangelernährt eingestuft ( $\geq 6$  Punkte).

## 8.2. Charakteristika der Studienpopulation

Von den 126 Patient\*innen wurden 69 in der Datenauswertung berücksichtigt und bildeten die Testgruppe. Entsprechend des Screeningergebnisses wurde der Ernährungszustand bei 39,1 % der Patient\*innen in dieser Gruppe als „Manifeste Mangelernährung“ ( $\geq 6$  Punkte) eingestuft, bei 60,9 % als „Risiko für Mangelernährung“ (3-5 Punkte). **Abbildung 7** stellt die Verteilung der Punkte aus dem Screening in der Testgruppe dar.



**Abbildung 7:** Verteilung der erreichten Punkteanzahl im Screening innerhalb der Testgruppe

Aufgrund von zuvor definierten Kriterien wurden 57 Personen nicht in die Testgruppe eingeschlossen. Der Hauptausschlussgrund war das Ablehnen einer spezifischen Maßnahme oder der Studienteilnahme insgesamt ( $n = 17$ ), gefolgt von Kontraindikationen für die BIA, wie sie ein implantierter Herzschrittmacher oder Defibrillator darstellte ( $n = 11$ ). Auch eine eingeschränkte Nierenfunktion schloss einige Patient\*innen aus ( $n = 12$ ), da diese die Proteinzufuhr limitiert hätte (vgl. **Tabelle 2**).

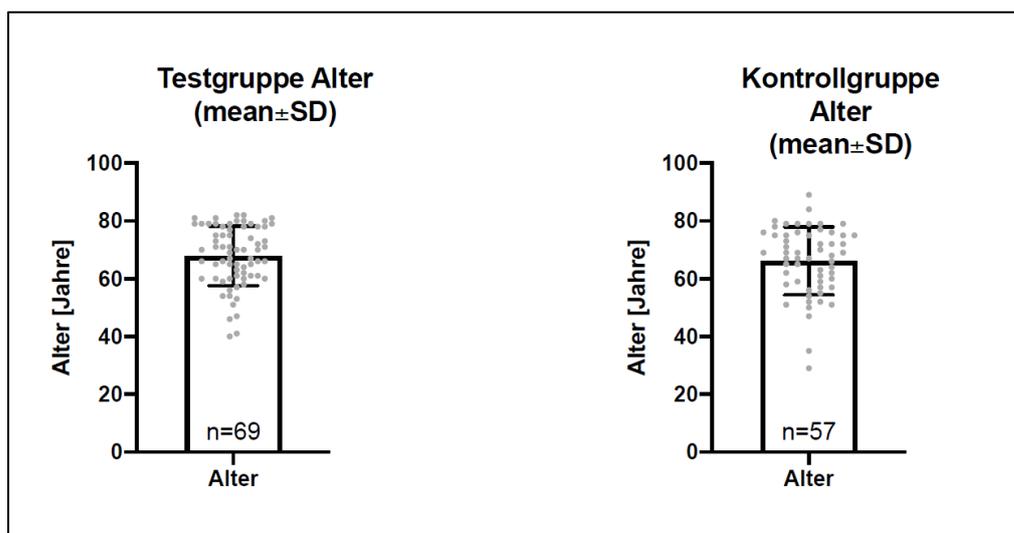
**Tabelle 2:** Anzahl der Ausschlüsse in der Testgruppe aufgrund zuvor definierter Faktoren

Ausschlussfaktoren	Anzahl der Ausschlüsse
eingeschränkte Nierenfunktion (GFR <30)	12
verweigerte Teilnahme	17
Abbruch/Unterbrechung des Heilverfahrens	8
Kontraindikationen für die BIA	11
fehlende Parameter	9
<b>Summe</b>	<b>57</b>

Um die Ergebnisse besser einordnen zu können, wurde zur Testgruppe eine Kontrollgruppe aus dem Patient\*innenkollektiv des Rehabilitationszentrums rekrutiert. Diese setzte sich aus Rehabilitand\*innen mit zufriedenstellendem Ernährungszustand zusammen. Voraussetzung war ein Screeningergebnis von weniger als drei Punkten. 95 % der Einschlüsse wurden sogar mit null Punkten bewertet.

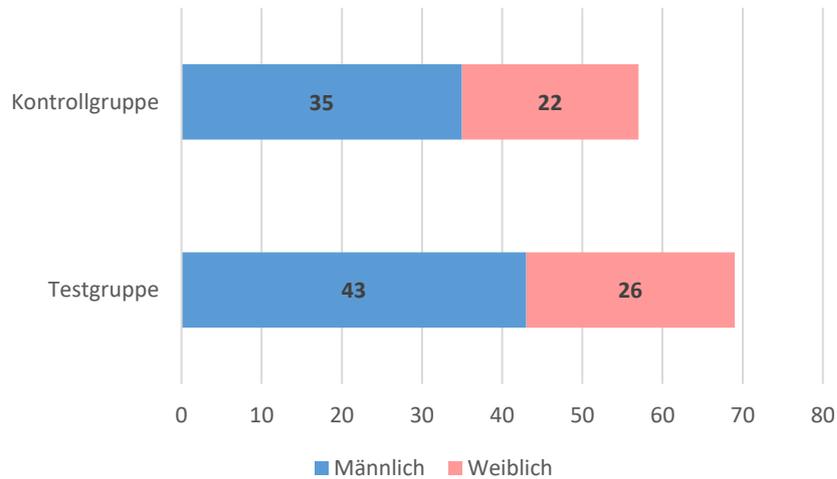
Damit die beiden Gruppen besser vergleichbar sind, wurde die Kontrolle nach Alter, Geschlecht, BMI und Leistungsniveau übereinstimmend ausgewählt.

Das Alter der Patient\*innen in der Testgruppe betrug durchschnittlich  $67,9 \pm 10,4$  Jahre. Die jüngste Person war 40, die älteste 82 Jahre alt. Das Durchschnittsalter in der Kontrollgruppe lag bei  $66,2 \pm 11,7$  Jahren. Hier war die jüngste Person 29, die älteste 89 Jahre alt (vgl. **Abbildung 8**).



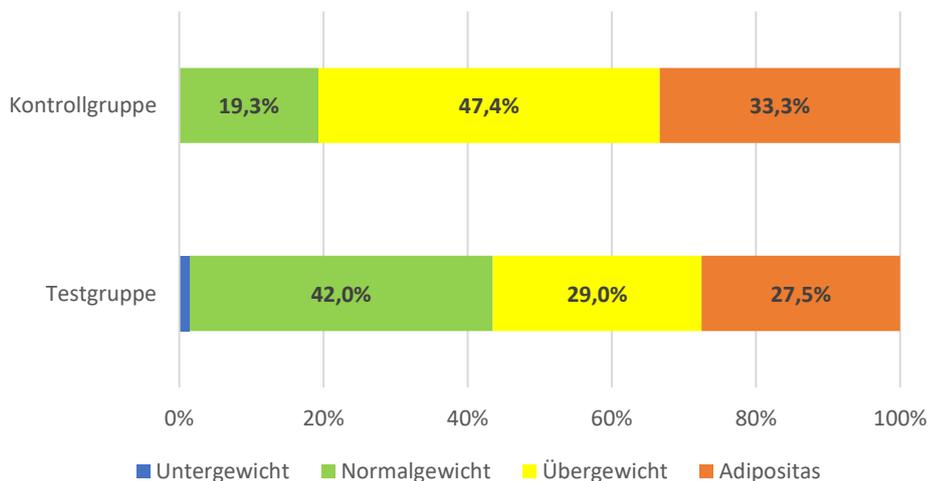
**Abbildung 8:** Altersverteilung in der Test- und Kontrollgruppe

Wie **Abbildung 9** zeigt, bestand die Studienpopulation der Testgruppe aus 26 Frauen (37,7 %) und 43 Männern (62,3 %), in der Kontrollgruppe aus 22 Frauen (38,6 %) und 35 Männern (61,4 %). Das Geschlechterverhältnis Frau:Mann der Testgruppe lag somit bei 1:1,65, in der Vergleichsgruppe bei 1:1,59. Der höhere Anteil an Männern dürfte hier durch die insgesamt höhere Männerquote in der kardiologischen Rehabilitation erklärbar sein.



**Abbildung 9:** Geschlechterverteilung in der Test- und Kontrollgruppe

**Abbildung 10** zeigt die Verteilung der BMI-Kategorien zu Beginn der stationären Rehabilitation, eingeteilt nach WHO-Kriterien. Der BMI wird häufig als Instrument zur Beurteilung des Ernährungszustandes verwendet. Laut WHO ist ein BMI < 18,5 kg/m<sup>2</sup> als Untergewicht zu klassifizieren, ein Wert zwischen 18,5 und 24,9 gilt als Normalgewicht. Indizes darüber werden bis 29,9 kg/m<sup>2</sup> als Übergewicht und ab 30 kg/m<sup>2</sup> als Adipositas bewertet (WHO, 2022).



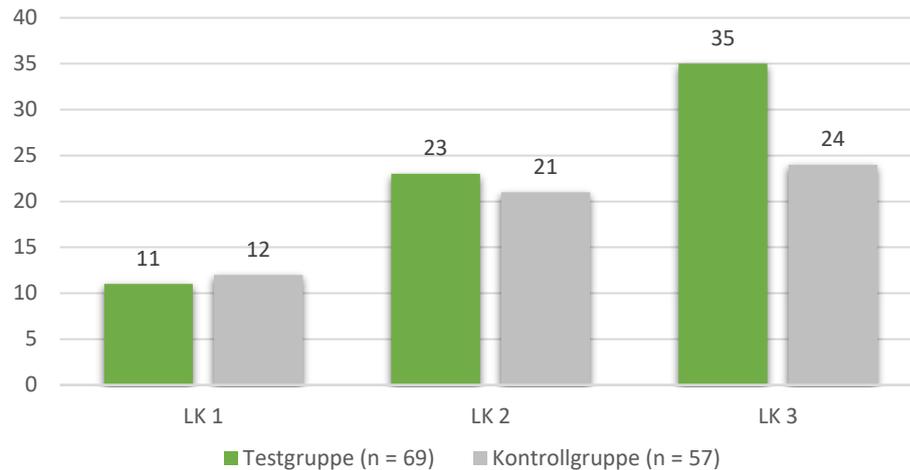
**Abbildung 10:** Klassifizierung des Körpergewichts zu Beginn des Aufenthaltes nach BMI in der Test- und Kontrollgruppe

Nach dieser Kategorisierung war in der Testgruppe nur eine Person untergewichtig, 42 % wurden dem Normalgewichts-Bereich zugeordnet und über die Hälfte der Patient\*innen war in Summe übergewichtig (29 %) oder adipös (27,5 %). In der Kontrollgruppe zeigte sich aufgrund des kleineren Gruppenumfangs eine etwas abweichende Verteilung. Hier gab es keine untergewichtigen Patient\*innen, 19,3 % ließen sich dem Bereich Normalgewicht zuordnen, während knapp die Hälfte (47,4 %) übergewicht und das letzte Drittel (33,3 %) adipös war.

Die Evaluierung der Gewichtsentwicklung in den drei Monaten vor Antritt der Rehabilitation war ein wichtiger Bestandteil des Mangelernährungsscreenings. Eine ungewollte Reduktion um mindestens 5 % vom Ausgangsgewicht erhöhte dabei den Score. Patient\*innen, die in die Testgruppe eingeschlossen wurden, verloren in diesem Zeitraum durchschnittlich  $9,1 \pm 6,4$  kg, während jene, die der Kontrollgruppe zugeteilt wurden,  $2,2 \pm 1,9$  kg an Körpergewicht zunahmen.

Das letzte Matchingkriterium war die Leistungskategorie zu Beginn des Rehabilitationsverfahrens. Zu diesem Zeitpunkt wurden Patient\*innen durch einen Arzt bzw. eine Ärztin einer der drei unterschiedlichen Leistungskategorien zugeteilt. Damit sollte gewährleistet werden, dass aktive Therapien der individuellen körperlichen Leistungsfähigkeit angepasst waren. Leistungskategorie 3 entsprach demnach der „schwächsten“ Gruppe, Patient\*innen der Leistungskategorie 1 erreichten den höchsten Aktivitätslevel.

Der Hauptteil der Patient\*innen beider Gruppen wurde der Leistungskategorie 3 zugeordnet (50,7 % der Testgruppe; 42,1 % der Kontrollgruppe). In der Leistungskategorie 2 befand sich ein Drittel der Patient\*innen der Testgruppe (33,3 %), sowie 36,8 % der Patient\*innen der Kontrollgruppe. Die wenigsten Personen wurden der Leistungsgruppe 1 zugeteilt (15,9 % der Testgruppe; 21,1 % der Kontrollgruppe) – vgl. **Abbildung 11**.



**Abbildung 11:** Verteilung der Leistungskategorien in der Test- und Kontrollgruppe

Aus dieser Kategorisierung ist bereits abzuleiten, dass mangelernährte Patient\*innen in der kardiologischen Rehabilitation eine eher reduzierte Leistungsfähigkeit aufweisen und nur bedingt körperlich belastbar sind.

Zum Beobachtungszeitraum ist zu sagen, dass Patient\*innen im Rehasentrum der PVA in Bad Tatzmannsdorf drei- bis vierwöchige Rehabilitationsaufenthalte absolvieren. Die durchschnittliche Aufenthaltsdauer betrug sowohl in der Testgruppe als auch in der Kontrollgruppe vier Wochen ( $28 \pm 1,8$  Tage in der Testgruppe und  $28 \pm 1,6$  in der Kontrollgruppe). Alle Parameter wurden am 2. Tag des Aufenthaltes erstmals bestimmt und die Erhebung zum spätestmöglichen Zeitpunkt wiederholt.

**Tabelle 3** zeigt gesammelt deskriptive Daten zu Alter, Größe, Gewicht, BMI und Bauchumfang beider Gruppen zu Beginn des Heilverfahrens. Das Startgewicht und der BMI zu diesem Zeitpunkt unterschieden sich dabei trotz des Matchings signifikant zwischen den Gruppen. Ursache dafür ist die unvollständige Rekrutierung der Patient\*innen für die Kontrollgruppe aufgrund des vorzeitigen Abbruchs der Studie.

**Tabelle 3:** Alter, Größe, Gewicht, BMI und Bauchumfang zu Beginn in der Test- und Kontrollgruppe

	Testgruppe						Kontrollgruppe					
	MW	SD (±)	Median	Min.	Max.	n	MW	SD (±)	Median	Min.	Max.	n
<i>Alter (Jahre)</i>	67,9	10,4	70	40	82	69	66,2	11,7	68	29	89	57
<i>Größe (cm)</i>	168,0	10,3	167	147	190	69	169,6	9,9	171	146	187	57
<i>Gewicht zu Beginn des Aufenthaltes (kg)</i>	76,4	16,0	75,7	45,2	114,8	69	83,0	15,0	82,6	49,5	137,0	57
<i>BMI zu Beginn des Aufenthaltes (kg/m<sup>2</sup>)</i>	27,1	5,7	25,6	16,3	43,8	69	28,9	4,7	28,9	19,1	41,4	57
<i>Bauchumfang zu Beginn des Aufenthaltes (cm)</i>	101,0	14,4	101	66	136	69	104	13,1	103	70	144	57

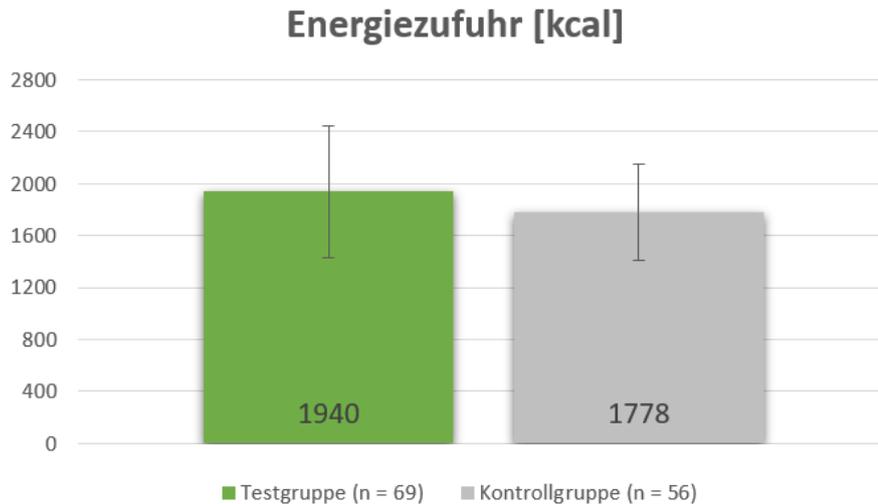
MW = Mittelwert, SD = Standardabweichung, Min = Minimum, Max = Maximum, n = Anzahl der gültigen Werte

### **8.3. Energie- und Nährstoffzufuhr während des stationären Aufenthaltes**

Zur Beurteilung der Energie- und Nährstoffzufuhr während des Aufenthaltes wurden Ernährungsprotokolle von 69 Personen aus der Testgruppe und 56 Personen aus der Kontrollgruppe mithilfe entsprechender Software (siehe Kapitel 7.3.7) ausgewertet. Gefordert war die Dokumentation von zumindest drei Wochentagen und einem Wochenendtag. Die Aufzeichnungen dafür wurden von den Patient\*innen selbstständig bzw. vom Pflegepersonal mithilfe eines Vordruckes geführt (siehe Anhang). Im Durchschnitt wurden pro Patient\*in 6,3 Tage berechnet. Von Relevanz war die zugeführte Menge an Makronährstoffen (Protein, Fett, Kohlenhydrate) und Ballaststoffen sowie die Gesamtenergiezufuhr.

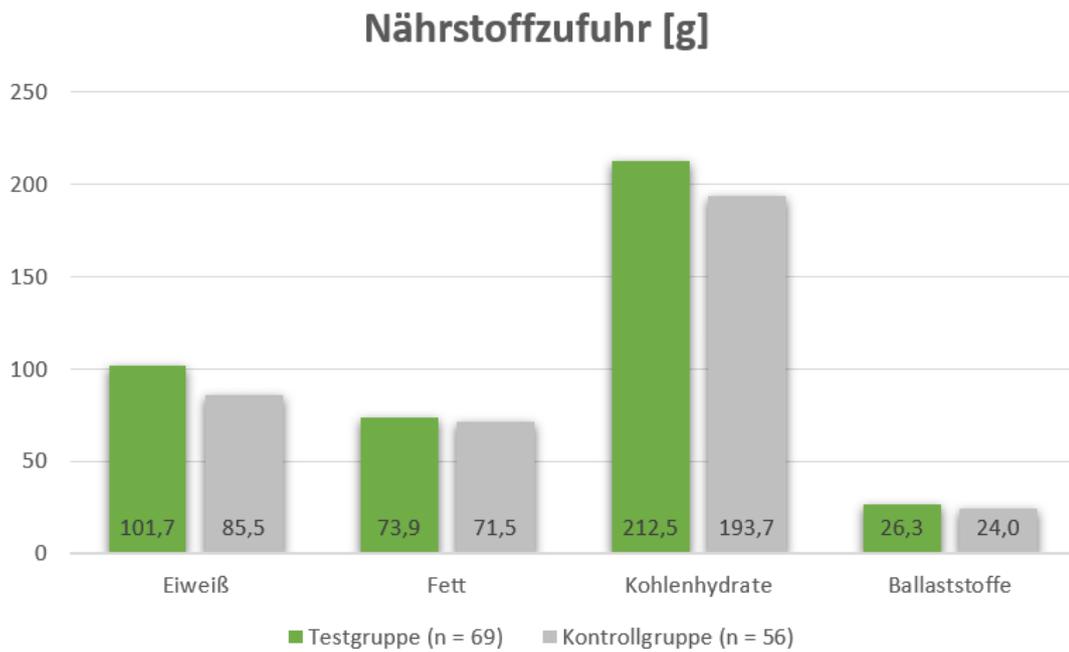
Die Patient\*innen beider Gruppen erhielten während des Aufenthaltes die im Rehabilitationszentrum übliche Mischkost. Ihr Frühstück konnten sie täglich selbstständig am Buffet zusammenstellen. Mittags und abends standen drei verschiedene Hauptspeisen zur Auswahl. Suppe, Salat und Dessert konnten frei vom Buffet gewählt werden. In der Testgruppe war im Gegensatz zur Kontrollgruppe zusätzlich der Einsatz von Trinknahrungen oder anderen Supplementen vorgesehen (siehe Kapitel 7.3.7.). Dadurch ergab sich zwischen den Gruppen ein Unterschied in der Energie- und Nährstoffzufuhr.

Während in der Testgruppe durchschnittlich  $1940,4 \pm 508,1$  kcal pro Tag aufgenommen wurden, waren es in der Kontrollgruppe  $1777,6 \pm 370$  kcal (vgl. **Abbildung 12**).



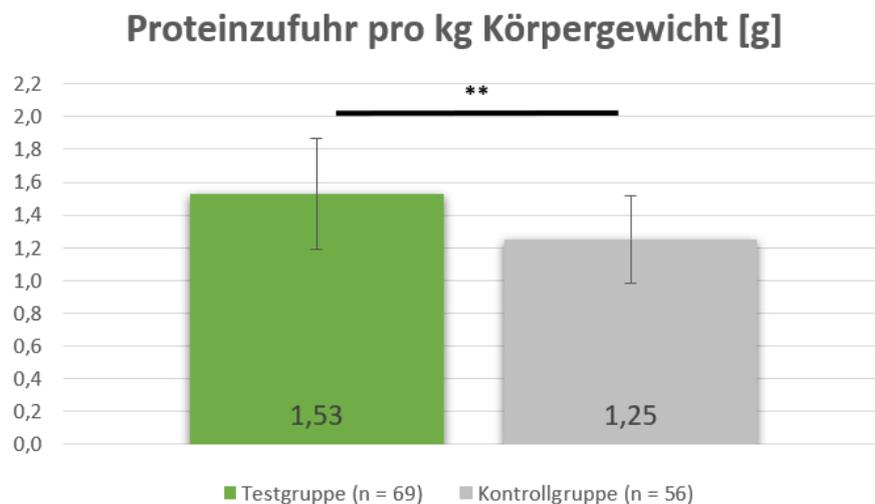
**Abbildung 12:** Vergleich der Energiezufuhr in der Test- und Kontrollgruppe [kcal/d]

Im Hinblick auf die Makronährstoffe war vor allem die Eiweiß- und Kohlenhydratzufuhr in der mangelernährten Gruppe höher. Im Mittel lag die tägliche Eiweißzufuhr in der Testgruppe bei  $101,74 \pm 25,44$  g, in der Kontrollgruppe bei  $85,49 \pm 16,84$  g. Die Kohlenhydratzufuhr war im mangelernährten Kollektiv durchschnittlich um 18,8 g höher als in der Vergleichsgruppe ( $212,51 \pm 58,79$  g/d vs.  $193,66 \pm 48,30$  g/d). Die tägliche Aufnahme von Fett ergab nur eine geringe mittlere Differenz. In der Testgruppe wurde täglich  $73,90 \pm 22,79$  g Fett aufgenommen, in der Kontrollgruppe  $71,49 \pm 16,91$  g. Die Ballaststoffzufuhr der Testgruppe betrug  $26,26 \pm 6,75$  g pro Tag und war vergleichbar mit der Zufuhr in der Kontrollgruppe ( $24,04 \pm 5,68$  g/d) – vgl. **Abbildung 13**.



**Abbildung 13:** Vergleich der Nährstoffzufuhr in der Test- und Kontrollgruppe (Eiweiß, Fett, Kohlenhydrate, Ballaststoffe) [g/d]

Von besonderem Interesse für weiterführende Untersuchungen war die tägliche Zufuhr an Protein. Angestrebt wurde ein Wert zwischen 1,2 und 1,5 g/kg Körpergewicht. Bei Patient\*innen mit einem BMI zwischen 25 und 29,9 kg/m<sup>2</sup> wurde das Normalgewicht, definiert mit einem BMI von 22 kg/m<sup>2</sup>, bei Patient\*innen mit einem BMI > 30 kg/m<sup>2</sup> das Normalgewicht, definiert mit einem BMI von 27,5 kg/m<sup>2</sup>, zur Berechnung herangezogen.



**Abbildung 14:** Vergleich der Proteinzufuhr in der Test- und Kontrollgruppe

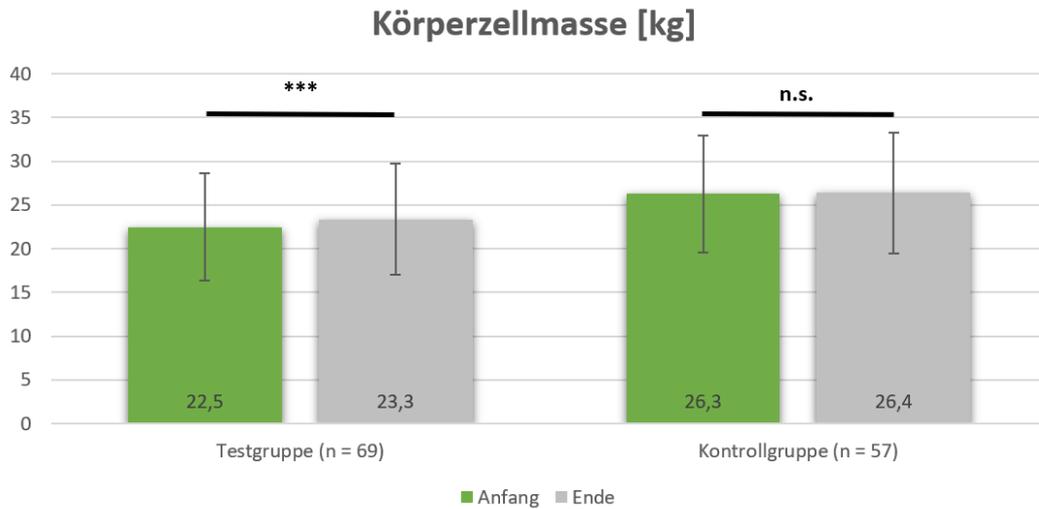
Bezogen auf die Menge pro Kilogramm tatsächliches bzw. korrigiertes Körpergewicht lag die Proteinzufuhr in der Testgruppe bei  $1,53 \pm 0,34$  g, in der Vergleichsgruppe bei  $1,25 \pm 0,27$  g. Somit überstieg die Aufnahme der mangelernährten Gruppe jene der Kontrolle um  $0,28$  g/kg Körpergewicht pro Tag und erreichte im Durchschnitt den angestrebten Zielwert. Der Unterschied zwischen den Gruppen war signifikant ( $p > 0,001$ ) – vgl. **Abbildung 14**.

## **8.4. Ergebnisse der Körperzusammensetzung**

Bei allen Patient\*innen der Test- und Kontrollgruppe wurde am Tag nach Antritt des Rehabilitationsaufenthaltes eine BIA durchgeführt und diese zum spätestmöglichen Zeitpunkt, meist am vorletzten Tag des Aufenthaltes, wiederholt. Das Hauptaugenmerk der Untersuchung und Auswertung lag auf den Ergebnissen der Parameter „Körperzellmasse“ (BCM) und „Phasenwinkel“. Deren Verlauf wurde auch zur Beurteilung des Rehabilitationserfolges der Patient\*innen herangezogen.

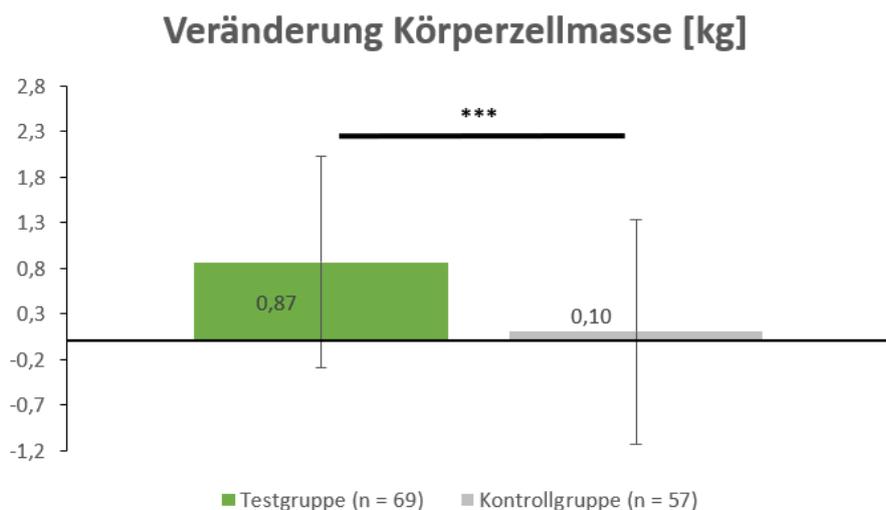
### **8.4.1. Körperzellmasse**

Die Körperzellmasse zu Beginn des Rehabilitationsaufenthaltes unterschied sich signifikant zwischen Test- und Kontrollgruppe. In der Testgruppe lag der Wert bei  $22,5 \pm 6,1$  kg, in der Kontrollgruppe bei  $26,3 \pm 6,7$  kg ( $p = 0,003$ ). Am Ende der stationären Rehabilitation stieg der Mittelwert in der Testgruppe auf  $23,3 \pm 6,4$  kg und unterschied sich signifikant vom Anfangswert ( $p < 0,0001$ ). Bei den Patient\*innen in der Kontrollgruppe konnte hingegen keine signifikante Veränderung gezeigt werden. Dennoch blieb der Endwert in der Testgruppe deutlich unter dem Mittelwert der Kontrollgruppe ( $26,4 \pm 6,9$  kg;  $p < 0,0001$ ) – vgl. **Abbildung 15**.

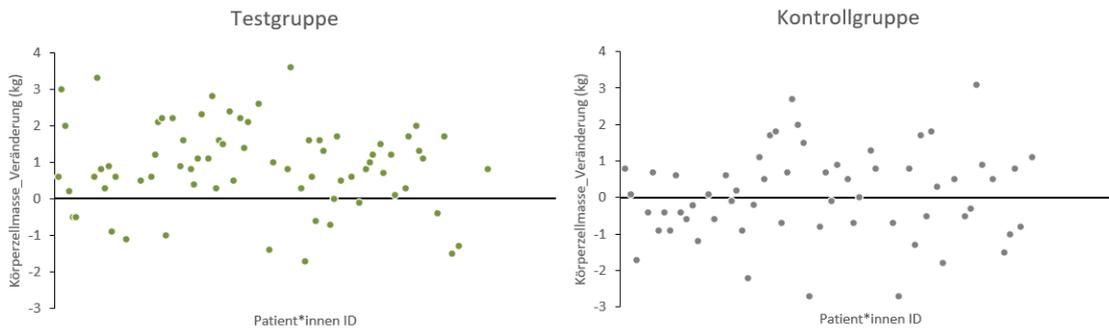


**Abbildung 15:** Darstellung der Körperzellmasse zu Beginn und am Ende des Aufenthaltes in der Test- und Kontrollgruppe

In der Testgruppe steigerten 79,7 % der Patient\*innen ihre Körperzellmasse und es konnte im Durchschnitt ein signifikanter Zuwachs von 0,87 kg gemessen werden (SD = 1,16;  $p < 0,0001$ ). In der Kontrollgruppe verbesserten sich indes nur 52,6 % der Patient\*innen. Der Mittelwert der Veränderung betrug  $0,10 \pm 1,23$  kg, war also deutlich niedriger als in der Testgruppe und zudem nicht signifikant – vgl. **Abbildung 16** und **Abbildung 17**.

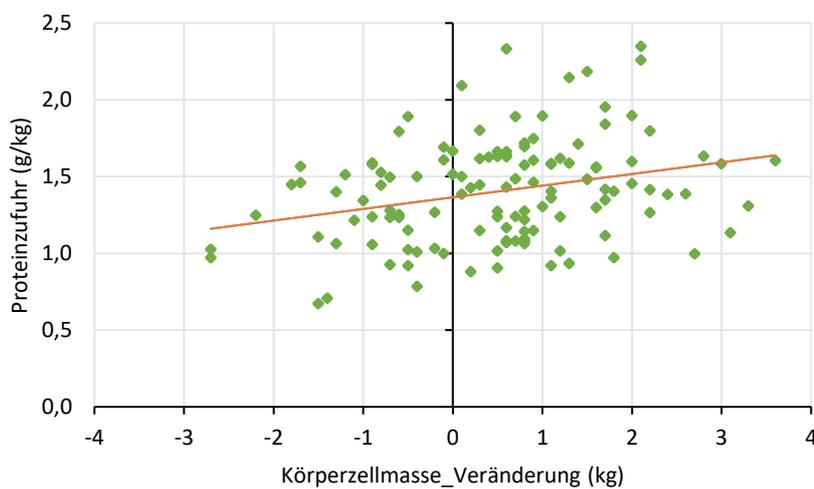


**Abbildung 16:** Mittlere Veränderung der Körperzellmasse in der Test- und Kontrollgruppe



**Abbildung 17:** Veränderungen der Körperzellmasse in der Test- und Kontrollgruppe

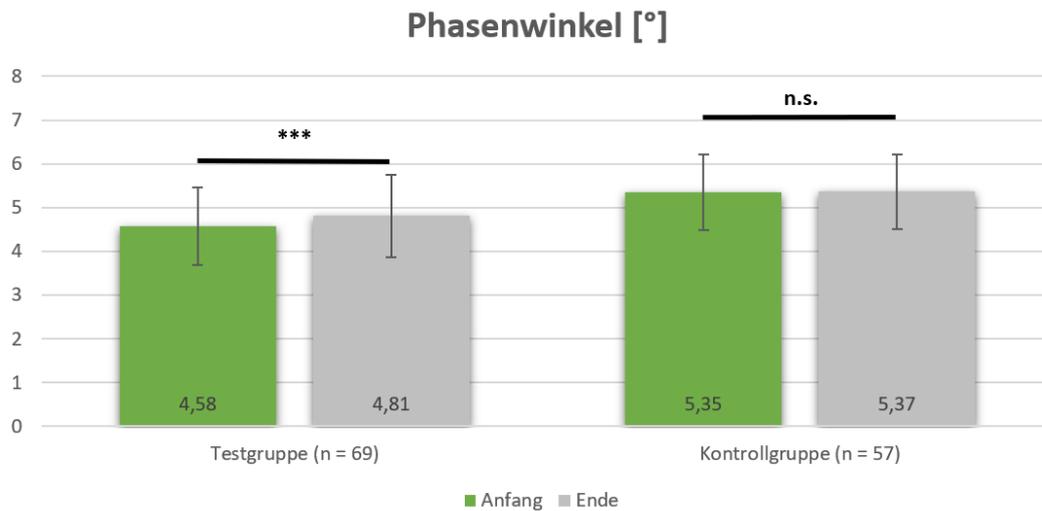
Um den Zusammenhang der Veränderung der Körperzellmasse mit der Proteinzufuhr zu quantifizieren, wurde der Korrelationskoeffizient berechnet. Dieser ergab in der Testgruppe einen mittleren signifikanten Zusammenhang der beiden Parameter ( $r = 0,303$ ;  $p = 0,011$ ;  $n = 69$ ) und unterstreicht damit die Bedeutung der Proteinzufuhr für den Muskelaufbau von mangelernährten Patient\*innen. Diese Assoziation bestätigte sich auch bei zusätzlicher Berücksichtigung der Kontrollgruppe. Wie **Abbildung 18** zeigt, blieb die positive Korrelation auch auf das Gesamtkollektiv gesehen signifikant ( $r = 0,283$ ;  $p = 0,002$ ;  $n = 125$ ).



**Abbildung 18:** Korrelation Proteinzufuhr und Veränderung der Körperzellmasse ( $n = 125$ )

### 8.4.2. Phasenwinkel

In der vorliegenden Untersuchung wurden durch die BIA zu Beginn des Rehabilitationsverfahrens die Phasenwinkel erhoben, die sich zwischen den Gruppen deutlich unterschieden. In der Testgruppe lag der Ausgangswert mit  $4,58 \pm 0,89^\circ$  signifikant niedriger als in der Kontrollgruppe ( $5,35 \pm 0,86^\circ$ ;  $p < 0,0001$ ) – vgl. **Abbildung 19**.



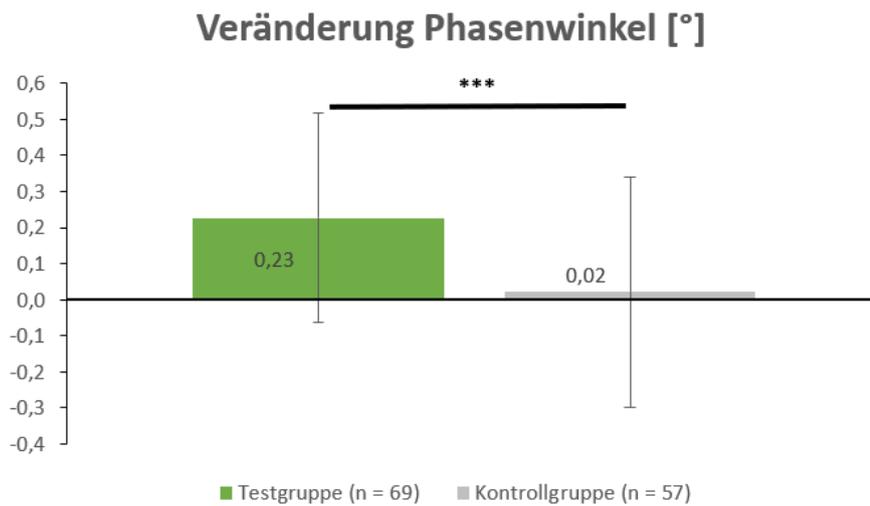
**Abbildung 19:** Darstellung des Phasenwinkels zu Beginn und am Ende des Aufenthaltes in der Test- und Kontrollgruppe

Selberg & Selberg klassifizierten in deren Untersuchung Werte größer als  $5,4^\circ$  als „normal“, den Bereich zwischen  $4,4^\circ$  und  $5,4^\circ$  als „grenzwertig“ und Werte kleiner als  $4,4^\circ$  als „abnormal“ (Selberg & Selberg, 2002). Unter Anwendung dieser Kategorisierung wäre der Mittelwert in der Testgruppe als „grenzwertig“ zu beurteilen und liegt nur knapp über jenem Bereich, der als „abnormal“ bezeichnet wurde. Der Phasenwinkel in der Kontrollgruppe unterschritt zu Beginn hingegen nur sehr knapp den Normalbereich.

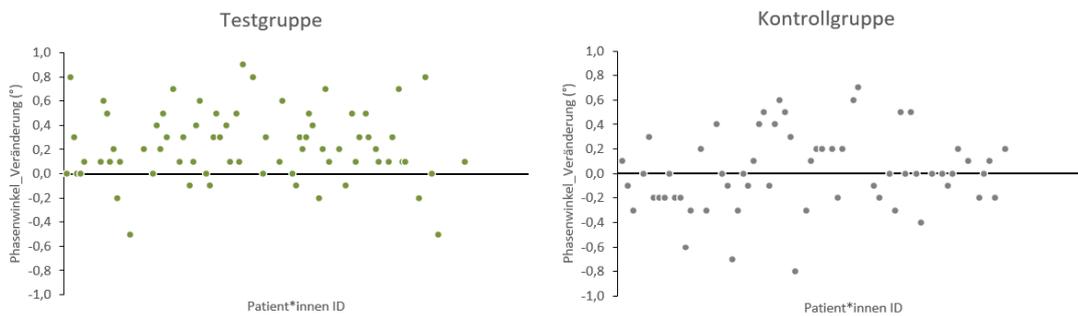
Im Laufe der stationären Rehabilitation verbesserte sich der Phasenwinkel bei 75,4 % der Patient\*innen in der Testgruppe. Der durchschnittliche Anstieg betrug  $0,23^\circ$  (SD = 0,29) und war statistisch signifikant ( $p < 0,0001$ ). Am Ende des Aufenthaltes lag der Mittelwert in diesem Kollektiv bei  $4,81 \pm 0,95^\circ$ . Gleichzeitig kam es in der Kontrollgruppe zu keiner nennenswerten Veränderung ( $0,02 \pm 0,32^\circ$ ;

n.s.). Nur 42,1 % der Patient\*innen steigerten hier den Phasenwinkel im Beobachtungszeitraum (vgl. **Abbildung 20** und **Abbildung 21**).

Trotz Verbesserung konnte in der Testgruppe das Niveau der Kontrollgruppe nicht erreicht werden und die Gruppen unterschieden sich auch am Ende noch signifikant ( $p < 0,0001$ ).

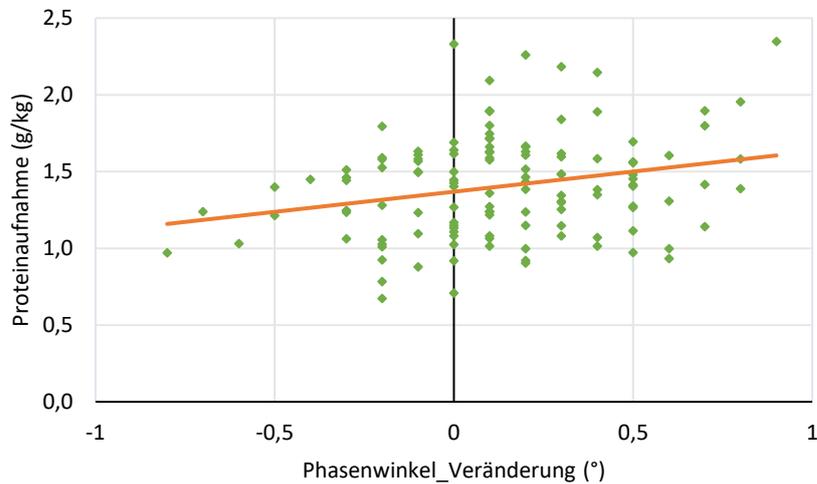


**Abbildung 20:** Mittlere Veränderung des Phasenwinkels in der Test- und Kontrollgruppe



**Abbildung 21:** Veränderungen des Phasenwinkels in der Test- und Kontrollgruppe

Zwischen der Veränderung des Phasenwinkels und der Proteinzufuhr bestand wieder eine mittlere positive Korrelation sowohl in der Testgruppe ( $r = 0,248$ ;  $p = 0,040$ ;  $n = 69$ ) als auch im Gesamtkollektiv betrachtet ( $r = 0,252$ ;  $p = 0,023$ ;  $n = 125$ ) – vgl. **Abbildung 22**.



**Abbildung 22:** Korrelation Proteinzufuhr und Veränderung des Phasenwinkels ( $n = 125$ )

**Tabelle 4** gibt einen Überblick über alle erhobenen BIA-Parameter zu Beginn und am Ende des stationären Rehabilitationsaufenthaltes, getrennt nach Test- und Kontrollgruppe.

**Tabelle 4:** BIA-Parameter zu Beginn und am Ende bzw. Veränderung im Laufe des Aufenthaltes in der Test- und Kontrollgruppe

BIA-Parameter	Testgruppe						Kontrollgruppe						
	n	Beginn		Ende		Change	n	Beginn		Ende		Change	
		MW	SD	MW	SD			MW	SD	MW	SD		
BCM [kg]	69	22,48	6,14	23,34	6,36	<b>0,87<sup>***</sup></b>	57	26,29	6,67	26,39	6,90	0,10	1,23
ECM [kg]	69	29,54	5,46	28,98	5,20	<b>-0,56<sup>**</sup></b>	57	28,54	4,58	28,50	4,70	-0,03	1,25
FFM [kg]	69	51,28	10,95	52,31	10,00	<b>1,03<sup>*</sup></b>	57	54,82	10,44	54,82	10,81	0,00	1,52
ECM/BCM-Index	69	1,38	0,36	1,31	0,36	<b>-0,07<sup>***</sup></b>	57	1,13	0,20	1,12	0,20	0,00	0,08
FM [kg]	69	23,63	10,78	23,62	10,45	-0,01	57	27,51	9,70	26,85	9,17	<b>-0,65<sup>**</sup></b>	1,40
PW [°]	69	4,58	0,89	4,81	0,95	<b>0,23<sup>***</sup></b>	57	5,35	0,86	5,37	0,85	0,02	0,32
Wasserbalance	69	144,76	114,18	119,94	110,38	<b>-24,82<sup>***</sup></b>	57	74,80	72,05	69,22	66,89	-5,58	39,28
Körperwasser [l]	69	40,35	8,79	40,23	8,41	-0,12	57	41,07	8,39	41,20	8,85	0,13	2,03

MW = Mittelwert, SD = Standardabweichung, n = Anzahl der gültigen Werte

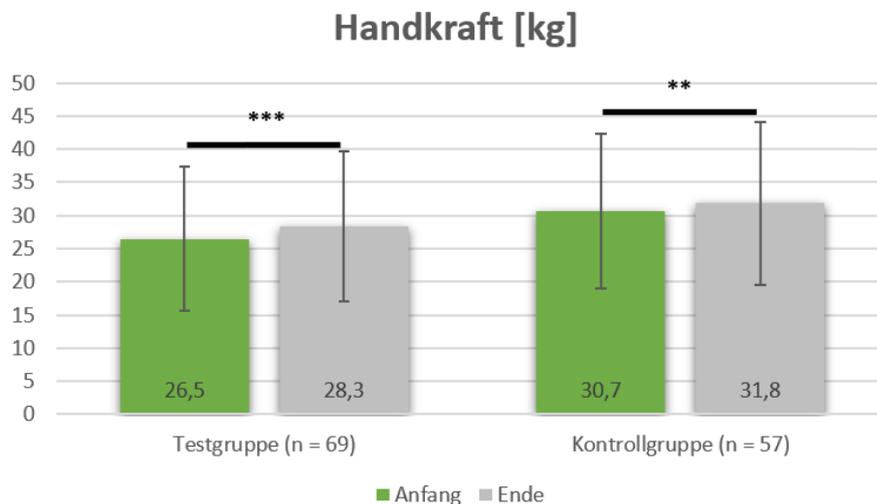
BCM = Body Cell Mass / Körperzellmasse, ECM = Extrazelluläre Masse, FFM = Fettfreie Masse, FM = Fettmasse, PW = Phasenwinkel

Fettdruckte Hervorhebung: signifikante Unterschiede zwischen Beginn- und Endwerten, \* p < 0,05, \*\* p < 0,01, \*\*\* p < 0,001

## 8.5. Ergebnisse der Leistungsfähigkeit

### 8.5.1. Handkraft

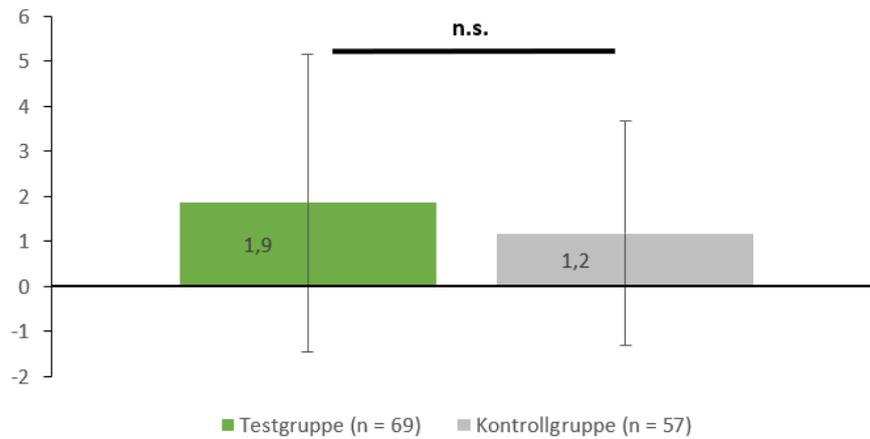
Der durchschnittlich gemessene Wert zu Beginn der Rehabilitation lag in der Testgruppe niedriger als jener in der Kontrollgruppe ( $26,5 \pm 10,9$  kg vs.  $30,7 \pm 11,7$  kg;  $p = 0,045$ ). In beiden Gruppen führte der Rehabilitationsaufenthalt zu einem Anstieg dieses Parameters. In der Testgruppe verbesserten sich 76,8 % der Rehabilitand\*innen, in der Vergleichsgruppe zwei Drittel (66,7 %). So konnte bei Entlassung in der Testgruppe ein durchschnittlicher Wert von  $28,3 \pm 3,3$  kg und in der Kontrollgruppe  $31,8 \pm 12,3$  kg erzielt werden. Diese Differenz war nicht mehr signifikant (vgl. **Abbildung 23** und **Abbildung 25**).



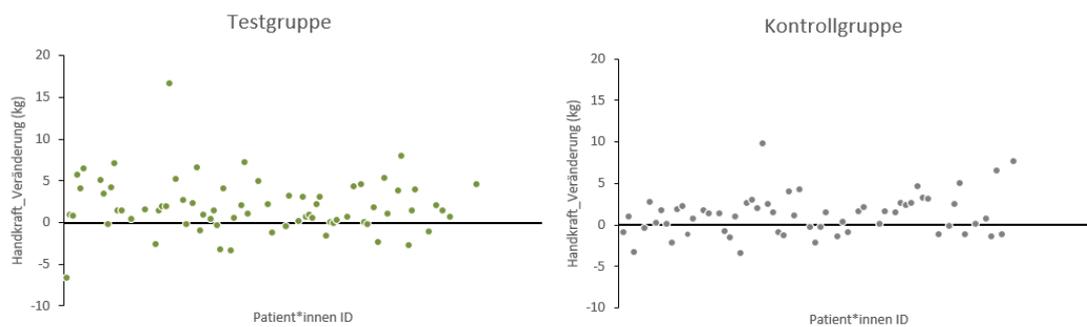
**Abbildung 23:** Darstellung der Handkraft zu Beginn und am Ende des Aufenthaltes in der Test- und Kontrollgruppe

Im Vergleich zum Beginn bedeutete dies einen durchschnittlichen Zuwachs von  $1,9 \pm 3,3$  kg an Handkraft in der Testgruppe und  $1,2 \pm 2,5$  kg in der Kontrollgruppe. Die Zuwächse unterschieden sich innerhalb der beobachteten Gruppen aber nicht signifikant (vgl. **Abbildung 24**).

## Veränderung Handkraft [kg]



**Abbildung 24:** Mittlere Veränderung der Handkraft in der Test- und Kontrollgruppe



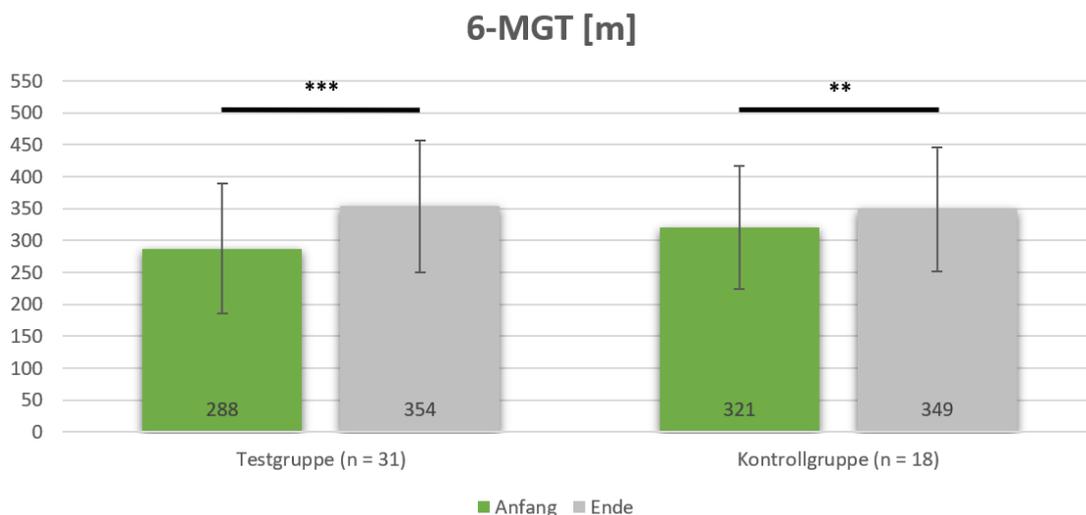
**Abbildung 25:** Veränderungen der Handkraft in der Test- und Kontrollgruppe

Zwischen der Veränderung der Handkraft und der Proteinaufnahme konnte weder in der Testgruppe noch im Gesamtkollektiv eine signifikante Korrelation nach Pearson gefunden werden.

Hinsichtlich der Beurteilung der physischen Leistungsfähigkeit der Proband\*innen wurde je nach Leistungsniveau und Belastbarkeit zu Beginn der kardiologischen Rehabilitation entweder ein 6-Minuten Gehstest oder eine Ergometrie durchgeführt. Durch diese Unterscheidung reduziert sich der Stichprobenumfang bei der statistischen Auswertung der Parameter „6-Minuten Gehstest“ und „Ergometrie“.

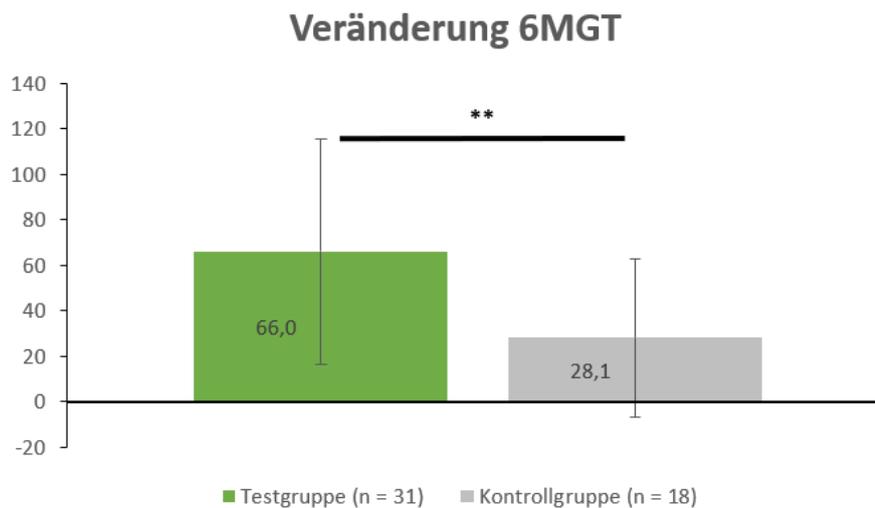
### 8.5.2. 6-Minuten Gehstest

Den 6-MGT absolvierten in der Testgruppe 31 Personen, in der Kontrollgruppe 18 Personen. Der Ausgangswert in der Gruppe der Patient\*innen mit unzureichendem Ernährungszustand lag bei einer Gehstrecke von  $288 \pm 102$  m, in der Kontrollgruppe um 33 m höher bei  $321 \pm 97$  m. Dieser Unterschied gilt aber nicht als statistisch signifikant. Im Zuge der Rehabilitation verbesserte sich die Leistungsfähigkeit in beiden Gruppen. Die Testgruppe erreichte am Ende eine Gehstrecke von durchschnittlich  $354 \pm 104$  m, die Kontrollgruppe  $349 \pm 97$  m. Auch zu diesem Zeitpunkt war der Unterschied zwischen den Gruppen nicht signifikant (vgl. **Abbildung 26**).

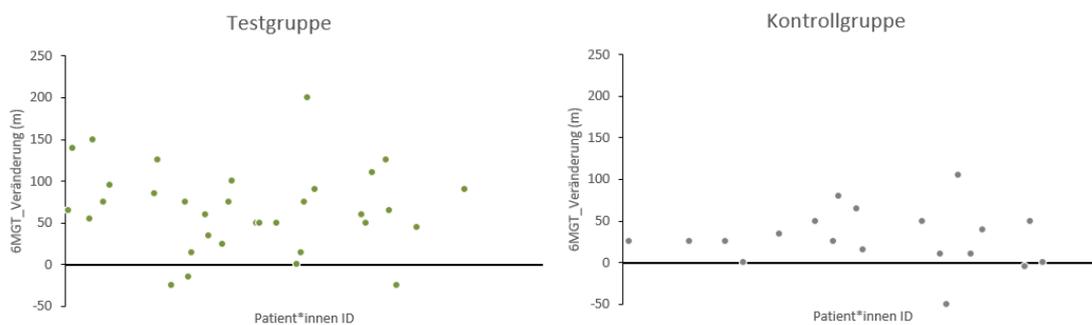


**Abbildung 26:** Darstellung der Ergebnisse aus dem 6-MGT zu Beginn und am Ende des Aufenthaltes in der Test- und Kontrollgruppe

In der mangelernährten Gruppe verbesserten 87,1 % ihre Gehstrecke, in der Kontrolle 77,8 %. Die durchschnittliche Verbesserung in der Testgruppe betrug  $66 \pm 50$  m ( $p < 0,0001$ ), in der Kontrollgruppe  $28 \pm 35$  m ( $p = 0,004$ ). Bemerkenswert ist, dass Patient\*innen im mangelernährten Kollektiv ihre erreichte Distanz im 6-MGT deutlicher steigern konnten als Patient\*innen in der Kontrollgruppe ( $p = 0,004$ ) – vgl. **Abbildung 27** und **Abbildung 28**.

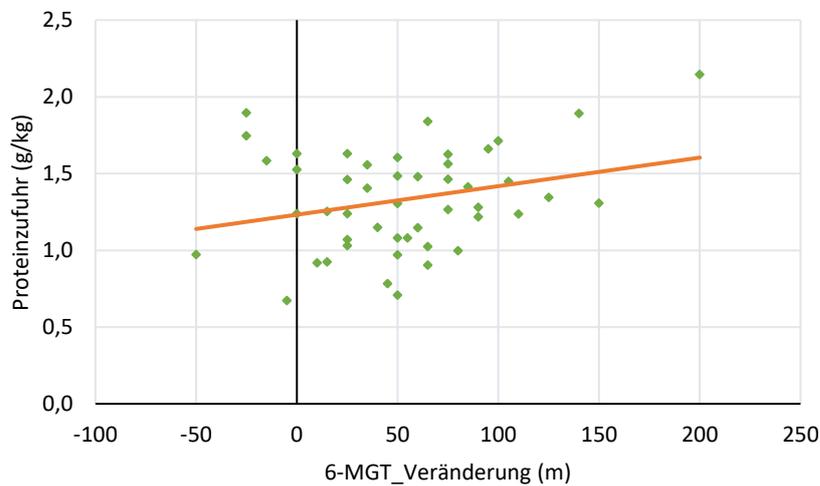


**Abbildung 27:** Mittlere Veränderung der Gehstrecke im 6-MGT in der Test- und Kontrollgruppe



**Abbildung 28:** Veränderungen der Gehstrecke im 6-MGT in der Test- und Kontrollgruppe

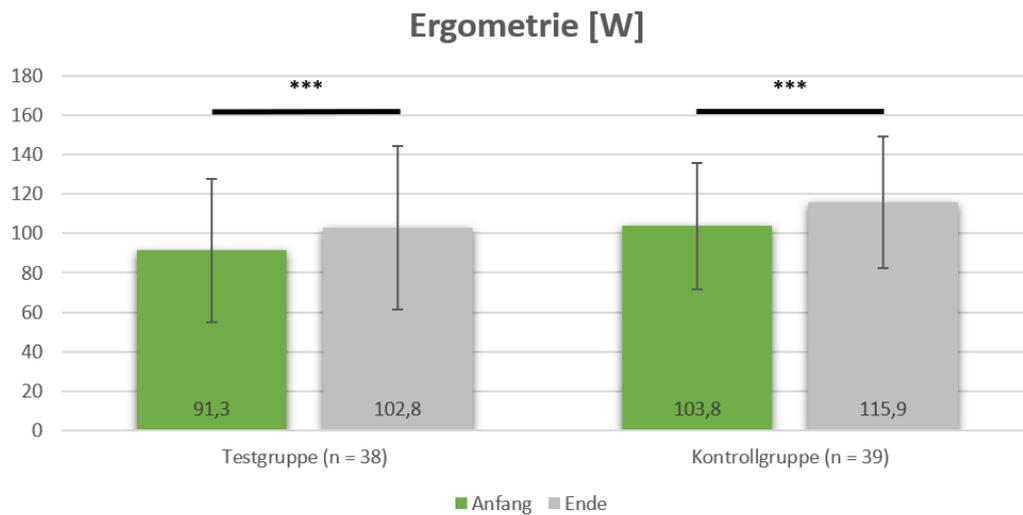
Wie **Abbildung 29** zeigt, bestand ein mittlerer positiver Zusammenhang zwischen der zugeführten Proteinmenge und der Veränderung der Gehstrecke mit einem Korrelationskoeffizienten von 0,271. Dieses Ergebnis war jedoch nicht als signifikant zu bewerten.



**Abbildung 29:** Korrelation Proteinzufuhr und Veränderung im 6-MGT (n = 48)

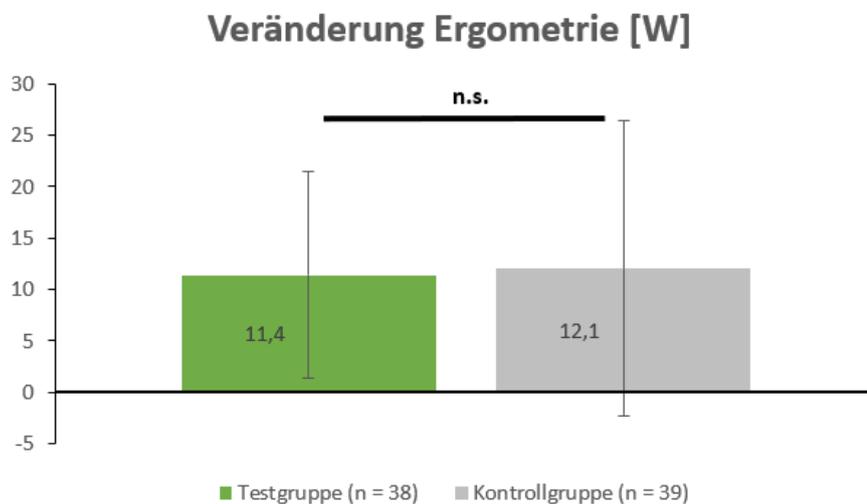
### 8.5.3. Ergometrie

Zur Ergometrie wurden in der Testgruppe 38, in der Kontrollgruppe 39 Proband\*innen zugewiesen. Bei Antritt der stationären Rehabilitation erreichten die Patient\*innen der Testgruppe durchschnittlich  $91,3 \pm 36,5$  Watt, in der Kontrollgruppe  $103,8 \pm 32,1$  Watt. Dieser unterschiedliche Ausgangswert war jedoch nicht statistisch signifikant. In beiden Gruppen stieg die Leistungsfähigkeit am Ergometer bis zum Ende des Aufenthaltes an, in der Testgruppe auf  $102,8 \pm 41,4$  Watt, in der Kontrollgruppe auf  $115,9 \pm 33,2$  Watt. Zwischen den Gruppen zeigte sich aber auch am Ende kein signifikanter Unterschied (vgl. **Abbildung 30**).

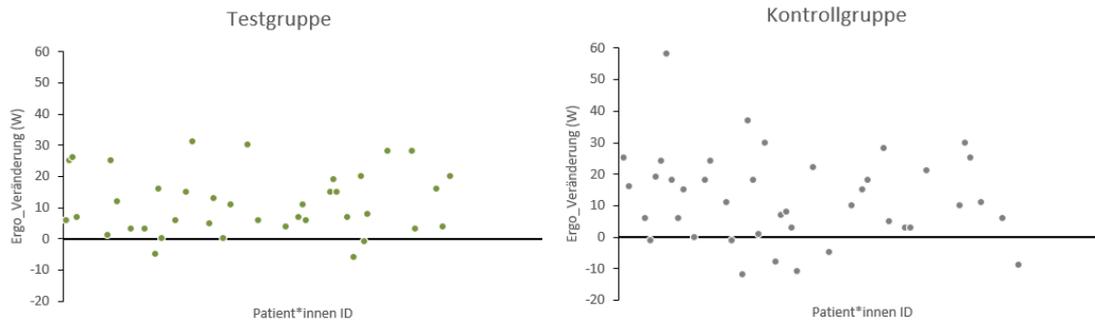


**Abbildung 30:** Darstellung der Wattleistung in der diagnostischen Ergometrie zu Beginn und am Ende des Aufenthaltes in der Test- und Kontrollgruppe

In der Testgruppe betrug der Leistungszuwachs, beurteilt durch die erbrachte Wattleistung bei der Ergometrie,  $11,4 \pm 10,1$  Watt, in der Kontrollgruppe  $12,1 \pm 14,3$  Watt. Zwischen den Gruppen war diese Veränderung nicht signifikant verschieden (vgl. **Abbildung 31**).

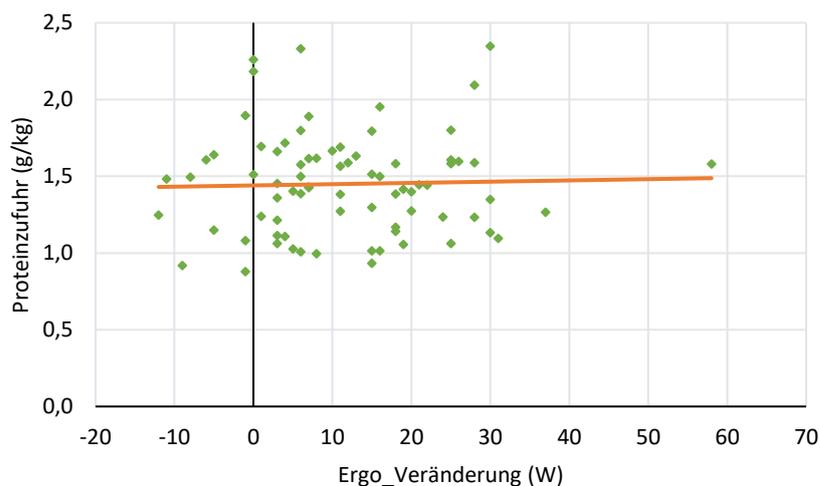


**Abbildung 31:** Mittlere Veränderung der Wattleistung in der diagnostischen Ergometrie in der Test- und Kontrollgruppe



**Abbildung 32:** Veränderungen der Wattleistung in der diagnostischen Ergometrie in der Test- und Kontrollgruppe

Wie in **Abbildung 32** zu sehen ist, kam es bei 86,8 % der Personen in der Testgruppe und bei 79,5 % der Personen in der Kontrolle zu einer Verbesserung der Wattleistung in der Ergometrie. Ein Zusammenhang mit der Proteinzufuhr konnte aber auch hier nicht gezeigt werden ( $r = 0,03$ ; n.s.;  $n = 77$ ) – vgl **Abbildung 33**.



**Abbildung 33:** Korrelation Proteinzufuhr und Veränderung in der Ergometrie ( $n = 77$ )

**Tabelle 5** gibt einen Überblick über die beschriebenen Parameter der Leistungsfähigkeit zu Beginn und am Ende des stationären Rehabilitationsaufenthaltes, getrennt nach Test- und Kontrollgruppe.

**Tabelle 5:** Parameter der Leistungsfähigkeit zu Beginn und am Ende bzw. Veränderung im Laufe des Aufenthaltes in der Test- und Kontrollgruppe

Leistungsfähigkeit	Testgruppe						Kontrollgruppe						
	n	Beginn		Ende		Change	n	Beginn		Ende		Change	
		MW	SD	MW	SD			MW	SD	MW	SD		
Handkraft [kg]	69	26,49	10,92	28,35	11,27	<b>1,85***</b>	57	30,67	11,69	31,84	12,26	<b>1,17***</b>	2,50
Ergometrie [W]	38	91,34	36,51	102,76	41,36	<b>11,42***</b>	39	103,85	32,09	115,90	33,24	<b>12,05***</b>	14,35
Ergometrie [%]	38	64,18	16,76	72,11	18,72	<b>7,92***</b>	39	68,90	17,08	77,38	17,82	<b>8,49***</b>	8,82
6-MGT [m]	31	287,58	102,32	353,55	103,60	<b>65,97***</b>	18	320,83	96,87	348,89	96,67	<b>28,06**</b>	34,94
6-MGT [%]	31	54,75	17,12	67,51	16,61	<b>12,76***</b>	18	64,41	19,31	69,80	19,10	<b>5,39**</b>	6,19

MW = Mittelwert, SD = Standardabweichung, W = Watt, 6-MGT = 6-Minuten Gehtest, n = Anzahl der gültigen Werte

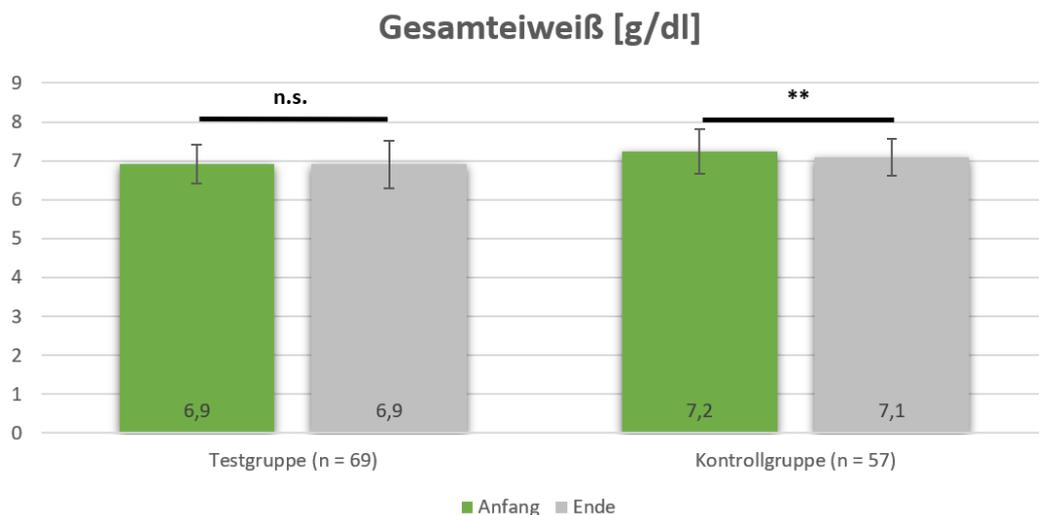
Fettgedruckte Hervorhebung: signifikante Unterschiede zwischen Beginn- und Endwerten, \* p < 0,05, \*\* p < 0,01, \*\*\* p < 0,001

## 8.6. Ergebnisse der Eiweißparameter

Der Ernährungszustand bzw. Proteinstatus der Patient\*innen wurde während des Studienzeitraums anhand der folgenden sechs Laborparameter beurteilt: Gesamteiweiß, Albumin, Präalbumin, Transferrin, Lymphozyten und Retinol-Bindendes Protein (RBP4).

### 8.6.1. Gesamteiweiß

Der Ausgangswert lag in der mangelernährten Gruppe bei  $6,9 \pm 0,5$  g/dl, in der Kontrolle bei  $7,2 \pm 0,6$  g/dl. Als Referenzbereich gilt 6,6 bis 8,7 g/dl. Somit lag der Durchschnittswert beider Gruppen im Zielbereich. Bei 21 Personen der Testgruppe (30,4 %) lag der Parameter Gesamteiweiß zu Beginn der Rehabilitation unter dem Normalbereich ( $< 6,6$  g/dl), in der Kontrolle nur bei 5,3 %. Zwischen den Gruppen unterschied sich der Baselinewert signifikant ( $p = 0,002$ ) – vgl. **Abbildung 34**.



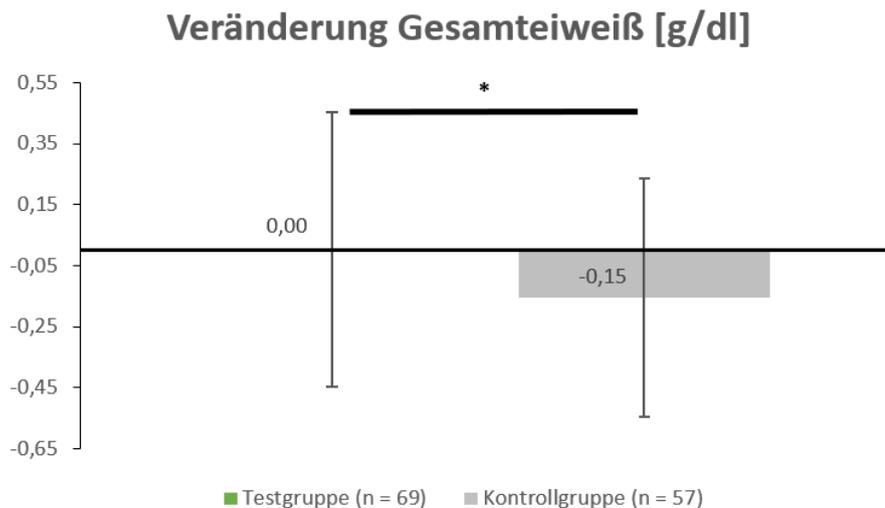
**Abbildung 34:** Darstellung des Parameters „Gesamteiweiß“ zu Beginn und am Ende des Aufenthaltes in der Test- und Kontrollgruppe

Im Verlauf ergaben sich keine signifikanten Veränderungen des Parameters „Gesamteiweiß“ in der Testgruppe ( $0,00 \pm 0,45$  g/dl). Der Mittelwert bei der letzten Blutabnahme präsentierte sich ähnlich zum Beginn mit  $6,9 \pm 0,6$  g/dl. 32 Patient\*innen (46,4 %) erreichten eine Steigerung des Parameters, bei 31

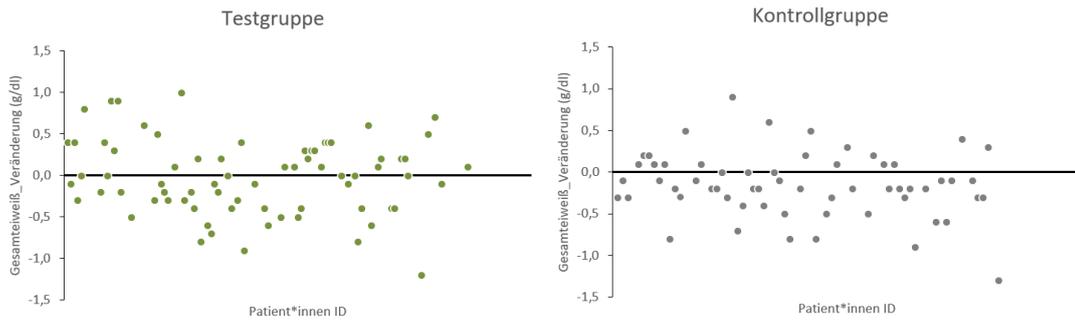
Patient\*innen (44,9 %) fiel er jedoch ab. Bei 24,6 % der Patient\*innen lag das Gesamtweiß auch am Ende noch unterhalb des Referenzbereichs.

In der Kontrollgruppe betrug der Mittelwert am Ende des Aufenthaltes  $7,1 \pm 0,5$  g/dl. Hier kam es durchschnittlich sogar zu einem leichten Rückgang ( $-0,15 \pm 0,39$  g/dl;  $p = 0,003$ ). Bei 64,9 % der Patient\*innen dieser Gruppe sank das Gesamteiweiß im Laufe des Rehabilitationsverfahrens ab, während nur 29,8 % eine Steigerung zeigten. In Bezug auf den Referenzbereich lagen in der Kontrollgruppe am Ende 8,8 % der Patient\*innen unterhalb Grenze von 6,6 g/dl.

Wie **Abbildung 35** zeigt, unterschieden sich die Veränderungen des Parameters „Gesamteiweiß“ zwischen den Gruppen signifikant voneinander ( $p = 0,040$ ).

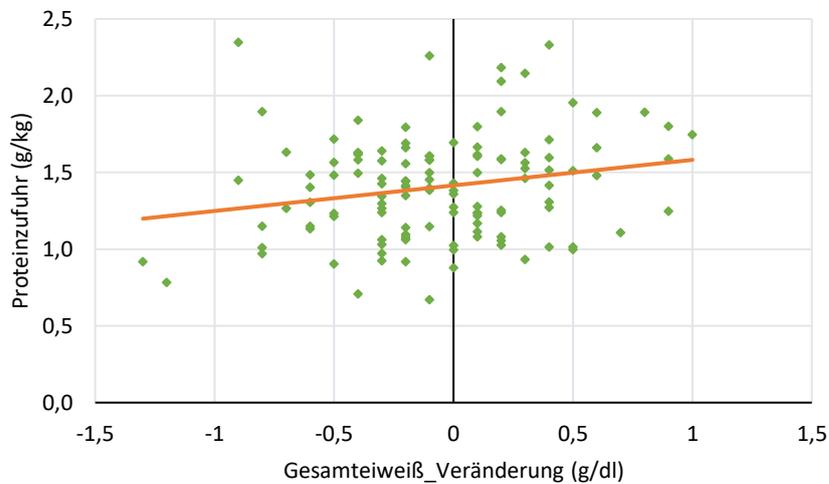


**Abbildung 35:** Mittlere Veränderung des Parameters „Gesamteiweiß“ in der Test- und Kontrollgruppe



**Abbildung 36:** Veränderungen des Parameters „Gesamteiweiß“ in der Test- und Kontrollgruppe

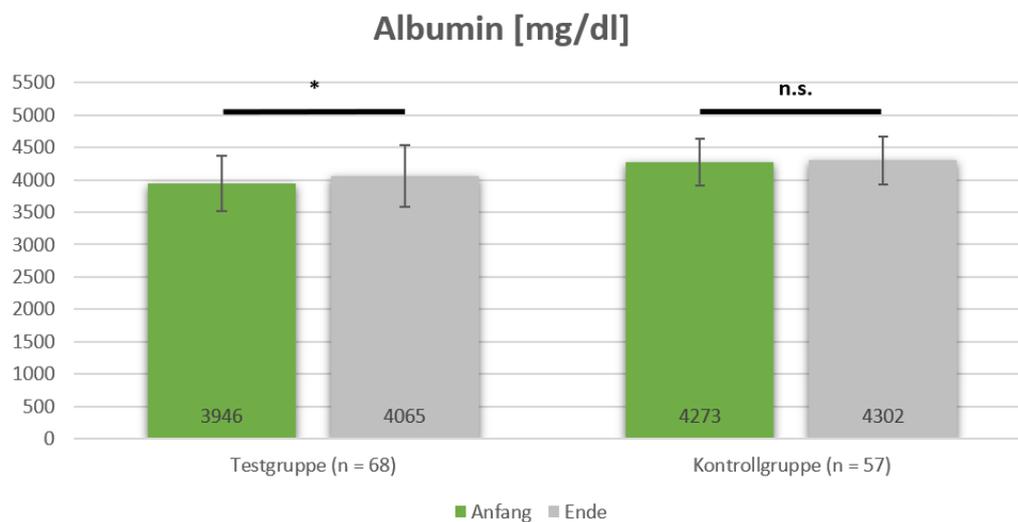
Die Berechnung der Korrelation von der Veränderung des Parameters „Gesamteiweiß“ und der Proteinaufnahme (g/kg Körpergewicht) ergab innerhalb der Testgruppe nur einen schwachen, nicht signifikanten Zusammenhang ( $r = 0,152$ ; n.s.;  $n = 69$ ). Wurde aber das gesamte Studienkollektiv betrachtet, so war der Zusammenhang stärker zu beurteilen ( $r = 0,214$ ;  $p = 0,016$ ;  $n = 125$ ) – vgl. **Abbildung 37**.



**Abbildung 37:** Korrelation Proteinzufuhr und Veränderung von Gesamteiweiß ( $n = 125$ )

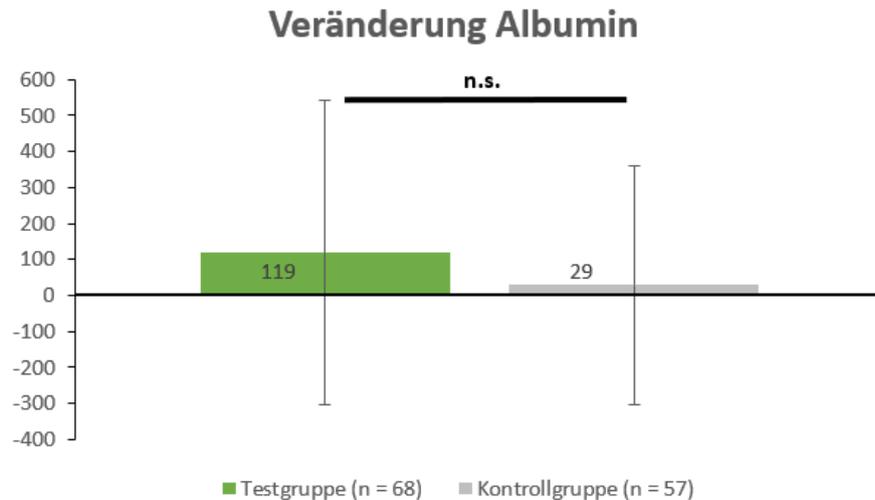
### 8.6.2. Albumin

Beim Parameter „Albumin“ zeigte sich ein eindrücklicher Unterschied zwischen den Gruppen. Zu Beginn lag der Wert in der Testgruppe bei  $3946 \pm 433$  mg/dl, in der Kontrollgruppe bei  $4273 \pm 365$  mg/dl. Diese Durchschnittswerte waren signifikant verschieden ( $p < 0,0001$ ) – vgl. **Abbildung 38**. Werte unter 3560 mg/dl sind als mangelhaft zu betrachten (Referenzbereich: 3560-4610 mg/dl). Demnach lagen beide Gruppenmittelwerte zu Beginn im Normalbereich. In der Testgruppe unterschritten 11 Patient\*innen (16,2 %) den Grenzwert, in der Kontrolle nur eine Person (1,75 %).

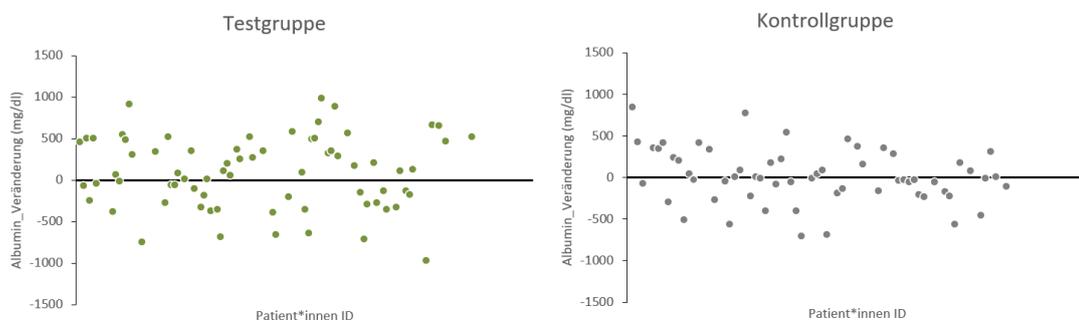


**Abbildung 38:** Darstellung des Parameters „Albumin“ zu Beginn und am Ende des Aufenthaltes in der Test- und Kontrollgruppe

Im Verlauf zeigte sich innerhalb der Patient\*innengruppe mit Mangelernährung ein signifikanter Anstieg des Albumin-Spiegels um durchschnittlich  $119 \pm 422$  mg/dl ( $p = 0,021$ ). Am Ende ergab sich so ein Mittelwert von  $4065 \pm 480$  mg/dl. Währenddessen konnte in der Vergleichsgruppe keine signifikante Veränderung festgestellt werden. Im Durchschnitt stieg Albumin hier um  $29 \pm 331$  mg/dl (vgl. **Abbildung 39**). Der Median lag sogar nur bei -3,9 g/dl.



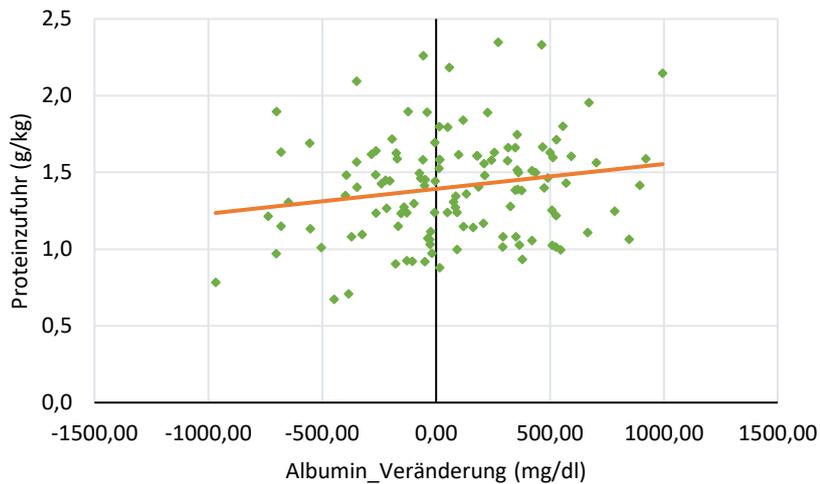
**Abbildung 39:** Mittlere Veränderung des Parameters „Albumin“ in der Test- und Kontrollgruppe



**Abbildung 40:** Veränderungen des Parameters „Albumin“ in der Test- und Kontrollgruppe

Wie in **Abbildung 40** ersichtlich, konnte innerhalb der Testgruppe im Laufe der Rehabilitation bei 41 Personen (60,3 %) ein Anstieg von Albumin verzeichnet werden, in der Kontrollgruppe nur bei 49,1 %. Bei 10 Patient\*innen der Testgruppe (14,7 %) lag Albumin auch am Ende des Aufenthaltes noch unter dem Normalbereich.

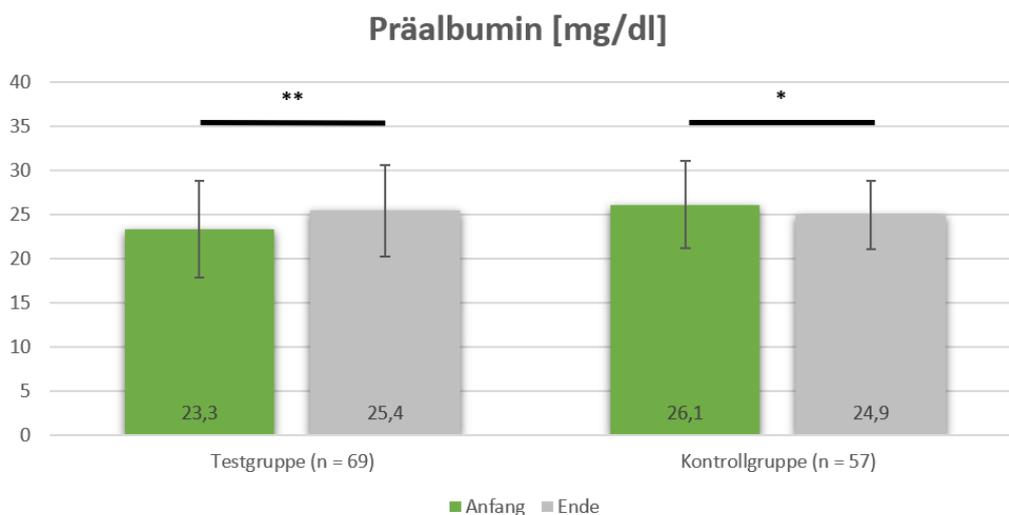
Die Korrelation nach Pearson zeigte sowohl in der Testgruppe als auch im Gesamtkollektiv nur einen schwachen Zusammenhang der Variablen Proteinaufnahme (g/kg Körpergewicht) und „Veränderung Albumin“ und ist statistisch nicht signifikant (Testgruppe:  $r = 0,163$ ;  $p = 0,134$ ;  $n = 69$ ; Gesamtkollektiv:  $r = 0,167$ ;  $p = 0,063$ ;  $n = 125$ ) – vgl. **Abbildung 41**. Auch der Korrelationskoeffizient nach Spearman lieferte vergleichbare Ergebnisse (0,103 in der Testgruppe; 0,153 im Gesamtkollektiv).



**Abbildung 41:** Korrelation Proteinzufuhr und Veränderung von Albumin (n = 125)

### 8.6.3. Präalbumin

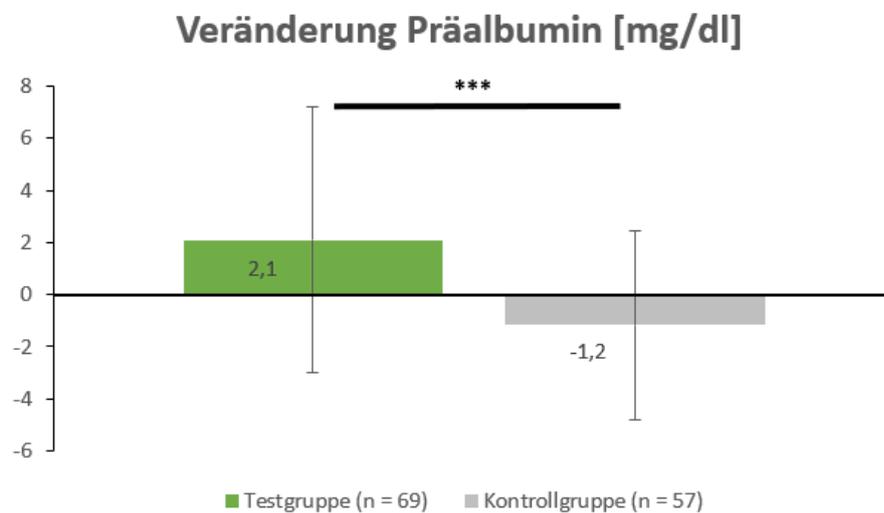
Der Referenzwert für Präalbumin liegt bei 20-40 mg/dl. Die mangelernährte Gruppe startete den Rehabilitationsaufenthalt mit einem durchschnittlichen Wert von  $23,3 \pm 5,5$  mg/dl. Im Vergleich dazu lag dieser in der Kontrolle zu Beginn bei  $26,1 \pm 4,9$  mg/dl und unterschied sich damit signifikant ( $p = 0,003$ ) – vgl. **Abbildung 42**. Beide Mittelwerte befanden sich im Referenzbereich. In der Testgruppe unterschritten 17 Personen (24,6 %) den Grenzwert, in der Kontrolle 5 Patient\*innen (8,8 %).



**Abbildung 42:** Darstellung des Parameters „Präalbumin“ zu Beginn und am Ende des Aufenthaltes in der Test- und Kontrollgruppe

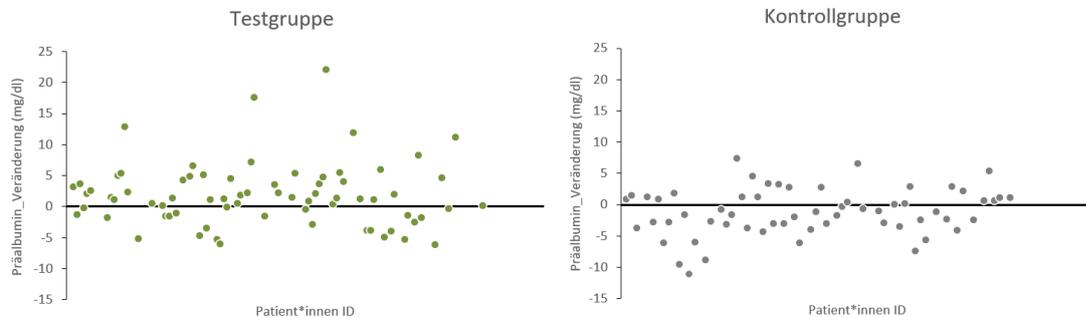
Bis zum Ende der stationären Rehabilitation kam es in der Testgruppe zu einem signifikanten Anstieg des Präalbumin-Spiegels um durchschnittlich  $2,1 \pm 5,1$  mg/dl ( $p = 0,002$ ). Währenddessen fiel der Wert in der Kontrollgruppe sogar um  $1,2 \pm 3,6$  mg/dl ab ( $p = 0,021$ ). Die Entwicklung des Präalbumins in den beiden Gruppen unterscheidet sich signifikant ( $p < 0,0001$ ) – vgl. **Abbildung 43**.

Zum zweiten Messzeitpunkt lag der Mittelwert des Parameters „Präalbumin“ in der Testgruppe bei  $25,4 \pm 5,2$  mg/dl und damit sogar höher, jedoch nicht signifikant, als jener in der Kontrollgruppe, der  $24,9 \pm 3,8$  mg/dl ergab. In der Testgruppe unterschritt der Wert zu diesem Zeitpunkt noch bei 17,4 % der Patient\*innen den Referenzbereich, in der Kontrolle bei 5,3 % der Patient\*innen.



**Abbildung 43:** Mittlere Veränderung des Parameters „Präalbumin“ in der Test- und Kontrollgruppe

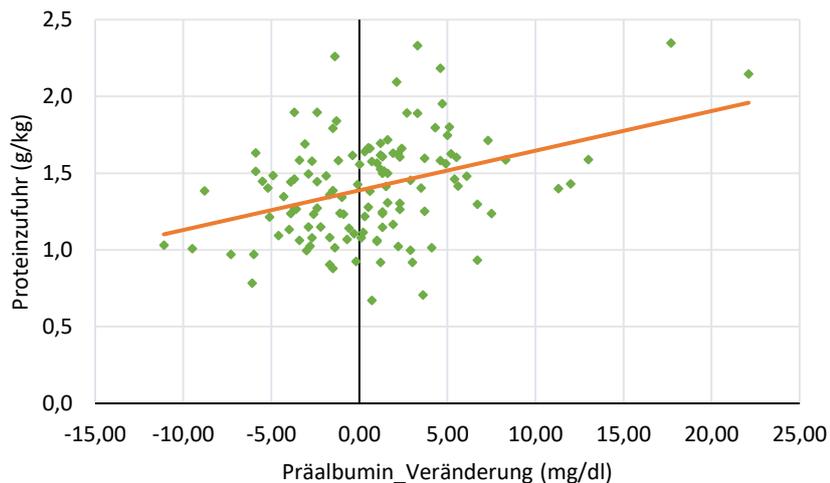
**Abbildung 44** zeigt, dass in der Testgruppe 41 Patient\*innen (59,4 %) ihren Präalbumin-Spiegel steigern konnten, während der Wert bei 27 Personen (39,1 %) abfiel. In der Vergleichsgruppe stieg Präalbumin nur bei 23 Patient\*innen (40,4 %) und fiel bei 34 Patient\*innen (59,6 %) ab.



**Abbildung 44:** Veränderungen des Parameters „Präalbumin“ in der Test- und Kontrollgruppe

In der Testgruppe bestand zwischen der Veränderung von Präalbumin und der Proteinzufuhr eine signifikante mittlere positive Korrelation nach Pearson ( $r = 0,353$ ;  $p = 0,003$ ;  $n = 69$ ).

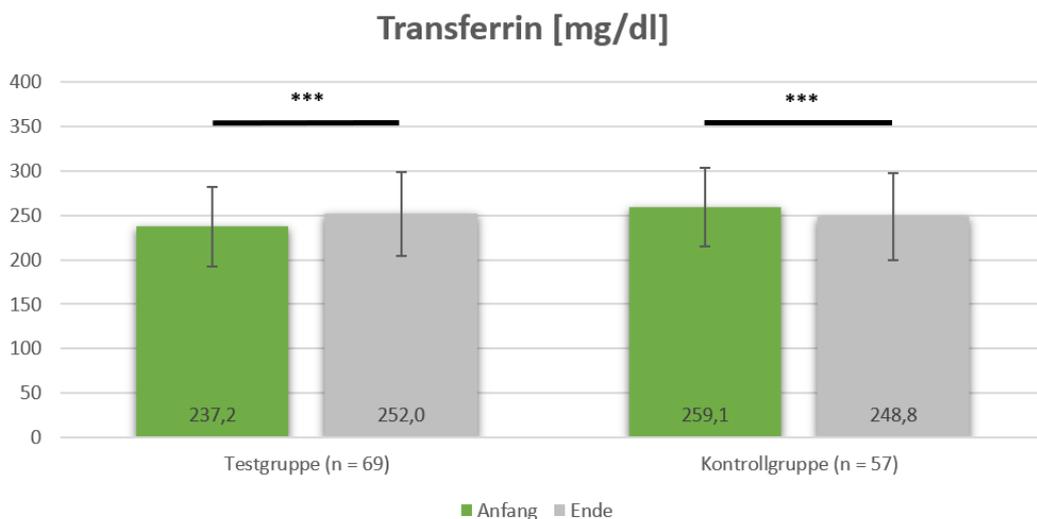
Wie in **Abbildung 45** zu sehen ist, ließ sich diese auch unter Berücksichtigung des Gesamtkollektivs zeigen. Hier betrug der Korrelationskoeffizient  $0,371$  ( $p < 0,0001$ ;  $n = 125$ ).



**Abbildung 45:** Korrelation Proteinzufuhr und Veränderung von Präalbumin ( $n = 125$ )

#### 8.6.4. Transferrin

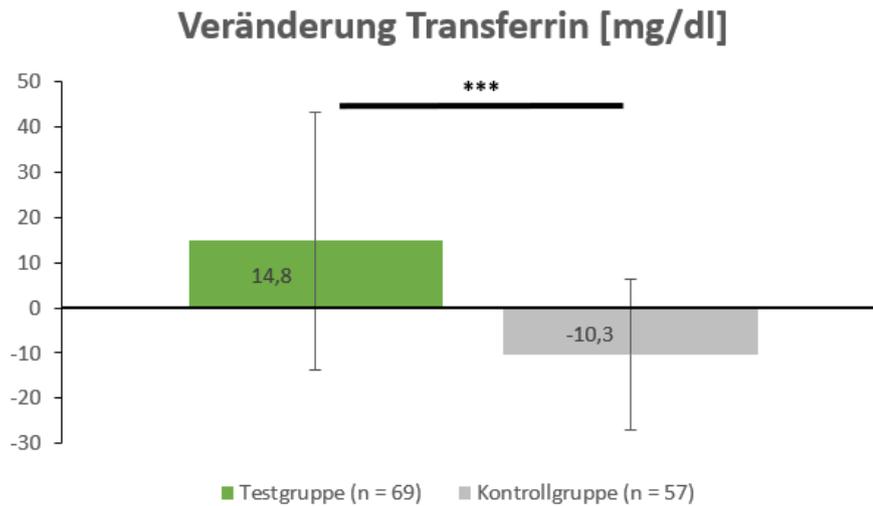
Der Ausgangswert des Parameters „Transferrin“ betrug in der Testgruppe  $237,2 \pm 44,5$  mg/dl, in der Kontrollgruppe  $259,1 \pm 44,2$  mg/dl und unterschied sich signifikant zwischen den beobachteten Gruppen ( $p = 0,011$ ) – vgl. **Abbildung 46**. Beide Gruppenmittelwerte lagen im Referenzbereich von 200 bis 400 mg/dl. 14 Personen der Testgruppe (20,3 %) und 4 Personen der Kontrollgruppe (7,0 %) unterschritten anfangs die untere Grenze des Normalbereichs.



**Abbildung 46:** Darstellung des Parameters „Transferrin“ zu Beginn und am Ende des Aufenthaltes in der Test- und Kontrollgruppe

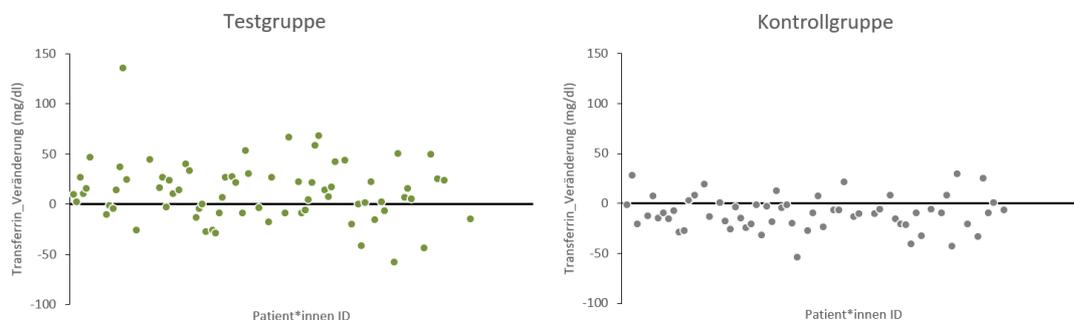
Bei der wiederholten Messung am Ende des Aufenthaltes ergab sich in der Testgruppe ein Durchschnittswert von  $252,0 \pm 47,3$  mg/dl, in Kontrollgruppe betrug dieser  $248,8$  mg/dl. Somit lag der Transferrin-Spiegel in der Kontrolle am Ende sogar niedriger als in der Testgruppe, jedoch nicht signifikant.

In der mangelernährten Gruppe ergab sich im Zuge des Rehabilitationsaufenthaltes folglich eine deutliche Steigerung des Parameters „Transferrin“ um  $14,8 \pm 28,5$  mg/dl ( $p < 0,0001$ ), während dieser in der Kontrollgruppe sogar signifikant abfiel ( $-10,3 \pm 16,6$ ;  $p < 0,0001$ ). Der Verlauf unterschied sich also erheblich zwischen den Gruppen ( $p < 0,0001$ ) – vgl. **Abbildung 47**. In der Testgruppe lag der Transferrin-Spiegel am Ende noch bei 8 Patient\*innen (11,6 %) unter der Normalbereichsgrenze, in der Kontrolle stieg der Anteil dieser Patient\*innen auf 15,8 % (9 Personen).



**Abbildung 47:** Mittlere Veränderung des Parameters „Transferrin“ in der Test- und Kontrollgruppe

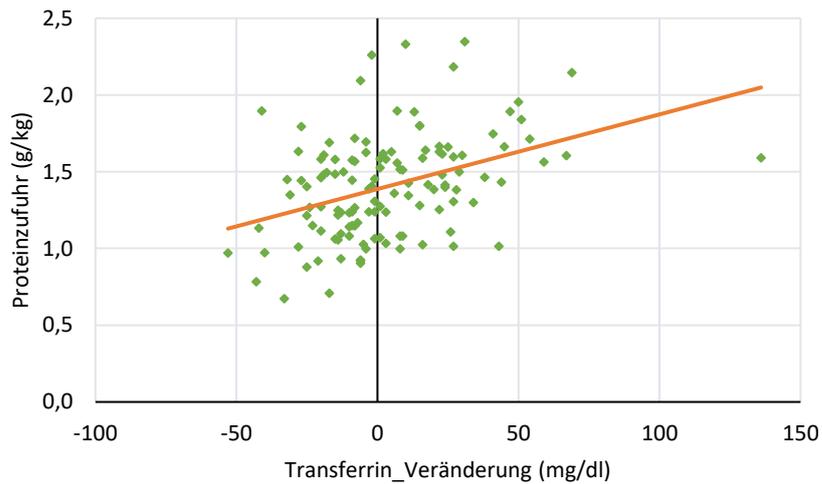
Im Vergleich zum Ausgangswert erhöhte sich der Transferrin-Spiegel in der Testgruppe bei 48 Personen (69,6 %), während dies in der Vergleichsgruppe nur bei 21,1 % gezeigt werden konnte. Bei 45 der 57 Patient\*innen aus der Kontrollgruppe wurde ein Abfall des Parameters verzeichnet (vgl. **Abbildung 48**).



**Abbildung 48:** Veränderungen des Parameters „Transferrin“ in der Test- und Kontrollgruppe

Die Korrelation nach Pearson zeigte einen mittleren positiven Zusammenhang zwischen der Proteinzufuhr (g/kg Körpergewicht) und der Veränderung des Transferrin-Spiegel. Innerhalb der Testgruppe wurde ein Korrelationskoeffizient von 0,245 festgestellt ( $p < 0,043$ ;  $n = 69$ ). In Bezug auf das Gesamtkollektiv präsentierte sich dieser sogar noch deutlicher ( $r = 0,391$ ;  $p < 0,0001$ ;  $n = 125$ ) – vgl.

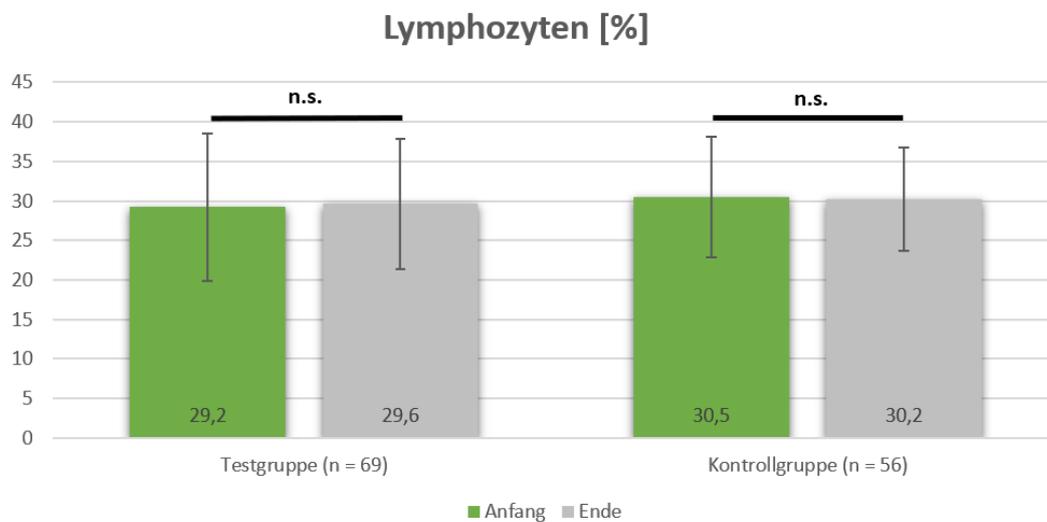
**Abbildung 49.**



**Abbildung 49:** Korrelation Proteinzufuhr und Veränderung von Transferrin ( $n = 125$ )

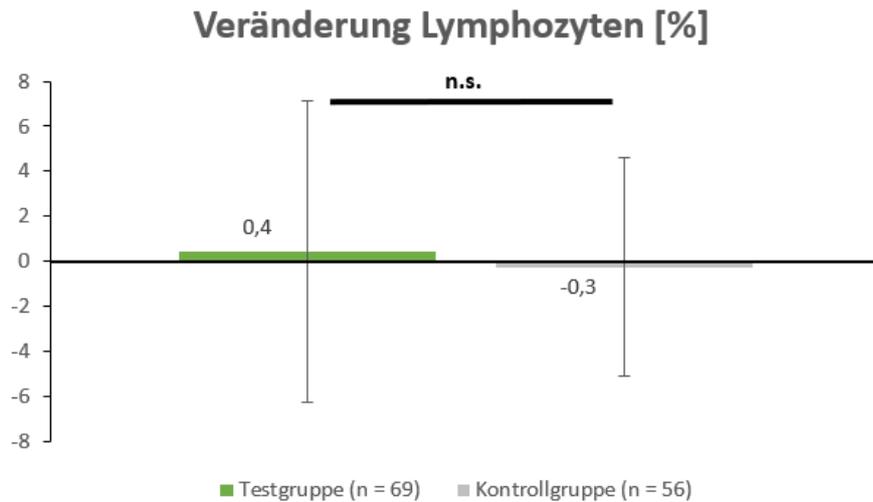
### 8.6.5. Lymphozyten

Der Referenzbereich der Lymphozyten liegt bei 20-40 %. Patient\*innen der Testgruppe wiesen zu Beginn des Rehabilitationsaufenthaltes einen durchschnittlichen Wert von  $29,2 \pm 9,3$  % auf. In der Kontrollgruppe lag der Ausgangswert bei  $30,5 \pm 7,6$  % - vgl. **Abbildung 50**. Diese Gruppenmittelwerte waren nicht signifikant verschieden und befanden sich jeweils im mittleren Normalbereich. In der Testgruppe lag der Spiegel bei 12 Personen (17,4 %) unter der Referenzgrenze, in der Kontrolle bei 4 Personen (7,1 %).



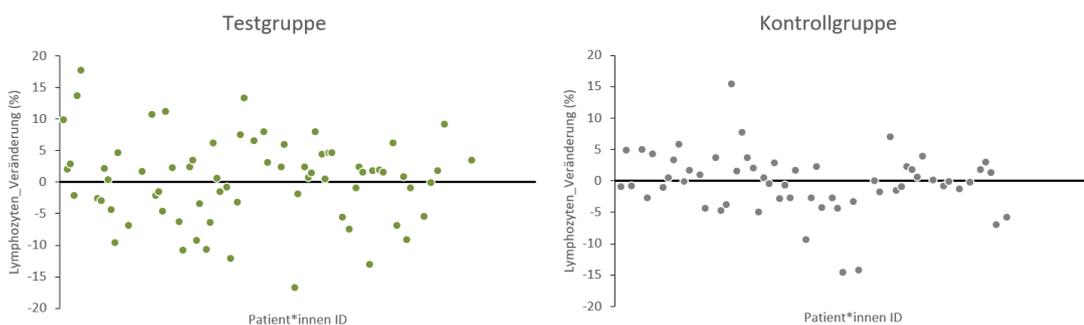
**Abbildung 50:** Darstellung des Parameters „Lymphozyten“ zu Beginn und am Ende des Aufenthaltes in der Test- und Kontrollgruppe

Bis zum Ende des Aufenthaltes stieg der Wert „Lymphozyten“ in der Testgruppe auf  $29,6 \pm 8,3$  % an, während er in der Kontrollgruppe auf  $30,2 \pm 6,6$  % fiel. Im mangelernährten Kollektiv betrug der Anstieg des Parameters  $0,4 \pm 6,8$  %, in der Vergleichsgruppe fiel er um  $0,3 \pm 4,9$  % ab – vgl. **Abbildung 51**. Diese Veränderungen waren aber weder innerhalb noch zwischen den Gruppen signifikant verschieden.



**Abbildung 51:** Mittlere Veränderung des Parameters „Lymphozyten“ in der Test- und Kontrollgruppe

Auch in der folgenden **Abbildung 52** ist ersichtlich, dass die Veränderung des Parameters „Lymphozyten“ in der Testgruppe in beide Richtungen streut. Bei 40 Personen (58,0 %) stieg der Spiegel im Beobachtungszeitraum an, bei 28 Personen (41,2 %) fiel er ab. In der Kontrollgruppe zeigten 27 Patient\*innen (46,6 %) am Ende einen höheren, die Hälfte aller Patient\*innen (50,0 %) einen niedrigeren Wert im Vergleich zum Beginn.

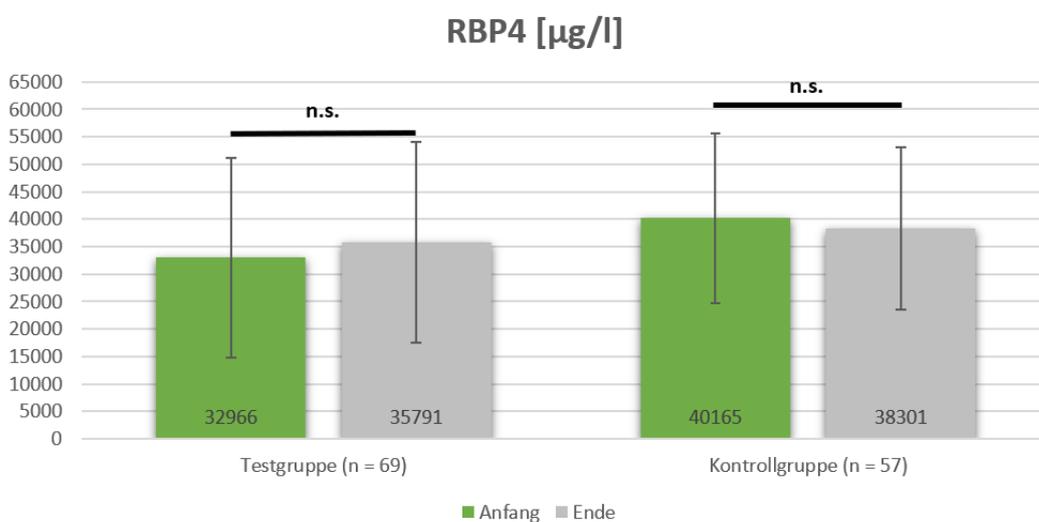


**Abbildung 52:** Veränderungen des Parameters „Lymphozyten“ in der Test- und Kontrollgruppe

Zwischen Proteinaufnahme und Veränderung der Lymphozyten besteht keine nennenswerte Korrelation (Testgruppe:  $r = 0,101$ ;  $p = 0,941$ ;  $n = 69$ ; Gesamtkollektiv:  $r = 0,089$ ;  $p = 0,325$ ,  $n = 124$ ).

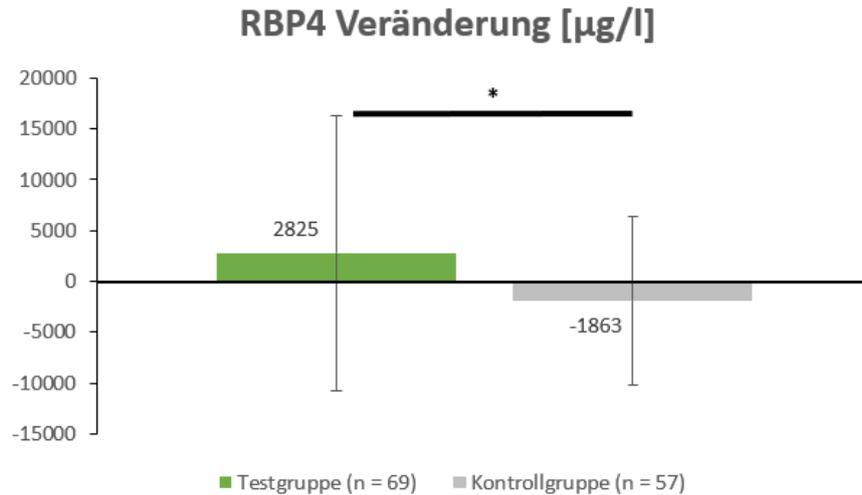
### 8.6.6. Retinol-bindendes Protein

RBP4 unterschied sich zwischen den Gruppen zu Beginn deutlich ( $p = 0,003$ ). Die Testgruppe startete im Mittel bei einem Wert von  $32966 \pm 18114 \mu\text{g/l}$ , die Kontrolle bei  $40165 \pm 15362 \mu\text{g/l}$  – vgl. **Abbildung 53**. Wieder lagen beiden Gruppenmittelwerte im Referenzbereich ( $20000\text{-}75000 \mu\text{g/l}$ ). 20 der 69 Personen (29,0 %) der Testgruppe hatten Befunde im defizitären Bereich, in der Kontrollgruppe lag dieser Anteil bei 8,8 % (fünf von 57 Personen).



**Abbildung 53:** Darstellung des Parameters „RBP4“ zu Beginn und am Ende des Aufenthaltes in der Test- und Kontrollgruppe

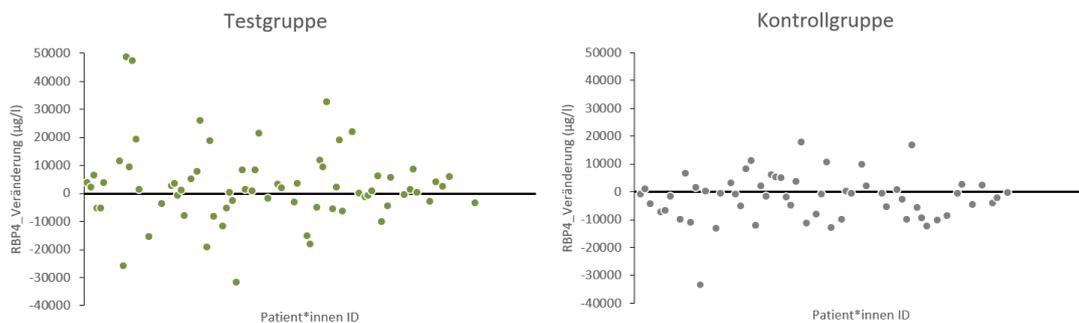
Im Verlauf des stationären Rehabilitationsaufenthaltes war RBP4 in der Testgruppe durchschnittlich auf  $35791 \pm 18247 \mu\text{g/l}$  angestiegen, während es in der Kontrollgruppe auf  $38301 \pm 14775 \mu\text{g/l}$  gefallen war. Die Veränderung innerhalb der jeweiligen Gruppe zeigte aber keine Signifikanz. RBP4-Spiegel am Ende der stationären Rehabilitation unterschieden sich zwischen den Gruppen nicht mehr statistisch relevant.



**Abbildung 54:** Mittlere Veränderung des Parameters „RBP4“ in der Test- und Kontrollgruppe

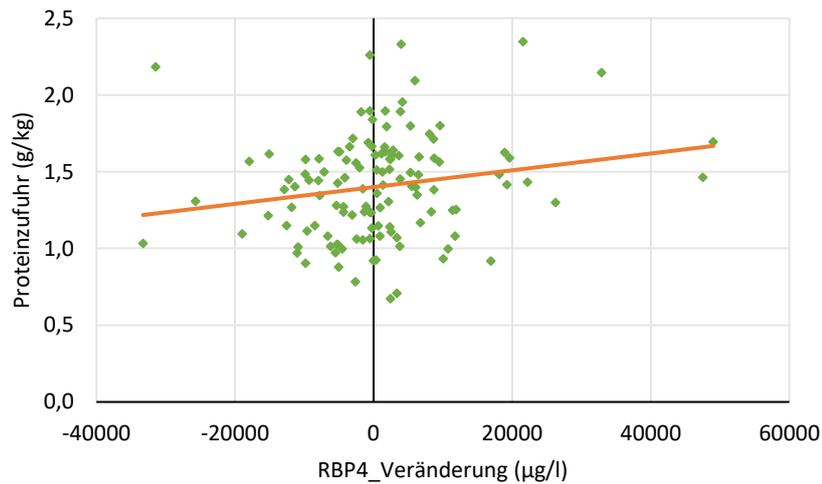
Wie **Abbildung 54** zeigt, kam es in der Testgruppe zu einer mittleren Steigerung um  $2825 \pm 13510$  µg/l, in der Kontrolle zu einem Abfall um durchschnittlich  $1863 \pm 8310$  µg/l. Dieser unterschiedliche Verlauf war statistisch signifikant ( $p = 0,015$ ).

Verglichen mit dem Baseline-Wert stiegen in der Testgruppe die RBP4-Spiegel bei 42 Personen (60,9 %) an, in der Kontrollgruppe nur bei 21 Personen (36,8 %) – vgl. **Abbildung 55**.



**Abbildung 55:** Veränderungen des Parameters „RBP4“ in der Test- und Kontrollgruppe

Die Korrelation nach Pearson zeigte nur einen schwachen Zusammenhang zwischen der Proteinaufnahme (g/kg Körpergewicht) und der Veränderung von RBP4. In der Testgruppe ergab sich ein Korrelationskoeffizient von 0,151 ( $p = 0,215$ ;  $n = 69$ ). Bei Berücksichtigung des gesamten Studienkollektivs wurde der Zusammenhang deutlicher und auch signifikant ( $r = 0,191$ ;  $p = 0,033$ ;  $n = 125$ ) – vgl. **Abbildung 56**.



**Abbildung 56:** Korrelation Proteinzufuhr und Veränderung von RBP4 ( $n = 125$ )

**Tabelle 6** gibt einen Überblick über die beschriebenen Laborparameter zu Beginn und am Ende des stationären Rehabilitationsaufenthaltes, getrennt nach Test- und Kontrollgruppe.

**Tabelle 6:** Laborparameter zu Beginn und am Ende bzw. Veränderung im Laufe des Aufenthaltes in der Test- und Kontrollgruppe

Laborparameter	Referenzbereich	Testgruppe						Kontrollgruppe							
		Beginn		Ende		Veränderung		Beginn		Ende		Veränderung			
		n	MW	SD	MW	SD	MW	SD	n	MW	SD	MW	SD		
Gesamteiweiß [g/dl]	6,6 - 8,7	69	6,91	0,51	6,91	0,61	0,00	0,45	57	7,25	0,57	7,09	0,48	-0,15**	0,39
Albumin [mg/dl]	3560 - 4610	68	3945,9	433,0	4064,5	479,9	<b>118,7*</b>	422,1	57	4273,0	365,5	4302,3	366,0	29,3	331,0
Präalbumin [mg/dl]	20 - 40	69	23,34	5,48	25,44	5,19	<b>2,10**</b>	5,10	57	26,11	4,93	24,94	3,84	<b>-1,18*</b>	3,64
Transferrin [mg/dl]	200 - 400	69	237,23	44,54	252,00	47,29	<b>14,79***</b>	28,51	57	259,12	44,20	248,84	49,07	<b>-10,28***</b>	16,58
RBP4 [µg/l]	20000-75000	69	32966,1	18113,7	35790,7	18246,9	2824,6	13510,2	57	40164,5	15362,0	38301,2	14775,3	-1863,3	8310,1
Lymphozyten [%]	20 - 40	69	29,20	9,30	29,62	8,29	0,42	6,68	56	30,48	7,57	30,23	6,58	-0,26	4,86

MW = Mittelwert, SD = Standardabweichung, RBP4 = Retinol-bindendes Protein, n = Anzahl der gültigen Werte

Fettgedruckte Hervorhebung: signifikante Unterschiede zwischen Beginn- und Endwerten, \* p < 0,05, \*\* p < 0,01, \*\*\* p < 0,001

## 9. Diskussion

In der vorliegenden Masterarbeit wurde das Thema Mangelernährung in der kardiovaskulären Rehabilitation beforscht. Zum einen sollte gezeigt werden, wie viele Patient\*innen betroffen sind und wie sich diese zu Beginn der Rehabilitation präsentieren. Zum anderen sollte die Dynamik relevanter Parameter während des stationären Aufenthaltes bei entsprechender Ernährungs- und Trainingstherapie gezeigt werden, um das Rehabilitationspotential dieses Patient\*innenkollektivs aufzuzeigen. Dafür wurden alle Patient\*innen des Rehabilitationszentrums der PVA in Bad Tatzmannsdorf einem Mangelernährungsscreening unterzogen. 69 Personen wurden in die statistische Auswertung einbezogen und mit einem Patient\*innenkollektiv ohne Ernährungsrisiko verglichen.

Die Arbeit zielte darauf ab, Veränderung der körperlichen Konstitution und Leistungsfähigkeit während des Rehabilitationsaufenthaltes, gemessen an der Körperzusammensetzung, der Handkraft sowie Ergebnissen aus der Ergometrie bzw. dem 6-Minuten-Gehtest (6-MGT) zu beurteilen. Des Weiteren wurden in der mangelernährten Studienpopulation die Ausgangswerte unterschiedlicher Biomarker des Proteinstoffwechsels (Gesamteiweiß, Albumin, Präalbumin, Transferrin, Lymphozyten, Retinol-bindende-Protein) erhoben und mit der Kontrollgruppe verglichen. Die Verläufe wurden in Zusammenschau mit der berechneten Proteinzufuhr beurteilt.

### Prävalenz

Die Ermittlung der Prävalenz der Mangelernährung ergab einen Wert von 9,55 %. Das bedeutet, dass fast jede\*r zehnte Patient\*in, der bzw. die eine kardiologische Rehabilitation antritt, mangelernährt ist oder ein Risiko für eine Mangelernährung aufweist. Dieser Wert ist quantitativ schwer einzuordnen, da in der bisherigen Forschung viele unterschiedliche Mangelernährungsdefinitionen und Instrumente zu deren Bestimmung verwendet wurden. Daten aus dem Setting der Rehabilitation, respektive aus jener mit kardiologischen Schwerpunkt, gibt es nur sehr spärlich. Kaiser et al. postulierten Daten aus der geriatrischen Rehabilitation wonach 50,5 % dieser Patient\*innen mangelernährt waren – ohne jene mit einem Risiko für Mangelernährung miteinzubeziehen (Kaiser et al., 2010). Das

Durchschnittsalter dieser Studienpopulation lag jedoch bei 82,3 Jahren, jenes in der vorliegenden Arbeit mit 67,9 Jahren deutlich darunter. Das Patient\*innengut ist im Rehabilitationszentrum insgesamt sehr heterogen und somit schwer mit anderen Studienkollektiven vergleichbar. Ein wesentlicher Schwerpunkt des Zentrums in Bad Tatzmannsdorf betrifft die medizinische Rehabilitation im Anschluss an akute kardiovaskuläre Krankheitsereignisse bzw. damit assoziierten Krankenhausaufenthalten. Patient\*innen kommen aber auch Monate oder Jahre nach einem Akutereignis wiederholt ins Zentrum. Ein chirurgischer Eingriff an sich erhöht das Risiko für eine Mangelernährung (Bonetti et al., 2017). Im vorliegenden Studienkollektiv waren 30 der 69 Patient\*innen der Testgruppe als „postoperativ“ kategorisiert. Eine Untersuchung von Bonetti et al. in Akutkrankenhäusern zeigte, dass 17,5 % der chirurgischen Patient\*innen manifest mangelernährt waren sowie 45,2 % ein Risiko dafür aufwiesen (Bonetti et al., 2017).

Mangelernährung präsentiert sich in allen BMI-Kategorien. In der Testgruppe lag der Anteil der Patient\*innen mit Adipositas ( $\text{BMI} \geq 30 \text{ kg/m}^2$ ) bei 27,5 %. Der höchste BMI in der Studienpopulation lag bei 43,8  $\text{kg/m}^2$ . Prado et al. beschrieben das Phänomen des parallelen Vorherrschens einer niedrigen Muskelmasse und einer Adipositas (= sarkopene Adipositas) als häufige Komorbidität bei chronisch Kranken und bezeichneten es als *“the new face of an old problem”* (Prado et al., 2018). Diese Tatsache begründet die Notwendigkeit eines validierten Screenings in der täglichen klinischen Routine. Auch die Messung der Körperzusammensetzung zur Beurteilung der vorhandenen Muskelmasse sowie die Evaluation der Muskelkraft ist beim Assessment einer Mangelernährung oder Sarkopenie in der klinischen Praxis essentiell (Landi et al., 2019).

### **Muskelmasse & Phasenwinkel**

In der vorliegenden Arbeit zeigen die Ergebnisse der Beurteilung der Körperzellmasse und des Phasenwinkels, dass zwischen den Patient\*innen mit einem Risiko für Mangelernährung bzw. einer manifesten Mangelernährung und der Kontrollgruppe deutliche Unterschiede bestehen. Ein schlechter Ernährungszustand war wie erwartet mit einer erheblich reduzierten Körperzellmasse zu Beginn des Rehabilitationsverfahrens verbunden. Im Durchschnitt lag der Baseline-Wert in dieser Gruppe um 3,8 kg unter jenem der Vergleichsgruppe. Auch Pierik et al.

zeigten in ihrer Studie an hospitalisierten älteren Patient\*innen, dass eine Mangelernährung signifikant mit einer niedrigen Muskelmasse assoziiert war (Pierik et al., 2017). Ein häufiger Kritikpunkt an der Beurteilung der Muskelmasse anhand der BIA ist, dass diese Methode durch den Hydratationsstatus der Patient\*innen beeinflusst werden kann und somit eine eingeschränkte Aussagekraft besteht (Cruz-Jentoft et al., 2019). Dieser Fakt muss besonders bei der Analyse von Patient\*innen mit kardiovaskulärer Grunderkrankung Berücksichtigung finden.

Im Gegensatz zur BCM und anderen Parametern, die sich mit der BIA beurteilen lassen, wird der Phasenwinkel direkt gemessen und ist somit unabhängig von Hydratationsstatus (Saitoh et al., 2020). Auch der Phasenwinkel unterschied sich zu Beginn signifikant zwischen den Kollektiven. Der Gruppenmittelwert in der Kontrollgruppe lag mit  $5,35^\circ$  um  $0,77^\circ$  höher als in der Testgruppe ( $4,58^\circ$ ). Selberg & Selberg schlugen vor, einen Phasenwinkel  $\geq 5,4^\circ$  als „normal“, Werte zwischen  $4,4^\circ$  und  $5,4^\circ$  als „grenzwertig“ und einen Phasenwinkel  $< 4,4^\circ$  als abnormal zu beurteilen (Selberg & Selberg, 2002). Ein niedriger Phasenwinkel gilt als Biomarker einer Mangelernährung bzw. eines Protein-Energy-Wastings (Irisawa & Mizushima, 2020). Ebenso kann eine Assoziation mit einer reduzierten Handkraft angenommen werden (Saitoh et al., 2020).

## **Handkraft**

Die Funktion der Muskulatur ist am einfachsten über die Muskelkraft messbar. Die Handkraft korreliert moderat mit der Kraft anderer Körperregionen und kann so andere Messungen zuverlässig ersetzen (Cruz-Jentoft et al., 2019). Außerdem reagiert sie sensitiv auf Ernährungsdefizite bzw. ernährungstherapeutische Interventionen. Ein Rückgang der Handkraft impliziert den Verlust an Unabhängigkeit (McGrath et al., 2020). Ziel der Rehabilitation ist jedoch, diese möglichst zu erhalten (PVA, 2022a).

Die Handkraftmessung zu Beginn der Rehabilitation ergab einen signifikanten Unterschied zwischen den beiden Gruppen. Während das mangelernährte Kollektiv mit  $26,5 \pm 10,9$  kg Handkraft startete, lag der gemessene Wert in der Kontrollgruppe durchschnittlich bei  $30,7 \pm 11,7$  kg und somit um 4,2 kg höher. Im

Vergleich dazu waren die Baseline-Werte aus der NOURISH-Studie, die 652 mangelernährte Personen bei Aufnahme in ein Krankenhaus untersuchte, niedriger ( $20,9 \pm 0,6$  kg bzw.  $21,8 \pm 0,7$  kg). Dieser Unterschied könnte sich aus dem höheren Anteil an Frauen in dieser Studienpopulation ergeben haben (48,3 %), da diese grundsätzlich einen niedrigeren Wert als Männer aufweisen (Matheson et al., 2020). Auch die Daten aus einer Arbeit mit hospitalisierten, mangelernährten Patienten\*innen mit ähnlichem Durchschnittsalter (67,8 Jahre) und kardiovaskulärer Erkrankung zeigten deutlich niedrigere Ergebnisse. Die Handkraft betrug hier  $18,5 \pm 7,3$  kg. Wieder war der Anteil an Frauen mit 53,1 % höher als in der Studienpopulation der vorliegenden Masterarbeit (Kootaka et al., 2021).

Unterschieden nach Geschlechtern ergab hier die Handkraftmessung bei Frauen in der Testgruppe zu Beginn 18,2 kg, bei Männern 31,5 kg. In der Kontrollgruppe erreichten die Frauen im Durchschnitt 20,1 kg, die Männer 37,3 kg. Das bedeutet, dass angenommen werden kann, dass ein höherer Anteil an Frauen die durchschnittliche Handkraft erheblich reduzieren würde und Ergebnisse mit anderen Studien vergleichbarer wären.

Die AWGS (Asian Working Group for Sarcopenia) empfiehlt zur Beurteilung einer Sarkopenie folgende Cutoff-Points bei der Messung der Handkraft:  $<26$  kg bei Männern und  $<18$  kg bei Frauen (Chen et al., 2014). Diese Schwellenwerte wurden auch in den Arbeiten von Saitoh et al. sowie Kootaka et al. verwendet, um Frailty zu definieren bzw. die körperliche Funktion zu beurteilen (Kootaka et al., 2021). Die Handkraft der Frauen in der Testgruppe der vorliegenden Untersuchung lag somit nur knapp über diesem Schwellenwert.

Im Zuge der stationären Rehabilitation nahm die Handkraft in der Testgruppe insgesamt um 1,9 kg, in der Kontrolle um 1,2 kg zu. Der Zuwachs unterschied sich hier nicht signifikant zwischen den Gruppen.

Eine Steigerung der Handkraft hat bedeutende klinische Relevanz. Im Review von McGrath wurde gezeigt, dass bereits eine Zunahme von 1 kg Handkraft mit abnehmenden Odds Ratios für kardiovaskuläre Events, Hospitalisierungen und Stürzen assoziiert werden kann. Außerdem besteht ein deutlicher

Zusammenhang zwischen der Handkraft und der Fähigkeit, Aktivitäten des täglichen Lebens (ATLs) ausführen zu können (McGrath et al., 2020).

Matheson et al. konnten aus den Daten der NOURISH-Studie placebokontrolliert ableiten, dass die Gabe eines hochkalorischen und proteinreichen Supplements (350 kcal, 20 g Protein; 2x/d) signifikant mit einer verbesserten Handkraft assoziiert war. Nach 3-monatiger Intervention lag der Zuwachs der Handkraft bei mangelernährten Männern um 0,66 kg höher als in der Placebogruppe, bei mangelernährten Frauen um 0,58 kg. Insgesamt zeigten sie eine durchschnittliche Zunahme der Handkraft um 4 kg ausgehend vom Baseline-Wert (Matheson et al., 2020). Der Beobachtungszeitraum war hier aber mit 90 Tagen deutlich länger als in der vorliegenden Arbeit

### **6-MGT & Ergometrie**

Die Beurteilung der Leistungsfähigkeit erfolgte je nach Möglichkeit mittels 6-MGT oder Ergometrie. Dadurch ergaben sich kleinere Stichprobenumfänge bei der Auswertung dieser Parameter. Den 6-MGT absolvierten in der Testgruppe 31 Patient\*innen, in der Kontrollgruppe nur 18 Patient\*innen. Der Ausgangswert zu Beginn der Rehabilitation unterschied sich wahrscheinlich aufgrund des kleinen Stichprobenumfangs nicht signifikant und betrug in der Testgruppe  $288 \pm 102$  m und in der Kontrollgruppe  $321 \pm 97$  m. Eine Konsensuskonferenz, die von der Society of Sarcopenia, Cachexia and Wasting Disorders einberufen wurde, legte in Bezug auf den 6-MGT einen Cutoff-Point von 400 m fest (Morley et al., 2011). Dieser wurde weder in der Test- noch in der Kontrollgruppe erreicht. Daten aus der bereits erwähnten Arbeit von Kootaka et al. zeigten bessere Ergebnisse in deren mangelernährtem Kollektiv. Die Gehstrecke betrug hier  $330.6 \pm 128.0$  (Kootaka et al., 2021).

Im Zuge der Rehabilitation erhöhte sich die Gehstrecke in beiden Gruppen, in der Testgruppe jedoch stärker als in der Kontrolle ( $66 \pm 50$  m vs.  $28 \pm 35$  m;  $p = 0,004$ ). Der Mittelwert der beiden Gruppen unterschied sich am Ende nicht mehr signifikant. In der Testgruppe lag dieser am Ende sogar höher als in der Kontrolle ( $354$  m vs.  $349$  m, n.s.).

Als klinisch signifikant wurde in der zuvor genannten Konsensuskonferenz eine Intervention definiert, die einen Zuwachs der Gehstrecke von zumindest 50 m zur Folge hat (Morley et al., 2011). Diese Steigerung konnte nur in der Testgruppe erreicht werden und kann somit als Rehabilitationserfolg angesehen werden.

Bei der Ergometrie konnten keine erheblichen Unterschiede zwischen den Ausgangswerten der beiden Gruppen aufgezeigt werden. In beiden Kollektiven steigerte sich die Leistung signifikant im Zuge der Rehabilitation. Die Zuwächse unterschieden sich jedoch nur unwesentlich (+11,4 Watt vs. +12,1 Watt).

### **Proteinparameter**

Ein weiteres Ziel der vorliegenden Arbeit war die Beurteilung einiger Biomarker des Proteinstoffwechsels zu Beginn und die Dynamik während des Rehabilitationsaufenthaltes. Von Interesse waren neben Gesamteiweiß, Albumin und Präalbumin auch Transferrin, Retinol-bindendes Protein und die Lymphozyten. Die Ausgangswerte aller Parameter lagen in der Testgruppe im Vergleich zur Kontrollgruppe niedriger. Diese Unterschiede waren bei allen Parametern, außer bei den Lymphozyten, signifikant.

Nicht alle Proteine sind zur Verlaufskontrolle der Ernährungstherapie geeignet. Gesamteiweiß reagiert nur träge und ist aufgrund der langen Halbwertszeit eher Indikator einer länger andauernden Unterversorgung mit Energie und Protein (Leuenberger et al., 2007). In der mangelernährten Gruppe kam es hier wie erwartet zu keiner Veränderung des Mittelwertes im Verlauf des 4-wöchigen Aufenthaltes. Eine signifikante Steigerung konnte aber bei Albumin ( $+119 \pm 422$  mg/dl), Präalbumin ( $+2,1 \pm 5,1$  mg/dl) und Transferrin ( $14,8 \pm 28,5$  mg/dl) gezeigt werden. Dies könnte mit der kürzeren Halbwertszeit dieser Proteine erklärt werden. Bemerkenswert ist, dass in der Kontrollgruppe die Spiegel von Präalbumin, Transferrin und Gesamteiweiß sogar signifikant zurückgingen. Ob die alimentäre Proteinzufuhr mit durchschnittlich  $1,25 \pm 0,27$  g pro Kilogramm Körpergewicht und Tag für Rehabilitand\*innen mit unauffälligem Ernährungszustand zu Beginn der Therapie zu niedrig ist, bedarf weiterer Forschung. Es ist festzuhalten, dass es keinen optimalen laborchemischen Parameter zur Erfassung einer Mangelernährung gibt. Einige Blutwerte können bei der Identifikation eines Mangels

unterstützen bzw. zum Monitoring der ernährungstherapeutischen Maßnahmen beitragen, müssen jedoch immer im klinischen Kontext interpretiert werden (Leuenberger et al., 2007). Vor allem Entzündungen können Proteinparameter, die den Anti-Akute-Phase-Proteinen angehören, reduzieren und müssen daher in deren Beurteilung berücksichtigt werden (Cederholm et al., 2015). In der Testgruppe wiesen 40,6 % der Patient\*innen zu Beginn der Rehabilitation einen erhöhten CRP-Spiegel auf und könnten daher falsch niedrige Ergebnisse in den Anti-Akute-Phase-Proteinen Albumin, Präalbumin, Transferrin und RBP4 gezeigt haben. Da eine Inflammation aber auch eine Schlüsselrolle im Katabolismus spielt, sollte dieser Umstand ebenso in die Beurteilung des Ernährungszustandes einfließen und als Risikofaktor dessen verstanden werden (Cederholm et al., 2015).

### **Proteinzufuhr**

Die Proteinzufuhr während des stationären Aufenthaltes lag in der Testgruppe erwartungsgemäß höher als in der Kontrolle, da hier gezielt proteinreiche Supplemente zum Einsatz kamen. Während durch diese Intervention in der mangelernährten Gruppe eine Zufuhr von  $1,53 \pm 0,34$  g/kg Körpergewicht und Tag erreicht wurde, waren es in der Kontrolle ohne ernährungsmedizinische Intervention täglich  $1,25 \pm 0,27$  g/kg Körpergewicht. Diese Differenz ist als signifikant zu beurteilen ( $p > 0,001$ ). Die Expertengruppe der ESPEN empfiehlt für ältere mangelernährte Menschen oder ältere Menschen mit einem Risiko für Mangelernährung eine tägliche Proteinzufuhr von 1,2 bis 1,5 g pro kg Körpergewicht (Deutz et al., 2014). In der Studie von Park et al. wurde der dosisabhängige Effekt der Proteinsupplementation auf die Muskelmasse von mangelernährten älteren Menschen untersucht. Nach 12-wöchiger Intervention erreichte auch hier die Gruppe, die 1,5 g Protein pro kg Körpergewicht zuführten, die höchsten Zuwächse an Muskelmasse und Gehgeschwindigkeit im Vergleich zu den Gruppen mit 0,8 g bzw. 1,2 g Protein pro kg Körpergewicht (Park et al., 2018).

Auch in der vorliegenden Masterarbeit konnte ein Zusammenhang zwischen der Proteinzufuhr und Entwicklung einiger untersuchter Parameter festgestellt werden. Unter Berücksichtigung des gesamten Studienkollektivs (Testgruppe + Kontrollgruppe) konnten signifikante positive Korrelationen zwischen der täglichen

Proteinzufuhr pro Kilogramm Körpergewicht und der Entwicklung der Körperzellmasse ( $r = 0,283$ ) und des Phasenwinkels ( $r = 0,252$ ) gezeigt werden. Außerdem stiegen mit zunehmender Proteinaufnahme auch gleichzeitig die Blutparameter Transferrin ( $r = 0,391$ ), Gesamteiweiß ( $r = 0,214$ ), Präalbumin ( $r = 0,371$ ) und RBP4 ( $r = 0,191$ ). Bei der Interpretation dieser Assoziationen ist aber natürlich darauf hinzuweisen, dass sie lediglich auf einen Zusammenhang hinweisen, jedoch kein Anspruch auf die Klärung der Kausalität gestellt werden kann.

## 10. Schlussbetrachtung

Im Rehabilitationszentrum für Herz- Kreislauferkrankungen der PVA in Bad Tatzmannsdorf wurden im Zeitraum von Dezember 2018 bis März 2020 alle Patient\*innen, die eine kardiologische Rehabilitation antraten, einem Mangelernährungsscreening unterzogen. Zudem wurden sämtliche diagnostische Parameter zu Beginn und am Ende des Aufenthalts erhoben. Dazu zählten Laborparameter, Parameter der Körperzusammensetzung und der muskulären Funktionalität sowie der Leistungsfähigkeit. Baselinewerte sowie deren Veränderung während des stationären Aufenthaltes von durchschnittlich 28 Tagen wurden im Rahmen dieser Masterarbeit erfasst und ausgewertet.

Eines der Ziele war, die zuvor definierte Forschungsfrage nach der Prävalenz der Mangelernährung bei kardiovaskulären Risikopatient\*innen zu beantworten. Dafür wurden im Rahmen der Rekrutierung der Testgruppe 1320 Patient\*innen auf das Vorherrschen einer Mangelernährung gescreent. Bei 126 Personen ergab das Screening drei oder mehr Punkte. Dieses Ergebnis ist als Risiko für Mangelernährung zu bewerten, ein Resultat von sechs Punkten oder mehr als manifeste Mangelernährung. Der Anteil aller Patient\*innen mit einem Risiko für Mangelernährung oder einer manifesten Mangelernährung ergibt eine Prävalenz eines nicht zufriedenstellenden Ernährungszustands von 9,55 % der Patient\*innen in der kardiologischen Rehabilitation. Davon wurden 58,7 % als Risikopatient\*innen eingestuft, 41,3 % waren bereits manifest mangelernährt.

Des Weiteren wurde der Frage nachgegangen, wie sich Patient\*innen mit einem mangelhaften Ernährungszustand zu Beginn der Rehabilitation hinsichtlich ernährungsrelevanter Laborparameter, ihrer Körperzusammensetzung sowie Leistungsfähigkeit präsentieren und welche Veränderungen sich im Verlauf des stationären Aufenthaltes ergeben.

Diesbezüglich hat die Untersuchung gezeigt, dass Patient\*innen mit auffälligem Screening durchschnittlich  $67,9 \pm 10,4$  Jahre alt waren. Das Alter wies aber eine große Spannweite auf (Max.: 82 Jahre, Min.: 40 Jahre). 62,3 % der Betroffenen waren männlich, 37,7 % weiblich, wobei hier zu erwähnen ist, dass der Anteil an männlichen Rehabilitanden im Zentrum der PVA in Bad Tatzmannsdorf im

Allgemeinen überwiegt. Der durchschnittliche BMI betrug  $27,1 \text{ kg/m}^2$ , wobei auch hier eine große Streuung ( $SD = 5,7$ ) beobachtet werden konnte. Wider Erwarten wies der geringste Anteil der Patient\*innen einen BMI  $< 20 \text{ kg/m}^2$  auf ( $4,4 \%$ ).  $39,1 \%$  waren als normalgewichtig eingestuft (BMI  $20\text{-}25 \text{ kg/m}^2$ ),  $29,0 \%$  als übergewichtig (BMI  $25\text{-}30 \text{ kg/m}^2$ ) und  $27,5 \%$  präsentierten sich adipös, wiesen also einen BMI größer gleich  $30 \text{ kg/m}^2$  auf. Der mittlere Gewichtsverlust vor Beginn der stationären Rehabilitation betrug  $9,1 \pm 6,4 \text{ kg}$ .

Die zu Beginn des Aufenthaltes durchgeführten Erhebungen zur Beurteilung der Körperzusammensetzung, laborchemischen Parameter, muskulären Funktionalität und körperlichen Leistungsfähigkeit ergaben im mangelernährten Kollektiv zum Teil deutliche Unterschiede im Vergleich zur Kontrollgruppe mit zufriedenstellendem Ernährungszustand.

So lag die Körperzellmasse zu Beginn in der Testgruppe signifikant niedriger als in der Kontrolle ( $22,5 \pm 6,1 \text{ kg}$  vs.  $26,3 \text{ kg} \pm 6,7$ ,  $p = 0,003$ ).  $79,7 \%$  der Patient\*innen nahmen an Körperzellmasse zu. Im Mittel konnte ein Zuwachs von  $0,89 \text{ kg}$  gezeigt werden ( $SD = 1,16$ ,  $p < 0,0001$ ). In der Vergleichsgruppe wurde hingegen keine signifikante Veränderung beobachtet. Auch in Bezug auf den Phasenwinkel waren die Baselinewerte der Testgruppe niedriger als jene der Vergleichsgruppe ( $4,58 \pm 0,89$  vs.  $5,35 \pm 0,86$ ,  $p < 0,0001$ ). Wieder kam es in der Testgruppe zu einer deutlichen Steigerung um  $0,23^\circ$  ( $SD = 0,29$ ) verglichen mit dem Ausgangswert ( $p < 0,0001$ ), während es keine signifikante Veränderung in der Kontrolle gab. Die Entwicklung der BIA-Parameter bei mangelernährten Patient\*innen während der Rehabilitation ist daher im Mittel als sehr positiv zu beurteilen und beschreibt den Therapieerfolg dieser Gruppe. Außerdem wird deren Rehabilitationspotential dadurch sehr deutlich.

Bei der Handkraftmessung lag der erreichte Wert der Testgruppe anfangs unter dem der Kontrolle ( $26,5 \pm 10,9 \text{ kg}$  vs.  $30,7 \pm 11,7 \text{ kg}$ ,  $p = 0,045$ ). Beide Gruppen erreichten eine deutliche Steigerung des Parameters im Laufe des Aufenthaltes. Die Verlaufsmessung in der Gruppe der mangelernährten Rehabilitand\*innen ergab ein Plus von  $1,9 \pm 3,3 \text{ kg}$ , in der Kontrolle von  $1,2 \pm 2,5 \text{ kg}$ . Im Gruppenvergleich war der Zuwachs aber nicht signifikant unterschiedlich.

Zur Beurteilung der physischen Leistungsfähigkeit der Proband\*innen wurde je nach Leistungsniveau und Belastbarkeit zu Beginn der kardiologischen Rehabilitation ein 6-Minuten Gehstest oder eine diagnostische Ergometrie durchgeführt. Beim 6-MGT lag die erreichte Gehstrecke der Testgruppe zu Beginn der Rehabilitation mit 288 m (SD = 102) niedriger als in der Vergleichsgruppe (321 ± 97 m). Dieser Unterschied erwies sich jedoch als nicht signifikant. Beide Gruppen verbesserten die Gehstrecke im Laufe des stationären Aufenthaltes. Interessant war jedoch, dass die Steigerung in der Testgruppe signifikant höher war ( $p = 0,004$ ). Hier gelang ein Zuwachs der Gehstrecke um 66 m (SD = 50) im Vergleich zum Ausgangswert ( $p < 0,0001$ ).

Bei der Beurteilung der Leistungsfähigkeit durch die Ergometrie konnten keine statistisch relevanten Unterschiede zwischen den Gruppen aufgezeigt werden. Zwar lag der Anfangswert im mangelernährten Kollektiv unter dem der Kontrolle, jedoch nicht signifikant (91,3 ± 36,5 Watt vs. 103,8 ± 32,1 Watt,  $p = 0,070$ ). Beide Kollektive erreichten eine deutliche Leistungssteigerung. In der Testgruppe ergab sich ein Zuwachs von 11,4 Watt (SD = 10,1,  $p < 0,0001$ ) in der Kontrollgruppe von 12,1 Watt (SD = 14,3,  $p < 0,0001$ ). Der Gruppenvergleich in Bezug auf die Steigerung der Leistungsfähigkeit erwies sich als nicht signifikant.

Der Proteinstatus wurde während des Studienzeitraums anhand von sechs unterschiedlichen Parametern beurteilt (Gesamteiweiß, Albumin, Präalbumin, Transferrin, Retinol Bindendes Protein und Lymphozyten). Aus der Datenerhebung ging hervor, dass alle sechs Blutwerte in der Testgruppe zu Beginn der Rehabilitation niedriger lagen als in der Vergleichsgruppe. Mit Ausnahme der Lymphozyten waren diese Werte auch signifikant niedriger. Alle Parameter stiegen in der Testgruppe im Laufe des Aufenthaltes an. Diese Entwicklung war bei Albumin (+119 ± 422,  $p = 0,021$ ), Präalbumin (+2,1 ± 5,1,  $p = 0,002$ ) sowie Transferrin (+14,8 ± 28,5,  $p < 0,0001$ ) auch statistisch relevant. Hervorzuheben ist, dass es in der Kontrollgruppe tendenziell zum Rückgang des Proteinstatus im Blut kam. Gesamteiweiß ( $p = 0,003$ ), Präalbumin ( $p = 0,021$ ) und Transferrin ( $p < 0,0001$ ) waren am Ende, verglichen mit dem Anfangswert, sogar signifikant reduziert.

Abschließend sollte Mithilfe der Untersuchung auch eine Antwort auf die letzte Forschungsfrage gefunden werden, die wie folgt lautete: „Kann eine, durch die Ernährungstherapie angepasste Proteinzufuhr mit dem Rehabilitationserfolg assoziiert werden?“.

Um dies beurteilen zu können, wurde die Proteinaufnahme in den beiden Gruppen anhand von Ernährungsprotokollen berechnet. Im mangelernährten Kollektiv konnte durch den Einsatz von Supplementen erwartungsgemäß eine höhere Zufuhr erreicht werden als in der Vergleichsgruppe ( $p < 0,001$ ). Pro Kilogramm Körpergewicht wurden in der Testgruppe täglich 1,53 g Protein aufgenommen (SD = 0,34). Diese Menge entsprach somit den Empfehlungen, die in der rezenten Literatur zu finden sind. Im Vergleich dazu lag die Zufuhr in der Kontrollgruppe, die keine Supplemente erhielt und nur die übliche Standardkost im Rehasentrum konsumierte, bei 1,25 g/kg Normalgewicht und Tag (SD = 0,27). Alle anderen Therapien und Maßnahmen, die im Zuge der Rehabilitation gesetzt wurde, unterschieden sich nicht zwischen den beiden Gruppen.

Die Proteinzufuhr korrelierte innerhalb der Testgruppe signifikant mit der Verbesserung der Körperzellmasse ( $r = 0,303$ ) und des Phasenwinkels ( $r = 0,248$ ) sowie mit dem Verlauf der Proteinparameter Transferrin ( $r = 0,245$ ) und Präalbumin ( $r = 0,353$ ). Auch unter Betrachtung des Gesamtkollektivs gab es Assoziationen zwischen der Menge der Proteinaufnahme und den Steigerungen von Transferrin ( $r = 0,391$ ), Gesamteiweiß ( $r = 0,214$ ), Präalbumin ( $r = 0,371$ ) und RBP4 ( $r = 0,191$ ) sowie der BIA-Parameter Körperzellmasse ( $r = 0,283$ ) und Phasenwinkel ( $r = 0,252$ ). Der Proteinstatus im Blut, aber auch die Körperzellmasse und der Phasenwinkel dürften also von einer gesteigerten bzw. angemessenen Proteinzufuhr profitieren. Um eine profundere Aussage treffen zu können, müssten jedoch andere statistische Auswertungen folgen.

Zukünftige Forschung könnte hier anknüpfen und untersuchen, wie hoch die Proteinzufuhr in der Rehabilitation tatsächlich anzusetzen wäre, um neben dem möglichen Vorliegen einer Mangelernährung auch die eventuell bestehende Rekonvaleszenzphase der Patient\*innen bzw. die gesteigerte körperliche Aktivität durch das Rehabilitationsprogramm zu berücksichtigen und dadurch den Rehabilitationserfolg bei allen Patient\*innen maximieren zu können.

Die Ergebnisse dieser Arbeit zeigen insgesamt deutlich auf, wie wichtig das Mangelernährungs-Screening im Setting der Rehabilitation ist, und welches Rehabilitationspotential Patient\*innen mit reduziertem Ernährungszustand mitbringen. Außerdem geben die Ergebnisse deutliche Hinweise darauf, dass diätetische Maßnahmen den Verlauf der Rehabilitation positiv beeinflussen und die Effektivität der medizinischen Trainingstherapie unterstützen können.

## 11. Limitationen

Bei der vorliegenden Untersuchung ist auf einige Limitationen zu verweisen.

Als erster Punkt ist die Stichprobengröße zu nennen:

Mit einem größeren Umfang hätten vermutlich noch aussagekräftigere Ergebnisse hinsichtlich des Rehabilitationserfolges gezeigt werden können.

Außerdem entspricht der Umfang der Kontrollgruppe nicht dem der Testgruppe, da die Rekrutierung hier aufgrund der einsetzenden Pandemie im März 2020 beendet werden musste. Dadurch sind Test- und Kontrollgruppe hinsichtlich Alter, BMI, Geschlecht und Leistungsgruppe nicht vollständig vergleichbar.

Als weiterer Punkt ist die Gestaltung der Kontrollgruppe an sich zu nennen. Hier wäre eine mangelernährte Population ohne diätetische Intervention während des stationären Aufenthaltes interessanter gewesen. Dadurch hätten sich bei den beobachteten Parametern ähnliche Baseline-Werte ergeben und der Verlauf hätte besser beurteilt werden können. Aus ethischen Gründen wurde aber davon abgesehen, Patient\*innen mit mangelhaftem Ernährungszustand eine ernährungstherapeutische Maßnahme zu verwehren.

Das Heranziehen einer BIA zur Beurteilung der Muskelmasse muss ebenso als Limitation angesehen werden. Um hier fundiertere Aussagen treffen zu können, wären andere Methoden (z.B. DXA oder CT) geeigneter. Die Beurteilung der Körperzellmasse bzw. der fettfreien Masse durch eine BIA ist bei Patient\*innen mit kardiovaskulären Erkrankungen aufgrund von häufig auftretenden Hydrationschwankungen schwierig (Ceniccola et al., 2019). Die Softwareversion, die während der Studiendauer verwendet wurde, lieferte zudem lediglich den Parameter „Körperzellmasse“ zur Beurteilung der Muskulatur der Patient\*innen. Neuere Software-Versionen könnten aussagekräftigere Kenngrößen wie die „Appendikuläre Skelettmuskelmasse“ (ASMM) oder deren Index (ASMI) bestimmen.

Die statistische Beurteilung des Einflusses der Proteinzufuhr auf die Veränderung spezifischer Parameter mittels Korrelation erlaubt in Wahrheit nur die Beurteilung des Zusammenhangs der Variablen, jedoch keine Aussage über die Kausalität. Eine Regressionsanalyse wäre hier die bessere Wahl gewesen.

## 12. Zusammenfassung

**Hintergrund:** Mangelernährung ist ein weitgehend unerkanntes Problem in der kardiologischen Rehabilitation. Für betroffene Patient\*innen ist sie jedoch mit erheblichen negativen Folgen verbunden.

Ziel dieser Masterarbeit war die Ermittlung der Prävalenz eines Risikos für Mangelernährung bzw. einer manifesten Mangelernährung in der kardiologischen Rehabilitation. Außerdem sollten Körperzusammensetzung, Proteinstatus, Leistungsfähigkeit und Handkraft der betroffenen Patient\*innen zu Beginn und im Verlauf des stationären Aufenthaltes erfasst und im Vergleich zu einer Kontrollgruppe beurteilt werden. Zudem war der Zusammenhang zwischen der Entwicklung spezifischer Parameter und der Proteinzufuhr von Interesse.

**Material und Methoden:** Im Rahmen der kontrollierten Beobachtungsstudie wurden alle Rehabilitand\*innen im Zeitraum von Dezember 2018 bis Februar 2020 im kardiologischen Rehasentrum der PVA in Bad Tatzmannsdorf einem Mangelernährungsscreening unterzogen. Bei betroffenen Patient\*innen wurden laborchemische Untersuchungen, Bioimpedanz Analysen sowie Leistungstests (Ergometrie, 6-MGT, Handkraftmessung) durchgeführt. Zusätzlich wurde die Korrelation der Proteinzufuhr mit der Entwicklung spezifischer Parameter bewertet.

**Ergebnisse:** 9,6 % aller gescreenten Patient\*innen wiesen ein Risiko für Mangelernährung auf oder waren manifest mangelernährt. Körperzellmasse, Phasenwinkel, Proteinparameter und Handkraft waren zu Beginn in der Testgruppe niedriger als in der Kontrollgruppe. Im Beobachtungszeitraum stiegen die Parameter Körperzellmasse (+ 0,9 kg), Phasenwinkel (+ 0,2°) sowie Präalbumin, Albumin und Transferrin in der Testgruppe signifikant. Alle Kenngrößen der Leistungsfähigkeit verbesserten sich unabhängig von der Gruppe, wobei die Zunahme der Gehstrecke im 6-MGT in der Testgruppe deutlicher ausgeprägt war (+ 66 m vs. +28 m). Die Proteinzufuhr korrelierte positiv mit der Steigerung von Körperzellmasse, Phasenwinkel, Präalbumin, RBP4, Gesamteiweiß und Transferrin.

**Conclusio:** Kardiologische Risikopatient\*innen mit einer Mangelernährung weisen ein beachtliches Rehabilitationspotential auf. Ein entsprechendes Screening sowie eine adäquate Ernährungstherapie mit Fokus auf die Proteinzufuhr können einen wesentlichen Beitrag leisten, um dieses ausschöpfen.

## 13. Abstract

**Background:** Malnutrition is a widely unrecognized problem in cardiac rehabilitation. In those affected, it is associated with considerable negative impact.

The main objectives of this study were to determine the prevalence of nutritional risk respectively malnutrition in cardiological rehabilitation and to assess body composition, protein status, physical performance, and hand grip strength within this collective at the beginning of the cardiac in-patient stay. Resulting parameters and changes throughout treatment were compared to a control group. In addition, it was aimed to investigate the association between protein intake and changes in specific parameters.

**Material and Methods:** In this controlled observational study, all rehabilitants admitted to the cardiac rehabilitation center of the PVA in Bad Tatzmannsdorf between December 2018 and February 2020 underwent a screening for malnutrition. Blood tests, bioimpedance analyses and performance tests (ergometry, 6-MWT, hand grip dynamometry) were conducted in these patients. The correlation of protein intake and changes in relevant parameters was calculated.

**Results:** 9.6 % of all screened patients were at nutritional risk or already malnourished. Test group values of body cell mass, phase angle, protein parameters and hand grip strength were initially lower compared to control. During the observational period, body cell mass (+ 0.9 kg), phase angle (+ 0.2°), prealbumin, albumin and transferrin increased significantly in the test group. In both groups all parameters of performance improved. The increase in walk distance evaluated by 6-MWT was significantly higher in the malnourished group (+ 66 m vs. + 28 m). Protein intake correlated moderate positively with increases in body cell mass, phase angle, prealbumin, RBP4, total protein and transferrin.

**Conclusion:** Cardiovascular risk patients who are malnourished show considerable rehabilitation potential. Validated screening and appropriate nutritional care with focus on adequate protein supply is essential to exploit this potential.

## 14. Literaturverzeichnis

- Akner, G. & Cederholm, T. (2001). Treatment of protein-energy malnutrition in chronic nonmalignant disorders. *Am J Clin Nutr*, 74(1), 6–24.
- Bauer, J., Biolo, G., Cederholm, T., Cesari, M., Cruz-Jentoft, A. J., Morley, J. E., Phillips, S. M., Sieber, C., Stehle, P., Teta, D., Visvanathan, R., Volpi, E. & Boirie, Y. (2013). Evidence-based recommendations for optimal dietary protein intake in older people: a position paper from the PROT-AGE Study Group. *Journal of the American Medical Directors Association*, 14(8), 542–559.
- Beaudart, C., Buckinx, F., Rabenda, V., Gillain, S., Cavalier, E., Slomian, J., Petermans, J., Reginster, J.-Y. & Bruyère, O. (2014). The effects of vitamin D on skeletal muscle strength, muscle mass, and muscle power: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *The Journal of clinical endocrinology and metabolism*, 99(11), 4336–4345.
- Biesalski, H. K., Bischoff, S. C. & Puchstein, C. (Hrsg.). (2010). *Ernährungsmedizin: Nach dem neuen Curriculum Ernährungsmedizin der Bundesärztekammer* (4. vollständig überarbeitete und erweiterte Auflage). Georg Thieme Verlag.
- Bisgaard, T. & Kehlet, H. (2002). Early oral feeding after elective abdominal surgery—what are the issues? *Nutrition*, 18(11-12), 944–948.
- Boban, M., Laviano, A., Persic, V., Rotim, A., Jovanovic, Z. & Vcev, A. (2014). Characteristics of NRS-2002 Nutritional Risk Screening in patients hospitalized for secondary cardiovascular prevention and rehabilitation. *Journal of the American College of Nutrition*, 33(6), 466–473.
- Bonetti, L., Terzoni, S., Lusignani, M., Negri, M., Froidi, M. & Destrebecq, A. (2017). Prevalence of malnutrition among older people in medical and surgical wards in hospital and quality of nutritional care: A multicenter, cross-sectional study. *Journal of clinical nursing*, 26(23-24), 5082–5092.
- Bounoure, L., Gomes, F., Stanga, Z., Keller, U., Meier, R., Ballmer, P., Fehr, R., Mueller, B., Genton, L., Bertrand, P. C., Norman, K., Henzen, C., Laviano, A., Bischoff, S., Schneider, S. M., Kondrup, J. & Schuetz, P. (2016). Detection and treatment of medical inpatients with or at-risk of malnutrition: Suggested procedures based on validated guidelines. *Nutrition (Burbank, Los Angeles County, Calif.)*, 32(7-8), 790–798.
- Brito, J. E., Burgel, C. F., Lima, J., Chites, V. S., Saragiotto, C. B., Rabito, E. I. & Silva, F. M. (2021). GLIM criteria for malnutrition diagnosis of hospitalized patients presents satisfactory criterion validity: A prospective cohort study. *Clinical nutrition (Edinburgh, Scotland)*, 40(6), 4366–4372.
- Burd, N. A., West, D. W. D., Moore, D. R., Atherton, P. J., Staples, A. W., Prior, T., Tang, J. E., Rennie, M. J., Baker, S. K. & Phillips, S. M. (2011). Enhanced amino acid sensitivity of myofibrillar protein synthesis persists for up to 24 h after resistance exercise in young men. *The Journal of nutrition*, 141(4), 568–573.
- Cederholm, T., Barazzoni, R., Austin, P., Ballmer, P., Biolo, G., Bischoff, S. C., Compher, C., Correia, I., Higashiguchi, T., Holst, M., Jensen, G. L., Malone, A., Muscaritoli, M., Nyulasi, I., Pirlich, M., Rothenberg, E., Schindler, K., Schneider, S. M., van der Schueren, M. A. E. de, . . .

- Singer, P. (2017). ESPEN guidelines on definitions and terminology of clinical nutrition. *Clinical nutrition (Edinburgh, Scotland)*, 36(1), 49–64.
- Cederholm, T., Bosaeus, I., Barazzoni, R., Bauer, J., van Gossum, A., Klek, S., Muscaritoli, M., Nyulasi, I., Ockenga, J., Schneider, S. M., van der Schueren, M. A. E. de & Singer, P. (2015). Diagnostic criteria for malnutrition - An ESPEN Consensus Statement. *Clinical nutrition (Edinburgh, Scotland)*, 34(3), 335–340.
- Cederholm, T., Jensen, G. L., Correia, M. I. T. D., Gonzalez, M. C., Fukushima, R., Higashiguchi, T., Baptista, G., Barazzoni, R., Blaauw, R., Coats, A., Crivelli, A., Evans, D. C., Gramlich, L., Fuchs-Tarlovsky, V., Keller, H., Llido, L., Malone, A., Mogensen, K. M., Morley, J. E., . . . Compher, C. (2019). GLIM criteria for the diagnosis of malnutrition - A consensus report from the global clinical nutrition community. *Clinical nutrition (Edinburgh, Scotland)*, 38(1), 1–9.
- Ceniccola, G. D., Castro, M. G., Piovacari, S. M. F., Horie, L. M., Corrêa, F. G., Barrere, A. P. N. & Toledo, D. O. (2019). Current technologies in body composition assessment: advantages and disadvantages. *Nutrition (Burbank, Los Angeles County, Calif.)*, 62, 25–31.
- Chen, L.-K., Liu, L.-K., Woo, J., Assantachai, P., Auyeung, T.-W., Bahyah, K. S., Chou, M.-Y., Chen, L.-Y., Hsu, P.-S., Krairit, O., Lee, J. S. W., Lee, W.-J., Lee, Y., Liang, C.-K., Limpawattana, P., Lin, C.-S., Peng, L.-N., Satake, S., Suzuki, T., . . . Arai, H. (2014). Sarcopenia in Asia: consensus report of the Asian Working Group for Sarcopenia. *Journal of the American Medical Directors Association*, 15(2), 95–101.
- Cruz-Jentoft, A. J., Baeyens, J. P., Bauer, J., Boirie, Y., Cederholm, T., Landi, F., Martin, F. C., Michel, J.-P., Rolland, Y., Schneider, S. M., Topinková, E., Vandewoude, M. & Zamboni, M. (2010). Sarcopenia: European consensus on definition and diagnosis: Report of the European Working Group on Sarcopenia in Older People. *Age and ageing*, 39(4), 412–423.
- Cruz-Jentoft, A. J., Bahat, G., Bauer, J., Boirie, Y., Bruyère, O., Cederholm, T., Cooper, C., Landi, F., Rolland, Y., Sayer, A. A., Schneider, S. M., Sieber, C. C., Topinkova, E., Vandewoude, M., Visser, M. & Zamboni, M. (2019). Sarcopenia: revised European consensus on definition and diagnosis. *Age and ageing*, 48(1), 16–31.
- Curcio, F., Testa, G., Liguori, I., Papillo, M., Flocco, V., Panicara, V., Galizia, G., Della-Morte, D., Gargiulo, G., Cacciatore, F., Bonaduce, D., Landi, F. & Abete, P. (2020). Sarcopenia and Heart Failure. *Nutrients*, 12(1).
- Curtis, L. J., Bernier, P., Jeejeebhoy, K., Allard, J., Duerksen, D., Gramlich, L., Laporte, M. & Keller, H. H. (2017). Costs of hospital malnutrition. *Clinical nutrition (Edinburgh, Scotland)*, 36(5), 1391–1396.
- Data Input GmbH. *Das B.I.A.-Kompendium 3. Ausgabe*. [https://data-input.de/media/pdf-deutsch/Kompendium\\_III\\_Ausgabe\\_2009.pdf](https://data-input.de/media/pdf-deutsch/Kompendium_III_Ausgabe_2009.pdf)
- Deutz, N., Bauer, J., Barazzoni, R., Biolo, G., Boirie, Y., Bosy-Westphal, A., Cederholm, T., Cruz-Jentoft, A., Krznarić, Z., Nair, S. K., Singer, P., Teta, D., Tipton, K. & Calder, P. C. (2014). Protein intake and exercise for optimal muscle function with aging: recommendations from the ESPEN Expert Group. *Clinical nutrition (Edinburgh, Scotland)*, 33(6), 929–936.

- DGE. (2022). *Referenzwerte*. <https://www.dge.de/wissenschaft/referenzwerte/protein/?L=0>
- DiMaria-Ghalili, R. A., Sullivan-Marx, E. M. & Compher, C. (2014). Inflammation, functional status, and weight loss during recovery from cardiac surgery in older adults: a pilot study. *Biological research for nursing*, 16(3), 344–352.
- Duarte, R. R., Gonzalez, M. C., Oliveira, J. F., Oliveira, P. C. & Castro, I. (2019). Adductor pollicis muscle and nutritional status in heart failure patients: Is there an association? *Nutrition (Burbank, Los Angeles County, Calif.)*, 67-68, 110536.
- Evans, W. J., Morley, J. E., Argilés, J., Bales, C., Baracos, V., Guttridge, D., Jatoi, A., Kalantar-Zadeh, K., Lochs, H., Mantovani, G., Marks, D., Mitch, W. E., Muscaritoli, M., Najand, A., Ponikowski, P., Rossi Fanelli, F., Schambelan, M., Schols, A., Schuster, M., . . . Anker, S. D. (2008). Cachexia: a new definition. *Clinical nutrition (Edinburgh, Scotland)*, 27(6), 793–799.
- Heymsfield, S. B., Bethel, R. A., Ansley, J. D., Gibbs, D. M., Felner, J. M. & Nutter, D. O. (1978). Cardiac abnormalities in cachectic patients before and during nutritional repletion. *American Heart Journal*(95), 584–594.
- Irisawa, H. & Mizushima, T. (2020). Correlation of Body Composition and Nutritional Status with Functional Recovery in Stroke Rehabilitation Patients. *Nutrients*, 12(7).
- Jensen, G. L., Mirtallo, J., Compher, C., Dhaliwal, R., Forbes, A., Grijalba, R. F., Hardy, G., Kondrup, J., Labadarios, D., Nyulasi, I., Castillo Pineda, J. C. & Waitzberg, D [Dan] (2010). Adult starvation and disease-related malnutrition: a proposal for etiology-based diagnosis in the clinical practice setting from the International Consensus Guideline Committee. *JPEN. Journal of parenteral and enteral nutrition*, 34(2), 156–159.
- Kaiser, M. J., Bauer, J., Rämisch, C., Uter, W., Guigoz, Y., Cederholm, T., Thomas, D. R., Anthony, P. S., Charlton, K. E., Maggio, M., Tsai, A. C., Vellas, B. & Sieber, C. C. (2010). Frequency of malnutrition in older adults: a multinational perspective using the mini nutritional assessment. *Journal of the American Geriatrics Society*, 58(9), 1734–1738.
- Kootaka, Y., Kamiya, K., Hamazaki, N., Nozaki, K., Ichikawa, T., Nakamura, T., Yamashita, M., Maekawa, E., Reed, J. L., Yamaoka-Tojo, M., Matsunaga, A. & Ako, J. (2021). The GLIM criteria for defining malnutrition can predict physical function and prognosis in patients with cardiovascular disease. *Clinical nutrition (Edinburgh, Scotland)*, 40(1), 146–152.
- Landi, F., Camprubi-Robles, M., Bear, D. E., Cederholm, T., Malafarina, V., Welch, A. A. & Cruz-Jentoft, A. J. (2019). Muscle loss: The new malnutrition challenge in clinical practice. *Clinical nutrition (Edinburgh, Scotland)*, 38(5), 2113–2120.
- Leij-Halfwerk, S., Verwijns, M. H., van Houdt, S., Borkent, J. W., Guaitoli, P. R., Pelgrim, T., Heymans, M. W., Power, L., Visser, M., Corish, C. A. & van der Schueren, M. A. E. de (2019). Prevalence of protein-energy malnutrition risk in European older adults in community, residential and hospital settings, according to 22 malnutrition screening tools validated for use in adults ≥65 years: A systematic review and meta-analysis. *Maturitas*, 126, 80–89.

- Lelli, D., Tolone, S., Pulignano, G., Tinti, M. D., Del Sindaco, D., Dipasquale Mazzilli, G., Antonelli Incalzi, R. & Pedone, C. (2020). Nutritional status is associated with physical function and disability in older adults with chronic heart failure. *European journal of internal medicine*, 74, 73–78.
- Leuenberger, M., Nuoffer, J. M. & Stanga, Z. (2007). Sinnvolle laborchemische Diagnostik in der Mangelernährung. *pipette*(2), 15–19.
- Matheson, E. M., Nelson, J. L., Baggs, G. E., Luo, M. & Deutz, N. E. (2020). Specialized oral nutritional supplement (ONS) improves handgrip strength in hospitalized, malnourished older patients with cardiovascular and pulmonary disease: A randomized clinical trial. *Clinical nutrition (Edinburgh, Scotland)*, 40(3), 844–849.
- McGrath, R., Johnson, N., Klawitter, L., Mahoney, S., Trautman, K., Carlson, C., Rockstad, E. & Hackney, K. J. (2020). What are the association patterns between handgrip strength and adverse health conditions? A topical review. *SAGE open medicine*, 8, 2050312120910358.
- Meyer, F. J., Borst, M. M., Buschmann, H.-C., Claussen, M., Dumitrescu, D., Ewert, R., Friedmann-Bette, B., Gläser, S., Glöckl, R., Haring, K., Lehnick, B., Ochmann, U., Preisser, A. M., Sorichter, S., Westhoff, M. & Worth, H. (2018). Belastungsuntersuchungen in der Pneumologie – Empfehlungen der Deutschen Gesellschaft für Pneumologie und Beatmungsmedizin e. V [Exercise Testing in Respiratory Medicine - DGP Recommendations]. *Pneumologie (Stuttgart, Germany)*, 72(10), 687–731.
- Miller, J., Wells, L., Nwulu, U., Currow, D., Johnson, M. J. & Skipworth, R. J. E. (2018). Validated screening tools for the assessment of cachexia, sarcopenia, and malnutrition: a systematic review. *Am J Clin Nutr*, 108(6), 1196–1208.
- Morley, J. E., Abbatecola, A. M., Argilés, J., Baracos, V., Bauer, J., Bhasin, S., Cederholm, T., Coats, A. J. S., Cummings, S. R., Evans, W. J., Fearon, K., Ferrucci, L., Fielding, R. A., Guralnik, J. M., Harris, T. B., Inui, A., Kalantar-Zadeh, K., Kirwan, B.-A., Mantovani, G., . . . Anker, S. D. (2011). Sarcopenia with limited mobility: an international consensus. *Journal of the American Medical Directors Association*, 12(6), 403–409.
- Mueller, C., Compher, C. & Ellen, D. M. (2011). A.S.P.E.N. clinical guidelines: Nutrition screening, assessment, and intervention in adults. *JPEN. Journal of parenteral and enteral nutrition*, 35(1), 16–24.
- Muscaritoli, M., Anker, S. D., Argilés, J., Aversa, Z., Bauer, J., Biolo, G., Boirie, Y., Bosaeus, I., Cederholm, T., Costelli, P., Fearon, K. C., Laviano, A., Maggio, M., Rossi Fanelli, F., Schneider, S. M., Schols, A. & Sieber, C. C. (2010). Consensus definition of sarcopenia, cachexia and pre-cachexia: joint document elaborated by Special Interest Groups (SIG) "cachexia-anorexia in chronic wasting diseases" and "nutrition in geriatrics". *Clinical nutrition (Edinburgh, Scotland)*, 29(2), 154–159.
- Naseer, M., Forssell, H. & Fagerström, C. (2016). Malnutrition, functional ability and mortality among older people aged  $\geq 60$  years: a 7-year longitudinal study. *European journal of clinical nutrition*, 70(3), 399–404.
- Ogawa, M., Izawa, K. P., Satomi-Kobayashi, S., Kitamura, A., Ono, R., Sakai, Y. & Okita, Y. (2017). Poor preoperative nutritional status is an important predictor of the retardation of rehabilitation after cardiac surgery

- in elderly cardiac patients. *Aging clinical and experimental research*, 29(2), 283–290.
- Ostrowska, J., Sulz, I., Tarantino, S., Hiesmayr, M. & Szostak-Węgierek, D. (2021). Hospital Malnutrition, Nutritional Risk Factors, and Elements of Nutritional Care in Europe: Comparison of Polish Results with All European Countries Participating in the nDay Survey. *Nutrients*, 13(1), 263.
- Pandey, M. P., Schöggel, K., Viszelj, J. & Widhalm, K. (2010). Body Composition: Bioelektrische Impedanzanalyse. *Journal für Ernährungsmedizin*, 12(4), 22–23.
- Park, Y., Choi, J.-E. & Hwang, H.-S. (2018). Protein supplementation improves muscle mass and physical performance in undernourished prefrail and frail elderly subjects: a randomized, double-blind, placebo-controlled trial. *Am J Clin Nutr*, 108(5), 1026–1033.
- Pierik, V. D., Meskers, C. G. M., van Ancum, J. M., Numans, S. T., Verlaan, S., Scheerman, K., Kruizinga, R. C. & Maier, A. B. (2017). High risk of malnutrition is associated with low muscle mass in older hospitalized patients - a prospective cohort study. *BMC geriatrics*, 17(1), 118.
- Pourhassan, M., Rommersbach, N., Lueg, G., Klimek, C., Schnatmann, M., Liermann, D., Janssen, G. & Wirth, R. (2020). The Impact of Malnutrition on Acute Muscle Wasting in Frail Older Hospitalized Patients. *Nutrients*, 12(5), 1387.
- Prado, C. M., Purcell, S. A., Alish, C., Pereira, S. L., Deutz, N. E., Heyland, D. K., Goodpaster, B. H., Tappenden, K. A. & Heymsfield, S. B. (2018). Implications of low muscle mass across the continuum of care: a narrative review. *Annals of medicine*, 50(8), 675–693.
- PVA. (2022a). *Medizinische Rehabilitation und Gesundheitsvorsorge*. <https://www.pv.at/cdscontent/load?contentid=10008.577843&version=1487936457>
- PVA. (2022b). *Schwerpunkte > Herz- Kreislaferkrankungen*. <https://www.rz-badtatzmannsdorf.at/de/schwerpunkte/herz-kreislaferkrankungen/>
- Reijnierse, E. M., Verlaan, S., Pham, V. K., Lim, W. K., Meskers, C. G. M. & Maier, A. B. (2019). Lower Skeletal Muscle Mass at Admission Independently Predicts Falls and Mortality 3 Months Post-discharge in Hospitalized Older Patients. *The journals of gerontology. Series A, Biological sciences and medical sciences*, 74(10), 1650–1656.
- Saitoh, M., Ogawa, M., Kondo, H., Suga, K., Takahashi, T., Itoh, H. & Tabata, Y. (2020). Bioelectrical impedance analysis-derived phase angle as a determinant of protein-energy wasting and frailty in maintenance hemodialysis patients: retrospective cohort study. *BMC nephrology*, 21(1), 438.
- Sanz-Paris, A., Camprubi-Robles, M., Lopez-Pedrosa, J. M., Pereira, S. L., Rueda, R., Ballesteros-Pomar, M. D., Garcia Almeida, J. M. & Cruz-Jentoft, A. J. (2018). Role of Oral Nutritional Supplements Enriched with  $\beta$ -Hydroxy- $\beta$ -Methylbutyrate in Maintaining Muscle Function and Improving Clinical Outcomes in Various Clinical Settings. *The journal of nutrition, health & aging*, 22(6), 664–675.
- Schuetz, P., Fehr, R., Baechli, V., Geiser, M., Deiss, M., Gomes, F., Kutz, A., Tribolet, P., Bregenzer, T., Braun, N., Hoess, C., Pavlicek, V., Schmid, S., Bilz, S., Sigrist, S., Brändle, M., Benz, C., Henzen, C., Mattmann, S., . . . Mueller, B. (2019). Individualised nutritional support in

- medical inpatients at nutritional risk: a randomised clinical trial. *The Lancet*, 393(10188), 2312–2321.
- Ścisło, L., Bizoń, A., Walewska, E., Staszkiwicz, M., Pach, R. & Szczepanik, A. (2019). Nutritional Status of Elderly Patients after Coronary Artery Bypass Surgery. *International journal of environmental research and public health*, 16(2), 226.
- Selberg, O. & Selberg, D. (2002). Norms and correlates of bioimpedance phase angle in healthy human subjects, hospitalized patients, and patients with liver cirrhosis. *European journal of applied physiology*, 86(6), 509–516.
- Sobotka, L. (Hrsg.). (2011). *Basics in clinical nutrition* (4. Aufl.). Galén.
- Soeters, P. B., Reijven, P. L. M., van Bokhorst-de Schueren, M. A. E., Schols, J. M. G. A., Halfens, R. J. G., Meijers, J. M. M. & van Gemert, W. G. (2008). A rational approach to nutritional assessment. *Clinical nutrition (Edinburgh, Scotland)*, 27(5), 706–716.
- Valentini, L., Volkert, D., Schütz, T., Ockenga, J., Pirlich, M., Druml, W., Schindler, K., Ballmer, P., Bischoff, S., Weimann, A. & Lochs, H. (2013). Leitlinie der Deutschen Gesellschaft für Ernährungsmedizin (DGEM). *Aktuelle Ernährungsmedizin*, 38(02), 97–111.
- Villafañe, J. H., Pirali, C., Dughi, S., Testa, A., Manno, S., Bishop, M. D. & Negrini, S. (2016). Association between malnutrition and Barthel Index in a cohort of hospitalized older adults article information. *The Journal of Physical Therapy Science*, 28(2), 607–614.
- Visser, M., Goodpaster, B. H., Kritchevsky, S. B., Newman, A. B., Nevitt, M., Rubin, S. M., Simonsick, E. M. & Harris, T. B. (2005). Muscle mass, muscle strength, and muscle fat infiltration as predictors of incident mobility limitations in well-functioning older persons. *The journals of gerontology. Series A, Biological sciences and medical sciences*, 60(3), 324–333.
- Volkert, D., Bauer, J., Frühwald, T., Gehrke, I., Lechleitner, M., Lenzen-Großimlinghaus, R., Wirth, R. & Sieber, C. (2013). Leitlinie der Deutschen Gesellschaft für Ernährungsmedizin (DGEM) in Zusammenarbeit mit der GESKES, der AKE und der DGG. *Aktuelle Ernährungsmedizin*, 38(03), e1-e48.
- WHO. (2020). <https://www.who.int/news-room/q-a-detail/malnutrition>
- WHO. (2022). *Body mass index - BMI*. <https://www.euro.who.int/en/health-topics/disease-prevention/nutrition/a-healthy-lifestyle/body-mass-index-bmi>
- Wilkinson, D. J., Hossain, T., Hill, D. S., Phillips, B. E., Crossland, H., Williams, J., Loughna, P., Churchward-Venne, T. A., Breen, L., Phillips, S. M., Etheridge, T., Rathmacher, J. A., Smith, K., Szewczyk, N. J. & Atherton, P. J. (2013). Effects of leucine and its metabolite  $\beta$ -hydroxy- $\beta$ -methylbutyrate on human skeletal muscle protein metabolism. *The Journal of physiology*, 591(11), 2911–2923.
- Wonisch, M., Berent, R., Klicpera, M., Laimer, H., Marko, C., Pokan, R., Schmid, P. & Schwann, H. (2008). Praxisleitlinien Ergometrie. *Journal für Kardiologie - Austrian Journal of Cardiology*, 15, 3–17.
- Woodward, T., Josephson, C., Ross, L., Hill, J., Hosking, B., Naumann, F., Stoney, R. & Palmer, M. (2020). A retrospective study of the incidence and characteristics of long-stay adult inpatients with hospital-acquired malnutrition across five Australian public hospitals. *European journal of clinical nutrition*, 74(12), 1668–1676.

# 15. Anhang

## 15.1. Screeningbogen

### Ernährungsscreening für Mangelernährungsrisiko



PatientIn: Frau/Herr		
<b>A</b>		
1) aktueller Body Mass Index (BMI): .....kg/m <sup>2</sup>		
für PatientInnen jünger als 65 Jahre:		für PatientInnen ab 65 Jahren:
<input type="checkbox"/> > 20	= 0	<input type="checkbox"/> > 22 = 0
<input type="checkbox"/> 18 – 20	= 1	<input type="checkbox"/> 20 – 22 = 1
<input type="checkbox"/> < 18	= 3	<input type="checkbox"/> < 20 = 3
		Punkte:
2) aktuelles Gewicht: .....kg		
Gewicht vor 3 Monaten: .....kg PatientIn weiß es nicht: <input type="checkbox"/>		
Ungewollter Gewichtsverlust während der letzten 3 Monate?		
<input type="checkbox"/> Keinen	= 0	
<input type="checkbox"/> PatientIn weiß es nicht	= 1	
<input type="checkbox"/> Zwischen 5% und 10% des Ausgangsgewichts oder größerer Gewichtsverlust liegt > 3 Monate bis zu 1 Jahr zurück	= 2	
<input type="checkbox"/> > 10% des Ausgangsgewichts	= 3	
		Punkte:
3) Kam es in den letzten Monaten zu einem Rückgang der Nahrungsaufnahme / Essmenge? (durch Appetitverlust, Kau- und/oder Schluckbeschwerden, Verdauungsprobleme oder Übelkeit)		
<input type="checkbox"/> <b>Kein</b> Rückgang der Nahrungsaufnahme	= 0	
<input type="checkbox"/> <b>Mäßiger</b> Rückgang der Nahrungsaufnahme	= 1	
<input type="checkbox"/> <b>Erheblicher</b> Rückgang der Nahrungsaufnahme	= 2	
		Punkte:
<b>Summe A</b>		
<b>Ergebnis A)</b> 0-2: normal – zurzeit kein Risiko >2: mögliche Mangelernährung weiter zu <b>B)</b>		
<b>B</b>		
1) Grunderkrankung bzw. voraussichtliche Nahrungskarenz (Energiezufuhr <500 kcal pro Tag)?		
<input type="checkbox"/> Nicht akute, chronische Erkrankung ohne Beteiligung des Gastrointestinaltraktes und der inneren Organe	= 0	
<input type="checkbox"/> entzündliche Darmerkrankungen, andere gastrointestinale Erkrankungen, stabile maligne Erkrankungen (ohne Chemo/Radiotherapie), COPD Grad ≥ III, Schlaganfall, präterminale NINS (Krea >5mg/dl), Herzinsuffizienz (NYHA Stadium ≥ III)	= 1	
<input type="checkbox"/> chronischer Alkoholabusus, Maldigestion, Nahrungskarenz ≤ 3 Tage	= 2	
<input type="checkbox"/> Pankreatitis, Malabsorptionssyndrom, Nahrungskarenz ≥ 4 Tage	= 2	
		Punkte:
2) Zusätzliche Stressfaktoren?		
<input type="checkbox"/> infektionsfrei, keine Dekubitalulcera, leichter chirurgischer Eingriff	= 0	
<input type="checkbox"/> mittelgradige bis leichte Infektionen, akuter gastrointestinaler Infekt, mittelschwerer chirurgischer Eingriff, Wundheilungsstörungen, Wunde NPUAP (Stadium I + II)	= 1	
<input type="checkbox"/> Chemo-/Radiotherapie, Polypragmasie (>5 Medikamente)	= 2	
<input type="checkbox"/> schwere Infektion, Sepsis, schwerer chirurgischer Eingriff, Wunde NPUAP (Stadium III + IV)	= 2	
		Punkte:
<b>Gesamtergebnis</b>		<b>Summe A + B</b>

#### Bewertung

0-2 Punkte:	zufriedenstellender Ernährungszustand	
3-5 Punkte:	Risiko für Mangelernährung	
6 Punkte und mehr:	Manifeste Mangelernährung	

## 15.2. Tellerprotokoll

### PENSIONSVERSICHERUNGSANSTALT



SKA-RZ Bad Tatzmannsdorf  
Dr. Ludwig Thomas-Straße 1  
7431 Bad Tatzmannsdorf / Österreich  
www.pensionsversicherung.at



Telefon: 03353/60 00  
Telefax: 03353/60 00-43290

ska-rz.tatzmannsdorf@pensionsversicherung.at



Rehabilitationszentrum für Herz-Kreislaufkrankungen

Ärztliche Leiterin: Prim.<sup>9</sup> Univ. Doz.<sup>in</sup> Dr.<sup>in</sup> Jeanette Strametz-Juraneck

#### **Sehr geehrter Patient / Sehr geehrte Patientin,**

im Rahmen der Studie „Mangelernährung in der kardiovaskulären Rehabilitation“ ist es notwendig ein Tellerprotokoll zu führen, um Ihre Nahrungszufuhr (insbesondere Ihre Eiweiß- und Energiezufuhr) besser abschätzen zu können.

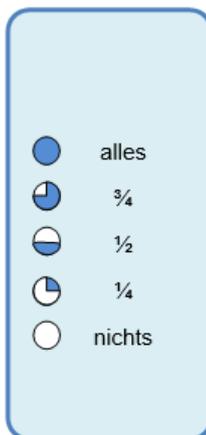
Wir bitten Sie dieses Tellerprotokoll über eine Woche selbstständig zu führen.  
Dafür erhalten Sie diesen Vordruck (Montag bis Sonntag).  
Pro Seite ist ein Wochentag abgebildet.

#### **Frühstück, Zwischenmahlzeiten und Getränke** bitte frei ausfüllen.

Dafür bitte auch grobe Mengenangaben notieren (z.B. 1 Scheibe Brot, 1 Pkg. Butter, 1 Teelöffel Marmelade etc.).

Unter „**Getränke**“ ist es nur notwendig zuckerhaltige Getränke zu notieren.  
Wasser und ungesüßte Tees sind nicht erforderlich.  
Bitte auch hier um eine grobe Mengenangabe.

**Mittag- und Abendessen** sind bereits – Ihrem ausgefüllten Speiseplan entsprechend - notiert. Bitte hier lediglich die tatsächlich verzehrte Menge angeben, indem Sie das richtige Symbol ankreuzen.



Der blaue Kreis symbolisiert die ganze Portion. Haben Sie alles aufgegessen, bitte hier  ankreuzen.

Haben Sie den Großteil des Tellers gegessen bitte  ankreuzen.

Für die Hälfte der Portion wählen Sie .

Haben Sie nur ca. 1/4 des Tellers aufgegessen bitte  wählen.

Und sollten sie nichts davon gegessen haben, kreuzen Sie bitte  an.

Unter **Zwischen- und Spätmahlzeiten** führen Sie bitte auch Lebensmittel an, die Sie außer Haus essen bzw. außerhalb des Speisesaals essen (Süßigkeiten, Mehlspeisen, Kaffee, Eis etc.).

Zusatznahrungen sind unter „**Zusatz**“ angeführt. Dort finden Sie die, mit der Diätologie besprochenen Trinknahrungen. Bitte kreuzen Sie hier nur an, wenn sie die jeweilige Packung getrunken haben.

Vielen Dank für Ihre Mitarbeit,  
das Team der Diätologie

Name	<b>MONTAG</b>	Kostform:
<b>Frühstück</b>		
<b>Vormittagsjause</b>		
<b>Mittagessen</b>	<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 30%;"> <p><input checked="" type="radio"/> alles</p> <p><input type="radio"/> ¾</p> <p><input type="radio"/> ½</p> <p><input type="radio"/> ¼</p> <p><input type="radio"/> nichts</p> </div> <div style="width: 65%;"> <p style="text-align: center;"><b>Suppe</b></p> <p><input type="checkbox"/> Supp 1      <input type="checkbox"/> Suppe 2</p> <p style="text-align: center;"><b>Hauptspeise</b></p> <p><input type="checkbox"/> Menü 1</p> <p><input type="checkbox"/> Menü 2</p> <p><input type="checkbox"/> Menü 3</p> <p>bitte ankreuzen: <input type="checkbox"/> <input checked="" type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/></p> <p><input type="checkbox"/> Salat</p> <p style="text-align: center;"><b>Nachspeise</b></p> <p><input type="checkbox"/> Nachtisch 1      <input type="checkbox"/> Nachtisch 2</p> </div> </div>	
<b>Nachmittagsjause</b>		
<b>Abendessen</b>	<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 30%;"> <p><input checked="" type="radio"/> alles</p> <p><input type="radio"/> ¾</p> <p><input type="radio"/> ½</p> <p><input type="radio"/> ¼</p> <p><input type="radio"/> nichts</p> </div> <div style="width: 65%;"> <p style="text-align: center;"><b>Suppe</b></p> <p><input type="checkbox"/> Suppe</p> <p style="text-align: center;"><b>Hauptspeise</b></p> <p><input type="checkbox"/> Menü 1</p> <p><input type="checkbox"/> Menü 2</p> <p><input type="checkbox"/> Menü 3</p> <p><input type="checkbox"/> Menü 4</p> <p>bitte ankreuzen: <input type="checkbox"/> <input checked="" type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/></p> <p><input type="checkbox"/> Salat</p> </div> </div>	
<b>Spätmahlzeit</b>		
<b>Getränke</b> (außer Wasser)		
<b>Zusatz</b>	<input type="checkbox"/> 1. Pkg.      Sorte: _____	

## 15.3. Standard für Handkraftmessung

### Standard Mangelernährung – Handkraftmessung

Im Rahmen der Studie Mangelernährung wird bei allen Patientinnen der Studie eine Handkraftmessung durchgeführt:

Häufigkeit: 2x/Aufenthalt

- 1.Messung zeitnah zur Ankunft
- 2.Messung zeitnah zur Abreise

Durchführende Mitarbeiterinnen:

MTF Gauster Andrea

MTF Teurezbacher Waltraud

Die Mitarbeiterinnen haben die Anweisung der Ärztlichen Leiterin, Dr. Jeanette Strametz-Juranek, diese Messung bei allen Studienpatientinnen während der gesamten Dauer der Studie durchzuführen.

Ablauf:

- Handkraftmessgerät bei linker Taste (Zero) Einschalten
- Auf Display erscheint 0.0 in der Mitte steht „Max.“ – ist das nicht der Fall dann solange auf Mode drücken bis „Max.“ erscheint
- Pat. sitzt auf einem Sessel mit Armlehne – den Ellenbogen der zu messenden Seite im 90° Winkel, der Unterarm liegt auf der Armlehne auf
- Patient drückt mit der ersten Hand so fest es geht ohne abzusetzen zusammen, der Höchstwert wird ermittelt
- Patient drückt mit der zweiten Hand so fest es geht ohne abzusetzen zusammen, der Höchstwert wird ermittelt
- 3maliges Messen jeder Seite

Sollte ein Patient bei einer Hand Probleme haben (Schmerzen, Verletzung, ...) soll nur bei einer Hand gemessen werden.

## 15.4. Standard für Probenaufbereitung (RBP4)

### Standard Studie Mangelernährung – Parameter RBP-4

Im Rahmen der Studie Mangelernährung wird der Parameter RBP-4 für alle Patientinnen der Studie am Beginn und Ende des Aufenthaltes abgenommen.  
Dies geschieht nach Anweisung der Ärztlichen Leiterin, Dr. Jeanette Strametz-Juranek, während der gesamten Dauer der Studie.

#### Material:

Serum (GreinerBio-One – Vacuette 8ml 455071)

#### Ablauf Blutabnahme:

Bei der routinemäßigen Nüchterblutabnahme (Standard Aufnahme/Abreise) wird ein zusätzliches Serumröhrchen (GreinerBio-One – Vacuette 8ml 455071) abgenommen.

#### Ablauf nach der Blutabnahme:

- Das Serumröhrchen ca. 30 Minuten bei Raumtemperatur stehen lassen
- danach 10 Minuten bei 2000g zentrifugieren
- Das abgetrennte Serum in 3-4 Cups (z.B. BRAND #780507) zu je 500 µl aufteilen und
- möglichst rasch bei -20 °C oder wenn vorhanden -80°C einfrieren
- Die Cups müssen VOR dem Tiefkühlen mit den entsprechenden Etiketten beklebt werden.

Die Messung wird am Ende der Studie vom Ludwig – Boltzmann Institut vorgenommen.

## 15.5. Patient\*inneneinverständniserklärung

### **PatientInneninformation und Einwilligungserklärung zur Teilnahme an der klinischen Studie: „Prävalenz der Mangelernährung bei kardiovaskulären RisikopatientInnen und Stellenwert der Ernährungstherapie in der kardiovaskulären Rehabilitation“**

Sehr geehrte Teilnehmerin, sehr geehrter Teilnehmer!

Wir laden Sie ein an der oben genannten klinischen Studie teilzunehmen. Die Aufklärung darüber erfolgt in einem ausführlichen Gespräch.

Ihre Teilnahme an dieser klinischen Studie erfolgt freiwillig und beinhaltet ihr Einverständnis, dass Ihre Daten (Laborbefunde, Messergebnisse) in anonymisierter Form als Teil einer wissenschaftlichen Arbeit veröffentlicht werden können.

Sie können jederzeit ohne Angabe von Gründen aus der Studie ausscheiden. Die Ablehnung der Teilnahme oder ein vorzeitiges Ausscheiden aus dieser Studie hat keine nachteiligen Folgen für Ihre medizinische Betreuung während Ihres Rehabilitationsaufenthaltes.

Klinische Studien sind notwendig, um verlässliche neue medizinische Forschungsergebnisse zu gewinnen. Unverzichtbare Voraussetzung für die Durchführung einer klinischen Studie ist jedoch, dass Sie Ihr Einverständnis zur Teilnahme an dieser klinischen Studie schriftlich erklären. Bitte lesen Sie den folgenden Text als Ergänzung zum Informationsgespräch mit Ihrer Diätologin/Ihrem Arzt sorgfältig durch und zögern Sie nicht Fragen zu stellen.

Bitte unterschreiben Sie die Einwilligungserklärung nur

- wenn Sie Art und Ablauf der klinischen Studie vollständig verstanden haben,
- wenn Sie bereit sind, der Teilnahme zuzustimmen und
- wenn Sie sich über Ihre Rechte als Teilnehmer an dieser klinischen Studie im Klaren sind.

#### **1. Was ist der Zweck der klinischen Studie?**

Zweck dieser klinischen Studie ist es zu prüfen, wie durch eine gezielte Ernährungstherapie der Ernährungszustand bei kardiovaskulären RisikopatientInnen verbessert und dadurch der Verlauf des Rehabilitationsaufenthaltes und der Effekt der medizinischen Trainingstherapie positiv beeinflusst werden kann.

#### **2. Wie läuft die klinische Studie ab?**

Diese Studie wird am Rehabilitationszentrum Bad Tatzmannsdorf bei PatientInnen mit Risiko für eine Mangelernährung oder bereits manifester Mangelernährung und PatientInnen mit gutem Ernährungszustand durchgeführt.

Ihre Teilnahme an dieser klinischen Studie ist mit Ihrem Rehabilitationsaufenthalt begrenzt.

Aus dem bei den routinemäßig durchgeführten Laborkontrollen abgenommenen Serum werden zu Beginn und am Ende des Aufenthaltes zusätzlich spezielle Parameter des Eiweißstoffwechsels bestimmt, um den Ernährungszustand zu analysieren. Eine zusätzliche Blutabnahme ist nicht notwendig.

Des Weiteren erfolgt eine Erhebung Ihrer Körperzusammensetzung sowie Ihrer Handkraft. Beide Messungen finden jeweils zu Beginn und am Ende Ihres Aufenthaltes statt. Ergänzend wird Ihre krankheitsbezogene Lebensqualität mit einem Fragebogen erfasst, welcher als europäischer Standard bei unterschiedlichen Herzerkrankungen gilt.

#### **Worin liegt der Nutzen einer Teilnahme an der Klinischen Studie?**

Unabhängig von der Teilnahme an der klinischen Studie werden Sie im Rahmen des Rehabilitationsaufenthaltes von einem interdisziplinären Team (ÄrztInnen, Team der gehobenen Gesundheits- und Krankenpflege, PhysiotherapeutInnen, DiätologInnen und PsychologInnen) individuell betreut, welches Sie unterstützt, Ihr persönliches Rehabilitationsziel zu erreichen.

Durch die frühzeitige Diagnostik eines Risikos für Mangelernährung kann der Verlauf und auch der Erfolg des Rehabilitationsaufenthaltes positiv beeinflusst werden.

### **3. Gibt es Risiken, Beschwerden und Begleiterscheinungen?**

Es bestehen keine Risiken. Die Blutabnahme wird routinemäßig im Rahmen des Rehabilitationsaufenthaltes durchgeführt. Es kann auch bei korrekt durchgeführter Blutabnahme im Bereich der Einstichstelle vorübergehend ein Hämatom (= Bluterguss) entstehen.

### **4. Wann wird die klinische Studie vorzeitig beendet?**

Sie können jederzeit auch ohne Angabe von Gründen, Ihre Teilnahmebereitschaft widerrufen und aus der klinischen Studie ausscheiden ohne dass Ihnen dadurch irgendwelche Nachteile für Ihre weitere medizinische Betreuung entstehen.

### **5. In welcher Weise werden die im Rahmen dieser klinischen Studie gesammelten Daten verwendet?**

Bei den Daten, die über Sie im Rahmen dieser klinischen Studie erhoben werden, ist grundsätzlich zu unterscheiden zwischen

- 1) jenen personenbezogenen Daten, anhand derer Sie direkt identifizierbar sind (z.B. Name, Geburtsdatum, Adresse...) und
- 2) pseudonymisierten (verschlüsselten) Daten, bei denen alle Informationen, die direkte Rückschlüsse auf Ihre Identität zulassen, durch einen Code (z. B. eine Zahl) ersetzt werden.

Der Code wird von den verschlüsselten Datensätzen streng getrennt und nur an Ihrem Prüfzentrum aufbewahrt. Zugang zu Ihren nicht verschlüsselten Daten haben der Prüfarzt und andere Mitarbeiter des Prüfzentrums, die an der klinischen Studie oder Ihrer medizinischen Versorgung mitwirken. Die Daten sind gegen unbefugten Zugriff geschützt. Zusätzlich können autorisierte und zur Verschwiegenheit verpflichtete Beauftragte der Pensionsversicherung sowie Beauftragte von in- und/oder ausländischen Gesundheitsbehörden und jeweils zuständige Ethikkommissionen in die nicht verschlüsselten Daten Einsicht nehmen, soweit dies für die Überprüfung der ordnungsgemäßen Durchführung der klinischen Studie notwendig bzw. vorgeschrieben ist. Diese Personen unterliegen einer strengen Geheimhaltungspflicht.

Eine Weitergabe der Daten erfolgt nur in verschlüsselter Form. Auch für etwaige Publikationen werden nur die verschlüsselten Daten verwendet.

Sie können Ihre Einwilligung zur Erhebung Ihrer Daten jederzeit widerrufen. Nach Ihrem Widerruf werden keine weiteren Daten mehr über Sie erhoben. Die bis zum Widerruf erhobenen Daten können allerdings weiter im Rahmen dieser klinischen Studie verwendet werden.

Aufgrund der gesetzlichen Vorgaben haben Sie außerdem das Recht auf Einsicht in die von Ihnen erhobenen Daten und die Möglichkeit der Berichtigung, falls Sie Fehler feststellen, bzw. gegebenenfalls auch das Recht auf Löschung.

Sie haben auch das Recht, bei der österreichischen Datenschutzbehörde eine Beschwerde über den Umgang mit Ihren Daten einzubringen ([www.dsb.gv.at](http://www.dsb.gv.at)).

Sämtliche Personen, die Zugang zu Ihren verschlüsselten und nicht verschlüsselten Daten erhalten, unterliegen im Umgang mit den Daten dem österreichischen Datenschutzgesetz in seiner gültigen Fassung sowie der Datenschutz-Grundverordnung (DSGVO). Sie haben auch das Recht, bei der österreichischen Datenschutzbehörde eine Beschwerde über den Umgang mit Ihren Daten einzubringen ([www.dsb.gv.at](http://www.dsb.gv.at)).

Das gesamte medizinische Personal der SKA RZ Bad Tatzmannsdorf sowie die Mitarbeiter des Ludwig Boltzmann Departments unterliegen der Schweigepflicht.

Auch die Dauer der Speicherung Ihrer Daten ist durch Rechtsvorschriften geregelt.

Falls Sie Fragen zum Umgang mit Ihren Daten in dieser klinischen Studie haben, wenden Sie sich zunächst an Ihren behandelnden Arzt. Dieser kann Ihr Anliegen ggf. an die Personen, die für den Datenschutz verantwortlich sind, weiterleiten.

### **6. Entstehen für die Teilnehmer Kosten?**

Durch Ihre Teilnahme an dieser klinischen Studie entstehen für Sie keine zusätzlichen Kosten, es erfolgt aber auch keine finanzielle Vergütung für Ihre Teilnahme.

### **7. Möglichkeit zur Diskussion weiterer Fragen**

Für weitere Fragen im Zusammenhang mit dieser klinischen Studie steht Ihnen Ihr behandelnder Arzt gern zur Verfügung. Auch Fragen, die Ihre Rechte als PatientIn und TeilnehmerIn an dieser klinischen Studie betreffen, werden Ihnen gerne beantwortet.

Name der behandelnden Ärztin/ des behandelnden Arztes

.....

Erreichbar über die Telefonzentrale der SKA: +43(0)33536000436000-0

Namen der Studienleiterin: Prim. Univ. Doz. Dr. Jeanette Strametz-Juranek  
+43(0)3353600043200  
jeanette.strametz-juranek@pensionsversicherung.at

## 8. Einwilligungserklärung

Name der Patientin/des Patienten in Druckbuchstaben:

.....

Geb.Datum: .....

Ich erkläre mich bereit, an der Studie **„Prävalenz der Mangelernährung bei kardiovaskulären Risikopatienten und Risikopatientinnen und Stellenwert der Ernährungstherapie in der kardiovaskulären Rehabilitation“** teilzunehmen.

Ich bin von Herrn / Frau

.....

ausführlich und verständlich über mögliche Belastungen und Risiken, sowie über das Wesen, die Bedeutung und Tragweite der klinischen Studie, sowie über die sich für mich daraus ergebenden Anforderungen aufgeklärt worden.

Ich habe darüber hinaus den Text dieser Patientenaufklärung und Einwilligungserklärung, die insgesamt 3 Seiten umfasst, gelesen.

Aufgetretene Fragen wurden mir von der Diätologin verständlich und genügend beantwortet. Ich hatte ausreichend Zeit, mich zu entscheiden. Ich habe zurzeit keine weiteren Fragen mehr.

Ich werde den ärztlichen Anordnungen, die für die Durchführung der klinischen Studie erforderlich sind, Folge leisten, behalte mir jedoch das Recht vor, meine freiwillige Mitwirkung jederzeit zu beenden, ohne dass mir daraus Nachteile für meine weitere medizinische Betreuung entstehen.

Ich stimme ausdrücklich zu, dass meine im Rahmen dieser klinischen Studie erhobenen Daten, wie im Abschnitt „Datenschutz“ dieses Dokuments beschrieben, verwendet werden.

Beim Umgang mit den Daten werden die datenschutzrechtlichen Bestimmungen beachtet.

Eine Kopie dieser Patienteninformation und Einwilligungserklärung habe ich erhalten. Das Original bleibt bei der Studienleitung.

.....

(Datum und Unterschrift der Patientin/des Patienten)

.....  
(Datum, Name und Unterschrift der verantwortlichen Ärztin/des verantwortlichen Arztes bzw. der verantwortlichen Diätologin)