



Auswirkungen eines 8-wöchigen Ernährungs- und Bewegungsprogrammes auf den Gewichts- verlauf und die Körperzusammensetzung

Daniela Laimer

Masterarbeit

eingereicht an der Karl-Franzens-Universität Graz
zur Erlangung des akademischen Grades
Master of Arts (MA)
im Rahmen des Universitätslehrgangs
Gesundheitsförderung und Gesundheitspädagogik

Betreuung durch

Mag. Dr. Florian Freytag

Univ.- Doz. Dr. Brigitte Winklhofer-Roob

Begutachtung durch

Mag. Dr. Florian Freytag

Univ.- Doz. Dr. Brigitte Winklhofer-Roob

Leobersdorf, 8.August 2023

Abstract Deutsch

Hintergrund:

Bei einer Gewichtsreduktion von übergewichtigen und adipösen Personen stellen eine Ernährungsumstellung sowie eine Steigerung der körperlichen Aktivität die Basis der Therapie dar. Ob für den Erfolg einer gewünschten Gewichtsabnahme die Ernährungsumstellung oder die erhöhte körperliche Betätigung den ausschlaggebenden Erfolg liefert bzw. welche Umstellung den größeren Erfolg verzeichnet, ist oftmals schwer nachvollziehbar.

Aufgabenstellung: Es war daher das Ziel, in einer Pilotstudie sowohl die Auswirkungen einer Ernährungsumstellung oder einer Steigerung der körperlichen Aktivität, entsprechend den Empfehlungen des Fonds Gesundes Österreich, als auch einer Kombination beider Interventionsformen zu erheben und anhand von 3 Gruppen die Unterschiede der Auswirkungen auf die Körperzusammensetzung und den Gewichtsverlauf zu evaluieren.

Methoden:

Es wurde eine randomisierte, offene Interventionsstudie mit dem Schwerpunkt einer Ernährungs- und Bewegungsintervention durchgeführt. Durch die Studie sollten die Veränderungen des Gewichtsverlaufs sowie der Körperzusammensetzung im Rahmen eines 8-wöchigen Interventionsprogrammes mittels Bioimpedanzanalyse erfasst werden. Es gab drei parallele Interventionsarme: Gruppe 1 erhielt eine Ernährungsintervention, Gruppe 2 eine Bewegungsintervention und Gruppe 3 eine kombinierte Ernährungs- und Bewegungsintervention. Zu Beginn und nach 4 Wochen erfolgte eine Schulung, die TeilnehmerInnen wurden wöchentlich betreut und ein Ernährungs- und Bewegungstagebuch geführt.

Ergebnisse:

Es wurde ein signifikanter Unterschied in der Gewichtsreduktion zwischen Gruppe 1 (Ernährungsintervention) und Gruppe 2 (Bewegungsintervention) festgestellt. Durch die Ernährungsintervention konnten $4,61 \pm 1,61$ kg abgenommen werden, durch die Kombination aus Ernährungs- und Bewegungsintervention $3,69 \pm 2,56$ kg, während durch die ausschließliche Bewegungsintervention $0,806 \pm 2,51$ kg abgenommen wurden. Bezüglich der Fettmasse konnte die Gruppe mit der Ernährungsintervention $2,97 \text{ kg} \pm 1,24$ kg und die Gruppe mit Ernährungs- und Bewegungsintervention $3,01 \text{ kg} \pm 1,95$ kg Fettmasse reduzieren, während die Gruppe mit der Bewegungsintervention $0,550 \text{ kg} \pm 2,01$ kg Fettmasse abbaute. Einige TeilnehmerInnen aus der Bewegungsgruppe konnten einen Muskelzuwachs erzielen, im Durchschnitt wurde jedoch der Muskelanteil von der Bewegungsgruppe gehalten bzw. um $0,122 \text{ kg} \pm 1,73$ kg aufgebaut. In der Gruppe mit der Ernährungsintervention kam es zu einem Abbau der Muskelmasse von $1,24 \pm 0,772$ kg und in der Gruppe mit der Ernährungs- und Bewegungsintervention zu einem Abbau

der Muskelmasse von $0,700 \pm 1,23$ kg. Mit der Studie konnte weiters gezeigt werden, dass die Gewichtsreduktion einen Einfluss auf die Körperzusammensetzung (Fettmasse & Muskelmasse) hat. Es bestanden signifikante ($P < 0.001$) positive Zusammenhänge zwischen der Gewichtsreduktion und der Abnahme an Fettmasse sowie zwischen der Gewichtsreduktion und der Abnahme an Muskelmasse. Die Regressionsanalyse konnte zeigen, dass der Verlust von einem kg Körpergewicht zu einer Abnahme von 0,429 kg an Fettmasse und 0,124 kg an Muskelmasse führte.

Schlussfolgerungen: Eine Ernährungsumstellung mit gleichzeitiger Steigerung der körperlichen Aktivität brachte den besten Erfolg, da dadurch nicht nur Gewicht und Fettmasse abgebaut wurden, sondern auch die Muskelmasse am besten erhalten wurde.

Abstract English

Background: A change in diet and an increase in physical activity form the basis of successful weight reduction interventions in overweight and obese individuals. It is often difficult to determine which of these two factors is decisive in achieving desired weight loss, or which change actually proves more successful.

Goals: It was therefore the goal to conduct a pilot study with the aim to determine the effects of both a change in diet and an increase in physical activity, according to the recommendations of the Fonds Gesundes Österreich, as well as the effects of a combination of both forms of intervention and to evaluate the effects on body composition and weight loss success in all 3 study groups.

Methods: A randomized, open-label intervention study was conducted, focusing on dietary and physical activity intervention. The study aimed to assess the change in weight and body composition during an 8-week intervention program, using bioimpedance analysis. There were three parallel intervention groups: group 1 received a nutrition intervention, group 2 an exercise intervention and group 3 received both a nutrition and exercise intervention. Detailed instructions were provided at the start of the study and again after 4 weeks, participants were supervised weekly, and diet and exercise diaries were kept.

Results: There was a significant difference in weight reduction between group 1 and group 2. The dietary intervention resulted in a weight loss of $4,61 \pm 1,61$ kg, while there was a reduction in weight of $3,69 \pm 2,56$ kg for the combination of dietary and exercise intervention and $0,806 \pm 2,51$ kg in the exercise intervention. In terms of fat mass, the nutrition intervention group lost $2,97 \pm 1,24$ kg and the nutrition-and-exercise intervention group lost $3,01 \pm 1,95$ kg, while the exercise intervention group lost $0,550 \pm 2,01$ kg of fat mass. In the group with a nutrition intervention there was a decrease in muscle mass of $1,24 \pm 0,772$ kg and in the group with a nutrition-and-exercise intervention a smaller decrease of $0,700 \pm 1,23$ kg was observed. In contrast, muscle mass slightly increased by $0,122 \pm 1,73$ kg in the exercise group. The study also showed that weight reduction had an influence on body composition (body fat mass and muscle mass). There were significant ($P < 0.001$) positive relations between weight loss and a decrease in fat mass as well as a between weight loss and a decrease in muscle mass. Regression analysis revealed that loss of body weight by 1 kg led to a decrease in fat mass by 0,429 kg and a decrease in muscle mass by 0,124 kg.

Conclusions: A change in diet with a simultaneous increase in physical activity achieved the best results, as this not only reduced weight and body fat mass but also better maintained muscle mass.

Vorwort

Als freiberufliche Diätologin arbeite ich schon seit über 18 Jahren mit der Bioimpedanzmethode, welche die Körperzusammensetzung ermittelt, da diese für eine optimale Betreuung meiner KlientInnen, von denen ein Großteil übergewichtig beziehungsweise adipös ist, in der Praxis von großer Bedeutung ist. Im Zuge der Masterarbeit war es mir ein Anliegen, diese Methode zur Anwendung zu bringen, um den Unterschied der Auswirkungen einer Ernährungsumstellung- bzw. Bewegungssteigerung auf die Körperzusammensetzung zu eruieren. Mein Ziel war es daher, die Auswirkungen einer Gewichtsreduktion auf die Körperzusammensetzung mittels Bioimpedanzanalyse zu erfassen und zu evaluieren.

Danksagung

Mein besonderer Dank gilt meinen Betreuern Mag. Dr. Florian Freytag und Univ.-Doz. Dr. Brigitte Winklhofer-Roob für die fachliche und wissenschaftliche Begleitung sowie konstruktive Kritik und Eröffnung neuer Sichtweisen.

Mein aufrichtiger Dank gilt auch meiner Familie, besonders meinem Ehemann Thomas und den Eltern, für die großartige Unterstützung. Durch diese war es mir möglich, trotz der Geburt unseres Sohnes Leo während des Studiums, dieses auch zu beenden. Gebührender Dank gilt auch meinem Ehemann dafür, dass er so viel Verständnis für die zahlreichen Arbeitsstunden aufbrachte, welche für die Entstehung meiner Masterarbeit notwendig waren.

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	9
2	Übergewicht & Adipositas	9
2.1	Definition und Klassifikation.....	9
2.2	Epidemiologie.....	10
2.2.1	Morbidität & Mortalität	10
2.2.2	Prävalenz.....	11
2.2.2.1	Entwicklung der Prävalenz bei Kindern und Jugendlichen	11
2.2.2.2	Entwicklung der Prävalenz bei Erwachsenen	12
2.3	Diagnostik	15
2.3.1	BMI	16
2.3.2	Taillen-/Bauchumfang	16
2.3.3	Verhältnis von Taillen- zu Hüftumfang / Waist-to-hip ratio (WHR)	17
2.3.4	Bioimpedanzanalyse.....	18
2.3.4.1	Körperkompartimente	19
2.3.4.2	Impedanz, Resistanz und Reaktanz	19
2.3.4.3	Phasenwinkel	20
2.3.4.4	Körperwasser	20
2.3.4.5	Fettfreie Körpermasse und Körperzellmasse	21
2.3.4.6	Fettmasse.....	22
2.3.4.7	BIA- Messergebnis beeinflussende Faktoren.....	22
2.3.4.8	Geschlechtsspezifische Unterschiede	23
2.4	Ätiologie	24
2.4.1	Essverhalten und Ernährung.....	24
2.4.2	Seelische Ursachen	25
2.4.3	Körperliche Inaktivität.....	25
2.5	Folgen von Adipositas	26
2.5.1	Metabolisches Syndrom.....	26
2.5.2	Hypertonie (Bluthochdruck).....	26
2.5.3	Diabetes mellitus Typ 2.....	27
2.5.4	Dyslipoproteinämie	28
2.5.5	Atherosklerose	28
2.5.6	Fettleber.....	29
2.5.7	Bewegungsapparat.....	30
3	Therapie und Management	30

3.1	Behandlungsindikation & Therapieziele.....	30
3.2	Ernährungstherapie.....	32
3.2.1	Mäßig hypokalorische Kost.....	33
3.2.2	Kohlenhydratreduzierte Diäten.....	34
3.2.3	Eiweißbetonte Kost.....	35
3.2.4	Formuladiäten.....	37
3.3	Bewegungstherapie.....	38
3.3.1	Risiko für Sarkopenie durch Gewichtsabnahme.....	39
3.3.2	Wirkung von Bewegung und Training.....	42
3.3.2.1	Wirkung von Bewegung und Training im Rahmen von Übergewicht und Adipositas.....	42
3.3.3	Wirkung von Krafttraining.....	45
3.3.4	Auswirkungen von Ausdauertraining auf den Stoffwechsel.....	46
3.3.5	Auswirkungen körperlicher Aktivität auf den passiven Bewegungsapparat.....	46
3.3.6	Auswirkungen körperlicher Aktivität auf das Herz-Kreislauf-System.....	46
3.3.7	Auswirkungen körperlicher Aktivität auf Blutfette und Blutdruck.....	47
3.3.8	Methodik zur Durchführung von körperlichem Training bei Übergewicht und Adipositas.....	47
3.3.9	Voraussetzungen für die Durchführung einer Bewegungstherapie...	48
3.3.10	Trainingsintensität in der Behandlung von Übergewicht und Adipositas	49
3.3.11	Trainingsrelevante Inhalte.....	49
3.3.11.1	Sportmedizinische Diagnostik.....	49
3.3.11.2	Regelmäßige Trainingseinheiten.....	49
3.3.11.3	Niedrige Belastungsintensität.....	50
3.3.11.4	Optimale Herzfrequenz.....	50
3.3.11.5	Steigerung des Trainingsumfangs.....	50
3.3.11.6	Steigerung der Intensität.....	50
3.3.11.7	Intervalltraining.....	50
3.3.11.8	Ausdauertraining / Kombination mit Nordic Walking.....	50
3.3.11.9	Kraft- und Koordinationstraining.....	51
3.4	Bariatrische Chirurgie.....	51
3.5	Psychotherapeutische Behandlung.....	51
3.6	Langfristige Betreuung & Gewichtsstabilisierung.....	52
4	Methodik.....	53
4.1	Pilotstudie.....	53

4.2	Studienpopulation.....	54
4.3	Studiendesign	54
4.4	Interventionsablauf.....	55
4.5	Schulungsinhalte	55
4.5.1	Ernährungsempfehlungen.....	55
4.5.1.1	Inhalte der Ernährungs-Schulungseinheit	56
4.5.2	Bewegungsempfehlungen.....	56
4.5.2.1	Inhalte der Bewegungs-Schulungseinheit	56
4.5.3	Übungsprogramm Physitrack®	57
4.5.3.1	Ausfallschritt mit Eigengewicht	57
4.5.3.2	Einbeiniger Wadenheber	58
4.5.3.3	Kniebeuge mit Körpergewicht – Squat.....	58
4.5.3.4	Unterarmseitstütz – Side plank	59
4.5.3.5	Käferübung – Dead bugs.....	59
4.5.3.6	Brücke halten mit Beinstreckung – Bridge	60
4.5.3.7	Fahrradfahren in Rückenlage	60
4.5.3.8	Vierfüßlerstand – Bird dog	61
4.5.3.9	Schulterabduktion – stehend mit Kurzhanteln.....	61
4.5.3.10	Bizepscurl mit Widerstand – Ellenbogenflexion.....	62
4.6	Erhebungsmethoden	62
4.7	Datenmanagement & statistische Methoden	63
5	Ergebnisse.....	65
5.1	Körperliche Betätigung	66
5.2	Ergebnisse der Intervention: Veränderung von Gewicht, BMI, Bauchumfang, Fettmasse und Muskelmasse in den Interventionsgruppen	68
5.2.1	Gewicht.....	70
5.2.2	Body Mass Index (BMI).....	71
5.2.3	Bauchumfang.....	72
5.2.4	Fettmasse	74
5.2.5	Muskelmasse.....	75
5.2.6	Extrazellulärwasser (EZW).....	76
5.2.7	Gesamtkörperwasser / Total Body Water (TBW).....	77
5.2.8	Phasenwinkel.....	78
5.3	Zusammenhang von Gewichtsverlust und der Veränderung der Fettmasse/Muskelmasse.....	79
5.4	Geschlechterunterschiede.....	80
5.4.1	Alter	80

5.4.2	Gewicht.....	82
5.4.3	BMI	82
6	Diskussion	83
6.1	Unterschiede des Gewichtsverlaufs zwischen den Interventionsgruppen	83
6.2	Unterschiede der Körperzusammensetzung zwischen den Interventionsgruppen.....	87
6.2.1	Bauchumfang.....	87
6.2.2	Muskelmasse	88
6.2.3	Fettmasse	90
6.3	Einfluss der Gewichtsreduktion auf die Veränderung der Körperzusammensetzung.....	92
6.4	Unterschiede Männer und Frauen	93
6.4.1	Interventionsgruppe Ernährung.....	94
6.4.2	Interventionsgruppe Bewegung.....	94
6.4.3	Interventionsgruppe Ernährung und Bewegung	94
6.5	Dropoutrate und Limitationen	95
6.6	Schlussfolgerungen.....	96
7	Zusammenfassung und Ausblick.....	97
8	Literaturverzeichnis	98
9	Abbildungsverzeichnis	106
10	Tabellenverzeichnis	108
11	Abkürzungsverzeichnis	108
12	Anhang.....	110
12.1	Ernährungsempfehlungen zur Gewichtsreduktion	110
12.1.1	Lebensmittelliste	111
12.1.2	Tagesspeiseplan.....	115
12.1.3	Wochenspeiseplan.....	118
12.2	Bewegungsempfehlungen	120
12.2.1	Bewegungsumstellung	121
12.2.2	Trainingsplan	122
12.2.3	Bewegungsprotokoll.....	125
12.2.4	Muskelkräftigende Übungen.....	125

1 Einleitung

Adipositas stellt ein großes volksgesundheitliches Problem dar. DiätologInnen ist es ein großes Anliegen, einen Beitrag zur Verbesserung der Situation zu leisten, weshalb das Thema auch in der Masterarbeit aufgegriffen wurde. Der erste Teil dieser Arbeit besteht aus einer Literaturübersicht zu den Themen Übergewicht und Adipositas, während der zweite Teil die durchgeführte Pilotstudie beschreibt. Im Rahmen einer Gewichtsreduktion bei übergewichtigen und adipösen Personen spielen sowohl die Ernährungsumstellung als auch die Steigerung der körperlichen Aktivität eine große Rolle. Ob für den Erfolg einer gewünschten Gewichtsabnahme die Ernährungsumstellung oder die gesteigerte körperliche Aktivität den ausschlaggebenden Erfolg liefert bzw. welche Umstellung den größeren Erfolg verzeichnet, ist oftmals schwer nachvollziehbar.

Ziel der durchgeführten Pilotstudie war es daher, den Unterschied der Auswirkungen zwischen den Interventionsformen einer Ernährungsumstellung, entsprechend den Empfehlungen einer ausgewogenen, gesunden Ernährung laut Österreichischer Gesellschaft für Ernährung (ÖGE), einer Steigerung der körperlichen Aktivität, entsprechend den österreichischen Empfehlungen für gesundheitswirksame Bewegung laut Fonds Gesundes Österreich sowie der Kombination beider Therapieformen zu erheben und den Gewichtsverlauf sowie die Körperzusammensetzung anhand von 3 Gruppen zu evaluieren.

Daraus ergab sich folgende Fragestellung:

Welche Effekte zeigen ernährungs- oder bewegungsbasierte Maßnahmen oder eine Kombination derselben innerhalb von 8 Wochen auf den Gewichtsverlauf und die Körperzusammensetzung von übergewichtigen und adipösen Erwachsenen?

2 Übergewicht & Adipositas

2.1 Definition und Klassifikation

Übergewicht und Adipositas werden durch den Körpermassenindex [Body Mass Index (BMI)], dem Quotienten aus Gewicht und Körpergröße zum Quadrat (kg/m^2), definiert und klassifiziert, wobei ein BMI von 25-29,9 kg/m^2 als Übergewicht und ein BMI $> 30 \text{ kg}/\text{m}^2$ als Adipositas definiert wird (Tabelle 1) (vgl. Biesalski, 2018, S. 620; vgl. Deutsche Adipositas-Gesellschaft (DAG), 2014, S. 15).

Kategorie	BMI (kg/m ²)
Untergewicht	< 18,5
Normalgewicht	18,5 – 24,9
Übergewicht	25 – 29,9
Adipositas Grad I	30 – 34,9
Adipositas Grad II	35 – 39,9
Adipositas Grad III	> 40

Tabelle 1: Klassifikation der Adipositas bei Erwachsenen gemäß dem BMI (mod. nach WHO) Quelle: (vgl. Biesalski, 2018, S. 620; vgl. Deutsche Adipositas-Gesellschaft (DAG), 2014, S. 15).

2.2 Epidemiologie

2.2.1 Morbidität & Mortalität

Adipositas stellt ein volksgesundheitliches Problem dar, da diese als eine Hauptursache für erhöhte Morbidität und Mortalität bei degenerativen Erkrankungen gilt (vgl. Heymsfield et al., 2014, S. 2211). Viele Krankheiten, wie z.B. Diabetes mellitus Typ 2, Hypertonie, Fettstoffwechselstörungen, Arteriosklerose und deren Folgeerkrankungen, wie koronare Herzerkrankungen, zeigen eine Assoziation mit einem erhöhten BMI (vgl. Philipsborn & Geffert, 2021, S. 35). Weiters nimmt auch das Risiko für die chronisch-obstruktive Lungenerkrankung (COPD), Abnützungen des Bewegungsapparates und degenerative Gelenkerkrankungen sowie bestimmte Krebs- und Demenzarten zu. Bei adipösen Personen ist zudem die Beweglichkeit reduziert, die Wahrscheinlichkeit im Laufe des Lebens eine Operation zu haben erhöht, sowie die Lebensqualität beeinträchtigt (vgl. Flores-Cordero et al., 2022, S. 1; vgl. Gallagher & LeRoith, 2015; vgl. Kiefer et al., 2001, S. 17; vgl. Philipsborn & Geffert, 2021, S. 35).

Die World Health Organization (WHO) hat Übergewicht und Adipositas zum größten globalen Gesundheitsproblem erklärt (vgl. World Health Organization, 2021). Eine weitere Zunahme ist aufgrund von regionalen und internationalen Trends zu erkennen und mit bedeutenden Kosten und Auswirkungen auf das Gesundheitssystem verbunden (vgl. Branca, 2007, S. 8). Schätzungen zufolge könnten im Jahr 2030 etwa 60 % der Weltbevölkerung übergewichtig oder adipös sein (vgl. Toplak et al., 2019, S. 72). Zusätzlich besteht bei einem erhöhten Taillen- zu Hüftumfang-Verhältnis (siehe Kapitel 2.3.3.) bei Übergewichtigen sowie Adipösen, aber auch bei Normalgewichtigen, ein erhöhtes Mortalitätsrisiko (vgl. Reis et al., 2009, S. 1232). Unabhängig vom Gewicht ist Bewegungsmangel ein zusätzlicher Faktor, der zu frühzeitiger Morbidität und Mortalität beiträgt (vgl. Schwingshackl et al., 2013, S. 82853).

2.2.2 Prävalenz

2.2.2.1 Entwicklung der Prävalenz bei Kindern und Jugendlichen

In Europa waren im Jahr 2017/2018 etwa 22 % der 7- bis 11-Jährigen und etwa 16 % der 14- bis 17-Jährigen übergewichtig. In Zentral- und Osteuropa betrug die Prävalenz von Übergewicht 20-35 %, während sie in den nördlichen Ländern zwischen 10 und 20 % lag (vgl. Widhalm & Fallmann, 2022, S. 235). Zahlen aus Deutschland zeigen, dass die Prävalenzentwicklung bei Kindern zwischen den Jahren 2003-2006 und 2014-2016 stabilisiert werden konnte und es zu keinem weiteren Anstieg kam, sodass im Zeitraum von 2014-2016 die Prävalenz von Adipositas bei den 3- bis 17-jährigen Kindern und Jugendlichen 6 % und jene von Übergewicht 15 % betrug (vgl. Philipsborn & Geffert, 2021, S. 35).

In Österreich zeigte das kumulierte Vorkommen von Übergewicht, Adipositas und extremer Adipositas von 8-jährigen Mädchen und Knaben, dass je nach Klassifikationsgrundlage im Jahr 2016/2017 circa jeder vierte (WHO) bis sechste (International Obesity Task Force = IOTF) Knabe und jedes vierte (WHO) bis fünfte (IOTF) Mädchen betroffen waren. Wenn alle Altersgruppen im Alter von 7 bis 9,9 Jahren berücksichtigt werden, war die Prävalenz höher. Hier war jeder dritte (WHO) bzw. vierte (IOTF) Knabe und jedes vierte (WHO) bzw. fünfte (IOTF) Mädchen betroffen. Beim Vergleich der Ergebnisse aus den Jahren 2019/2020 mit den Jahren 2016/2017 ist zu erkennen, dass in beiden Gruppen keine signifikanten Unterschiede bei der kumulierten, gesamtösterreichischen Prävalenz von Übergewicht, Adipositas und deren Extremform zu verzeichnen waren. Ähnlich wie es die Entwicklung in Deutschland in den Jahren davor zeigte, waren in Österreich 2019/2020 mehr Knaben normalgewichtig (WHO und IOFT) und weniger Mädchen adipös (WHO und IOFT) bzw. extrem adipös (IOFT) als 2016/2017. Sowohl in der Kategorie Übergewicht als auch bei extremer Adipositas der Gesamtgruppe an Knaben aller Altersstufen zeigte sich ein abnehmender Trend (vgl. Weghuber & Maruszczak, 2021, S. 50). Dieser Trend war sowohl im städtischen, halbstädtischen und, allerdings nur in den WHO-Daten, auch im ländlichen Bereich zu beobachten (Abbildung 1) (vgl. Weghuber & Maruszczak, 2021, S. 43).

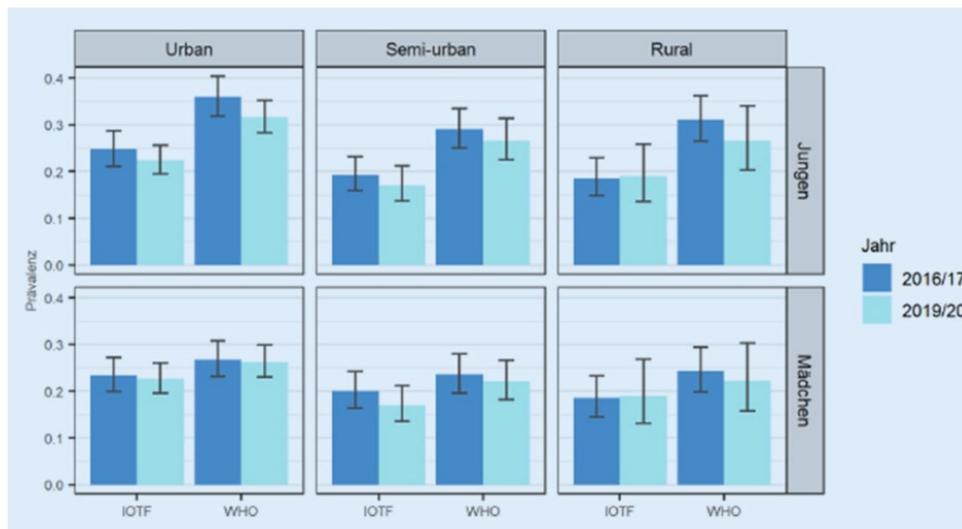


Abbildung 1: Prävalenzvergleich von Übergewicht, Adipositas und extremer Adipositas (gesamt) bei allen Kindern im städtischen (urbanen), halbstädtischen (semiurbanen) und ländlichen (ruralen) Bereich von 2016/2017 und 2019/2020 (BMSGPK Childhood Obesity Surveillance Initiative 2021). Quelle: (vgl. Weghuber & Maruszczak, 2021, S. 43).

2.2.2.2 Entwicklung der Prävalenz bei Erwachsenen

In den Mitgliedsstaaten der Organization for Economic Cooperation and Development (OECD) waren im Jahr 2009 50,3% der erwachsenen Bevölkerung übergewichtig oder fettleibig (vgl. OECD Factbook, 2009, S. 277).

In Deutschland zeigt die Prävalenz von Adipositas in der erwachsenen Bevölkerung einen Anstieg und lag nach der letzten Erhebung des Robert-Koch-Instituts im Jahr 2011 bei 23 %, während jene von Übergewicht bei rund 60 % lag. Die Entwicklung war besonders im Bereich der extremen Adipositas (Adipositas Grad III, BMI >40 kg/m²) dramatisch, denn hier verzehnfachte sich die Prävalenz von rund 0,2 % im Jahr 1975 auf knapp über 2 % im Jahr 2014. Auf eine Verlangsamung oder Umkehr dieses Trends gibt es derzeit keinen Hinweis (vgl. Philipsborn & Geffert, 2021, S. 35).

Daten aus den Jahren 2019/2020 zeigen, dass laut Selbstangaben 46,6 % der Frauen und 60,5% der Männer von Übergewicht oder Adipositas betroffen sind, wobei 19 % eine Adipositas aufweisen, was beinahe einem Fünftel der Erwachsenen entspricht. Abbildung 2, die auf Selbstangaben beruht, zeigt eine ansteigende Prävalenz für Übergewicht und Adipositas mit dem Alter, wobei sich jedoch der Trend ab dem 65. Lebensjahr, außer für Übergewicht bei Frauen, (vgl. Robert Koch Institut, 2021).

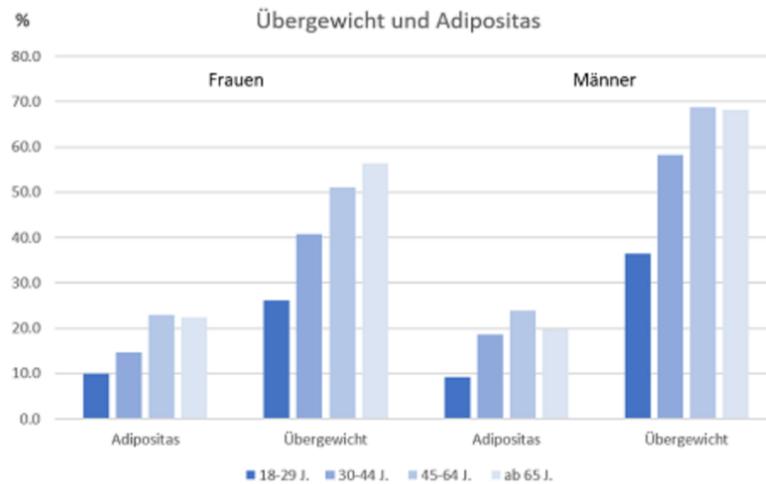


Abbildung 2: Selbstangaben bzgl. Übergewicht und Adipositas im Jahr 2019/2020 in Deutschland; Quelle: (vgl. Robert Koch Institut, 2021).

In den USA stieg die Prävalenz der Adipositas laut National Health and Nutrition Examination Survey (NHANES) von 2000 bis 2020 von 30,5 % auf 41,9% und die der schweren Adipositas von 4,7% auf 9,2 % (vgl. CDC, 2022). In den Jahren 2011/2012 lag die Prävalenz von Adipositas in den USA bei mehr als einem Drittel der Bevölkerung (vgl. Ogden et al., 2013, S. 5). Bei der Altersgruppe zwischen 40 und 59 Jahren war diese insgesamt höher als bei jenen zwischen 20 und 39 Jahren oder Älteren ab 60 Jahren (vgl. Ogden et al., 2013, S. 5). Ergebnisse von NHANES von 2014 zeigten, dass 32,7 % der Erwachsenen ab 20 Jahren übergewichtig, 37,9 % fettleibig und 7,7 % extrem fettleibig waren (vgl. National Center for Health Statistics, 2016, S. 1).

Das Center for Disease Control and Prevention (CDC) veröffentliche regelmäßig Daten zur Prävalenz der Adipositas in den USA, die zeigten, dass die Prävalenz, die im Jahr 2011 in 12 Bundesstaaten noch bei 30-35% lag (siehe Abbildung 3 links oben, Jahr 2011), im Jahr 2015 in 4 Staaten auf 35-40% (siehe Abbildung 3 rechts oben, Jahr 2015) und im Jahr 2019 in 11 Staaten auf 35-40% bzw. in einem Staat auf 40-45% (siehe Abbildung 3 links unten, Jahr 2020). Im Jahr 2022 lag diese in 18 Staaten bei 30-35%, in 17 Staaten bei 35-40% und in weiteren 2 Staaten bereits bei 40-45% (siehe Abbildung 3 rechts unten, Jahr 2022) (vgl. CDC, 2022).

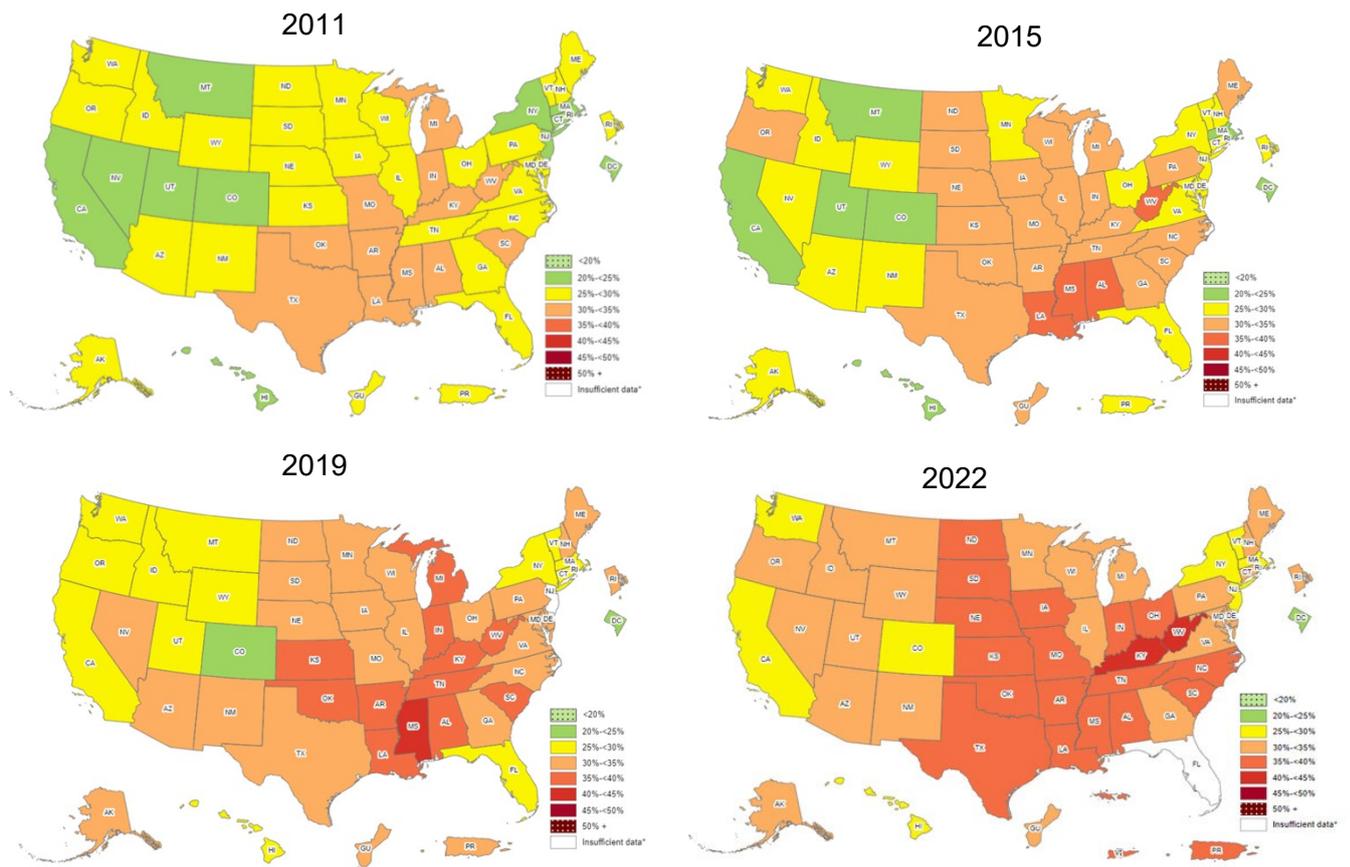


Abbildung 3: Prävalenz von selbstberichteter Fettleibigkeit unter US-Erwachsenen nach Bundesstaat und Territorium in den Jahren 2011, 2015, 2019 und 2022. Quelle: Center for Disease Control and Prevention (vgl. CDC, 2022)

In Österreich waren laut österreichischem Ernährungsbericht vom Jahr 2017 41 % der untersuchten erwachsenen Bevölkerung übergewichtig bzw. adipös, wobei Männer häufiger übergewichtig waren als Frauen, und 28,9 % des Studienkollektivs als übergewichtig bzw. 12,1 % als adipös klassifiziert wurden (vgl. Rust et al., 2017, S. 13). In den höheren Altersklassen traten Übergewicht und Adipositas bei beiden Geschlechtern im Vergleich zu der Altersgruppe von 18 bis unter 25 Jahren häufiger auf. Männer im Alter von 51 bis unter 65 Jahren waren am stärksten von Übergewicht oder Adipositas betroffen. Hier war bereits jeder Zweite übergewichtig, während bei den 15- bis unter 25-Jährigen jeder Vierte Übergewicht zeigte. Während der Anteil bei den 19- bis unter 25-jährigen Männern bei 5,4 % lag, waren es bei den 25- bis 51-jährigen Männern 11,8 % und bei den 52- bis unter 65-jährigen Männern 19,9 %. Diese Ergebnisse zeigen, dass sich in diesen drei Altersklassen der Anteil an Adipösen mit steigendem Alter jeweils verdoppelt hat. Bei Frauen war der mit dem Alter verbundene Anstieg an Betroffenen weniger stark ausgeprägt. Jede sechste Frau im Alter zwischen 19 bis unter 25 Jahren zeigte Übergewicht, während bei den 51- bis unter 65-Jährigen jede dritte übergewichtig war. Ein Vergleich der letzten drei österreichischen Ernährungsberichte zeigte nur eine geringe Veränderung hinsichtlich der Prävalenz von Übergewicht und Adipositas. Dabei ist

jedoch zu beachten, dass es sich bei den Ergebnissen der Berichte 2012 und 2017 um Untersuchungsdaten handelt, während aus dem Jahr 2008 nur Daten aus Selbstangaben vorliegen (vgl. Elmadfa, 2012; vgl. Elmadfa et al., 2008; vgl. Rust et al., 2017, S. 15).

Laut der Österreichischen Gesundheitsbefragung (ATHIS), die seit 2019 alle sechs Jahre durchgeführt wird, waren im Jahr 2019 34,3 % der Befragten übergewichtig und 16,5 % adipös (vgl. Statistics Austria, 2019). Im Jahr 2019 trat Übergewicht und Adipositas in den höheren Altersgruppen bei beiden Geschlechtern häufiger als bei jüngeren Altersgruppen auf. In der Altersgruppe der 15- bis 29-Jährigen waren 26,9 % der Männer beziehungsweise 16,1 % der Frauen übergewichtig und 8,8 % der Männer bzw. 6,7 % der Frauen adipös. Bei den Männern ab 45 Jahren war etwa die Hälfte übergewichtig, während bei Frauen der Anteil an Übergewichtigen ab dem Alter von 75 Jahren mit 39,6 % am höchsten lag. Adipös waren am häufigsten Männer im Alter zwischen 45 und 74 Jahren und Frauen zwischen 60 und 74 Jahren. Wie aus Abbildung 4 ersichtlich, ist die Adipositas-Prävalenz bei Männern und Frauen ab dem 75. Lebensjahr rückläufig (vgl. Holzer, 2019, S. 53).

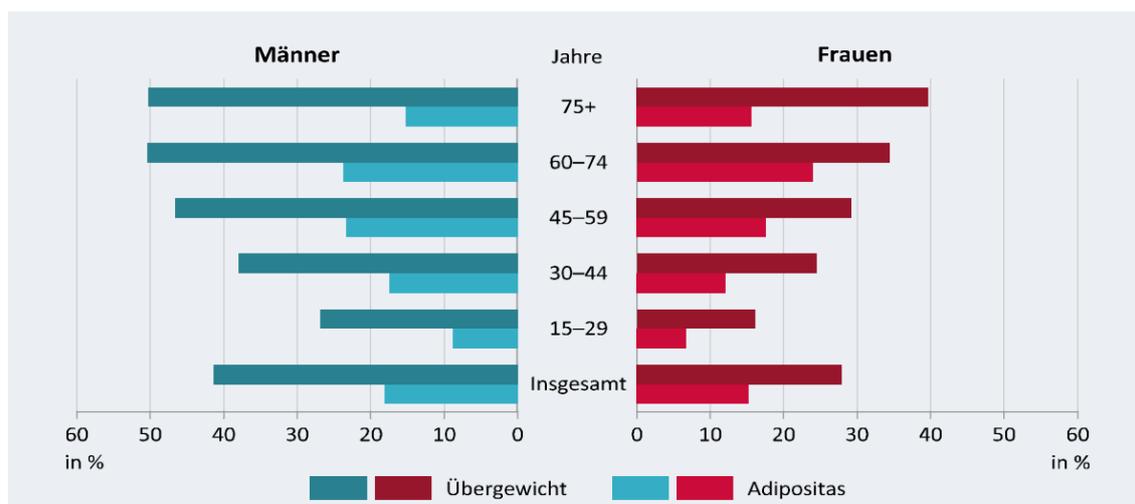


Abbildung 4: Prävalenz von Übergewicht und Adipositas im Jahr 2019 nach Alter und Geschlecht. Quelle: Statistik Austria, Gesundheitsbefragung 2019 - Bevölkerung in Privathaushalten im Alter von 15 Jahren und mehr Jahren (vgl. Holzer, 2019, S. 54).

2.3 Diagnostik

Im Folgenden werden BMI, Taillen- und Bauchumfang und das Verhältnis von Taillen- zu Hüftumfang, sowie Ergebnisse der Bioimpedanzanalyse, als Indikatoren zur Beurteilung von Übergewicht und Adipositas erläutert und deren Relevanz für den klinischen Alltag beschrieben.

2.3.1 BMI

Der Körpermassenindex (Body Mass Index [BMI]) wird als Quotient aus Gewicht und Körpergröße zum Quadrat (kg/m^2) berechnet. Er stellt eine einfach zu erhebende anthropometrische Messgröße dar, die zur Klassifizierung von Übergewicht und Adipositas sehr häufig verwendet wird. Als Quotient von Gewicht und Größe berücksichtigt er jedoch ausschließlich die Messwerte von Gewicht und Größe. Deshalb „besitzt der BMI nur einen begrenzten Wert zur Abschätzung des Körperfetts, da er nicht zwischen Körperfett und fettfreier Körpermasse differenzieren kann“ (Wirth & Hauner, 2013, S.2). Exaktere Methoden zur Erfassung des Körperfettanteils sind zum Beispiel die Bioimpedanzanalyse (BIA) oder Dual Energy X-Ray Absorptiometrie (DEXA) (vgl. Wirth & Hauner, 2013, S. 9). Nicht nur Personen mit einem BMI $> 30 \text{ kg/m}^2$ weisen einen hohen relativen Fettanteil auf, sondern auch etwa ein Drittel der Normalgewichtigen (vgl. Kapoor et al., 2020, S. 1). Grund dafür ist der häufige Verlust von Muskelmasse, zum Beispiel mit zunehmendem Alter oder bedingt durch Erkrankungen (vgl. Souza et al., 2012, S. 1001; vgl. Toplak et al., 2019, S. 72). Dies kann zu einem Zustand, bestehend aus einem Mangel an Muskelmasse und einer Reduktion der Muskelkraft, den man als Sarkopenie bezeichnet, führen (vgl. Biesalski, 2018, S. 786). Damit geht häufig auch ein ungünstiges Verhältnis zwischen Fett- und Muskelmasse einher, das auch bei Normal- und Übergewichtigen vorkommt (vgl. Norman, 2015, S. 19). Der Verlust der Muskelmasse und Muskelkraft kann zu sarkopenischer Fettleibigkeit führen und die Entwicklung von chronischen Krankheiten wie Adipositas und Typ-2-Diabetes begünstigen, da die Muskelmasse als stoffwechselaktives Gewebe einen wichtigen Beitrag zum Grundumsatz leistet (vgl. Souza et al., 2012, S. 1001). Das Ausmaß des Übergewichts, welches über den BMI erfasst wird, begünstigt das metabolische und kardiovaskuläre Gesundheitsrisiko und beeinflusst das Fettverteilungsmuster (vgl. Deutsche Adipositas-Gesellschaft (DAG), 2014, S. 15). Der BMI ist jedoch zur Beurteilung der Körperfettverteilung, und vor allem der abdominalen Adipositas, die durch eine Erhöhung der viszeralen, das heißt der im Bauchraum vorhandenen Fettmasse charakterisiert ist, nicht geeignet (vgl. Schindler & Ludvik, 2004).

2.3.2 Taillen-/Bauchumfang

Eine wichtige Zusatzinformation zum BMI liefert der Taillen-/Bauchumfang als Maß der abdominalen (viszeralen) Fettansammlung. Dieser wird zur Beurteilung der viszeralen Fettansammlung bei einem BMI über 25 kg/m^2 empfohlen (vgl. Deutsche Adipositas-Gesellschaft (DAG), 2014, S. 15).

Der Taillen-/Bauchumfang kann mit einem Maßband bei PatientInnen in der Mitte zwischen Unterrand des Rippenbogens und Beckenkamm bei leichter Ein- und Ausatmung mit einer Genauigkeit von 1 cm bzw. 0,5 cm gemessen werden (vgl. Wirth & Hauner, 2013, S. 3).

Wenn der Taillen-/Bauchumfang > 88 cm bei Frauen beziehungsweise > 102 cm bei Männern liegt, wird von einer abdominellen Adipositas gesprochen (vgl. Deutsche Adipositas-Gesellschaft (DAG), 2014, S. 15).

Die empfohlenen geschlechtsspezifischen Cut-off-Werte für ein erhöhtes metabolisches und kardiovaskuläres Risiko sind 80 cm bei Frauen und 94 cm bei Männern, sowie für ein erheblich erhöhtes Risiko 88 cm bei Frauen und 102 cm bei Männern, wie in Tabelle 2 gezeigt. Das bedeutet auch, dass abdominelle Adipositas mit einem deutlich erhöhten Risiko assoziiert ist (vgl. World Health Organization, 2008, S. 27).

Taillenumfang (cm)	Mäßig erhöhtes Risiko	Deutlich erhöhtes Risiko
Männer	> 94	> 102
Frauen	> 80	> 88

Tabelle 2: Cut-off-Werte der Weltgesundheitsorganisation und Risiko für metabolische und kardiovaskuläre Komplikationen. Quelle: (vgl. World Health Organization, 2008, S. 27).

2.3.3 Verhältnis von Taillen- zu Hüftumfang / Waist-to-hip ratio (WHR)

Durch die Berechnung der WHR anhand des Verhältnisses von Taillen- zu Hüftumfang wird die Körperfettverteilung beschrieben. Entsprechend wird in Bezug auf die Verteilung des Körperfetts eine androide (abdominelle oder viszerale) Adipositas und eine gynoide (gluteo-femorale oder periphere) Adipositas unterschieden (siehe Abbildung 5). Im Sprachgebrauch, vor allem für Laien, werden diese auch als „Apfeltyp“ oder „Birnentyp“ bezeichnet (vgl. Kasper, 2000, S. 249).



Abbildung 5: Unterschiedliche Verteilung des Körperfetts: „Apfeltyp“ und „Birnentyp“; Quelle: (vgl. Uphoff Helga, 2004).

Die Messung des Taillenumfanges wurde im Kapitel 2.3.2 beschrieben, die des Hüftumfangs erfolgt an der ausladendsten Stelle des Gesäßes auf Höhe der Trochanteren, das sind Knochenvorsprünge am oberen Ende der Oberschenkelknochen, sogenannte Rollhügel des

Hüftgelenks (vgl. Biesalski & Grimm, 2002, S. 12). Grenzwerte für die WHR sind 0,85 für Frauen und 0,90 für Männer (vgl. World Health Organization, 2008, S. 27).

Die viszerale Fettmasse korreliert besonders eng mit kardiovaskulären Risikofaktoren und Komplikationen (vgl. Deutsche Adipositas-Gesellschaft (DAG), 2014, S. 15). Untersuchungen haben gezeigt, dass die Bestimmung der WHR im Vergleich zum BMI eine bessere Risikoabschätzung für kardiovaskuläre Erkrankungen ermöglicht (vgl. C. M. Y. Lee et al., 2008, S. 646; vgl. Tchernof & Després, 2013, S. 359; vgl. van Dijk et al., 2012, S. 208). Koning et al. (2007, S. 850) untersuchten in einer Studie den Zusammenhang von Taillenumfang und WHR mit dem Risiko kardiovaskulärer Ereignisse und kam zu dem Ergebnis, dass hierbei ein starker positiver Zusammenhang festzustellen ist.

Eine Querschnittstudie von Matos et al. (2011, S. 30) hat gezeigt, dass neben dem BMI, der Bauchumfang und die WHR vielversprechende Indikatoren für die Insulinsensitivität bei Personen mit normalen Nüchternblutzuckerkonzentrationen darstellen. Bei übergewichtigen Frauen zeigte die WHR weiters eine stärkere Korrelation mit einer gestörten Insulinsensitivität als der BMI. Eine niedrige WHR dürfte eine protektive Wirkung auf die Entstehung von Herz-Kreislauf-Erkrankungen ausüben (vgl. Seidell et al., 2001, S. 315).

Da die Messung des Taillenumfangs allein die tatsächliche Fettverteilung ebenfalls gut widerspiegelt und schneller durchführbar ist, ist die Bestimmung der WHR in der Praxis in den Hintergrund getreten (vgl. Biesalski, 2018, S. 623; vgl. Wirth & Hauner, 2013, S. 13).

2.3.4 Bioimpedanzanalyse

Als Goldstandard zur Bestimmung der Körperzusammensetzung gelten die Computertomografie (CT) und Magnetresonanztomografie (MRT), jedoch werden diese in der Praxis aufgrund der hohen Kosten, dem Bedarf an Personal und Zeitaufwand sowie, in Bezug auf CT, aufgrund der assoziierten Strahlenbelastung für einen Routine-Einsatz nicht verwendet (vgl. Biesalski, 2018, S. 623; vgl. Reljic et al., 2019, S. 474).

Die Bioimpedanzanalyse (BIA) ist eine nicht-invasive und kostengünstige Methode zur Messung der Körperzusammensetzung (vgl. Khalil et al., 2014, S. 10897; vgl. Schindler & Ludvik, 2004). Sie zählt mittlerweile zu den am häufigsten verwendeten Methoden, da die Durchführung der Messung einfach und für die untersuchten Personen und PatientInnen nicht belastend ist, sowie durch portable Geräte flexible Einsatzmöglichkeiten bestehen.

Das Prinzip der BIA ist eine elektrische Widerstandsmessung, die auf den unterschiedlichen Leitfähigkeiten der verschiedenen Körperkompartimente bzw. Körpergewebe beruht. Sie ermöglicht eine Differenzierung von Fettmasse, Körperzellmasse und extrazellulärer Masse. Der nicht wahrnehmbare Wechselstrom, welcher für die Widerstandsmessung durch den Körper geleitet wird, hat eine Frequenz von 50 kHz und eine Stromstärke von 800 μ A. Bei niedriger Frequenz von unter 5 kHz durchfließt der Strom das extrazelluläre Wasser, jedoch werden

Zellmembranen aufgrund ihrer Doppellipidschicht nicht durchdrungen. Mit zunehmender Frequenzhöhe kann der Strom auch diese Zellmembranen überwinden, sodass er auch durch das intrazelluläre Wasser fließt. Fettgewebe weist jedoch einen geringen Gehalt an Flüssigkeit und Elektrolyten auf und hat daher einen relativ hohen elektrischen Widerstand, welcher auch als Impedanz bezeichnet wird (vgl. Kyle, Bosaeus, Lorenzo, Deurenberg, Elia, Gómez et al., 2004, S. 1227; vgl. Reljic et al., 2019, S. 478).

2.3.4.1 Körperkompartimente

Die gesamte Körpermasse kann im Wesentlichen nach funktionellen Gesichtspunkten in die Komponenten Wasser, Muskeln, Fett und Knochen unterteilt werden, deren Anteile an der gesamten Körpermasse von genetischen Faktoren, dem Ernährungs- und Bewegungsverhalten und dem Gesundheitszustand eines Individuums abhängen. Wie in Abbildung 6 dargestellt, wird die Körpermasse in verschiedenen Modellen (1-,2- und 3-Kompartiment-Modelle) in bis zu 5 Kompartimente unterteilt (vgl. Reljic et al., 2019, S. 475). Mit der BIA können alle beurteilt werden.

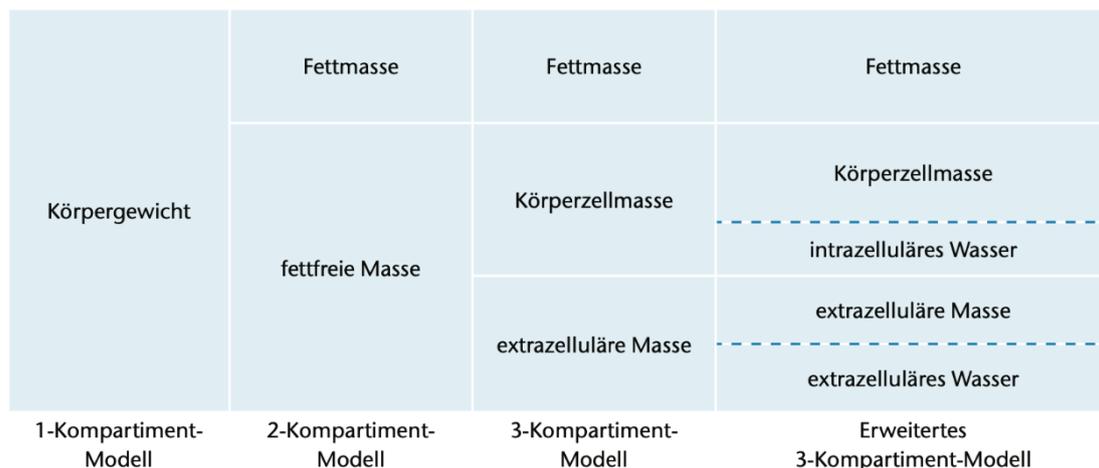


Abbildung 6: Körperkompartiment-Modelle. Quelle: (Reljic et al., 2019, S.475).

2.3.4.2 Impedanz, Resistanz und Reaktanz

Impedanz (Z), Resistanz (R), Reaktanz (Xc) und der Phasenwinkel sind die primären Parameter, die bei einer BIA erhoben werden. Aus diesen werden weitere, wie Gesamtkörperwasser, fettfreie Masse und Fettmasse, durch zugrunde liegende Algorithmen berechnet (vgl. Bialscki, 2018, S. 623). Der Widerstand (Impedanz) des Körpers wird mit einem konstanten Signal eines Wechselstroms gemessen und besteht aus zwei Teilgrößen, der Resistanz (Widerstand von elektrolythaltigen Körperflüssigkeiten) und der Reaktanz (kapazitiver Widerstand, welcher durch die Kondensatoreigenschaften der Zellmembran entsteht) (vgl. Reljic et al., 2019, S. 478). Die Resistanz korreliert stark mit dem Gesamtkörperwasser und wird durch

Schwankungen des Wassergehalts in den Armen und Beinen beeinflusst. Beim Menschen beträgt diese ca. 90 % der Impedanz. Die Reaktanz ist ein Maß für die Zahl der Körperzellen, daher ist ein niedriger Reaktanzwert ein Hinweis auf eine geringe Körperzellmasse; sie macht ca. 10 % der Impedanz aus (vgl. Biesalski, 2018, S. 463; vgl. Kyle, Bosaeus, Lorenzo, Deurenberg, Elia, Gómez et al., 2004, S. 1228; vgl. Reljic et al., 2019, S. 478).

2.3.4.3 Phasenwinkel

Der Phasenwinkel ist als das Verhältnis von Resistanz zu Reaktanz definiert (vgl. Biesalski, 2018, S. 463). Der Phasenwinkel ist neben der körperlichen Konstitution auch von Alter, Geschlecht und ethnischer Zugehörigkeit abhängig. Männer haben einen Normwert im Bereich von 6,0-7,0°, weisen aber generell einen höheren Phasenwinkel auf als Frauen, deren Normalwert zwischen 5,0-6,5° liegt (vgl. Biesalski, 2018, S. 465; vgl. Reljic et al., 2019, S. 479).

Der Phasenwinkel steigt vom Säugling bis zum Jugendlichen progressiv an, stabilisiert sich im Erwachsenenalter und nimmt bei älteren Menschen progressiv ab (vgl. Mattiello et al., 2020). Ist der Phasenwinkel hoch, weist dies auf intakte, gesunde Zellen mit einem stabilen elektrischen Membranpotential hin, während er bei geschädigten Zellen oder einer geringen Zelldichte niedrig ist. In der Praxis bedeutet das, dass Mangelernährte und Personen mit Zellschädigungen oder atrophierte Muskulatur niedrige und gut ernährte Sportler mit einer ausgeprägten Muskelmasse sehr hohe Phasenwinkelwerte aufweisen (vgl. Reljic et al., 2019, S. 479). Somit lassen sich aus dem Phasenwinkel Rückschlüsse auf den Gesundheits- und Ernährungszustand der Zellen ziehen. Laut European Society for Clinical Nutrition and Metabolism (ESPEN) Guidelines (vgl. Kyle, Bosaeus, Lorenzo, Deurenberg, Elia, Gómez et al., 2004, S. 1435) ist der niedrige Phasenwinkel bei HIV-Infizierten, Peritoneal- und HämodialysepatientInnen, PatientInnen mit Leberkrankungen und älteren Menschen relevant für den Krankheitsverlauf und die Prognose der PatientInnen (vgl. Biesalski, 2018, S. 464; vgl. Kyle, Bosaeus, Lorenzo, Deurenberg, Elia, Manuel Gómez et al., 2004, S. 1435).

2.3.4.4 Körperwasser

Abhängig vom Alter, der Körperzusammensetzung und dem Geschlecht, beträgt der Wassergehalt des menschlichen Körpers etwa 50-75 % des Körpergewichts. Im Mittel sind es beim Erwachsenen 60 %. Frauen haben einen um ca. 10% niedrigeren Wassergehalt als Männer, da sie einen höheren Fettanteil besitzen. Bei muskulösen SportlerInnen kann es aufgrund des höheren Anteils an fettfreier Masse auch zu einem höheren Anteil an Wasser kommen, sodass die Werte im Bereich von 70-80% liegen können. Das Körperwasser nimmt mit dem Alter auf bis zu 45% ab (vgl. Köhnke, 2011, S. 92).

Zwei Drittel des Körperwassers befinden sich in intrazellulären Kompartimenten. Dieser Anteil wird als intrazelluläres Wasser (Intracellular water, ICW) zusammengefasst, der restliche Teil befindet sich in extrazellulären Kompartimenten und wird als extrazelluläres Wasser

(Extracellular water, ECW), welches Blutplasma, Interstitium und den transzellulären Raum (Liquor, Drüsensekrete und Gelenksflüssigkeiten) umfasst, bezeichnet (vgl. Biesalski, 2018, S. 206). Eine an den Bedarf angepasste Flüssigkeitsaufnahme ist wichtig, um das Gesamtkörperwasser konstant zu halten. Wenn zu wenig Flüssigkeit aufgenommen wird, kommt es zu einer Dehydratation, sprich zu einem Wassermangel im Körper. Normalerweise stehen Aufnahme, Bildung und Ausscheidung von Wasser in einem Gleichgewicht, jedoch kann es auch bei einem gesteigerten Flüssigkeitsverlust, wie starkem Schwitzen, Durchfall oder Erkrankungen mit gesteigerter Wasserausscheidung durch die Nieren, zu einer negativen Wasserbilanz kommen. Bei Herzinsuffizienz, Leberzirrhose oder Nierenerkrankungen mit einer chronisch verminderten Flüssigkeitsausscheidung kommt es hingegen zu einem Wasserüberschuss, einer Hyperhydratation, mit einem Anstieg des Gesamtkörperwassers (Total body water, TBW) und zu einer vermehrten Ansammlung von Flüssigkeit im Bauchraum (vgl. Kasper & Burghardt, 2020, S. 400). Mittels BIA lässt sich bei gesunden, normal-hydrierten Personen das Körperwasser valide und sehr gut reproduzierbar erfassen (vgl. Kyle, Bosaeus, Lorenzo, Deurenberg, Elia, Manuel Gómez et al., 2004, S. 1435; vgl. Reljic et al., 2019, S. 479). Bei akuten Schwankungen oder pathologischen Veränderungen des Wasserhaushalts kann es jedoch zur fehlerhaften Einschätzung des Gesamtkörperwassers kommen (vgl. Reljic et al., 2019, S. 480).

2.3.4.5 Fettfreie Körpermasse und Körperzellmasse

Als fettfreie Masse (Fat-free mass, FFM) wird jegliches Körpergewebe mit Ausnahme der Körperfettmasse (Fat mass, FM) bezeichnet. Die Körperzellmasse (Body cell mass, BCM) besteht aus metabolisch aktiven Geweben und dem ICW. Die BCM ist aufgrund der proteinreichen Teilkomponente (metabolisch aktive Gewebe) besonders von katabolen Zuständen betroffen und somit von zentraler Bedeutung für die Beurteilung des Ernährungszustandes. Auch genetische Faktoren, das Alter, sowie der Trainingszustand sind für die Ausprägung der BCM verantwortlich. Diese soll bei gesunden, gut ernährten Erwachsenen bei 50-60 % der FFM liegen, während sie bei SportlerInnen deutlich über 60 % der FFM ausmachen kann. Mit zunehmendem Alter und bei körperlicher Inaktivität nimmt die BCM ab (vgl. Biesalski, 2018, S. 787).

Zur Beurteilung des Ernährungszustandes ist das Verhältnis von extrazellulärer Masse (Extracellular mass, ECM) zur BCM ausschlaggebend. Beim Gesunden sollte der Quotient kleiner als 1 sein, da die BCM beim Gesunden deutlich größer als die ECM ist (vgl. Biesalski, 2018, S. 464; vgl. Reljic et al., 2019, S. 480). Während bei Mangelernährten das Körpergewicht zunächst unverändert bleiben kann, nimmt typischerweise die ECM zu und die BCM ab. Somit weist ein Anstieg des Verhältnisses dieser beiden Parameter zueinander auf eine Verschlechterung des Ernährungszustandes hin. Ein Verlust an BCM sollte vermieden werden, da dieser mit einer schlechteren klinischen Prognose, wie erhöhte Mortalität oder schlechteres Outcome

der jeweiligen vorliegenden Erkrankung, assoziiert ist (vgl. Kyle, Bosaeus, Lorenzo, Deurenberg, Elia, Manuel Gómez et al., 2004, S. 1435; vgl. Reljic et al., 2019, S. 480).

2.3.4.6 Fettmasse

Die Fettmasse erfüllt eine Vielzahl an lebensnotwendigen Aufgaben, wie die Funktionen als Energiespeicher und Energielieferant, Wärmeisolator und Wärmeerzeuger, mechanisches Schutzpolster und Stoffwechselorgan, welches für die Sekretion unterschiedlicher Hormone und anderer Botenstoffe verantwortlich ist. Die Fettmasse wird ebenfalls von genetischen Faktoren, dem Alter, dem Geschlecht, der Ernährung und der körperlichen Aktivität beeinflusst. Wenn über längere Zeit mehr Energie aufgenommen als durch körperliche Aktivität verbraucht wird, kommt es zur zunehmenden und schließlich übermäßigen Fetteinlagerung und in weiterer Folge zu negativen gesundheitlichen Folgen, wie zum Beispiel zu einem erhöhten Risiko für Herz-Kreislauf-Erkrankungen, chronisch entzündlichen Erkrankungen, Diabetes mellitus Typ 2 und bestimmte Krebserkrankungen (vgl. Coelho et al., 2013, S. 196; vgl. Reljic et al., 2019, S. 480).

Die Fettmasse ergibt sich rechnerisch aus der Differenz aus Körpergewicht und fettfreier Masse. Die Messergebnisse und daher auch die Ergebnisse für die fettfreie Masse, sind stör anfällig. Da in vielen BIA-Formeln in der Anwendung bei stark adipösen Personen die fettfreie Masse deutlich unterschätzt wird, wurden speziell für dieses PatientInnenkollektiv eigene Formeln entwickelt, sodass durch eine entsprechende Anpassung der Algorithmen die Messgenauigkeit verbessert werden kann (vgl. Reljic et al., 2019, S. 481).

Bei Erwachsenen im Alter von 20-60 Jahren liegt die Fettmasse normalerweise in einem Bereich von 21-34 % bei Frauen und 8-22 % bei Männern. Deutlich niedriger kann der Anteil der Fettmasse bei LeistungssportlerInnen sein, wobei ein Unterschreiten von 2-4 % bei Männern und 10-12 % bei Frauen gravierende gesundheitliche Folgen haben kann, da die Regulation von verschiedenen Hormonen, das Immunsystem oder auch das Herz-Kreislauf-System beeinträchtigt werden können. Der Gesundheitszustand kann somit unter Berücksichtigung der Fettmasse, sowie des Körpergewichts und der fettfreien Masse, beurteilt werden (vgl. Reljic et al., 2019, S. 480).

2.3.4.7 BIA- Messergebnis beeinflussende Faktoren

Es gibt unterschiedliche Faktoren, die die Zuverlässigkeit von BIA-Messungen beeinflussen können. Dazu gehören einerseits Faktoren, die direkt mit der Technik, also dem BIA-Gerät und dem Messequipment zusammenhängen, andererseits Faktoren wie eine falsche Positionierung der Elektroden und die Verwendung ungeeigneter Elektroden. Weiters sind Faktoren, die im Zusammenhang mit der Testperson stehen, zu berücksichtigen, da diese idealerweise nüchtern sein sollte. Auch äußere Umstände, wie die Umgebungstemperatur, die im Idealfall Zimmertemperatur sein sollte, fließen mit ein. Eine standardisierte Durchführung ist daher von

großer Bedeutung, um die Präzision der Messergebnisse zu erhöhen (vgl. Reljic et al., 2019, S. 483).

Im Rahmen der Interpretation der Ergebnisse ist darauf zu achten, dass Dehydrierung einen Anstieg der Impedanz zur Folge hat und daher in der Berechnung die fettfreie Masse unterschätzt und die Fettmasse überschätzt wird, da die meisten BIA-Formeln einen konstanten Wasseranteil der fettfreien Masse voraussetzen. Wenn eine Hyperhydratation vorliegt, ist eine gegenteilige Fehleinschätzung der Fall (vgl. Kyle, Bosaeus, Lorenzo, Deurenberg, Elia, Manuel Gómez et al., 2004, S. 1435; vgl. Reljic et al., 2019, S. 480).

2.3.4.8 Geschlechtsspezifische Unterschiede

Im Rahmen einer Studie von Dokhi & Habib (2013) wurden mittels BIA geschlechtsspezifische Unterschiede in der erwachsenen Bevölkerung Saudi-Arabiens untersucht. Die Querschnittsstudie untersuchte 411 gesunde Erwachsene im Alter von 18 bis 72 Jahren ($36,91 \pm 15,22$ Jahre). Dabei wurde ein durchschnittlicher BMI von $27,22 \pm 5,65 \text{ kg/m}^2$ erhoben. Signifikante geschlechtsspezifische Unterschiede wurden beim prozentualen Körperfettanteil und der Muskelmasse festgestellt (vgl. Dokhi & Habib, 2013, S. 189). Während Männer ein höheres Gewicht ($80,29 \pm 16,80 \text{ kg}$ vs. $66,22 \pm 15,05$), BMI ($27,58 \pm 5,44$ vs. $26,15 \pm 6,15$) und eine größere Muskelmasse ($53,77 \pm 9,11$ vs. $40,91 \pm 5,74$) als Frauen aufweisen, hatten Frauen einen höheren Fettanteil ($34,61 \pm 9,01$ vs. $27,28 \pm 8,07\%$) (vgl. Dokhi & Habib, 2013, S. 191). Eine Querschnittsstudie von Wirth & Steinmetz (1998, S. 393) zeigte im Geschlechterunterschied, dass Männer in der Regel eine stärkere Verbesserung der metabolischen Risikofaktoren aufweisen als Frauen. Dieser Unterschied könnte mit der verstärkten Gewichts- und Fettabnahme aufgrund eines größeren Energiedefizits bei Männern zusammenhängen. Von den 32 StudienteilnehmerInnen (davon 16 Männer und 16 Frauen) mit einem mittleren BMI von 35 kg/m^2 nahmen im Rahmen der Studie, welche 15 Wochen dauerte und bei der die Kalorienzufuhr der Männer auf 1500 kcal/Tag und der Frauen auf 1200 kcal/Tag beschränkt war, nahmen Männer und Frauen nicht unterschiedlich viel an Gewicht ab ($-13,4 \pm 3,5 \text{ kg}$ vs. $-12,8 \pm 2,9 \text{ kg}$), die Körperfettmasse veränderte sich absolut und relativ gesehen ebenfalls nicht unterschiedlich, und bei beiden Geschlechtern war das Verhältnis von Taille zu Hüfte vor und nach dem Programm vergleichbar. Männer bauten aber mehr intraabdominelles Fett ab, während es bei Frauen das subkutane Fett war, welches vermehrt verloren ging. Obwohl die absolute und relative Verringerung des Körpergewichts und Körperfetts ähnlich waren, ging der stärkere Abbau von intraabdominalem Fett bei Männern mit einer deutlichen Verbesserung des metabolischen Risikoprofils einher. Daher ließ sich eine geschlechterspezifische Entwicklung hinsichtlich der größeren negativen Energiebilanz bei Männern erkennen.

Da der Ernährungs- und Gesundheitszustand in engem Zusammenhang mit der Körperzusammensetzung stehen, eignet sich die BIA durch die Möglichkeit der Quantifizierung

einzelner Körperkompartimente, wie Muskelmasse, Fettmasse und Körperwasser, zur adäquaten Beurteilung von Therapieverläufen (vgl. Biesalski, 2018, S. 623; vgl. Reljic et al., 2019, S.474).

2.4 Ätiologie

Bei Übergewicht und Adipositas handelt es sich um ein komplexes Krankheitsbild, bei dem neben genetischen Faktoren vor allem ein ungünstiger Lebensstil und die dadurch bedingte langjährige positive Energiebilanz, aber auch psychosoziale Faktoren wichtige Ursachen darstellen. Aber auch der sozioökonomische Status spielt bei der Entstehung von Übergewicht und Adipositas eine wichtige Rolle, wodurch bei Personen mit einer niedrigen Schulbildung beziehungsweise niedrigem Haushaltseinkommen die Adipositasprävalenz höher ist. Das Überleben der Menschheit in der Geschichte der Evolution war über weite Phasen durch Nahrungsmangel bedroht, während der Nahrungsüberfluss und dessen negative Folgen ein vergleichsweise junges Phänomen darstellen. Daher haben sich starke und wirksame genetische Mechanismen zur Sicherung des Körpergewichts etabliert. Durch die industrielle Revolution und die damit einhergehenden ökonomischen Veränderungen ist in bestimmten Teilen der Welt ein Nahrungsmittelüberfluss bei gleichzeitig weitreichenden Lebensstilveränderungen, wie niedriger Bewegungsaktivität, entstanden. Adipositas kann daher als Ergebnis eines Zusammenspiels von Erb- und Umweltfaktoren angesehen werden, bei der auch das Essverhalten und psychosomatische Aspekte zu berücksichtigen sind (vgl. Biesalski, 2018, S. 619; vgl. Hauner & Herzog, 2008, S. 819).

2.4.1 Essverhalten und Ernährung

Die Gesamtenergiezufuhr ist für den Gewichtsverlauf von größter Bedeutung, während die Quelle dieser Energie eine untergeordnete Rolle spielt. Die gestiegene Energiedichte von verarbeiteten Convenience- und Fastfood-Produkten trägt zur übermäßigen Energiezufuhr bei, da die Entstehung des Sättigungsgefühls ein gewisses Nahrungsvolumen zur Magenfüllung voraussetzt. Zusätzlich hat sich in den letzten 2 Generationen der durchschnittliche Energieverbrauch durch körperliche Aktivität wegen zunehmender Technisierung des Alltags- und Berufslebens um circa 500 kcal/Tag vermindert (vgl. Biesalski, 2018, S. 627; vgl. Hauner & Herzog, 2008, S. 819).

Essen und Trinken hängen von Geburt an mit sozialen Beziehungen zusammen. Es hat nicht nur im soziokulturellen Kontext eine spezifische Bedeutung, sondern steht auch in Zusammenhang mit der individuellen Lebensgeschichte. Die Steuerung der Nahrungsaufnahme ist einerseits durch Hunger und Sättigung gegeben, andererseits auch durch eine emotionale Regulation beeinflusst. Manche Menschen essen in Stresssituationen mehr, andere wiederum weniger. Familiäre Muster, wie z.B. Belohnung durch Süßigkeiten, die erlernt wurden, spielen eine

große Rolle. Die Affektregulation, auch Emotionsregulation genannt, stellt einen Prozess dar, mit dem eine Person- die Art, die Intensität oder Dauer von Emotionen, in dem Fall durch Essen, in eine bestimmte Richtung beeinflussen möchte. Diese Zusammenhänge zur Affektregulation haben Einfluss auf die Entstehung der Adipositas (vgl. Biesalski, 2018, S. 628; vgl. Hauner & Herzog, 2008, S. 823).

Eine weitere Ursache kann eine Binge-Eating-Störung sein, bei der es zu Essanfällen mit Kontrollverlust ohne kompensatorische Maßnahmen kommt (vgl. Hauner & Herzog, 2008, S.824).

2.4.2 Seelische Ursachen

Die Essgewohnheiten ändern sich in Folge von seelischen Problemen und können zu einer erhöhten Energiezufuhr, die sich langfristig in einer ungewollten Gewichtszunahme widerspiegelt, führen (vgl. Wirth & Hauner, 2013, S. 90). Einerseits kommen Angst- und Essstörungen bei Adipösen öfters vor, andererseits führt höhergradige Adipositas sehr häufig zu depressiven Krankheitsbildern und Selbstwertproblemen. Körperliche Erkrankungen wie Diabetes, koronare Herzkrankheit, sowie auch Gelenkschäden und chronische Schmerzen verstärken sekundär die Entstehung depressiver Erkrankungen. Eine Kombination aus Ernährung- und Bewegungstherapie sowie erfolgreicher Verhaltensmodifikation kann antidepressive Wirkung zeigen (vgl. Hauner & Herzog, 2008, S. 823).

2.4.3 Körperliche Inaktivität

Die Energiebilanz, also die Differenz zwischen Energiezufuhr und Energieverbrauch, hat Auswirkungen auf den Verlauf des Körpergewichts. Wird längerfristig mehr Energie zugeführt als verbraucht, kommt es zur Gewichtszunahme. Die Produktion von Wärme durch Stoffwechselaktivität, sowie die Art und Dauer der körperlichen Aktivität wirken sich auf den Energieverbrauch des Menschen aus (vgl. Wirth & Hauner, 2013, S. 97). Der Grundumsatz, beziehungsweise auch Ruheenergieverbrauch, ist jene Menge an Energie, die der Körper in Ruhe zum Erhalt der Körperfunktionen sowie der Körpertemperatur verbraucht. Der Ruheenergieverbrauch wird stark durch die Muskelmasse determiniert und geht mit zunehmendem Alter zurück, da es zu einer Verminderung der Muskelmasse kommt (vgl. Wirth & Hauner, 2013, S. 98). Der Energiemehrverbrauch durch die Aufnahme von Nahrung oder Kälteeinwirkung sowie durch Stress und Angst wird auch als Thermogenese zusammengefasst. Diese ist bei Adipösen oft vermindert, hat jedoch für die Gewichtsregulation nur eine geringe Bedeutung (vgl. Wirth & Hauner, 2013, S. 100). Während der Ruheenergieverbrauch und die Thermogenese kaum beeinflussbar sind, kann durch Bewegung, einerseits durch die Bewegung im Alltag, andererseits durch absichtliche Muskelarbeit in Beruf und Freizeit, ein wesentlicher Betrag zum Energieverbrauch geleistet werden (vgl. Wirth & Hauner, 2013, S. 101). Dabei ist die

spontane, meist unbewusste Aktivität, von großer Bedeutung (vgl. Wirth & Hauner, 2013, S.103).

Der Grund für den starken Anstieg der Adipositas, vor allem in den Industrieländern, ist das veränderte Arbeits- und Freizeitverhalten, wodurch der Energieverbrauch abgenommen hat (vgl. Biesalski, 2018, S. 628; vgl. Winkler et al., 2012, S. 24; vgl. Wirth & Hauner, 2013, S. 294).

2.5 Folgen von Adipositas

Metabolische, kardiovaskuläre, gastrointestinale und orthopädische bis hin zu psychosomatischen Komplikationen sowie multiple Störungen in der Funktion zahlreicher Organe sind die Folge von Adipositas. Die zu erwartenden Komplikationen sind umso schwerwiegender, je länger die Adipositas besteht. Bereits ab einem BMI von 30 kg/m² nimmt die Lebenswartung der Betroffenen ab, wobei morbid adipöse (Adipositas mit Begleiterkrankungen) PatientInnen besonders gefährdet sind (vgl. Hauner & Herzog, 2008, S. 819).

Adipositas spielt eine wesentliche Rolle bei der Entstehung von verschiedenen assoziierten Krankheiten, welche im Folgenden hinsichtlich ihrer Genese und Auswirkungen besprochen werden (vgl. Biesalski, 2018, S. 629; vgl. Wirth & Hauner, 2013, S. 178).

2.5.1 Metabolisches Syndrom

Eine Kombination von Übergewicht bzw. Adipositas, erhöhtem Blutdruck, einer gestörten Glukosetoleranz und Fettstoffwechselstörungen werden als metabolisches Syndrom bezeichnet (vgl. Biesalski, 2018, S. 630, 661; vgl. Wirth & Hauner, 2013, S. 178). Das viszerale Fett spielt bei der Krankheitsentwicklung eine Rolle, genauso wie die Insulinresistenz, bei der es zu einer verminderten Glucoseverwertung mit Hyperinsulinämie kommt. Im Vergleich zum subkutanen Fett produziert das viszerale Fettgewebe Substanzen, die zur Entwicklung von Diabetes, Dyslipidämie und Hypertonie beitragen (vgl. Wirth & Hauner, 2013, S. 181). Kann das metabolische Syndrom rückgängig gemacht werden, kann dies positive Auswirkungen auf frühe atherosklerotische Veränderungen haben (vgl. Biesalski, 2018, S. 661; vgl. Wirth & Hauner, 2013, S. 182).

2.5.2 Hypertonie (Bluthochdruck)

Adipöse Patienten mit Hypertonie profitieren von einer langfristigen Gewichtsreduktion. Eine ungünstige Körperzusammensetzung, mit einem zu hohen Anteil an Fettmasse, vor allem des intraabdominellen Fettgewebes, spielt eine entscheidende Rolle in der Entwicklung einer Hypertonie. Daher ist die Änderung der Ernährung und des Lebensstils, einschließlich gesteigerter körperlicher Betätigung, einige der wesentlichsten Faktoren in der Hypertoniebehandlung (vgl. Litwin & Kułaga, 2021, S. 825). Adipöse PatientInnen mit Hypertonie profitieren von einer

langfristigen Gewichtsreduktion, wobei in vielen Fällen diese eine erforderliche medikamentöse Therapie nur ergänzt (vgl. Wirth & Hauner, 2013, S. 210). Zusätzlich zu einer Reduktion des Gewichts ist jene der Kochsalzaufnahme und Steigerung der Kaliumzufuhr über obst- und gemüserreiche Ernährung zu empfehlen (vgl. Litwin & Kulaga, 2021, S. 825; vgl. Wirth & Hauner, 2013, S. 208).

Adipositas gilt auch als wesentliche Ursache einer therapieresistenten Hypertonie, bei der trotz dreifacher antihypertensiver Therapie inklusive eines Diuretikums (entwässerndes Medikament) ein Blutdruck von $> 140/90$ mmHg besteht. Die kardiovaskuläre Folge aus erhöhtem Blutdruck und Adipositas sind arteriosklerotische Veränderungen und koronare Herzkrankheit (siehe Kapitel 2.5.5), aus der eine Herzinsuffizienz (Herzschwäche), aber auch ein Myokardinfarkt (Herzinfarkt) oder plötzlicher Herztod entstehen kann (vgl. Biesalski, 2018, S. 633; vgl. Wirth & Hauner, 2013, S. 206). Mit Zunahme des BMI pro kg/m^2 steigt das Risiko für Herzinsuffizienz. Ratsam ist eine frühzeitige Intervention, bevor sich die Herzinsuffizienz manifestiert. Auch für die Entstehung von Schlaganfällen ist die therapieresistente Hypertonie ein bedeutender Risikofaktor (vgl. Wirth & Hauner, 2013, S. 207).

2.5.3 Diabetes mellitus Typ 2

Der wohl wichtigste Risikofaktor für Typ 2 Diabetes (T2D) ist die Adipositas, denn das Risiko ist um das 40-Fache erhöht, wenn der BMI über $35 \text{ kg}/\text{m}^2$ liegt (vgl. Bundesministerium für Gesundheit und Frauen, 2017, S. 64). Das Mortalitätsrisiko ist 7-fach erhöht, wenn diese beiden Erkrankungen in Kombination vorliegen (vgl. Toplak et al., 2019, S. 72, vgl. Bundesministerium für Gesundheit und Frauen, 2017, S. 31). Auch insulinresistente, übergewichtige und fettleibige Kinder und Jugendliche zeigen eine hohe Prävalenz eines metabolischen Syndroms (vgl. Biesalski, 2018, S. 665; vgl. S. Lee & Kim, 2013, S. 229).

Die Lebensform und Essgewohnheiten haben sich in den letzten Jahrzehnten durch die ständige Verfügbarkeit von wohlschmeckenden und oftmals energiedichten Lebensmitteln verändert, und diese stellen eine Ursache für den Anstieg von Adipositas und Typ-2-Diabetes dar. Die Mahlzeitenhäufigkeit und die steigenden Portionsgrößen sowie der hohe Zuckerkonsum in Getränken tragen zu einer positiven Energiebilanz bei (vgl. Wirth & Hauner, 2013, S. 185). Das Diabetesrisiko kann um etwa 30 % gesenkt werden, indem die körperliche Aktivität gesteigert wird, und es kann durch die Kombination mit einer Ernährungsumstellung weiter reduziert werden (vgl. Orozco et al., 2008).

Ausdauer- und Krafttraining führen zu einer signifikanten Senkung des HbA1c-Wertes (vgl. Pan et al., 2018, S. 1). Unter HbA1c wird der glykosylierte rote Blutfarbstoff (Hämoglobin) verstanden, welcher in % aussagt, wieviel Blutzucker sich in den letzten 2-3 Monaten an die roten Blutkörperchen gebunden hat (vgl. Kasper & Burghardt, 2020, S. 279).

Bevor es zu einem Diabetes Typ-2 kommt, ist oftmals der Fettstoffwechsel betroffen und es liegen erhöhte Triglyzeridkonzentrationen vor. Durch chronische Überernährung führen vergrößerte Fettdepots zu Stoffwechselveränderungen, die die Manifestation des Typ-2-Diabetes bei genetisch prädisponierten Personen begünstigen (vgl. Bundesministerium für Gesundheit und Frauen, 2017, S. 5; vgl. Wirth & Hauner, 2013, S. 186). Personen mit einer stammbetonten Fettverteilung (das heißt, mit einem erhöhten Taillen-/Bauchumfang) haben ein deutlich höheres Risiko für Typ-2-Diabetes und kardiovaskuläre Komplikationen als Menschen mit einer peripheren Fettverteilung (vgl. Bundesministerium für Gesundheit und Frauen, 2017, S. 20). Eine gesunde Ernährung und körperliche Aktivität spielen eine große Rolle, um die Entstehung von Typ-2-Diabetes zu vermeiden (vgl. Biesalski, 2018, S. 663).

2.5.4 Dyslipoproteinämie

Bei übergewichtigen und adipösen PatientInnen sind Fettstoffwechselstörungen (Dyslipoproteinämien) häufiger als bei Normalgewichtigen zu finden. Dazu gehören die Hypertriglyzeridämie, welche durch erhöhte Serumtriglyzeridkonzentrationen ($> 150\text{mg/dl}$) charakterisiert ist, in Kombination mit erhöhten Low-Density-Lipoprotein (LDL)-Cholesterinkonzentrationen ($> 155\text{mg/dl}$) und erniedrigten High-Density-Lipoprotein (HDL)-Cholesterinkonzentrationen ($< 40\text{mg/dl}$ für Männer, $< 50\text{mg/dl}$ für Frauen) (vgl. Biesalski, 2018, S. 630). Vor allem bei viszeraler Adipositas kommt es häufiger zu Dyslipoproteinämien (vgl. Wirth & Hauner, 2013, S. 200). Durch sportliche Betätigung können die HDL-Konzentrationen erhöht und die LDL-Konzentrationen gesenkt werden (vgl. Wang & Xu, 2017, S. 6). Durch Reduktionskost kommt es in der Regel bei übergewichtigen PatientInnen mit Insulinresistenz und Fettstoffwechselstörung zu einer deutlichen Verbesserung des Lipidstatus. Dabei ist neben der Kalorienreduktion vor allem bei einer Hypertriglyzeridämie darauf zu achten, schnell verstoffwechselbare Kohlenhydrate und Alkohol zu meiden (vgl. Biesalski, 2018, S. 682, 684; vgl. Wirth & Hauner, 2013, S. 203). Hinsichtlich einer Verbesserung aller Lipidparameter ist eine Kombination aus Reduktionskost und zusätzlicher Bewegungstherapie am effektivsten (vgl. Wirth & Hauner, 2013, S. 205).

2.5.5 Atherosklerose

Die koronare Herzkrankheit (KHK) ist durch atherosklerotische Veränderungen der Herzkranzgefäße gekennzeichnet. Bei Adipositas ist häufig eine endotheliale Dysfunktion (Funktionsstörung des Endothels), welche eine Frühform der Atherosklerose darstellt, anzutreffen. Die Fettverteilung ist für die Entstehung einer endothelialen Dysfunktion bedeutender als der BMI (vgl. Wirth & Hauner, 2013, S. 212).

Laut Biesalski führt eine gesunde Ernährung zu einer 30%igen Reduktion von kardiovaskulären Ereignissen (vgl. Biesalski, 2018, S. 697). Die Gewichtsabnahme geht mit verminderter

Mortalität einher, was auch in einer bariatrischen Langzeitbeobachtung gezeigt wurde, da durch diese ein vermindertes kardiovaskuläres Risiko bestand (vgl. Romero-Corral et al., 2006). Um den Gewichtsverlust und auch die kardiovaskulären Ereignisse bei Adipösen zu verbessern, stehen neben der zunehmenden Anwendung von bariatrischen Eingriffen durch die Entwicklung der Glucagon-like Peptide-1-Agonisten (GLP-1-Agonisten) auch pharmakologische Optionen, zur Verfügung. GLP-1-Agonisten sind blutzuckersenkende Arzneistoffe, die die Sekretion von Insulin stimulieren und die Ausschüttung von Glukagon, einem Gegenspieler von Insulin, hemmen. Weiters verlangsamen diese die Magenentleerung und erhöhen dadurch das Sättigungsgefühl, weshalb sie vor allem bei Typ-2-Diabetes und Adipositas zum Einsatz kommen (vgl. Bostrom et al., 2021, S. 9).

2.5.6 Fettleber

Nicht-alkoholische Fettleber-Erkrankungen (NAFLD= Nonalcoholic fatty liver disease) umfassen die einfache Fettleber (Steatose, NAFL= Nonalcoholic fatty liver) und die Fettleberentzündung (NASH= Nonalcoholic Steatohepatitis), welche das Risiko für eine Leberzirrhose und ein hepatozelluläres Karzinom erhöhen (vgl. Biesalski, 2018, S. 632; vgl. Ferguson & Finck, 2021, S. 1). Die Abgrenzung zu alkoholischen Fettlebererkrankungen ist durch den Nachweis absoluter Alkoholkarenz oder eines Alkoholkonsums <20 g/Tag möglich. Die Prävalenz einer Fettleberentzündung liegt bei ca. 25 % aller adipösen PatientInnen und bei 21-40 % aller PatientInnen, die auch einen Typ-2-Diabetes haben. Bereits adipöse Jugendlichen können eine nicht-alkoholische Fettleber-Erkrankung aufweisen, da eine viszerale Adipositas und hyperkalorische Ernährung das Risiko für Fettleber bereits im Jugendalter erhöhen. Neben dem gestörten Fettstoffwechsel und der hepatischen Insulinresistenz zu Beginn ist das Fortschreiten der Fettleberentzündung durch oxidativen Stress und Entzündungsreaktionen gekennzeichnet (vgl. Wirth & Hauner, 2013, S. 195). Aufgrund des engen Zusammenhangs zwischen nicht-alkoholischen Fettleber-Erkrankungen und Typ-2-Diabetes haben viele Wirkstoffe, die derzeit zur Behandlung von Hyperglykämie eingesetzt werden, positive Ergebnisse bei Fettleberentzündungs-Biomarkern erzielt (vgl. Ferguson & Finck, 2021, S. 12). Die Prävention und Therapie der Folgen einer nicht-alkoholischen Fettleber-Erkrankung, wie Typ-2-Diabetes und kardiovaskuläre Veränderungen, sind genauso wie die Reduktion von Steatose (Fetteinlagerung), Entzündung und Fibrose (Gewebeverhärtung durch vermehrte Bindegewebsbildung) das Ziel der Behandlung (vgl. Wirth & Hauner, 2013, S. 198). Eine Gewichtsabnahme von 10 % verbessert bei übergewichtigen, an nicht-alkoholischer Fettleber erkrankten Patienten die für eine Fettleber typischen Laborwerte der Leberenzyme Aspartat-Aminotransferase (AST) und Alanin-Aminotransferase (ALT). Somit stellt eine Lebensstiländerung, bestehend aus Bewegung und Ernährung laut der amerikanischen Vereinigung für Lebererkrankungen die Therapie der Wahl dar (vgl. Fock & Khoo, 2013, S. 62).

2.5.7 Bewegungsapparat

Aufgrund der Mehrbelastung des Bewegungsapparates sind oftmals Rückenbeschwerden oder Knieprobleme Folgen des Übergewichts (vgl. Wirth & Hauner, 2013, S. 237). Durch die über viele Jahre hinweg erhöhte Körpermasse ist das Risiko für Gelenksarthrose im Alter erhöht (vgl. Biesalski, 2018, S. 634).

Fortschreitendes Alter und Adipositas tragen zu degenerativen Erkrankungen des Muskel-Skelett-Systems und zur Entwicklung einer sarkopenischen Adipositas (siehe Kapitel 3.3.1.) bei. Die Ätiologie des Muskelabbaus ist multifaktoriell und umfasst Entzündungen, oxidativen Stress und hormonelle Veränderungen und wird durch die Vermeidung von Aktivität aus Angst vor Schmerzen weiter verschlimmert. Bewegungstraining ist eine ideale Intervention, um den Folgen des Alterns und der Fettleibigkeit entgegenzuwirken (vgl. Vincent et al., 2012, S. 1). Im Rahmen der Sarkopenie kommt es zu altersbedingten Defekten an neuromuskulären Verbindungen und zum Verlust von Motoneuronen (Nervenzellen, die die Muskulatur des Körpers aktivieren). Dadurch entsteht eine Abnahme der Anzahl und Größe von Muskelfasern des Typs 2 (kraftvoll und schnell kontrahierend) und in geringerem Maße des Typs 1 (ausdauernd und langsam kontrahierend), was letztlich zur Reduktion der Muskelmasse und Muskelkraft führt. Bewegung begünstigt die Sprossung überlebender motorischer Fasern, die die verwaissten Muskelfasern innervieren, wodurch die motorischen Einheiten des Typs 1 vergrößert werden (vgl. Coletti et al., 2022, S. 4).

3 Therapie und Management

3.1 Behandlungsindikation & Therapieziele

Anhand des Risikoprofils und des BMI wird die Behandlungsnotwendigkeit von Übergewicht und Adipositas festgemacht. Wenn Begleiterkrankungen wie Typ-2-Diabetes oder Hypertonie vorliegen, sollte ab einem BMI zwischen 25 und 29,9 kg/m² eine Gewichtsreduktion angestrebt werden. Ab einem BMI von > 30 kg/m² liegt definitiv eine Indikation für eine Gewichtsreduktion vor. Schwangeren oder stillenden Frauen und Personen mit vorliegender Essstörung oder psychiatrischen Erkrankungen soll eine Gewichtsreduktion jedoch nicht empfohlen werden. Das individuelle Gesamtrisiko ist ausschlaggebend für die jeweiligen Behandlungsziele und hängt einerseits von der BMI-Kategorie, andererseits von Komorbiditäten ab. Der Erhalt der stoffwechselaktiven Muskelmasse und die Verkleinerung der exzessiven Fettdepots werden dabei angestrebt. Bei Adipositas ohne Begleiterkrankungen ist eine Gewichtssenkung von 5-10% ausreichend. Liegt jedoch ein hohes Risiko für Folgeerkrankungen vor, kann eine Reduzierung des Gewichts um bis zu 30% indiziert sein (vgl. Biesalski, 2018, S. 638; vgl. Hauner & Herzog, 2008, S. 820; vgl. Wirth & Hauner, 2013, S. 267). Um eine Verringerung der Gesundheitsrisiken zu erreichen, sollten die Förderung der Gewichtsabnahme, die Erhaltung des Gewichts

sowie die Vorbeugung einer erneuten Gewichtszunahme im Mittelpunkt stehen. Die Behandlung von Begleiterkrankungen und die Verbesserung der Lebensqualität adipöser PatientInnen gehören ebenfalls zu den Therapiezielen. Ausgewogene hypokalorische Diäten führen zu einer klinisch bedeutsamen Gewichtsabnahme, unabhängig davon, welche Makronährstoffe dabei im Vordergrund stehen (vgl. Yumuk et al., 2015, S. 402). Ausdauer und Krafttrainingsprogramme erwiesen sich als wichtige Komponenten bei der Behandlung morbid Adipositas. Ein Energiedefizit von 500-1000 kcal ist das Ziel, um eine Gewichtsabnahme von etwa 0,45 bis 0,90 kg pro Woche und einen Gewichtsverlust von 10 % in sechs Monaten zu erreichen (vgl. Fonseca et al., 2013, S. 67).

Gemeinsam mit dem Patienten oder der Patientin sollten die Therapieziele vereinbart und regelmäßig überprüft werden. Die Eigenmotivation ist für den Therapieerfolg von enormer Wichtigkeit, da ein solcher ohne Einsicht unwahrscheinlich ist. Weiters stellt ein unterstützendes soziales Umfeld eine wichtige Säule bei der Behandlung der Adipositas dar. Ein aktiver Lebensstil und eine langfristige Ernährungsumstellung sind die Grundlage für die langfristige Gewichtsreduktion, wobei die Begrenzung der Energiezufuhr die wirksamste Einzelkomponente darstellt (vgl. Hauner & Herzog, 2008, S. 821).

Die Basistherapie besteht aus einer Änderung der Lebensweise mit einer energieärmeren Ernährung und einer Steigerung der körperlichen Aktivität (vgl. Wirth & Hauner, 2013, S. 191). Wenn nach 3-6 Monaten das Behandlungsziel nicht erreicht wird, kann eine bilanzierte Diät, bei der eine Mahlzeit am Tag durch ein kalorienreduziertes Produkt ersetzt wird, zum Einsatz kommen. Dieses Konzept ist auch bei morbid Adipositas zunächst die Therapie der Wahl, die im Fall mangelnden Erfolgs nach 6-12 Monaten um chirurgische Optionen erweitert werden kann (vgl. Hauner & Herzog, 2008, S. 821). Bei PatientInnen im Alter von 18-60 Jahren mit einem BMI $\geq 40,0$ kg/m² oder zwischen 35-39,9 kg/m² und Komorbiditäten, sollte ein operativer Eingriff erwogen werden. Eine chirurgisch induzierte Gewichtsabnahme führt zu der Verbesserung von Begleiterkrankungen wie Typ-2-Diabetes, Stoffwechselstörungen, kardiorespiratorischen Erkrankungen, schweren Gelenkserkrankungen und fettleibigkeitsbedingten, schweren psychischen Problemen (vgl. Yumuk et al., 2015, S. 414). Innerhalb von 1 bis 2 Jahren kann ein Gewichtsverlust von ca. 4 bis 6 kg durch Ernährungstherapie, 2 bis 3 kg durch Bewegungstherapie und 20 bis 40 kg durch bariatrische Chirurgie erreicht werden (vgl. Wirth et al., 2014, S. 705).

Die Therapie und Behandlung von Adipositas stellen in der Regel eine langfristige Aufgabe für PatientInnen und BehandlerInnen dar, da mit kurzfristigen Diäten, wie es von vielen Betroffenen oftmals versucht wird, kein anhaltender Erfolg zu erzielen ist. Oftmals kommt es zum sogenannten Jo-Jo-Effekt, bei dem nach anfänglicher Gewichtsabnahme eine deutliche Zunahme erfolgt, die meistens das Ausgangsgewicht wieder erreicht oder sogar überschreitet. Da viele Adipöse eine längere Behandlungsgeschichte mit vielen Frustrationserlebnissen

in Bezug auf die Gewichtsreduktion hinter sich haben, ist es daher das Ziel der Therapie, eine nachhaltige Gewichtsreduktion zu erzielen und Adipositas-assoziierte Begleit- und Folgeerscheinungen zu reduzieren (vgl. Becker & Zipfel, 2020, S. 35).

Es ist möglich, Muskelmasse aufzubauen und Körperfettmasse zu reduzieren, indem neben einer Ernährungsumstellung auch eine Steigerung der körperlichen Aktivität erfolgt. Um eine Verminderung des Körperfettanteils zu bewirken, ist vor allem Ausdauersport geeignet (vgl. Toplak et al., 2019, S. 72).

Eine Kombination aus Ernährungs-, Bewegungs- und Verhaltenstherapie ist laut den Leitlinien der Deutschen Adipositas-Gesellschaft (DAG) bei PatientInnen mit Adipositas Grad I und II (BMI 30 bis < 40 kg/m²) sowie bei Übergewicht (BMI 25 bis 30 kg/m²) mit gleichzeitigem Vorliegen somatischer Komorbiditäten die Methode der Wahl.

Die Therapie sollte idealerweise von einem interdisziplinären Team, bestehend aus VertreterInnen verschiedener Fachdisziplinen, wie Endokrinologie, Sportmedizin, Ernährungstherapie und Adipositaschirurgie, durchgeführt werden. Ein gesunder Lebensstil soll im Rahmen der Verhaltenstherapie erlernt werden, um eine moderate Gewichtsabnahme innerhalb von 6-12 Monaten und, nachfolgend, eine Gewichtsstabilisierung zu erreichen. Durch Veränderungsstrategien, welche dauerhaft in den Alltag integriert werden, sowie unter Berücksichtigung der Vorlieben und der Lebensgewohnheiten kommt es auch zu einer Verbesserung der Lebensqualität und oftmals auch der psychischen Befindlichkeit. Eine Gewichtsabnahme von ca. 0,5-1 kg/Woche ist in der Reduktionsphase realistisch erreichbar, wobei es im Einzelfall zu Schwankungen in Abhängigkeit vom Energiedefizit kommen kann (vgl. Biesalski, 2018, S. 638). Langfristig ist es das Ziel, das erreichte Gewicht zu halten und eine neuerliche Gewichtszunahme zu verhindern. Sowohl BehandlerInnen als auch der oder die Adipöse sollten eine realistische Vorstellung von der zu erreichenden Gewichtsabnahme haben, denn zu hoch gesteckte beziehungsweise unrealistische Ziele führen zu Frustration. Der mittlere Gewichtsanstieg bei Adipösen liegt bei etwa 0,5-2 kg/Jahr. Somit ist bereits die Stabilisierung des Gewichts über einen längeren Zeitraum sinnvoll und kann ein ausreichendes Therapieziel darstellen. Die positiven Folgen bzw. Effekte einer mäßigen Gewichtsabnahme liegen darin, dass die viszeralen Fettdepots mobilisiert werden, da diese aufgrund ihrer Stoffwechselaktivität eng mit metabolischen und kardiovaskulären Störungen verbunden sind (vgl. Wirth & Hauner, 2013, S. 268). Eine kontinuierliche Nachbetreuung als Rückfallprophylaxe soll zur Stärkung der Selbstkontrolle und Motivation der neu erworbenen Verhaltensweisen führen, um eine langfristige Gewichtsstabilisierung zu erreichen (vgl. Becker & Zipfel, 2020, S. 35).

3.2 Ernährungstherapie

Von großer Bedeutung ist die Berücksichtigung individueller Ess- und Ernährungsgewohnheiten sowie Lebensmittelvorlieben der PatientInnen, um eine hohe Kurz- und vor allem auch

Langzeitcompliance zu erreichen. Um individuelle Ernährungsempfehlungen geben zu können, müssen sowohl das persönliche als auch das berufliche Umfeld der PatientInnen berücksichtigt werden. Die Umsetzung kann einerseits im Einzelgespräch und andererseits in Form von Gruppensitzungen stattfinden, wobei Letztere den Vorteil haben, dass gruppendedynamische Prozesse eine langfristige Gewichtsreduktion begünstigen können.

Die Basis der Ernährungstherapie stellt eine energiereduzierte Mischkost dar. Die Ernährungspyramide dient als Grundlage und gibt Auskunft darüber, in welcher Menge und Frequenz einzelne Lebensmittelgruppen, wie zum Beispiel Getreide, Obst, Gemüse, Fette und Süßigkeiten, im täglichen Speiseplan enthalten sein sollen. Weiters spielt die Menge (Volumen) der Nahrung eine entscheidende Rolle, da die Magendehnung einen Hauptstimulus für die Sättigung darstellt. Daher kann durch den Verzehr von Lebensmitteln mit geringer Energiedichte (kcal/g) das Körpergewicht von adipösen PatientInnen weiter reduziert werden. Neben der Ernährungsumstellung ist die Analyse des Essverhaltens und der Essstruktur sehr wichtig. Die Vereinbarung von strukturierten Mahlzeitenplänen und Einkaufslisten, sowie das Führen von Ernährungstagebüchern stellen wichtige verhaltenstherapeutische Interventionen dar, um eine günstige Essstruktur zu etablieren. Zwischen den drei Hauptmahlzeiten sollte unkontrolliertes Essen vermieden werden. Zwischenmahlzeiten werden nicht empfohlen, um den Überblick über das Gegessene nicht zu verlieren. Auch die Tatsache, dass in der Regel bei der nächsten Hauptmahlzeit die Kalorienaufnahme nicht reduziert wird, wenn Zwischenmahlzeiten eingeplant werden, spricht dafür, auf diese zu verzichten (vgl. Becker & Zipfel, 2020, S. 36).

Eine negative Energiebilanz kann laut den Leitlinien der Deutschen Adipositasgesellschaft zur Prävention und Therapie der Adipositas über unterschiedliche Methoden wie „low-carb“, „low-fat“, eine Kombination der beiden oder eine Formuladiät, bei der eine oder mehrere Mahlzeiten durch ein kalorienreduziertes diätetisches Produkt ersetzt werden, erreicht werden (vgl. Biealski, 2018, S. 638).

3.2.1 Mäßig hypokalorische Kost

Das Prinzip einer mäßig hypokalorischen Mischkost mit einem Kaloriendefizit von 500-1000 kcal pro Tag stellt den Goldstandard in der Ernährungstherapie von Adipositas dar (vgl. Biealski, 2018, S. 638; vgl. Hauner & Herzog, 2008, S. 821; vgl. Wirth et al., 2014, S. 705). Dabei ist auf eine Reduktion der Lebensmittel mit einem hohen Anteil an gesättigten Fetten sowie auf eine ausreichende Proteinzufuhr zu achten. Neben 3 regelmäßigen Mahlzeiten pro Tag, sind der Einsatz von ballaststoffreichen Lebensmitteln wie reichlich Gemüse, Salat, Obst und Vollkornprodukten und eine Zufuhr an kalorienfreien Getränken von großer Bedeutung (vgl. Hauner & Herzog, 2008, S. 822).

Durch die Senkung der Energiedichte bei gleichzeitig hohem Nährstoffgehalt, kommt es bei konsequenter Umsetzung zu einer Gewichtsabnahme von 0,5 kg/Woche. Dies ist als

langfristiges Ernährungskonzept geeignet und wird daher auch auf Dauer empfohlen (vgl. Wirth & Hauner, 2013, S. 284).

Kalorienärmere Diäten führen zwar kurzfristig in einem Zeitraum von unter sechs Monaten zu einem größeren Gewichtsverlust, langfristig über 12 Monaten betrachtet verringert sich dieser Vorteil jedoch (vgl. Chao et al., 2021, S. 1). Unabhängig von der gewählten Diätform, um ein Energiedefizit zu erreichen, ist die Einhaltung der Diät einer der wichtigsten Faktoren bei der Behandlung der Adipositas (vgl. Chao et al., 2021, S. 8).

Mit einer Reduzierung der Energiezufuhr um 500 kcal/Tag kann eine Gewichtsreduktion von 0,5 kg/Woche erreicht werden. Für eine erfolgreiche Gewichtsreduktion ist eine Ernährungsumstellung mit einem Kaloriendefizit erforderlich, wobei die Ernährung sowohl fettreduziert als auch kohlenhydratreduziert sein kann. Dabei sollen komplexe Kohlehydraten bevorzugt und auf Mono- und Disaccharide verzichtet werden (vgl. Toplak et al., 2019, S. 72 f).

In einer Übersichtsarbeit über 34 randomisierte Studien mit kohlenhydratreicher (55-60 %), fettarmer (weniger als 30 % der Energiezufuhr) und ballaststoffreicher Diät mit niedrigem glykämischen Index wurde gezeigt, dass das Körpergewicht über einen Zeitraum von 3-12 Monaten um 8 % reduziert werden konnte (vgl. Fock & Khoo, 2013, S. 60).

Eine Metaanalyse von Astrup et al. (2000, S. 1551), bei der 19 kontrollierte Interventionsstudien mit fettarmer ad libitum Ernährung über 2 - 12 Monate analysiert wurden, zeigte, dass eine reduzierte Fettaufnahme zu einem um durchschnittlich 3,2 kg höheren Gewichtsverlust führte, als in den Kontrollgruppen zu beobachten war. Eine Verringerung der Fettmenge in der Nahrung führte zu einem Gewichtsverlust auch ohne gleichzeitige Einschränkung der Energiezufuhr und dieser fiel bei Personen mit höherem Ausgangsgewicht stärker aus.

3.2.2 Kohlenhydratreduzierte Diäten

Stark propagiert wurden im letzten Jahrzehnt kohlenhydratarme (low carb) und fett- bzw. eiweißliberale Diäten. Eine sehr starke Kohlenhydratbegrenzung ist weder sinnvoll noch aus Akzeptanzgründen auf längere Sicht durchführbar. Eine mäßige Restriktion ist jedoch vertretbar, sofern der ausreichende Verzehr von Ballaststoffen, vor allem aus Gemüse, gegeben ist und eine zu hohe Zufuhr an gesättigten Fetten vermieden wird (vgl. Stern et al., 2004). Dabei sollen die komplexen Kohlehydraten bevorzugt und auf Mono- und Disaccharide verzichtet werden (vgl. Toplak et al., 2019, S. 72 f). Kohlenhydratarme (60-150 g Kohlenhydrate/Tag) und sehr kohlenhydratarme Diäten (<60 g Kohlenhydrate/ Tag) sind seit vielen Jahren beliebt und ein wichtiger Faktor für die kurzfristige (weniger als 2 Wochen) Gewichtsabnahme. Eine Metaanalyse von Fock & Khoo (2013, S. 61), bei der 5 Studien analysiert wurden, ergab, dass die Gewichtsabnahme bei einer kohlenhydratarmen Diät schon nach 6 Monaten nicht mehr aufrechterhalten wird, im Vergleich zu einem Zeitraum von 12 Monaten bei fettarmer Ernährung.

3.2.3 Eiweißbetonte Kost

Im Zusammenhang mit „Low-carb“-Diäten ist die Bedeutung der Erhöhung des Eiweißanteils zu erwähnen. Eiweißreiche Diäten führen im Durchschnitt aufgrund des stärkeren Sättigungseffekts zu einem etwas größeren Gewichtsverlust (vgl. Krieger et al., 2006), jedoch kommt es zu unerwünschten Nebenwirkungen, wie dem Anstieg von Harnstoff und Harnsäure mit einem erhöhten Risiko für Nierensteine bzw. einer gesteigerten Belastung der Nieren (vgl. Frank et al., 2009, S. 1509). Durch eine eiweißreiche Kost kann nicht nur das Diabetesrisiko erhöht sein, sondern auch ein LDL-Anstieg die Folge sein, welcher den kardiovaskulären Nutzen herabsetzt (vgl. Wirth & Hauner, 2013, S. 284).

Die European Society for Clinical Nutrition and Metabolism (ESPEN) empfiehlt eine Eiweißzufuhr von 1-1,2 g Eiweiß/kg Körpergewicht, um die Muskelkraft und Muskelfunktion bei älteren, gesunden Erwachsenen zu erhalten. Eine Erhöhung der Proteinaufnahme zusammen mit der Aufrechterhaltung der körperlichen Aktivität ist erforderlich, um den Proteinkatabolismus und das Risiko für Sarkopenie und Gebrechlichkeit bei ebendiesen auszugleichen (vgl. Deutz et al., 2014, S. 934).

Auch die European Union Geriatric Medicine Society (EUGMS) empfiehlt für ältere Menschen > 65 Jahren eine durchschnittliche Zufuhr von mindestens 1 bis 1,2 g Protein pro Kilogramm Körpergewicht pro Tag (vgl. Bauer et al., 2013, S. 542).

Eine Metaanalyse von Kim et al. (2016, S. 222) zeigte, dass übergewichtige und fettleibige Personen (mittleres Alter in einzelnen Studien 50-65 Jahre) eine Eiweißzufuhr von 1 g/kg/Tag zu sich nehmen sollten, um im Rahmen einer erfolgreichen Gewichtsreduktionsmaßnahme die fettfreie Masse zu erhalten.

Eine Studie an 30 StudienteilnehmerInnen im Rahmen einer 13-wöchigen hypokalorischen Diät hat weiters gezeigt, dass das Vorhandensein von Muskelmasse sowie die Zunahme der Muskelmasse (1,2-1,25 kg) signifikant höher ist, wenn die tägliche Proteinzufuhr über 1,2 g/kg Körpergewicht liegt (vgl. Weijs & Wolfe, 2016, S. 394). Die TeilnehmerInnen wurden in 2 Gruppen (Alter 63 ± 6 Jahre) eingeteilt, von denen eine Gruppe eine Eiweißzufuhr unter 1,2 g Eiweiß/kg Körpergewicht und die andere Gruppe über 1,2 g Eiweiß/kg Körpergewicht hatte. Jene mit der höheren Eiweißzufuhr (Alter 65 ± 6 Jahre) erhielten $1,38 \pm 0,18$ g Eiweiß/kg Körpergewicht. Planmäßig wurde 3-mal/Woche 1 Stunde Training durchgeführt. Tatsächlich betrug die Compliance des Trainings $2,3 \pm 0,4$ mal/Woche. Der Unterschied des Gewichtsverlustes der beiden Gruppen war nicht signifikant (vgl. Weijs & Wolfe, 2016, S. 396).

Eine Metaanalyse von Clifton et al. (2014, S. 234) zeigte, dass die Empfehlung, weniger Kohlenhydrate und mehr Eiweiß zu sich zu nehmen, auch nach 12 Monaten noch anhaltende Auswirkungen auf das Gewicht, die Fettmasse und die Nüchterntriglyceridkonzentrationen hatte, wenn auch nur geringe. Die AutorInnen empfahlen, dass die Eiweißquellen eine Mischung aus magerem, rotem Fleisch, Huhn, Fisch, Milchprodukten und pflanzlichem Eiweiß

bestehen sollten, während verarbeitetes Fleisch wie Wurst mit einem höheren Fettgehalt vermieden werden sollte.

Im Rahmen einer Studie von Evangelista et al. (2009, S.1) wurde die Wirksamkeit einer proteinreichen Ernährung (40 % Gesamtenergie aus Kohlenhydraten, 30 % aus Eiweiß und 30 % aus Fett) auf das Körpergewicht, die Lipidprofile, die Blutzuckerwerte und die Lebensqualität bei übergewichtigen und adipösen PatientInnen mit Herzinsuffizienz und Diabetes mellitus Typ 2 untersucht. Im Vergleich zu TeilnehmerInnen mit einer Standardproteinzufuhr und konventioneller Ernährung (kohlenhydratreich, fettarm, ballaststoffreich, ohne Energieeinschränkung) kam es bei der 12-wöchigen Intervention mit proteinreicher Ernährung zu einer signifikant stärkeren Verringerung des Gewichts (-9,9 kg vs. -5,6 kg), des prozentualen Körperfetts (-2,5 % vs. -1,1 %), der Gesamt- und LDL-Cholesterin- und Triglyceridkonzentrationen, sowie der HDL-Cholesterinkonzentrationen und zu größeren Verbesserungen des funktionellen Status (6-Minuten-Gehstrecke), und der körperlichen Lebensqualität. Jedoch konnten keine Veränderung der fettfreien Körpermasse vor und nach der Intervention und keine Unterschiede zwischen den Gruppen ermittelt werden.

Eine 20-wöchige randomisierte, kontrollierte Diät- und Sportintervention bei älteren Frauen (50-70 Jahre) konnte zeigen, dass die Proteinzufuhr dazu beitragen kann, die fettfreie Masse während einer diätbedingten Gewichtsabnahme zu erhalten. Die reine Diätgruppe reduzierte die Kalorienzufuhr um 2800 kcal/ Woche, während die Sportgruppe die Kalorienzufuhr um 2400 kcal/Woche verminderte und 400 kcal/Woche durch Ausdauertraining verbrauchte. Der durchschnittliche Gewichtsverlust betrug 10,8 kg, wobei 32 % des Gesamtgewichts als fettfreie Masse verloren gingen. TeilnehmerInnen, die größere Mengen an Nahrungsprotein zu sich nahmen, verloren weniger fettfreie Masse (vgl. Bopp et al., 2008, S. 1). Der Verlust an fettfreier Masse war in jeder Gruppe mit der Proteinzufuhr assoziiert. Eine um 0,1 Gramm pro kg Körpergewicht/Tag höhere Eiweißzufuhr konnte einen um 0,62 kg geringeren Verlust an fettfreier Masse sicherstellen (vgl. Bopp et al., 2008, S. 5). In einer anderen Studie verzeichnete die Kontrollgruppe mit einer geringeren Eiweißzufuhr (1 g/kg Körpergewicht) einen signifikanten Verlust an fettfreier Masse, während die Gruppe mit hoher Proteinzufuhr (2,3 g/kg Körpergewicht) diese beibehalten konnte (vgl. Churchward-Venne et al., 2013, S.237).

Eine Erhöhung der Eiweißzufuhr und Reduzierung der Kohlenhydrate während der Energie-restriktion scheint eine wirksame Strategie zu sein, um die fettfreie Masse zu erhalten und den Verlust an Fettmasse zu fördern. Letztendlich kommt es auf die Energiebilanz an und daher können Vorlieben für bestimmte Lebensmittel in der Umsetzung im Alltag berücksichtigt und weiterhin in den Speiseplan eingebaut werden. Ohne die Essensmenge einzuschränken, kann durch die bewusste Lebensmittelauswahl, eine energieärmere Zubereitung und die Erhöhung der Ballaststoffzufuhr eine Energieeinsparung von 500-800 kcal/Tag erreicht werden. Jedoch sollte anhand eines Ernährungstagbuchs eine Beratung stattfinden, bei der die

Ernährungsgewohnheiten und individuellen Präferenzen der PatientInnen berücksichtigt werden (vgl. Wirth & Hauner, 2013, S. 286).

Diätetische Interventionen sind umso wirksamer, je höher das Ausgangsgewicht ist. Durch eine alleinige Fettreduktion kann pro 10 kg vermehrtem Ausgangsgewicht ein um jeweils 3,2 kg größerer Gewichtserfolg erzielt werden (vgl. Hauner & Herzog, 2008, S. 821). Nach erfolgter Gewichtsreduktion kann das reduzierte Gewicht nur gehalten werden, wenn die Energiezufuhr langfristig vermindert bleibt, da durch die Gewichtsreduktion auch der Energieverbrauch reduziert wird (vgl. Wirth & Hauner, 2013, S. 280). Wenn parallel zu einer Bewegungstherapie eine zusätzliche Ernährungsumstellung erfolgt, kann die Wirkung der Ernährungsumstellung gesteigert werden (vgl. Wirth & Hauner, 2013, S. 294). Die kombinierten Wirkungen von Ernährung und Bewegung können additiv zur Verbesserung der Körperzusammensetzung beitragen.

In einer Studie mit insgesamt 48 TeilnehmerInnen im Alter von 40-56 Jahren über einen Zeitraum von 4 Monaten wurde gezeigt, dass eine Ernährung mit höherer Protein- und niedrigerer Kohlenhydratzufuhr in Kombination mit körperlicher Aktivität die Körperzusammensetzung während der Gewichtsabnahme verbessert. Durch körperliche Betätigung wurde der Verlust an Körperfett verstärkt und die fettfreie Masse erhalten. Die Veränderungen in der Körperzusammensetzung zeigten, dass der Gewichtsverlust überwiegend aus Fettmasse bestand und dass die proteinreichere Ernährung und das Trainingsprogramm zu einem erhöhten Fettverlust führten. Die StudienteilnehmerInnen mit einer reduzierten Kohlenhydratzufuhr und einer Eiweißzufuhr von 1,6 g Eiweiß pro kg Körpergewicht verminderten ihre Fettmasse um $7,3 \pm 0,8$ kg, während jene mit einer höheren Kohlenhydratzufuhr und einer Eiweißzufuhr von 0,8 g Eiweiß pro kg Körpergewicht diese um $5,3 \pm 0,3$ kg ($P < 0.05$) senken konnten. Die beiden Gruppen, die körperlich aktiv waren, verringerten ihr Körperfett um $7,2 \pm 0,7$ kg, während jene, die nicht am betreuten Trainingsprogramm teilnahmen, ihr Körperfett um $5,5 \pm 0,5$ kg reduzierten (vgl. Layman et al., 2005, S. 1903).

3.2.4 Formuladiäten

Der Einsatz von Formulaprodukten (kalorienreduzierte bilanzierte Nährstoffmischungen, die als Mahlzeitenersatz aufgenommen werden) über einen begrenzten Zeitraum kann in Abhängigkeit von der Situation der PatientInnen sinnvoll sein, während einseitige Ernährungsformen nicht empfohlen werden, da diese hohe medizinische Risiken mit sich bringen und nicht zu Langzeiterfolgen führen (vgl. Becker & Zipfel, 2020, S. 36; vgl. Biesalski, 2018, S. 638).

Eine drastischere Energiebegrenzung kann für einen gewissen Zeitraum verwendet werden, wenn mit einer mäßig energiereduzierten Kost keine Gewichtssenkung erzielt wurde. Die Verwendung von Formuladiäten ist hier deshalb empfehlenswert, um das Risiko einer Unterversorgung an Makro- und Mikronährstoffen zu vermeiden. Bei einer Formuladiät handelt es sich

um den Einsatz einer industriell hergestellten Nährstoffmischung, meist in Form eines Nährstoffpulvers, auf Basis von Milch- und Sojaprotein, welches gemäß Paragraph 14a der Diätverordnung mindestens 50 g hochwertiges Protein, 90 g Kohlenhydrate, 7 g essentielle Fettsäuren und bestimmte Mindestmengen an Vitaminen wie A, B1, B6, B12, C, D, E enthalten muss (vgl. Bundesministeriums der Justiz und für Verbraucherschutz, 2014). Im Durchschnitt werden mit einer Formulardiät ca. 700-800 kcal/Tag aufgenommen, wobei auf die ausreichende Flüssigkeitszufuhr von 2,5-3 l/Tag zu achten ist, da es unter der starken Energiebegrenzung zur Stoffwechselkatabolie kommt. Die Wirksamkeit solcher Formuladiäten ist sehr effektiv und führt zu einer raschen Gewichtsreduktion, wobei jedoch engmaschige ärztliche Kontrollen erforderlich sind. Weiters sollte immer eine Bewegungssteigerung und Verhaltensveränderung erfolgen, um die Rückfallquote zu limitieren (vgl. Hauner & Herzog, 2008, S. 822). Eine Metaanalyse zeigte, dass nach 4-5 Jahren einer Ernährungsintervention mit einer sehr niedriger Energiezufuhr (für die meist eine Formulardiät eingesetzt wird) noch immer ein größerer Gewichtsverlust als unter konventionellen, mäßig hypokalorischen Diäten vorlag (vgl. Anderson et al., 2001).

3.3 Bewegungstherapie

Das körperliche Training, welches jedoch von der allgemeinen Bewegung im Alltag zu unterscheiden ist, spielt in der Behandlungsstrategie bei Adipositas eine zentrale Rolle. Während sich Bewegung auf Alltagsaktivitäten wie Treppensteigen, Gartenarbeit oder Spaziergänge bezieht, wird unter körperlichem Training das gezielte Training mit genauen Empfehlungen zur Intensität, Dauer und Häufigkeit pro Tag oder pro Woche verstanden. Im Rahmen der Adipositasstherapie ist beides wichtig. Der allgemeinen körperlichen Bewegung kommt zwar grundsätzlich eine Bedeutung zu, diese sollte aber unbedingt mit einem strukturierten Training kombiniert werden (vgl. Halle, 2017, S. 312).

Das Ziel jeder Adipositasstherapie ist zwar die Gewichtsreduktion, inklusive Reduktion des viszeralen Fettgewebes, jedoch soll gleichzeitig die Muskulatur aktiviert werden, denn die alleinige Gewichtsverminderung führt auch zur Abnahme der Muskelmasse und damit auch des Grundumsatzes. Durch die Kombination aus Ernährungsumstellung, Gewichtsabnahme und regelmäßiger körperlicher Aktivität kommt es auch zur Optimierung der kardiometabolischen Risikofaktoren, insbesondere der Insulinresistenz, Dyslipoproteinämie und arterieller Hypertonie (vgl. Halle, 2017, S. 314). Körperliche Aktivität in Kombination mit einer Ernährungsumstellung, im Sinne einer Reduktionskost, wirkt sich günstig auf die Gewichtsabnahme aus. Eine Übersicht über 493 Studien hat gezeigt, dass durch eine Diät in Kombination mit Sport, die Gewichtsabnahme besser beibehalten werden kann (vgl. Fock & Khoo, 2013, S. 61). Auch nach der Gewichtsreduktion ist vermehrte körperliche Aktivität immer empfehlenswert, um das

Ausmaß einer neuerlichen Gewichtszunahme zu minimieren (vgl. Villareal et al., 2017, S. 1; vgl. Wirth & Hauner, 2013, S. 309).

Sportarten, bei denen große Muskelgruppen zum Einsatz kommen, wie Schwimmen/Aquafitness, Radfahren, Joggen, Wandern, Walking/Nordic Walking, Training am Crosstrainer, Skilanglauf, Inline-Skating, Rudern, Tanzen und Krafttraining sind besonders empfehlenswert.

Bei der Auswahl der Sportart ist auch darauf zu achten, dass individuelle Vorlieben beziehungsweise die Möglichkeit der Umsetzung berücksichtigt werden, da die Compliance höher ist, wenn die jeweilige Sportart mit Freude durchgeführt wird (vgl. Wirth & Hauner, 2013, S. 309). Das Zählen von Schritten, z.B. mit Schrittzählern oder Beschleunigungsmessern, bekommt immer mehr Bedeutung angesichts der zunehmenden Belege für den Zusammenhang zwischen einer geringen Anzahl von Schritten pro Tag und der Zeit, die mit sitzenden Tätigkeiten verbracht wird, da die schädlichen Auswirkungen dieser auf die Gesundheit bekannt sind. In der Studie von Tudor-Locke et al. (2013, S. 100) definieren die AutorInnen körperlich inaktive oder sitzende Personen mit einem Bewegungsausmaß von <5000 Schritten pro Tag. Als aktiv stufen die AutorInnen Personen ab einer Schrittzahl von 7500 Schritten pro Tag ein.

Das Ausmaß der Belastung wirkt sich auf den Gewichtsverlauf aus und je öfters und länger pro Bewegungseinheit trainiert wird, desto höher ist der Energieverbrauch und somit auch der Verlust an Körpergewicht (vgl. Wirth & Hauner, 2013, S. 297). Übergewichtige und adipöse PatientInnen sollen ihre körperliche Aktivität steigern, da diese nicht nur den Energieverbrauch erhöht, sondern auch den Verlust der Muskelmasse reduziert. Weiters wird der Muskelmasseverlust bei gleichzeitig durchgeführter Reduktionskost, bei wiederkehrenden Bewegungseinheiten um die Hälfte reduziert (Hauner & Herzog, 2008, S. 822). Ausdauertraining ist zur Reduzierung der Fettmasse optimal, während Krafttraining für die Zunahme der Magermasse erforderlich ist (vgl. Yumuk et al., 2015, S. 402).

Bewegung alleine ist jedoch zu wenig effektiv, um einen gewünschten Erfolg zu erzielen. Ohne Kalorieneinschränkung war die Gewichtsabnahme durch Bewegung sehr gering und lag bei 0,1 kg/Woche (vgl. Fock & Khoo, 2013, S. 61).

3.3.1 Risiko für Sarkopenie durch Gewichtsabnahme

Das Risiko einer Sarkopenie durch den Verlust an fettfreier Masse infolge der Gewichtsabnahme soll vermieden werden, denn die Abnahme an Muskeln hat Auswirkungen auf die allgemeine körperliche Funktion, wie zum Beispiel die Fähigkeit Gegenstände zu heben, zu gehen und Treppen zu steigen. Die diätbedingte Gewichtsabnahme reduziert die Muskelmasse (vgl. Batsis & Villareal, 2018, S. 6; vgl. Cava et al., 2017, S. 511). Eine hohe Proteinzufuhr kann dazu beitragen, während der Gewichtsabnahme die fettfreie Körpermasse zu erhalten (vgl. Layman et al., 2003). Jedoch wird die Muskelkraft durch den Einsatz einer eiweißreichen

Kost nicht verbessert. Sowohl Ausdauer- als auch Widerstandstraining helfen bei der Erhaltung der Muskelmasse, während das Krafttraining die Muskelkraft verbessert (vgl. Batsis & Villareal, 2018, S. 6; vgl. Cava et al., 2017, S. 511).

Die Prävalenz von Fettleibigkeit in Kombination mit Sarkopenie nimmt ab einem Alter von 65 Jahren zu (vgl. Batsis & Villareal, 2018, S. 1). Im Alter kommt es aufgrund verlangsamer Bewegungen und Inappetenz zu einer Veränderung der Körperzusammensetzung, da das viszerale Fett zunimmt und der Verlust von Muskelmasse voranschreitet. 25 % der älteren Männer und bis zu 50 % der älteren Frauen erreichen nicht einmal die täglich empfohlene Mindestmenge an Proteinzufuhr von 0,8 g/kg/Tag. Der Verlust an Muskelmasse und Kraft sowie an funktioneller Kapazität führt zu sarkopenischer Fettleibigkeit und zur Veranlagung für die Entwicklung von chronischen Krankheiten wie Adipositas und Typ-2-Diabetes. Bewegung kann die nachteiligen Auswirkungen des Alterns verringern und eine angemessene Kalorien- und Proteinzufuhr stellen die wichtigsten Säulen des Anabolismus dar. Eine ausreichende Zufuhr an Proteinen (inklusive Arginin, Leucin und Kreatin), kann zur Steigerung der Muskelmasse bei älteren Menschen, insbesondere bei Gebrechlichkeit und Unterernährung und bei sitzenden PatientInnen mit chronischen Stoffwechselkrankheiten wie Typ-2-Diabetes, beitragen (vgl. Souza et al., 2012, S. 1001).

Eine Pilotstudie von Sammarco et al. (2017, S. 160) zeigte, dass sich bei 39 Frauen mittleren und höheren Alters mit der Diagnose der sarkopenischen Adipositas, durch eine kalorienarme, eiweißreiche Ernährung (1,2-1,4 g/kg/Tag hypokalorische Diät plus einem zusätzlichen 15 g Proteinzusatz) im Zuge eines Ernährungsprogramms zur Gewichtsreduktion, das Muskelgewebe erhalten blieb und die Muskelkraft verbesserte.

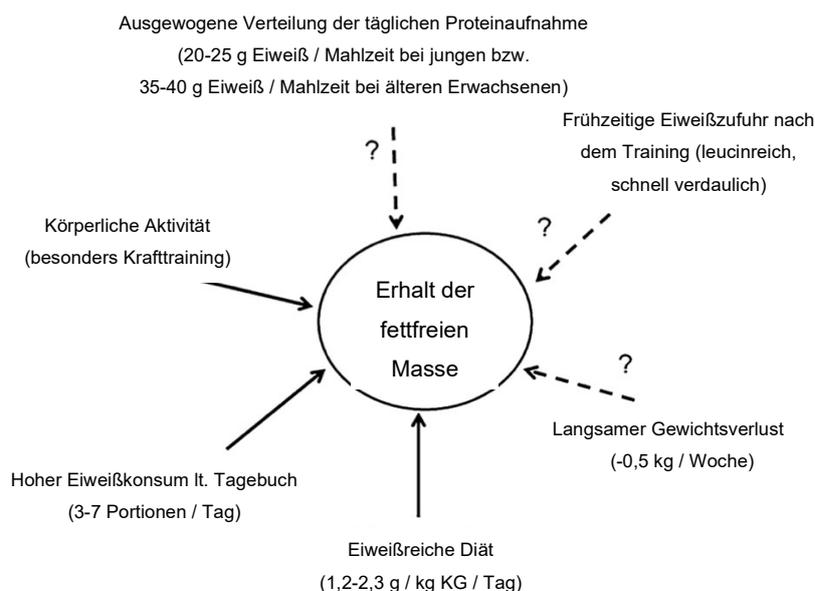


Abbildung 7: Faktoren, die den Erhalt der fettfreien Masse während einer Energiebeschränkung fördern (durchgezogene Pfeile) und Faktoren, die möglicherweise wichtig sind (gestrichelte Pfeile), für die aber noch weitere Forschungsarbeiten erforderlich sind. Quelle: mod. nach (Churchward-Venne et al., 2013, S. 237).

Die Muskelmasse könnte durch eine erhöhte Zufuhr von Protein besser erhalten werden (vgl. Volpi et al., 1998). Als eine Möglichkeit, die Proteinzufuhr zu steigern, hat sich Molkenprotein, hauptsächlich in Kombination mit körperlicher Betätigung, für ältere Menschen als vorteilhaft erwiesen, um ihr Körpergewicht zu erhalten oder zu erhöhen (vgl. Jang, 2023). Im Vergleich zu anderen Proteinquellen enthält Molkenprotein einen hohen Anteil an verzweigtkettigen Aminosäuren (BCAAs), insbesondere Leucin, welches an der Stimulierung der Proteinsynthese beteiligt ist. Molkenprotein wird schnell verdaut und führt daher zu einem raschen Anstieg der Aminosäurekonzentration im Blut. Zur Behandlung von Sarkopenie stellt die Verwendung von Molke oder Sojamilch eine ideale, gezielte Ernährungsintervention dar (vgl. Souza et al., 2012, S. 999). Jedoch muss der Einsatz von BCAAs, zum Beispiel in Form eines Nahrungsergänzungsmittels, kritisch betrachtet werden, da nur in wenigen Studien eine Zunahme der Muskelproteinsynthese nach der Einnahme von BCAAs beobachtet wurde (vgl. Wolfe, 2017).

In einer Studie von Borack & Volpi (2016, S. 2625) wurde die Einnahme von 30 g Molkenprotein, Kasein und Sojaprotein, welche alle 3 g Leucin enthalten, untersucht. Dabei wurde festgestellt, dass mit der Einnahme von Leucin der Muskelproteinanabolismus und möglicherweise die Muskelmasse und -funktion bei älteren Erwachsenen, insbesondere bei Inaktivität, Unterernährung und Gebrechlichkeit, verbessert wird.

Die Verteilung der Eiweißzufuhr über den Tag oder als Impulszufuhr zu den Hauptmahlzeiten könnte sich vorteilhaft auf die Stimulation der Muskelproteinsynthese bei PatientInnen mit sarkopenischer Adipositas auswirken (vgl. Batsis & Villareal, 2018, S. 13).

Die AutorInnen Cava et al. (2017, S. 511) und Batsis & Villareal (2018, S.6) sind der Meinung, dass die Therapie zur Gewichtsreduktion einschließlich einer hypokalorischen Diät mit ausreichender, aber nicht übermäßiger Proteinzufuhr und erhöhter körperlicher Aktivität, insbesondere dem Krafttraining, den Erhalt der Muskelmasse fördert und die Muskelkraft und die körperliche Funktion bei Personen mit Fettleibigkeit verbessert.

Milch-/Milchprodukte oder Molkenproteinisolat in der Menge von 1,2–1,5 g/kg/Tag steigerten zusammen mit Krafttraining die Muskelmasse sowie die Funktion bei älteren Erwachsenen. Die Nierenfunktion wurde bei einer hohen Proteinzufuhr von bis zu 1,5 g/kg/Tag nicht beeinträchtigt. Jedoch gibt es nur wenige Studien zur BCAA-Wirkung bei Sarkopenie und daher sollte der Einsatz eines Nahrungsergänzungsmittels kritisch betrachtet werden (vgl. Jang, 2023).

Es ist wichtig zu beachten, dass eine Eiweißzufuhr auf Dauer nicht über 2 g/kg Körpergewicht pro Tag liegen soll, da dies auch beim gesunden Erwachsenen zu unerwünschten Wirkungen, wie Mehrbelastung für die Nieren, führen kann (vgl. Frühwald et al., 2013, S. 69).

Abbildung 7 fasst Faktoren, die bei einer Gewichtsreduktion für den Erhalt der Muskelmasse Beachtung finden und in weiteren Studien untersucht werden sollten, zusammen (vgl. Churchward-Venne et al., 2013, S. 237).

3.3.2 Wirkung von Bewegung und Training

Sportliche Aktivität führt unabhängig vom Trainingszustand zu Anpassungserscheinungen. Es kommt zu Sofortreaktionen wie Blutdruckanstieg sowie einer Erhöhung des Herzzeitvolumens und der Atemfrequenz. Zahlreiche Stoffwechselprozesse, wie die Ausschüttung von Glucose zur Vermeidung einer Hypoglykämie (Unterzuckerung), eine Aktivierung der Lipolyse (Abbau von Fett) und die Bildung von Schweiß zur Aufrechterhaltung der Körpertemperatur, beziehungsweise zur Verhinderung einer Überhitzung des Körpers, werden stimuliert (vgl. Braumann & Stiller, 2010, S. 14). Das Ziel des Trainings ist eine Leistungssteigerung durch regelmäßig durchgeführte überschwellige Muskelanspannungen und sollte dauerhaft in den Alltag integriert werden, um erworbene Funktionsverbesserungen von Organen auch langfristig zu stabilisieren. Anpassungen der Muskulatur zählen zu den wichtigsten Adaptionen des Körpers und werden vom/von der SportlerIn auch wahrgenommen, da es zu einer Kraftzunahme kommt (vgl. Braumann & Stiller, 2010, S. 15).

3.3.2.1 Wirkung von Bewegung und Training im Rahmen von Übergewicht und Adipositas

Im Rahmen der Adipositas therapie kommt der Förderung regelmäßiger körperlicher Aktivität eine wichtige Rolle zu. Ein ausdauerorientiertes Training von mehr als 150 Minuten pro Woche als Basistherapie ist empfehlenswert. Das Ziel ist, den Energieverbrauch durch körperliche Aktivität zu erhöhen und dabei einen Energieumsatz von ca. 1.200-1.800 kcal pro Woche zu erreichen. Die Bewegungstherapie allein erreicht keine klinisch relevante Gewichtsreduktion, sondern erzielt den gewünschten Erfolg nur in Kombination mit der Verminderung der Kalorienzufuhr. Zur Verhinderung einer erneuten Gewichtszunahme ist das Training von großer Bedeutung. Regelmäßige Bewegung verbessert weiters die kardiovaskulären und metabolischen Begleiterscheinungen sowie die körperliche Leistungsfähigkeit. Bisherige Erfahrungen mit der sportlichen Aktivität, die Ausgangsfitness, bevorzugte Bewegungsformen und Vorerkrankungen müssen in der Trainingsplanung berücksichtigt werden (vgl. Becker & Zipfel, 2020, S. 37).

Durch gezieltes Training kann im Rahmen einer Gewichtsreduktion die fettfreie Masse erhalten und eine Reduktion des Bauchfetts erzielt werden (vgl. Mayo et al., 2003, S. 207). Neben dem Ausdauer- wird auch ein Krafttraining empfohlen. Das Ausdauertraining ist in Bezug auf die Gewichtsabnahme, die Reduzierung der Gesamtkörpermasse und des viszeralen Fettgewebes und Senkung der kardiovaskulären Risikofaktoren dem Krafttraining überlegen (vgl. Wirth & Hauner, 2013, S. 309). Bewegungsarten wie Nordic Walking, Ergometrie, Ausdauer гимнаstik, Gerätetraining, Schwimmen und das Laufband sind hierfür gut geeignet. Gelenkschonende Sportarten wie Schwimmen und Wassergymnastik sind ab einem BMI > 35 kg/m² empfehlenswert (vgl. Biesalski, 2018, S. 639). Durch Krafttraining wird nicht der Fettmasseverlust vermehrt, sondern die Körperzusammensetzung durch Erhöhung der fettfreien Masse positiv

beeinflusst (vgl. Hansen et al., 2007, S. 32). Während Krafttraining die Muskelmasse erhält bzw. erhöht, reduziert das Ausdauertraining vor allem das Gewicht und das Körperfett (vgl. Wirth & Hauner, 2013, S. 299; vgl. Yumuk et al., 2015, S. 402).

Auch der Ausbau von Bewegungsgewohnheiten im Alltag, wie gewisse Strecken zu Fuß zurückzulegen, mit dem Fahrrad zu fahren oder Gartenarbeit zu verrichten, stellt bei schwer adipösen Patienten eine relevante Trainingsbelastung dar. Die langsame Steigerung der körperlichen Fitness sowie positive Erfahrungen mit Bewegung tragen zur langfristigen Motivation bei (vgl. Becker & Zipfel, 2020, S. 37).

Im Rahmen der Studie von Donnelly et al. (2013, S. 1) wurde der Einfluss von aerobem Training ohne Energiebeschränkung auf die Gewichtsabnahme bei 141 übergewichtigen und adipösen Personen (BMI $31,0 \pm 4,6 \text{ kg/m}^2$; Alter $22,6 \pm 3,9$ Jahre) über einen Zeitraum von 10 Monaten untersucht. Die ProbandInnen wurden einem Training mit 400 kcal Energieumsatz, einem mit 600 kcal Energieumsatz oder einer Kontrollgruppe ohne Training zugeteilt. Die Gewichtsabnahme betrug bei der Gruppe mit 400 kcal Energieumsatz pro Training $3,9 \pm 4,9 \text{ kg}$ bzw. $5,2 \pm 5,6 \text{ kg}$ bei jener mit dem Ziel von 600 kcal pro Einheit, im Vergleich zu einer Gewichtszunahme bei den Kontrollpersonen von $0,5 \pm 3,5 \text{ kg}$. Die Gewichtsveränderung der jeweiligen Gruppen unterschied sich jedoch nicht signifikant.

Es gab keine wesentlichen Unterschiede bei der Gewichtsveränderung zwischen Männern und Frauen in der 400-kcal/Training-Gruppe (Männer: $-3,8 \pm 5,8 \text{ kg}$; 3,7 %; Frauen = $-4,1 \pm 4,2 \text{ kg}$; 4,9 %) oder 600-kcal/Training-Gruppe (Männer: $-5,9 \pm 6,7 \text{ kg}$; 5,9 %; Frauen = $-4,4 \pm 2,1 \text{ kg}$; 5,4 %). Obwohl kein prägnanter Unterschied bestand, war der Gewichtsverlust bei Männern in der Gruppe mit 600 kcal/Training um 2,1 kg größer als in der Gruppe mit 400 kcal/Training. Die Gewichtsabnahme in der Gruppe mit 600 kcal/Training war bei den Frauen nur um 0,3 kg höher als in der Gruppe mit 400 kcal/Training. Deutliche Veränderungen des prozentualen Körperfetts über 10 Monate wurden sowohl in der Gruppe mit 400 ($-2,9 \pm 3,9 \%$) als auch in der Gruppe mit 600 ($-4,4 \pm 4,4 \%$) kcal/Training beobachtet. In der Kontrollgruppe blieb der prozentuale Fettanteil unverändert ($-0,6 \pm 2,4 \%$), während dieser in der Gruppe mit 600 kcal/Training signifikant größer als in der Kontrollgruppe war. Keinen Unterschied gab es zwischen der Gruppe mit 400 kcal/Training und der Kontrollgruppe oder zwischen der Gruppe mit 400 und 600 kcal/Training. Die in beiden Trainingsgruppen beobachtete Verringerung des Körpergewichts war das Ergebnis einer reduzierten Fettmasse und der Erhaltung oder Zunahme der fettfreien Masse (vgl. Donnelly et al., 2013, S. 6).

Eine Studie an 30 Übergewichtigen im Alter von 70 ± 5 Jahren über einen Zeitraum von 6 Monaten zeigt, dass Bewegung in Verbindung mit einer Diät den Verlust an Muskelmasse im Rahmen der Gewichtsabnahme verringert. Die Diätgruppe und die Diät- und Trainingsgruppe (je $n = 15$) hatten ähnliche Abnahmen an Gewicht ($10,7 \pm 4,5$ vs. $9,7 \pm 4,0 \text{ kg}$) und Fettmasse ($6,8 \pm 3,7$ vs. $7,7 \pm 2,9 \text{ kg}$). Die Diät- und Trainingsgruppe verlor jedoch weniger fettfreie Masse

($1,8 \pm 1,5$ vs. $3,5 \pm 2,1$ kg) als die Diätgruppe. In der Diät- und Trainingsgruppe war der prozentuale Anteil des Gewichts an fettfreier Masse größer als in der Diätgruppe ($7,9 \pm 3,3$ vs. $5,4 \pm 3,7$ %). Trotz des Verlustes an fettfreier Masse steigerte die Diät- und Trainingsgruppe die Kraft der oberen und unteren Extremitäten als Reaktion auf das Training, während die Diätgruppe die Kraft beibehielt (vgl. Frimel et al., 2008, S. 1). Eine weitere Studie von Ghroubi et al. (2009, S. 394) hat zusätzlich den Effekt eines Krafttrainings über einen Zeitraum von 2 Monaten (24 Trainingseinheiten) ermittelt. Die im Durchschnitt 37,2 alten TeilnehmerInnen wurden in 3 Gruppen eingeteilt: eine Kontrollgruppe G1 (n = 29), eine Ernährungs- und Bewegungsgruppe G2 (n = 26) mit einem Laufbandtraining bei 60 % der max. Herzfrequenz, sowie eine Ernährungs- und Bewegungsgruppe G3, welche zusätzlich auch ein Krafttraining (n = 28) absolvierte. Die größte Gewichtsabnahme (7,24 %) wurde bei der G3 beobachtet, mit einer Abnahme an Fettmasse von 10,4% und im Vergleich zu 8,6% bei der G2. Besonders in G2 und G3 wurden eine Verbesserung der körperlichen Verfassung, sowie niedrigere Herzfrequenz- und Blutdruckwerte in Ruhe und bei maximaler Anstrengung, festgestellt. Die Gesamtverbesserung der Arm- und Beinmuskelfkraft war bei G3 größer als bei G2.

Im Rahmen einer Studie von Church et al. (2007, S. 2081) wurde die Auswirkung verschiedener Dosen körperlicher Aktivität auf die kardiorespiratorische Fitness über 6 Monate lang bei 464 übergewichtigen oder adipösen Frauen (BMI $31,8 \pm 3,8$; Alter $57,3 \pm 6,4$ Jahre) mit erhöhtem Blutdruck (120-159,9 mm Hg) gemessen. Die StudienteilnehmerInnen wurden in 4 Gruppen eingeteilt, davon eine Gruppe mit einem Energieverbrauch von 4 kcal/kg, eine mit 8 kcal/kg und eine mit 12 kcal/kg pro Woche und eine Kontrollgruppe. Die trainierenden Frauen nahmen an 3 oder 4 Trainingseinheiten pro Woche teil, wobei die Intensität so gewählt wurde, dass diese bei einer Herzfrequenz lag, die 50 % der jeweiligen VO_2max der jeweiligen Frau entsprach. Die Gruppe mit einem Energieverbrauch von 4 kcal/kg erreichte $72,2 \pm 12,3$ Minuten pro Woche über $2,6 \pm 0,3$ Trainingseinheiten, jene mit 8 kcal/kg schaffte $135,8 \pm 19,5$ Minuten pro Woche mit $2,8 \pm 0,4$ Trainingseinheiten, während jene mit 12 kcal/kg $191,7 \pm 33,7$ Minuten pro Woche mit $3,1 \pm 0,5$ Trainingseinheiten erreichte. Der Taillenumfang war in allen 3 Gruppen im Vergleich zur Kontrollgruppe signifikant kleiner (Church et al., 2007, S. 2086). Es konnte eine Dosis-Wirkungs-Relation zwischen der Häufigkeit, Dauer und Intensität an Bewegung und der Veränderung der Fitness gezeigt werden ($p < 0,001$). Die Gruppe mit einem Energieverbrauch von 8 kcal/kg pro Woche erzielte durch das Training positive Effekte auf physiologische und klinische Variablen. Daher unterstützt diese Studie von Church et al. (2007, S.2088) die Aussage, dass mindestens 30 Minuten pro Tag an mäßig intensiver körperlicher Aktivität an mindestens 5 Tagen in der Woche zu empfehlen sind (vgl. Church et al., 2007, S. 2088; vgl. Fonds Gesundes Österreich [FGÖ], 2020, S. 51).

Im Rahmen einer Metaanalyse von Churchward-Venne et al. (2013, S. 232) wurde die Wirksamkeit einer Proteinsupplementierung ($1,2-2,3$ g Eiweiß/kg KG) zur Steigerung der fettfreien

Körpermasse und der Kraft während eines Krafttrainings untersucht. Diese kam zu dem Schluss, dass eine solche sowohl bei jungen als auch bei älteren StudienteilnehmerInnen zu einer signifikanten Steigerung der fettfreien Masse (0,7 kg) und der Kraft (13,5 kg bei einer maximalen Wiederholung der Beinpresse) führte.

In einer Metaanalyse von Miller et al. (1997, S. 941) wurde die therapeutische Wirksamkeit von Diät (D), Sport (S) und Diät und Sport (DS) zur Gewichtsabnahme bei Adipositas ermittelt. Die StudienteilnehmerInnen waren im Durchschnitt 40 Jahre alt ($39,5 \pm 0,4$ Jahre), mäßig fettleibig ($92,7 \pm 0,9$ kg; $33,2 \pm 0,5$ BMI; $33,4 \pm 0,7$ % Körperfett) und wurden über einen Zeitraum von $15,6 \pm 0,6$ Wochen betreut. Der Gewichtsverlust betrug in der Diätgruppe $10,7 \pm 0,5$ kg, in der Sportgruppe $2,9 \pm 0,4$ kg und in der Diät- und Sportgruppe $11 \pm 0,6$ kg. In der Nachbeobachtung erwies sich das Diät- und Sportprogramm als das bessere Programm, da diese Gruppe nach einem Jahr eine Gewichtsreduktion von $8,6 \pm 0,8$ kg im Vergleich zur reinen Diätgruppe mit $6,6 \pm 0,5$ kg verzeichnen konnte.

Körperliche Betätigung mit moderater Intensität im Rahmen von 30 Minuten pro Tag führt zu erheblichen gesundheitlichen Verbesserungen. Um bei übergewichtigen und adipösen Personen eine langfristige Gewichtsabnahme zu erreichen, ist jedoch eine Steigerung auf 60 Minuten notwendig (vgl. Jakicic & Otto, 2005, S. 228).

3.3.3 Wirkung von Krafttraining

Krafttraining führt zu einer besseren Kraftentwicklung eines Muskels, indem regelmäßige Übungen durchgeführt werden. Dieses führt zwar zu einem Kraftzuwachs, oftmals bleibt aber die gewünschte Volumenzunahme des Muskels aus. Das liegt daran, dass es über die verbesserte Koordination zunächst zu einem Kraftzuwachs kommt. Erst in weiterer Folge nimmt die Muskelmasse zu, indem sich das Volumen des Muskels vergrößert. Zuerst werden die intra- und intermuskuläre Koordination verbessert, bevor es im späteren Verlauf zu einer Hypertrophie, im Sinne einer Größenzunahme der Muskelfasern und des Querschnitts des gesamten Muskels, kommt. Das Zusammenspiel von Muskelfasern innerhalb eines Muskels wird als intramuskuläre Koordination bezeichnet. Die Zusammenarbeit verschiedener Muskeln wird durch die intermuskuläre Koordination erzielt. Gerade bei älteren Menschen ist die intermuskuläre Koordination von Bedeutung, welche durch das Training verbessert wird. Da gerade im Alter das Risiko für Stürze und deren oftmals fatale Konsequenzen steigt, spielt die Verbesserung der Koordination zur Sturzprophylaxe eine wichtige Rolle (vgl. Braumann & Stiller, 2010, S. 16). Für den Erhalt der funktionellen Kraft und die Zunahme der Muskelmasse ist bei älteren Erwachsenen ein Krafttraining wirksam (vgl. Vikberg et al., 2019, S. 28).

3.3.4 Auswirkungen von Ausdauertraining auf den Stoffwechsel

Die Stoffwechselleistungsfähigkeit wird durch regelmäßig durchgeführtes Ausdauertraining verbessert. Wenn dieses bei geringer Intensität durchgeführt wird, sind positive Anpassungserscheinungen im Fettstoffwechsel die Folge. Auch der Glucosestoffwechsel wird verbessert, da die Glucose besser in die Zelle aufgenommen werden kann. Weiters kommt es zur Vermehrung der muskulären Kapillarisation und somit zu einer Verbesserung des Sauerstoffaustauschs zwischen Blutgefäßsystem und den Muskelzellen. Da damit eine bessere Sauerstoffdiffusion aufgrund der Zunahme der Austauschfläche möglich ist, wird die aerobe Belastungsfähigkeit gesteigert (vgl. Braumann & Stiller, 2010, S. 17).

Ein Ausdauertraining wirkt nicht nur positiv auf den Zucker- und Fettstoffwechsel, sondern führt zur vermehrten Sekretion von antiinflammatorisch wirkenden Zytokinen, die in entscheidendem Maße für die gesundheitlich relevanten Effekte eines Trainings auf das kardiovaskuläre System verantwortlich sind. Die Bildung dieser Substanzen dürfte der Grund für die therapeutischen Effekte von körperlicher Aktivität sein (vgl. Braumann & Stiller, 2010, S. 15).

3.3.5 Auswirkungen körperlicher Aktivität auf den passiven Bewegungsapparat

Die körperliche Betätigung stärkt den passiven Bewegungsapparat, indem sich das Skelettsystem mit seinen Komponenten, wie Knochen, Gelenken und Bändern, der Belastung anpasst. Durch den Wechsel von Komprimierung und Entlastung kommt es beim Gelenkknorpel zu einer verbesserten Versorgung an Nährstoffen und in Folge ist dieser weniger verletzungsanfällig. Für die Praxis ist dies von großer Relevanz, da durch eine ausreichende Aufwärmphase auch die Gelenkbänder durch die Dickenzunahme des Knorpels gestrafft werden, wodurch es auch zu einer besseren Stabilität kommt (vgl. Braumann & Stiller, 2010, S. 18). Das Ziel der Studie von Konrad et al. (2017, S. 1079) war die Bestimmung der möglichen funktionellen und strukturellen Veränderungen, die durch verschiedene Dehnungsmethoden verursacht werden. Unabhängig von der Methode des Dehnens kann gesagt werden, dass eine einzige Dehnungsübung, viermal 30 Sekunden lang gehalten, geeignet ist, um den Bewegungsumfang zu erhöhen und die Muskelsteifigkeit zu verringern.

3.3.6 Auswirkungen körperlicher Aktivität auf das Herz-Kreislauf-System

Ausdauertraining hat eine positive Auswirkung auf das kardiovaskuläre System (vgl. Muscella et al., 2020, S. 85). Die Folge ist eine Verringerung der Ruheherzfrequenz, da das Blutvolumen zunimmt. Das Schlagvolumen ist erhöht und somit nimmt die Herzfrequenz während der sportlichen Aktivität mit gleichbleibender Belastung ab (vgl. Braumann & Stiller, 2010, S. 18).

Die sportliche Aktivität bewirkt eine ökonomischere Arbeitsweise des Herzmuskels, da der Sauerstoffverbrauch beim/bei der Trainierten geringer ist. Ein weiterer positiver Aspekt ist, dass Cholesterinablagerungen in geschädigten Zellschichten an der Innenfläche von

Blutgefäßen (unterhalb der Endothelschicht) verhindert werden (Vgl. Braumann & Stiller, 2010, S. 19).

Ein kombiniertes Ausdauer-Kraft-Training ist bei der Behandlung von Übergewicht am effektivsten. Das Ziel der Forschung von Ratajczak et al. (2019, S. 1) war es, herauszufinden, wie verschiedene Trainingsarten die Endothelfunktion, den Fettstoffwechsel und das Atherosklerose-Risiko bei Frauen mit Adipositas beeinflussen. 39 adipöse Frauen im Alter von 28–62 Jahren wurden über einen Zeitraum von 3 Monaten und 36 Trainingseinheiten in 2 Gruppen untersucht, die sich entweder im Ausdauertraining (n = 22, 60–80 % der max. HF) oder dem kombinierten Training (n = 17, 20 Minuten Kraftübungen, 50–60 % ihres Maximums bei einer Wiederholung und 25 Minuten Ausdauer 60–80 % der max. HF) betätigten. Beide Trainingsprogramme führten zu einer Verbesserung des Fettstoffwechsels, aber nur Ausdauertraining allein veränderte die Indikatoren der Endothelfunktion bei Frauen mit Adipositas günstig.

3.3.7 Auswirkungen körperlicher Aktivität auf Blutfette und Blutdruck

Eine Lebensstiländerung mit Gewichtsreduktion und körperlichem Training entspricht ungefähr der Wirkung eines Medikaments bei Diabetes mellitus und Dyslipoproteinämie. Triglyceride werden durch körperliches Training gesenkt und das HDL-Cholesterin erhöht. Der Blutdruck wird bei arterieller Hypertonie um bis zu 10 mm Hg systolisch und diastolisch vermindert, während eine HbA1c-Senkung von 0,8 bis 1 % beim Diabetes mellitus Typ 2 zu erwarten ist (vgl. Halle, 2017, S. 314). Ausdauertraining sind geeignete Interventionen zur Reduzierung der Risikofaktoren für Herz-Kreislaufkrankungen, da sowohl eine Senkung des Blutdrucks als auch der Blutzucker- und Cholesterinkonzentrationen die Folge sind (vgl. Venturelli et al., 2015, S. 100).

3.3.8 Methodik zur Durchführung von körperlichem Training bei Übergewicht und Adipositas

Im Rahmen der Betreuung beschränken sich die Empfehlungen zur körperlichen Aktivität häufig auf allgemeine Ratschläge, wie spazieren zu gehen oder die Erhöhung der Alltagsaktivität. Dies ist jedoch nicht ausreichend. Daher werden im Folgenden Vorschläge beschrieben, wie ein konkreter Trainingsplan aussehen kann. Es geht bei den körperlichen Belastungen in den ersten Wochen nicht darum, einen für das Gewicht relevanten Energieumsatz und damit eine Gewichtsreduktion zu erzielen, sondern über die Aktivität ein verbessertes Körpergefühl zu vermitteln und die betreute Person zur Bewegung zu animieren. Ziel ist die regelmäßige Aktivierung der Muskulatur und nicht unbedingt ein Muskelaufbautraining. Mit den betreuten Personen oder PatientInnen soll dies, um Frustrationen zu vermeiden, genau besprochen und auch vermittelt werden, dass in den ersten beiden Monaten keine Verbesserung des Gewichts und der metabolischen Faktoren im Vordergrund stehen. Ideal ist die Vermittlung der betreuten

Person oder PatientIn an einen Sporttherapeuten oder eine Sporttherapeutin, der oder die auch die direkte Umsetzung der ersten Trainingseinheiten mit der Person oder dem Patienten oder der Patientin durchführt und damit die Verbindlichkeit der Intervention verdeutlicht. Günstig ist das Führen eines Tagebuches beziehungsweise Bewegungsprotokolls über die Aktivität, die absolviert wird. Anfangs wird eine ärztliche Kontrolle alle 2 Wochen empfohlen, mindestens aber in einem 4-wöchigen Intervall, bei der das Training, die Laborwerte sowie die Medikamente evaluiert werden sollen. Falls bei der Ernährungsumstellung oder bei der Umsetzung der körperlichen Aktivität in die Praxis Probleme auftreten sollten, kann gegebenenfalls eine Adaptierung des Trainingsplans erfolgen. Dabei ist darauf zu achten, dass die Ziele realistisch und umsetzbar sind und nicht zu hochgesteckt werden. Sinnvoll ist es, Bewegung als „Rezept“ zu verordnen, damit sie die identische Gewichtung bekommt wie die Verordnung von Medikamenten. Weiters wird die Anbindung an eine Sportgruppe empfohlen, da auch ein Kommunikationsaustausch und die soziale Integration in eine Gruppe zum Erfolg beitragen (vgl. Halle, 2017, S. 316).

3.3.9 Voraussetzungen für die Durchführung einer Bewegungstherapie

Für einen optimalen Therapieeffekt sind einerseits eine eindeutige Indikationsstellung, andererseits verschiedene diagnostische Untersuchungen vor Beginn einer Bewegungstherapie empfehlenswert. Im Rahmen der Bewegungstherapie soll eine Anpassung der Organsysteme durch überschwellige Belastungen erfolgen, um eine höhere Leistungsfähigkeit nach dem Training zu erzielen. Um einen Leistungszuwachs zu erzielen, ist ein Wechsel zwischen Belastung und Regeneration von Bedeutung. Somit sind neben einer optimalen Trainingsintensität ausreichende Regenerationszeiten erforderlich, um einen größtmöglichen Behandlungserfolg zu erzielen. Ein Belastungs-EKG mit Bestimmung des Blutrucks sollte vor Beginn einer jeden Bewegungstherapie durchgeführt werden. Ein leistungsdiagnostischer Test soll entweder am Fahrradergometer oder für geübte LäuferInnen auch auf einem Laufbandergometer bis zum Leistungsmaximum erfolgen und nicht vorzeitig abgebrochen werden, damit Auffälligkeiten erkannt werden, die ansonsten beim Training fatale Konsequenzen haben könnten. Das Ziel solch einer Leistungsdiagnostik ist es, wichtige leistungsphysiologische Parameter zu ermitteln, welche für die Trainingsplanung zur Erreichung bestimmter Trainingsziele erforderlich sind (vgl. Braumann & Stiller, 2010, S. 7). Die Bestimmung der Laktatleistungskurve zur Beurteilung der aeroben Ausdauerleistungsfähigkeit ist von großer Bedeutung für die Trainingsplanung. Im Zusammenspiel mit anderen leistungsdiagnostischen Parametern ermöglicht die Laktatbestimmung eine komplexe Beurteilung der aeroben und anaeroben Leistungsfähigkeit zur Bewertung und Steuerung der Trainingsbelastung (vgl. Tschakert & Hofmann, 2013).

3.3.10 Trainingsintensität in der Behandlung von Übergewicht und Adipositas

Überlastungen bei übermäßig ambitionierten PatientInnen sind häufig zu beobachten und unbedingt zu vermeiden, da diese zur Beendigung des Trainings führen können. Daher ist die Trainingsintensität besonders wichtig. Die direkte Bestimmung der Ruheherzfrequenz und maximalen Herzfrequenz sowie des Verhaltens des Blutdrucks ist im Rahmen einer Ergometrie empfehlenswert. Vor allem bei PatientInnen mit kardiovaskulären Risikofaktoren soll die Bestimmung der Trainingsherzfrequenz nicht mittels Formel ($\text{Trainingspuls} = 180 - \text{Lebensalter}$) durchgeführt werden, da diese zu ungenau ist. Um eine genaue Empfehlung einer individuellen Belastungsintensität geben zu können, ist ein leistungsdiagnostischer Test im Rahmen einer Ergometrie erforderlich (vgl. Halle, 2017, S. 319).

Gerade für PatientInnen mit kardiovaskulärem Risiko, Diabetes mellitus oder manifester kardialer Erkrankung ist die Ermittlung des optimalen Trainingsbereichs durch die Differenzierung in aerobe und anaerobe Trainingsbereiche von großer Bedeutung. Um diese zu ermitteln, ist entweder eine Laktatdiagnostik oder eine Spiroergometrie sinnvoll (vgl. Halle, 2017, S. 319). Wenn diese nicht möglich sind, kann auch anhand der Karvonen-Formel eine Abschätzung der optimalen Trainingsintensität erfolgen, indem die Ruheherzfrequenz und die maximale Herzfrequenz bestimmt werden und die Differenz dieser beiden Werte, die sogenannte Herzfrequenzreserve, ermittelt wird. Während am Anfang eines Trainings die Intensität bei 50 % der Herzfrequenzreserve liegen soll, kann diese nach einem Monat auf 60 % und nach einem weiteren Monat auf 70 % erhöht werden. Durch einen Pulsmesser soll die Herzfrequenz verfolgt werden. Daher ist das Tragen einer Pulsuhr gerade zu Beginn einer Intervention unerlässlich. Da die meisten PatientInnen ihre subjektive Belastungsintensität schlecht abschätzen können und die Trainingsbelastungen häufig zu intensiv angesetzt werden, ist die Bestimmung der optimalen Trainingsintensität sehr wichtig (vgl. Halle, 2017, S. 320).

3.3.11 Trainingsrelevante Inhalte

3.3.11.1 Sportmedizinische Diagnostik

Zum Ausschluss einer kardialen Ischämie oder eines Belastungshypertonus sollte zu Beginn des Trainings eine kardiologische-sportmedizinische Untersuchung erfolgen. Weiters sollte die Trainingsherzfrequenz mittels Laktatdiagnostik, Spiroergometrie oder Karvonen-Formel bestimmt werden (vgl. Halle, 2017, S. 320).

3.3.11.2 Regelmäßige Trainingseinheiten

In den ersten 3-4 Wochen dient das Training nicht der Leistungssteigerung oder Gewichtsreduktion, sondern der Verhaltensänderung, mit dem Ziel die Trainingseinheiten regelmäßig durchzuführen. In den ersten 2 Wochen sind auch 1-2 Minuten pro Tag möglich, um hierfür die Zeit leichter priorisieren und reservieren zu können (vgl. Halle, 2017, S. 320).

3.3.11.3 Niedrige Belastungsintensität

Am Anfang sollte mit einer niedrigen Belastungsintensität im aeroben Bereich begonnen werden (vgl. Halle, 2017, S. 320).

3.3.11.4 Optimale Herzfrequenz

Ein Training kann zu Beginn auch nur 3-5 Minuten durchgeführt werden und sollte in Sportkleidung erfolgen, damit der entsprechende Charakter gegeben ist. Dabei ist darauf zu achten, die optimale Herzfrequenz einzuhalten. Daher sollte eine Kontrolle mittels Pulsuhr erfolgen (vgl. Halle, 2017, S. 320).

3.3.11.5 Steigerung des Trainingsumfangs

Der Trainingsumfang soll um 1 Minute pro Woche gesteigert werden. So kann nach 2 Monaten das Resultat von 15 min erzielt werden und dadurch eine deutliche Verbesserung des Stoffwechsels stattfinden (vgl. Halle, 2017, S. 320).

3.3.11.6 Steigerung der Intensität

Durch das tägliche Spaziergehen kann nach 3-4 Wochen die Intensität gesteigert werden. Eine Möglichkeit wäre ein Wechsel aus Gehen und Tripp-Trapp-Laufen, bei dem es durch sehr langsames, federndes Laufen mit primärem Kontakt der Fußballen zu keiner starken Belastung der Gelenke kommt. Beim Joggen ist diese für die Kniegelenke besonders hoch, da die Bremskraft beim Aufsetzen mit getrecktem Bein wirkt. Radfahren stellt zwar eine günstige Alternative dar, jedoch ist der Energieverbrauch geringer (vgl. Halle, 2017, S. 320).

3.3.11.7 Intervalltraining

Ideal ist eine Kombination aus Spaziergehen und Tripp-Trapp-Laufen, welches im Wechsel in Form eines Intervalltrainings stattfinden soll. Zu Beginn sollte dieses in 1-Minuten-Intervallen durchgeführt werden und innerhalb von 5 Wochen zu 5-Minuten-Intervallen ausgebaut werden. Das wäre in der Praxis ein Wechsel aus 5 Minuten Tripp-Trapp-Laufen und 5 Minuten Gehen. Das Intervalltraining wirkt wesentlich besser und die Effekte auf das Gewicht und den Stoffwechsel sind deutlich höher als bei moderater Intensität (vgl. Halle, 2017, S. 320).

3.3.11.8 Ausdauertraining / Kombination mit Nordic Walking

Von der Geschwindigkeit her ist das Tripp-Trapp-Laufen langsamer als zügiges Gehen und daher auch für weniger Trainierte ideal. Besonders günstig ist die Kombination aus Nordic Walking und Tripp-Trapp-Laufen als gemeinsame Aktivität für unterschiedlich trainierte Personen (vgl. Halle, 2017, S. 321).

3.3.11.9 Kraft- und Koordinationstraining

Das Ausdauertraining soll durch ein leichtes Kraft- und Koordinationstraining ergänzt werden. Durch Bewegung an Geräten oder mit elastischen Bändern soll nicht der Kraftzuwachs, sondern die Aktivierung der Muskulatur im Vordergrund stehen. 10 Wiederholungen sollten in 1 Minute leicht durchführbar sein (vgl. Halle, 2017, S. 321).

3.4 Bariatrische Chirurgie

Bariatrische Operationen stellen bei PatientInnen mit einem BMI $>40 \text{ kg/m}^2$ oder Diabetes mit einem BMI $> 35 \text{ kg/m}^2$ eine sehr gute Möglichkeit zur langfristigen Behandlung von Adipositas dar, da nicht nur 15 bis 40 % Gewichtsreduktion erreicht, sondern auch Komorbiditäten und die Gesamtmortalität vermindert werden kann (vgl. Biesalski, 2018, S. 645). Die multidisziplinäre medizinische Nachbetreuung dieser PatientInnen ist sehr umfangreich. Da es in Folge zu einer signifikanten Verbesserung der Hyperglykämien kommt, ist dies auch eine Therapieoption bei Typ-2-Diabetes. Die Diabetesremissionsrate beträgt, je nachdem welche Operation durchgeführt wurde, 45-95 %, wobei ein größerer Gewichtsverlust zu einer höheren Diabetesremission beiträgt (vgl. Toplak et al., 2019, S. 74). Adipositaschirurgische Maßnahmen sind bei Adipositas Grad III erforderlich, da hier konservative Therapieansätze nicht mehr den gewünschten Erfolg bringen. Verhaltenstherapeutische Maßnahmen sind zusätzlich zu Anpassungen des Lebensstils erforderlich, wobei hier auf die Strukturierung des Alltags und des Ess- und Bewegungsverhaltens und auf die Notwendigkeit ungünstigen, sozialen Rückzugstendenzen entgegenzuwirken geachtet werden soll (vgl. Becker & Zipfel, 2020, S. 38). Nach chirurgischer Intervention ist die Mortalitätsrate um 29 % niedriger als bei konservativer Behandlung. Bei operierten PatientInnen sind auch die Remissionsraten des Diabetes, der Hypertonie und der Fettstoffwechselstörungen höher (vgl. Hauner & Herzog, 2008, S. 824). Nach bariatrischen Operationen bessern sich bei adipösen PatientInnen psychosoziale Probleme wie Depressivität, Angststörungen, Selbstwertgefühl, Lebensqualität, soziale Kontakte und berufliche Integration (vgl. Hauner & Herzog, 2008, S. 825).

3.5 Psychotherapeutische Behandlung

Im Falle von Adipositas wird vornehmlich mit der kognitiven Verhaltenstherapie gearbeitet. Das Führen von Ernährungs- und Bewegungstagebüchern stellt eine wesentliche Maßnahme dar, um das Verhalten analysieren zu können. Auch ein regelmäßiges Wiegen der Lebensmittel sowie die Visualisierung der Gewichtsveränderung tragen zu einer erfolgreichen Gewichtsreduktion bei (vgl. Wirth & Hauner, 2013, S. 311). Je stärker die Schwierigkeiten bezüglich der Motivation sind, beziehungsweise bei Vorliegen von Essstörungen und psychischen Komorbiditäten, sollte der/die Betroffene eine Psychotherapie in Anspruch nehmen. Eine alleinige

Psychotherapie führt nicht zum gewünschten Erfolg, sie ist jedoch ein zentraler Faktor zur Steigerung der Motivation, um erforderliche Verhaltensveränderungen im Bereich Ernährung und Bewegung zu erzielen (vgl. Wirth & Hauner, 2013, S. 318). Die Veränderung des persönlichen Lebensstils ist schwierig und die Alltagsgestaltung, wie mangelnde Bewegung, über Jahre manifestiert. Daher sind Veränderungen nur mit hohem Engagement und häufig nur mit psychologischer Unterstützung möglich. Ein früh begonnener, gesunder Lebensstil setzt sich möglicherweise bis ins hohe Alter fort bzw. auch umgekehrt. Daher sollte die Prävention und Intervention schon bei Kindern ansetzen (vgl. Schuler et al., 2013, S. 1790).

3.6 Langfristige Betreuung & Gewichtsstabilisierung

Eine langfristige Gewichtsstabilisierung nach erfolgter Gewichtsabnahme stellt für viele Personen oder PatientInnen eine große Herausforderung dar. Oftmals können sie das erreichte Gewicht nicht aufrechterhalten und nehmen wieder zu. Voraussetzung für einen Langzeiterfolg ist daher ein Betreuungskonzept, das auf längere Sicht angelegt ist. Der persönliche Kontakt zum/zur BetreuerIn ist neben regelmäßigem Wiegen, kognitiver Kontrolle der Nahrungsaufnahme mit Beibehaltung von Essstruktur und Reduktion des Fettkonsums sowie kontinuierlicher körperlicher Aktivität sehr wichtig. Eine dauerhafte Verhaltensänderung kann nur stattfinden, wenn sich neue Gewohnheiten im Alltag der Personen oder PatientInnen gut etablieren (vgl. Becker & Zipfel, 2020, S. 37f).

Primär sind verhaltenstherapeutische Interventionen zur Lebensstil-Veränderung im Sinne einer Ernährungsumstellung und Erhöhung der körperlichen Aktivität bei Adipositas Grad I und II (BMI zwischen 30 und 40 kg/m²) zielführend und empfehlenswert. Dabei ist auf individuelle Alltagsbedingungen und die Bedürfnisse der PatientInnen Rücksicht zu nehmen. Sowohl BehandlerInnen als auch PatientInnen sollten realistische Vorstellungen über den Gewichtsverlauf haben und eine moderate, aber dauerhafte Gewichtsabnahme anstreben. Ein Gewichtsverlust von 5-10% kann durchschnittlich erwartet werden, wobei im Fokus eine Verhaltensänderung steht, die eine gesunde Lebensweise, Überzeugung und Vertrauen in die eigenen Fähigkeiten sowie die Förderung der Lebensqualität beinhaltet. Die Gesundheitsverbesserung und die Zufriedenheit mit der erreichten Gewichtsabnahme, ist neben der Gewichtsstabilisierung das Ziel der Adipositasbehandlung (vgl. Becker & Zipfel, 2020, S. 38).

Um das Krankheitsrisiko bei extremer Adipositas deutlich zu senken, ist ein Gewichtsverlust in der Größenordnung von 20-30 % des Ausgangsgewichts erwünscht. Dies ist nicht nur durch bariatrische Chirurgie, sondern auch mit entsprechend intensiver Lebensstilintervention möglich. Meistens sind hierfür der Einsatz von Formuladiäten, Mahlzeitenersatzstrategien beziehungsweise zusätzlich von gewichtssenkenden Medikamenten erforderlich (vgl. Hauner & Herzog, 2008, S. 823).

4 Methodik

4.1 Pilotstudie

Im Rahmen einer Gewichtsreduktion bei übergewichtigen und adipösen Personen spielen sowohl die Ernährungsumstellung als auch die Steigerung der körperlichen Aktivität eine große Rolle. Ob für den Erfolg einer gewünschten Gewichtsabnahme die Ernährungsumstellung oder die gesteigerte körperliche Aktivität ausschlaggebend ist bzw. welche Umstellung erfolgreicher gelingt, ist oftmals schwer nachvollziehbar. Daher war es das Ziel dieser Pilotstudie, den Unterschied zwischen diesen Interventionsmaßnahmen, sowie im Vergleich zu einer Kombination der beiden, auf den Gewichtsverlauf und die Körperzusammensetzung anhand von 3 Gruppen zu erheben und zu evaluieren.

Daraus ergab sich folgende Fragestellung:

Welche Effekte zeigen ernährungs- oder bewegungsbasierte Maßnahmen oder eine Kombination der beiden innerhalb von 8 Wochen auf den Gewichtsverlauf und die Körperzusammensetzung bei übergewichtigen und adipösen Erwachsenen?

Unterfragen:

1. Welche Unterschiede zeigen sich im Gewichtsverlauf der Interventionsgruppen zwischen Einzelmaßnahmen (Ernährung oder Bewegung) und kombinierten Maßnahmen?
2. Welche Unterschiede zeigen sich in der Körperzusammensetzung der Interventionsgruppen zwischen Einzelmaßnahmen (Ernährung oder Bewegung) und kombinierten Maßnahmen?
3. Welchen Einfluss hat eine Gewichtsreduktion auf die Körperzusammensetzung?

Zusatzfrage:

Gibt es Unterschiede zwischen Männern und Frauen im Ansprechen auf die Intervention?

Hypothese A:

- H0: Es gibt keine Unterschiede in der Gewichtsreduktion (basierend auf dem ermittelten BMI) zwischen der Interventionsgruppe Ernährung, der Interventionsgruppe Bewegung und der kombinierten Interventionsgruppe.
- H1: Es gibt Unterschiede in der Gewichtsreduktion (basierend auf dem ermittelten BMI) zwischen der Interventionsgruppe Ernährung, der Interventionsgruppe Bewegung und der kombinierten Interventionsgruppe.

Hypothese B:

- H0: Es gibt keine Unterschiede in der Körperzusammensetzung (basierend auf BIA-Ergebnissen) zwischen der Interventionsgruppe Ernährung, der Interventionsgruppe Bewegung und der kombinierten Interventionsgruppe.
- H1: Es gibt Unterschiede in der Körperzusammensetzung (basierend auf BIA-Ergebnissen) zwischen der Interventionsgruppe Ernährung, der Interventionsgruppe Bewegung und der kombinierten Interventionsgruppe.

Hypothese C:

- H0: Die Gewichtsreduktion nimmt keinen Einfluss auf die Veränderung der Körperzusammensetzung.
- H1: Die Gewichtsreduktion nimmt Einfluss auf die Veränderung der Körperzusammensetzung.

4.2 Studienpopulation

Die Stichprobengröße der Pilotstudie umfasste zu Beginn der Intervention insgesamt 60 Personen im Alter von über 18 Jahren mit einem BMI von 25-40 kg/m², wobei die Teilgruppengröße aus je 20 Personen bestand.

Die StudienteilnehmerInnen wurden über die Homepage: www.diaetologischepraxis.at rekrutiert. Nicht in die Studie aufgenommen wurden aufgrund von Ausschlusskriterien Personen mit akuten Erkrankungen, solche mit Herzschrittmacher und Schwangere. Elf Personen konnten nicht in die statistische Berechnung eingeschlossen werden, weil die Folgemessung mittels Bioimpedanzanalyse nach Interventionsende nicht durchgeführt werden konnte. Es wurden 16 männliche und 33 weibliche TeilnehmerInnen in die Studie eingeschlossen. Eine Kontrollgruppe ohne Intervention wurde nicht geführt.

Nach der Intervention konnten 48 StudienteilnehmerInnen, die an der Untersuchung nach 8 Wochen teilgenommen hatten, in die Auswertung einbezogen werden.

4.3 Studiendesign

Es wurde eine Pilotstudie in der Form einer randomisierten, offenen Interventionsstudie mit dem Schwerpunkt einer Ernährungs- und Bewegungsintervention durchgeführt, durch welche die Veränderungen des Gewichtsverlaufs sowie der Körperzusammensetzung im Rahmen eines 8-wöchigen Programmes erfasst werden sollten. Die Erhebung der anthropometrischen Parameter, die Bioimpedanzanalyse und die Schulung erfolgten in einer diätologischen Praxis, die Schulung der Gruppen und die Bioimpedanzanalyse-Messung wurden durch die Diätologin durchgeführt. Dabei gab es drei parallele Interventionsarme. Die Intervention betraf in der

ersten Gruppe die Ernährung, in der zweiten die Bewegung und in der dritten eine Kombination aus Ernährung und Bewegung.

4.4 Interventionsablauf

Die erste Gruppe (in weiterer Folge als Gruppe 1 bezeichnet) erhielt eine eingehende Ernährungsschulung, die zweite Gruppe (in weiterer Folge als Gruppe 2 bezeichnet) eine Bewegungsschulung und die dritte Gruppe (in weiterer Folge als Gruppe 3 bezeichnet) eine Kombination der beiden.

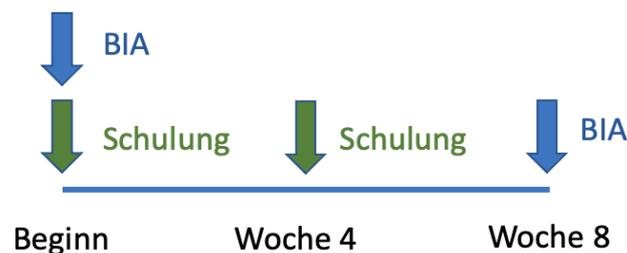


Abbildung 8: Ablauf der Studie

Die Interventionsdauer betrug acht Wochen. Die Schulung wurde jeweils zu Beginn und nach 4 Wochen online durchgeführt, die BIA-Messungen zu Beginn und nach 8 Wochen Studiendauer.

4.5 Schulungsinhalte

4.5.1 Ernährungsempfehlungen

In der Ernährungs-Schulungseinheit wurden Empfehlungen für eine ausgewogene, gesunde Ernährung laut ÖGE sowie Basiswissen über Energiezufuhr, Kohlenhydrate, Fette, Eiweiß, Vitamine, Mineralstoffe und Spurenelemente vermittelt, als auch Maßnahmen zur Verhaltensänderung besprochen. Das Ziel war eine kohlenhydratreduzierte und eiweißreiche Ernährung mit mindestens 10 Kohlenhydratbausteinen (siehe Tagesspeiseplan im Anhang 12.1.2.) und in Abhängigkeit vom BIA- Messergebnis beziehungsweise der vorhandenen Muskelmasse 1-1,2 g Eiweiß/ kg Soll-Körpergewicht. Die StudienteilnehmerInnen erhielten eine für diesen Zweck erstellte Mappe (siehe Anhang 12.1.), um die Umsetzung der vermittelten Inhalte zu erleichtern. Die ProbandInnen der Gruppe 1 und der Gruppe 3 führten über 8 Wochen ein Ernährungstagebuch. Anhand der Eintragungen, welche wöchentlich an die Diätologin übermittelt wurden, konnte die Diätologin bei Bedarf eine Adaptierung, vor allem der Eiweißzufuhr, empfehlen.

4.5.1.1 Inhalte der Ernährungs-Schulungseinheit

Die TeilnehmerInnen wurden auf ein 3-Mahlzeiten-Prinzip geschult, auf Zwischenmahlzeiten sollte verzichtet werden. Die Mengeneempfehlungen für Kohlenhydrate und Eiweiß wurden individuell berechnet und zu Studienbeginn nach erfolgter BIA-Messung und unter Berücksichtigung der Untersuchungsergebnisse eingehend besprochen. Für die praktische Umsetzung standen neben einer Lebensmittelliste (siehe Anhang 12.1.1), welche sich in empfehlenswerte und nicht empfehlenswerte Lebensmittel gliederte, auch ein Tagesspeiseplan (siehe Anhang 12.1.2.) mit genauen Mengeneempfehlungen und ein Wochenspeiseplan (siehe Anhang 12.1.3.) inklusive Rezepten zur Verfügung.

Anhand eines Tagesspeiseplans gab es zur Orientierung Vorschläge, wie die jeweilige Mahlzeit zusammengestellt werden sollte. Dabei war darauf zu achten, dass täglich 3 mal eine Handvoll Gemüse, 2 mal eine Handvoll Obst, 2 Milchprodukte (z.B. 1 Becher/ 250 ml Joghurt und 50 g/ 2 Scheiben Käse) sowie 2 Portionen Vollkornprodukte (Haferflocken, Vollkornbrot, Vollkornreis, Vollkornteigwaren) in den Speiseplan eingebaut wurden. Weiters sollte die Abendmahlzeit eiweißreich und kohlenhydratarm gestaltet werden.

4.5.2 Bewegungsempfehlungen

In der Bewegungs-Schulungseinheit wurden den TeilnehmerInnen anhand einer Bewegungsbroschüre (siehe Anhang 12.2.) die österreichischen Empfehlungen für gesundheitswirksame Bewegung laut Fonds Gesundes Österreich (FGÖ) (siehe Anhang 12.2.1.) näher gebracht sowie ein acht-wöchiger Trainingsplan (siehe Anhang 12.2.2) inklusive muskelkräftigender Übungen (siehe Kapitel 4.5.3.) zur Hilfestellung für die Umsetzung erklärt. Zur korrekten Durchführung stand ein mittels Physitrack® erstelltes Übungsprogramm zur Verfügung. So konnten in der PhysiApp® zur Unterstützung der korrekten Durchführung Videos per Handy oder Computer angesehen werden. Die ProbandInnen der Gruppen 2 und 3 führten ein Bewegungsprotokoll (siehe Anhang 12.2.3.) inklusive der Angabe der täglich absolvierten Schritte. Nach vier Wochen erfolgte online eine Evaluierung und gegebenenfalls eine Adaptierung. Zur Verlaufskontrolle gab es eine wöchentliche Gewichtskontrolle durch die StudienteilnehmerInnen und Rückmeldung an die Diätologin. Während der gesamten Studiendauer von 8 Wochen stand die Diätologin für Fragen oder bei Unklarheiten zur Verfügung.

4.5.2.1 Inhalte der Bewegungs-Schulungseinheit

Im Rahmen der Bewegungs-Schulungseinheit wurden die Empfehlungen für gesundheitswirksame Bewegung besprochen. Pro Woche wurden 150 Minuten (2 ½ Stunden) mit mittlerer Intensität empfohlen. Mittlere Intensität bedeutet, dass die Atmung etwas beschleunigt ist, aber während der Bewegung noch gesprochen werden kann. Ideale

Sportarten sind schnelles Spazieren, Nordic Walking, Schwimmen, Radfahren (auch am Hometrainer), Wandern und Tanzen.

Alternativ konnten pro Woche 75 Minuten (1 ¼ Stunde) mit höherer Intensität durchgeführt werden, was bedeutet, dass tiefer geatmet werden muss und nur noch kurze Wortwechsel möglich sind. Ideale Sportarten hierfür sind Laufen, Bergsteigen, Rennrad fahren, Langlaufen oder Ballsportarten wie, z.B. Fußball.

Bewegungen mittlerer und höherer Intensität konnten auch kombiniert werden. Als Faustregel gilt, dass 20 Minuten Bewegung mit mittlerer Intensität gleich viel zählen wie 10 Minuten mit höherer Intensität (vgl. FGÖ, 2020, S. 51).

4.5.3 Übungsprogramm Physitrack®

4.5.3.1 Ausfallschritt mit Eigengewicht

Im aufrechten Stand werden die Arme an den Seiten gehalten oder in die Hüfte gestützt. Es folgt ein Ausfallschritt nach vorne. Das Knie wird gebeugt, die Hüften werden gesenkt und das hintere Knie bis zum Boden gebracht. Das vordere Knie darf nicht über die Zehen hinausragen. Rumpf und Brust bleiben aufrecht, die Hüften waagrecht.

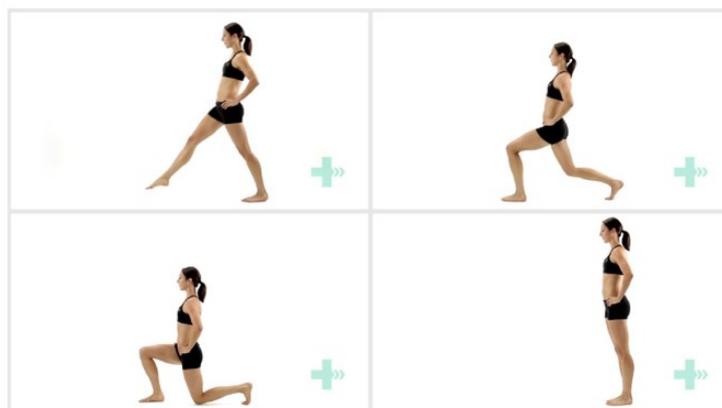


Abbildung 9: Ausfallschritt mit Eigengewicht

Quelle: (vgl. Physitrack, 2021).

4.5.3.2 Einbeiniger Wadenheber

Man steht auf dem betroffenen Bein. Das Knie bleibt gestreckt und dabei stellt man sich auf die Zehenspitzen. Die Ferse wird kontrolliert abgesenkt und die Bewegung wiederholt.

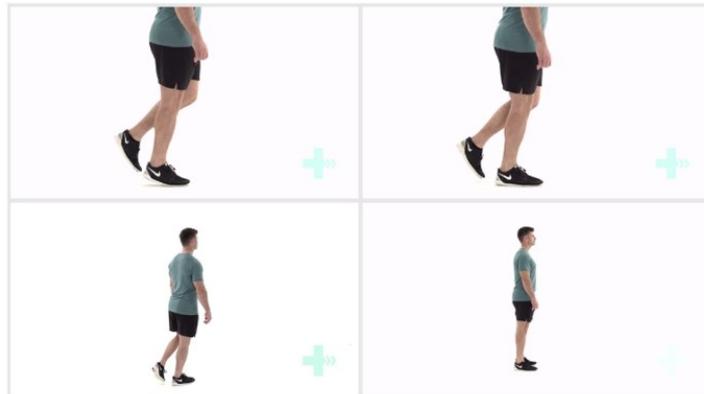


Abbildung 10: Einbeiniger Wadenheber

Quelle: (vgl. Physitrack, 2021).

4.5.3.3 Kniebeuge mit Körpergewicht – Squat

Im aufrechten Stand werden die Arme vorne gehalten und die Hände in Fäusten gehalten. Es folgt eine Kniebeuge, sodass die Knie auf einer Linie mit den Zehen sind, die Fersen auf dem Boden stehen und der Rücken gerade ist. Kopf und Rücken werden gerade gehalten und der Blick geht nach vorne. Die Position wird für 2 Sekunden gehalten, anschließend richtet man sich wieder auf.



Abbildung 11: Kniebeuge mit Körpergewicht

Quelle: (vgl. Physitrack, 2021).

4.5.3.4 Unterarmseitstütz – Side plank

Im Unterarmseitstütz werden Kopf, Rücken und Füße auf einer Linie gerade gehalten. Die Hüften werden abgesenkt, bis sie kurz vorm Boden sind und dann wieder hochgehoben.



Abbildung 12: Unterarmseitstütz

Quelle: (vgl. Physitrack, 2021).

4.5.3.5 Käferübung – Dead bugs

Am Rücken liegend werden Knie und Hüfte auf 90 Grad gebeugt. Die Arme werden dabei zur Decke gestreckt. Der Rücken wird gerade auf den Boden gedrückt und dabei ein Arm und das gegenüberliegende Bein abgesenkt. Der restliche Körper wird ruhig gehalten, wobei darauf geachtet werden soll, nicht ins Hohlkreuz zu gehen. Anschließend wieder in die Ausgangsposition zurückkehren und die Bewegung mit der jeweils anderen Seite wiederholen.



Abbildung 13: Käferübung

Quelle: (vgl. Physitrack, 2021).

4.5.3.6 Brücke halten mit Beinstreckung – Bridge

Am Rücken liegend werden die Füße aufgestellt und das Becken so angehoben, dass der Körper nur von den Füßen, Schultern und dem oberen Rücken getragen wird. Ein Bein wird angehoben und das Knie gestreckt. Dieses soll auf einer Linie mit dem Körper gehalten werden und das Becken nicht zur Seite kippen. Die Position wird gehalten und dann das Bein gewechselt, ohne das Becken abzusenken. Um die Übung zu erschweren, können die Arme hinter den Kopf gelegt oder die Fersen weiter vom Körper weggestellt werden.



Abbildung 14: Brücke mit Beinstreckung

Quelle: (vgl. Physitrack, 2021).

4.5.3.7 Fahrradfahren in Rückenlage

Am Rücken liegend, werden die Hände in den Nacken gelegt. Die Beine werden vom Boden abgehoben und in der Luft wird begonnen „fahrradzufahren“. Dabei soll die Bauchmuskulatur angespannt und versucht werden, das Knie mit dem jeweils gegenüberliegenden Ellenbogen zu berühren. Das Bein soll bis kurz vor dem Boden ausgestreckt und wieder angehoben werden. Dabei nicht ins Hohlkreuz gehen.



Abbildung 15: Fahrradfahren in Rückenlage

Quelle: (vgl. Physitrack, 2021).

4.5.3.8 Vierfüßlerstand – Bird dog

Im Vierfüßlerstand sind die Hände genau unterhalb der Schultern und die Knie unterhalb der Hüften. Der Rücken soll gerade gehalten werden und der Blick ist zwischen die Hände gerichtet. Dabei soll der Beckenboden angespannt und der Bauchnabel eingezogen werden. Diese Position wird gehalten und ein Arm und das gegenüberliegende Bein gestreckt. Dabei soll der Rücken gerade bleiben und das Becken nicht zur Seite kippen. Kontrolliert werden Arm und Bein wieder gesenkt und die Übung mit der jeweils anderen Seite wiederholt.



Abbildung 16: Vierfüßlerstand

Quelle: (vgl. Physitrack, 2021).

4.5.3.9 Schulterabduktion – stehend mit Kurzhanteln

Mit den Füßen schulterbreit auseinander stehend wird je eine Kurzhantel in der Hand gehalten. Die Schulterblätter werden nach hinten und unten gedrückt. Gesäß- und Bauchmuskulatur werden angespannt. Die Gewichte werden nun zur Seite gehoben, bis sie direkt über dem Kopf sind. Dann werden die Hanteln wieder gesenkt.

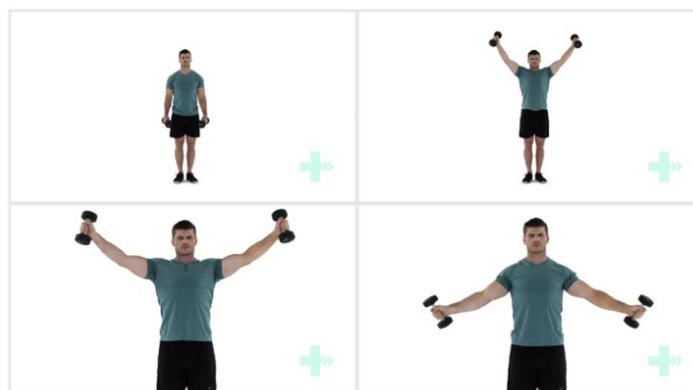


Abbildung 17: Schulterabduktion

Quelle: (vgl. Physitrack, 2021).

4.5.3.10 Bizepscurl mit Widerstand – Ellenbogenflexion

Man stellt sich aufrecht auf das Ende eines Therabandes. Das andere Ende wird in der Hand gehalten und das Band auf Spannung gebracht. Der Oberarm wird eng am Körper gehalten und das Band zu einem selbst hochgezogen, indem der Ellenbogen gebeugt wird. Der Arm wird wieder langsam abgesenkt.

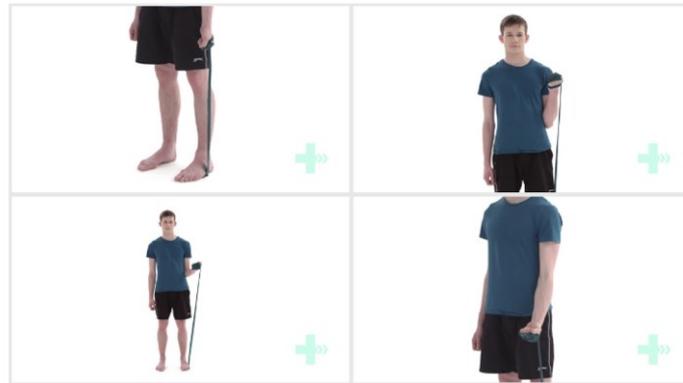


Abbildung 18: Bizepscurl mit Widerstand

Quelle: (vgl. Physitrack, 2021).

4.6 Erhebungsmethoden

Die Ermittlung von Körpergewicht, Körpergröße und Bauchumfang wurde nach standardisierten Verfahren durchgeführt, wobei zu betonen ist, dass es sich um gemessene Werte und nicht um Selbstangaben handelt. Alle Messungen wurden morgens, nüchtern und immer von derselben Person (der Diätologin) durchgeführt.

Aus den Daten zu Körpergewicht und Körpergröße erfolgte die Berechnung des Body Mass Index und die Klassifizierung in Übergewicht (BMI 25,0 - 29,9 kg/m²) und Adipositas (BMI \geq 30,0 kg/m²) gemäß den Angaben der WHO.

Die BIA-Messung wurde mit dem Analysegerät BIACORPUS RX4004M (MEDI CAL Health Care GmbH, Karlsruhe, Deutschland) durchgeführt, welches ein volldigitales, phasensensitives 4-Kanal-Impedanzmessgerät mit modernster Gerätetechnik ist. Auf allen 4 Kanälen misst dieses wahlweise bei 50 kHz Wechselstromfrequenz oder im Frequenzspektrum von 1-80 kHz den resistiven Widerstand (Rz), den kapazitiven Widerstand (Xc) und den Phasenwinkel (PA) mit hoher Präzision (vgl. MEDI CAL HealthCare GmbH, 2021).

4.7 Datenmanagement & statistische Methoden

Die Erfassung der BIA-Messergebnisse erfolgte mittels des Softwareprogramms BodyComposition V9.0 Professional (MEDI CAL Health Care GmbH, Karlsruhe, Deutschland).

Für alle erhobenen Messdaten wie Gewicht, Größe, Bauchumfang erfolgte unmittelbar nach der Messung die Pseudonymisierung durch Zuteilung einer fortlaufenden ID-Nummer (01-60), wobei der Code verschlossen bei der Studienleitung verblieb.

Alle weiteren erhobenen Daten, wie Ernährungstagebücher und Bewegungsdaten, wurden ebenfalls unter Berücksichtigung der Datenschutzrichtlinien verwahrt.

Nach Transfer der Rohdaten in einen Excel File wurden die Daten in SigmaPlot 14.5 übertragen, mit dem alle graphischen Darstellungen durchgeführt wurden, mit Ausnahme von Abbildung 20, die mittels Microsoft Excel, Version 16.66.1 erstellt wurde.

Im Rahmen der Datenexploration wurden die Ergebnisse in Form von Box- and Whisker Plots und Scatter Plots graphisch dargestellt. Das Box-and-Whisker-Plot ist ein Diagramm zur graphischen Abbildung der Verteilung eines Merkmals. Es werden dabei verschiedene Streuungs- und Lagemaße in einer Darstellung zusammengefasst, wodurch schnell vermittelt werden kann, in welchem Bereich die Daten liegen und wie sie sich über diesen Bereich verteilen (vgl. Hazra & Gogtay, 2016, S. 21). Wie aus Abbildung 19 ersichtlich ist, befinden sich in der Box 50% aller Messwerte. Der Medianwert, der als der mittlere gemessene Wert definiert ist, ist innerhalb der Box entsprechend seiner Lage markiert. Die Grenzen der Box nach unten markieren den Wert, der den unteren 25% aller Messwerte (25. Perzentile) entspricht und die Begrenzung nach oben jenen, der 75% aller Messwerte (75. Perzentile) markiert. Die Whisker markieren jeweils 5% bzw. 95% der Messwerte (5. und 95. Perzentile). Zusätzlich wurden einzelne Ausreißer in den Abbildungen in Form von Punkten dargestellt.

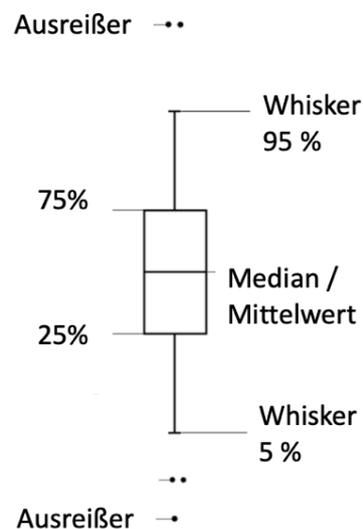


Abbildung 19: Box-Plot; Quelle: (vgl. Hazra & Gogtay, 2016, S. 21).

Im Rahmen der deskriptiven Statistik wurden Mittelwerte und Standardabweichungen in SigmaPlot ermittelt und in die Tabellen aufgenommen, in die auch die Ergebnisse der statistischen Tests in Form der *P*-Werte eingetragen wurden.

Weiters wurde in SigmaPlot eine Prüfung auf Normalverteilung mittels Normality Tests (Shapiro-Wilk) und Equal Variance Tests (Brown Forsythe) durchgeführt.

Für Gruppenvergleiche wurde die Varianzanalyse One-way Analysis of Variance (ANOVA) angewandt. In den Abbildungen wurden die *P*-Werte für signifikante Unterschiede inkludiert, sie wurden jeweils oberhalb und in der Mitte zwischen den Box-and-Whisker-Plots der verglichenen Gruppen platziert. *P*-Werte für nicht signifikante Unterschiede wurden nur im Text erwähnt.

Für Interventionseffekte wurden Paired *t* Tests verwendet, um Veränderungen innerhalb der Gruppen vor und nach der Intervention zu erkennen. In den Abbildungen wurden die *P*-Werte für signifikante Unterschiede inkludiert, sie wurden jeweils oberhalb und in der Mitte zwischen den Box-and-Whisker-Plots der verglichenen Gruppen platziert. *P*-Werte für nicht signifikante Unterschiede wurden nur im Text erwähnt. Wenn eine Normalverteilung nicht gegeben war, wurden Kruskal-Wallis One-way ANOVA on Ranks Tests anstelle von One-way ANOVA und Wilcoxon Signed Rank Test anstelle von Paired *t* Tests als alternative statistische Verfahren angewandt. Dies wurde in den Tabellen und Abbildungen als * angemerkt und in der Fußnote vermerkt.

Weiters wurde eine Bonferroni-Korrektur, welches ein Verfahren der Statistik zur Adjustierung der Signifikanzniveaus der Einzeltests bei multiplen Tests darstellt, durchgeführt, um für die Durchschnittshypothese ein vorgegebenes Signifikanzniveau einzuhalten (vgl. Kowalski & Enck, 2010).

Regressionsanalysen (lineare Regression) wurde angewandt, um den Einfluss der Gewichtsreduktion auf die Körperzusammensetzung (Fettmasse und Muskelmasse) zu analysieren. Aus den Regressionsgleichungen konnten die Veränderungen der Fett- und Muskelmasse bei Veränderungen des Körpergewichts abgeleitet werden (vgl. Schneider et al., 2010, S. 778; vgl. Tinhof et al., 2020, S. 154).

Alle statistischen Tests wurden mit SigmaPlot 14.5 (Systat Software GmbH, Düsseldorf, Deutschland) durchgeführt, *P*-Werte < 0.05 wurde als statistisch signifikant angenommen.

5 Ergebnisse

Von den anfänglich 60 StudienteilnehmerInnen, die in die Studie aufgenommen wurden, haben 11 die Studie nicht beendet. Gründe für die Ausfälle waren Krankheit (n = 4), fehlende Motivation (n = 4), Überforderung mit der Studie (n = 2) und ein Mobilitätsproblem (n = 1). Es konnten daher 49 (81,7 %) ProbandInnen in die Auswertung miteinbezogen werden.

Tabelle 3 gibt einen Überblick über die einzelnen Gruppen.

	Gruppe 1-3	Gruppe 1	Gruppe 2	Gruppe 3	Unterschied 1-3
Zahl (n)	49	17	18	14	
Geschlecht (m : f)	<u>16</u> : 33	<u>8</u> : 9	<u>6</u> : 12	<u>2</u> : 12	
Alter (J)	40,9 ± 12,5	39,4 ± 13,4	41,8 ± 14,8	41,6 ± 9,34	<i>P</i> = 0,644
Größe (m)	1,70 ± 0,09	1,72 ± 0,09	1,73 ± 0,11	1,67 ± 0,08	<i>P</i> = 0,238
Gewicht (kg)	86,7 ± 15,4	86,9 ± 14,8	87,0 ± 19,0	86,1 ± 12,5	<i>P</i> = 0,870*
BMI (kg/m ²)	29,6 ± 3,75	29,4 ± 3,39	28,7 ± 3,52	30,9 ± 4,36	<i>P</i> = 0,513*
Bauchumfang (cm)	102 ± 10,9	103 ± 10,3	103 ± 12,1	102 ± 10,5	<i>P</i> = 0,896
Fettmasse (kg)	31,6 ± 7,87	30,2 ± 7,75	30,1 ± 7,07	35,4 ± 8,81	<i>P</i> = 0,120
Muskelmasse (kg)	28,1 ± 7,00	29,8 ± 7,56	28,8 ± 8,72	25,0 ± 4,73	<i>P</i> = 0,212*
ECW (%)	46,1 ± 3,39	44,7 ± 3,78	46,5 ± 2,68	47,4 ± 3,73	<i>P</i> = 0,083
TBW (l)	40,1 ± 9,68	41,3 ± 9,79	41,5 ± 12,3	37 ± 6,97	<i>P</i> = 0,486*
Phasenwinkel (Φ)	6,00 ± 0,72	6,27 ± 0,86	5,85 ± 0,57	5,68 ± 0,75	<i>P</i> = 0,075

Tabelle 3: Charakteristika der Interventionsgruppen zu Studienbeginn. *Wenn eine Normalverteilung nicht gegeben war, wurde One-way ANOVA on Ranks anstelle von One-way ANOVA angewandt.

In der folgenden Tabelle 4 werden die Anzahl der StudienteilnehmerInnen mit Übergewicht/Adipositas, ärztlich diagnostizierten Erkrankungen wie Diabetes mellitus, Fettstoffwechselerkrankungen und Hypertonie, sowie jene mit speziellen Ernährungsformen, in den einzelnen Gruppen dargestellt.

	Gruppe 1	Gruppe 2	Gruppe 3
Anzahl StudienteilnehmerInnen	17	18	14
Übergewicht/Adipositas	10 / 7	15 / 3	6 / 8
Diabetes mellitus/Fettstoffwechselstörung/Hypertonie	1 / 2 / 2	1 / 2 / 2	0 / 1 / 2
Vegetarisch/vegan	0 / 1	0	1 / 0

Tabelle 4: Charakteristika der Studienpopulation (Übergewicht/Adipositas, bekannte Stoffwechselerkrankungen, spezielle Ernährungsformen: vegetarisch/vegan).

5.1 Körperliche Betätigung

5.1.1 Erzielte Dauer der wöchentlichen Trainingseinheiten und Gesamtschrittzahl

Die Bewegungsgruppe führte im Durchschnitt 202 Minuten pro Woche Ausdauertraining mittlerer Intensität, 1,24 Einheiten Krafttraining pro Woche und 10.306 Schritte pro Tag durch, während die Ernährungs- und Bewegungsgruppe 170 Minuten Ausdauertraining mittlerer Intensität, 1,5 Einheiten Krafttraining pro Woche und 8872 Schritte pro Tag umgesetzt hat.

	Ausdauertraining, Minuten pro Woche	Krafttraining, Einheiten pro Woche	Schritte, Anzahl pro Tag
Bewegungsgruppe	202	1,24	10.306
Ernährungs- und Bewegungsgruppe	170	1,5	8.872

Tabelle 5: Vergleich zwischen Bewegungsgruppe und Ernährungs-/Bewegungsgruppe bzgl. Ausdauertraining in Minuten, Krafttraining in Einheiten pro Woche und Schrittzahl pro Tag

5.1.2 Häufigkeit der frei gewählten Bewegungsarten

Die Bewegungsart „Spaziergang“ wurde sowohl von den Männern als auch den Frauen gleichermaßen häufig gewählt, wohingegen die Männer jedoch vorwiegend Sportarten wie Wandern, Radfahren und Fußball und die Frauen eher Yoga, Workout, Hometrainer, Laufen, Schwimmen, Tanzen, Badminton und Hula-Hoop bevorzugten. Die beliebteste Bewegungsform war der Spaziergang, gefolgt von Wandern und Radfahren.

Art der Bewegung	Männer		Frauen		Männer in %		Frauen in %	
	B n = 5	EB n = 1	B n = 11	EB n = 10	B n = 5	EB n = 1	B n = 11	EB n = 10
Bouldern	0	0	0	1	0	0	0	10
Spaziergang	4	1	9	9	80	100	82	90
Walken	1	0	5	6	20	0	45	60
Yoga	1	0	5	3	20	0	45	30
Wandern	5	0	6	4	100	0	55	40
Radfahren	3	0	5	3	60	0	45	30
Workout	0	0	3	4	0	0	27	40
Eislaufen	0	0	1	0	0	0	9	0
Crosstrainer	1	0	3	1	20	0	27	10
Ergometer	1	0	1	1	20	0	9	10
Schwimmen	1	0	4	0	20	0	36	0
Hometrainer	1	0	3	2	20	0	27	20
Laufen	0	1	4	1	0	100	36	10
Gartenarbeit	0	1	1	0	0	100	9	0
Hula-Hoop	0	0	1	2	0	0	9	20
Badminton	0	0	1	0	0	0	9	0
Tanzen	0	0	1	0	0	0	9	0
Schifahren	0	0	1	0	0	0	9	0
Reiten	1	0	0	0	20	0	0	0
Fußball	1	0	0	0	20	0	0	0

Tabelle 6: Art der Bewegung in der Bewegungsgruppe (B) im Vergleich zur Ernährungs- und Bewegungsgruppe (EB) sowie Anteil an Männern und Frauen in %

5.2 Ergebnisse der Intervention: Veränderung von Gewicht, BMI, Bauchumfang, Fettmasse und Muskelmasse in den Interventionsgruppen

Es bestand ein signifikanter Unterschied in der Gewichtsreduktion zwischen der Interventionsgruppe Ernährung und der Interventionsgruppe Bewegung sowie zwischen der Interventionsgruppe Bewegung und der Interventionsgruppe Ernährung und Bewegung.

Die Ernährungsgruppe hatte den besten Erfolg bezüglich Reduktion von BMI, Bauchumfang und Gewicht. Jedoch konnte die Ernährungs- und Bewegungsgruppe am meisten Fettmasse abbauen, während die Bewegungsgruppe die Muskelmasse am besten erhalten bzw. aufbauen konnte.

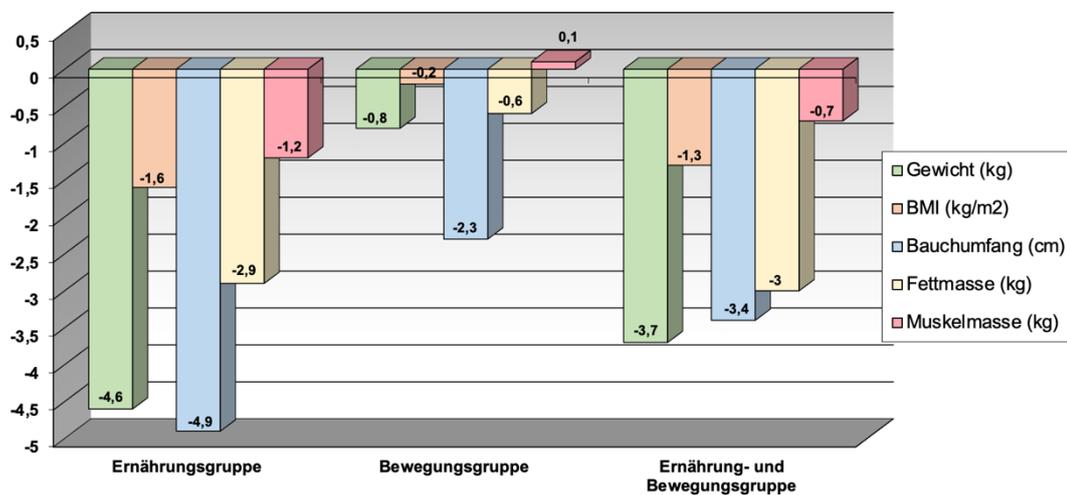


Abbildung 20: Übersicht über Veränderungen von Gewicht, BMI, Bauchumfang, Fettmasse und Muskelmasse in den 3 Interventionsgruppen.

	Gruppe 1 vorher	Gruppe 1 nachher	Delta	P Wert	Gruppe 2 vorher	Gruppe 2 nachher	Delta	P Wert	Gruppe 3 vorher	Gruppe 3 nachher	Delta	P Wert
Zahl (n)	17	17			18	18			14	14		
Gewicht (kg)	87,0 ± 14,9	82,4 ± 14,6	-4,61 ± 1,61	< 0.001	87,0 ± 19,1	86,2 ± 19,3	-0,806 ± 2,51	0.303*	86,1 ± 12,5	82,4 ± 11,6	-3,69 ± 2,56	< 0.001
BMI (kg/m ²)	29,4 ± 3,40	27,8 ± 3,43	-1,59 ± 0,552	< 0.001	28,8 ± 3,53	28,5 ± 3,54	-0,222 ± 0,677	0.182	30,9 ± 4,37	29,6 ± 4,16	-1,31 ± 0,902	< 0.001
Bauchumfang (cm)	104 ± 10,3	98,8 ± 11,42	-4,94 ± 2,75	< 0.001	104 ± 12,1	101 ± 12,2	-2,28 ± 2,59	< 0.001*	102 ± 10,6	99,1 ± 9,83	-3,36 ± 1,55	< 0.001
Fettmasse (kg)	30,2 ± 7,75	27,2 ± 7,67	-2,97 ± 1,24	< 0.001	30,1 ± 7,07	29,6 ± 7,69	-0,550 ± 2,01	0.431*	35,4 ± 8,81	32,4 ± 8,06	-3,01 ± 1,95	< 0.001
Muskelmasse (kg)	29,8 ± 7,56	28,6 ± 7,25	-1,24 ± 0,772	< 0.001	28,8 ± 8,73	28,9 ± 8,69	0,122 ± 1,73	0.900*	25,0 ± 4,74	24,3 ± 4,41	-0,700 ± 1,23	0.053
ECW (%)	44,7 ± 3,79	45,4 ± 3,65	0,671 ± 0,982	0,012	46,5 ± 2,68	46,2 ± 3,57	-0,261 ± 1,81	0.932*	47,4 ± 3,74	48,1 ± 3,80	0,671 ± 1,75	0.174
TBW (l)	41,3 ± 9,80	39,9 ± 9,27	-1,34 ± 1,17	< 0.001	41,5 ± 12,3	41,5 ± 12,1	-0,0278 ± 1,31	0.930	37,0 ± 6,97	36,6 ± 6,72	-0,386 ± 1,23	0.260
Phasenwinkel (Φ)	6,28 ± 0,865	6,14 ± 0,800	-0,141 ± 0,229	0,022	5,85 ± 0,570	5,92 ± 0,778	0,072 ± 0,420	0.850*	5,69 ± 0,758	5,56 ± 0,796	-0,121 ± 0,331	0.193

Tabelle 7: Ergebnisse der verschiedenen Interventionsgruppen für die verschiedenen Parameter und deren Veränderungen (Delta) sowie Ergebnisse der statistischen Vergleiche vor/nach der Intervention und zwischen den Interventionsgruppen; Gruppe 1 = Ernährung, Gruppe 2 = Bewegung, Gruppe 3 = Ernährung und Bewegung; *Wilcoxon Signed Rank Test anstelle von Paired t-Test, da keine Normalverteilung gegeben war.

5.2.1 Gewicht

Die Veränderungen des Gewichts zwischen Studienbeginn und -ende (vor und nach der Intervention) zeigten in Gruppe 1 ($P < 0.001$) und 3 ($P < 0.001$), signifikante Ergebnisse, nicht jedoch in Gruppe 2 ($P = 0.303$). Wobei Gruppe 1 im Durchschnitt 4,6 kg abnehmen konnte, gegenüber 3,7 kg bei Gruppe 3. Gruppe 2 hat im Mittel 0,8 kg abgenommen. Der höchste Gewichtsverlust einer Einzelperson lag in der Gruppe 1 bei 8,1 kg, in der Gruppe 2 bei 7,9 kg und in Gruppe 3 bei 9,3 kg.

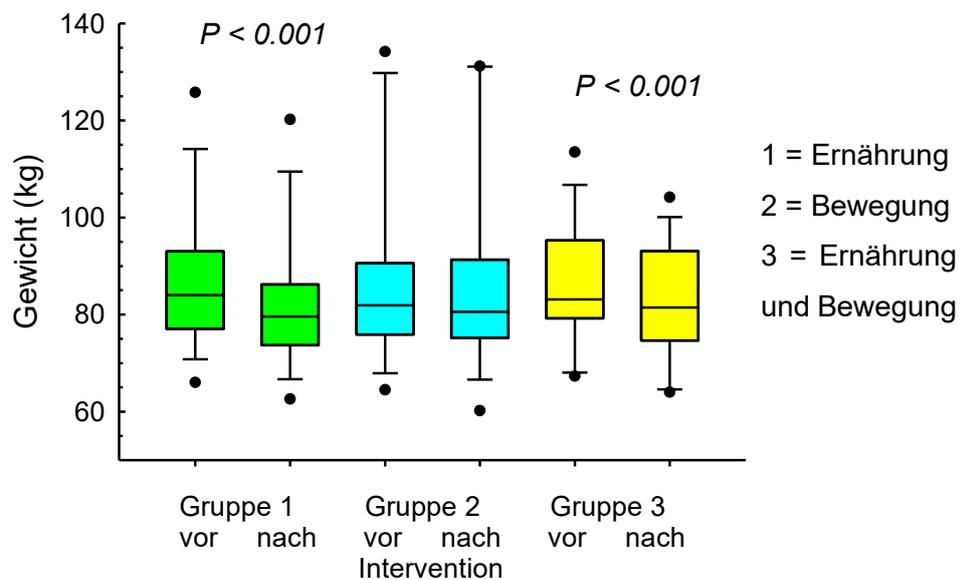


Abbildung 21: Veränderung des Gewichts zwischen Studienbeginn (vor) und -ende (nach Intervention) in den einzelnen Interventionsgruppen. Es bestand keine Normalverteilung in Gruppe 2, weshalb der Wilcoxon Signed Rank Test zum Einsatz kam.

In der folgenden Abbildung (Abbildung 22) sind die Unterschiede in der Gewichtsreduktion zwischen der Gruppe 1 und 2 sowie zwischen Gruppe 2 und 3 ersichtlich, während sich die Gruppe 1 nicht signifikant von Gruppe 3 unterschied ($P = 0.658$).

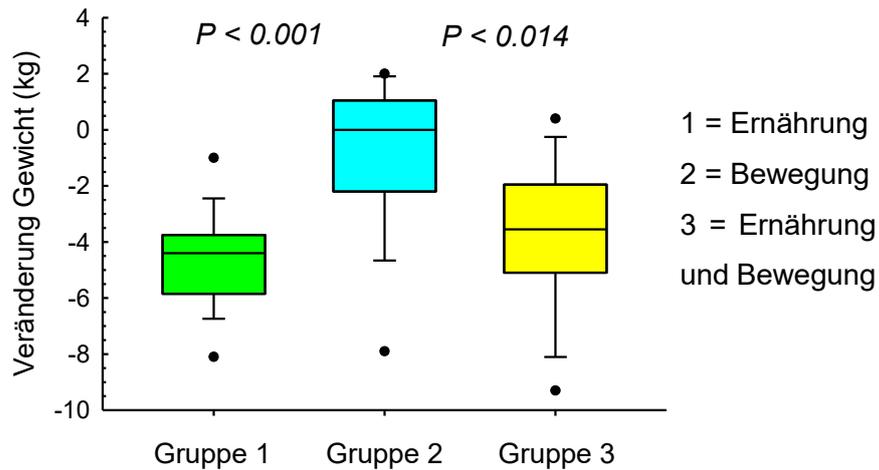


Abbildung 22: Unterschiede in den Veränderungen des Gewichts durch Intervention zwischen den 3 Interventionsgruppen

5.2.2 Body Mass Index (BMI)

Der durchschnittliche BMI aller 3 Gruppen betrug vor der Intervention $29,6 \text{ kg/m}^2$ und konnte auf $28,6 \text{ kg/m}^2$ reduziert werden. In Gruppe 1 und 3 lag für die Veränderung des BMI ein signifikantes Ergebnis vor ($P < 0.001$), während die Veränderung in Gruppe 2 nicht signifikant war ($P = 0.182$).

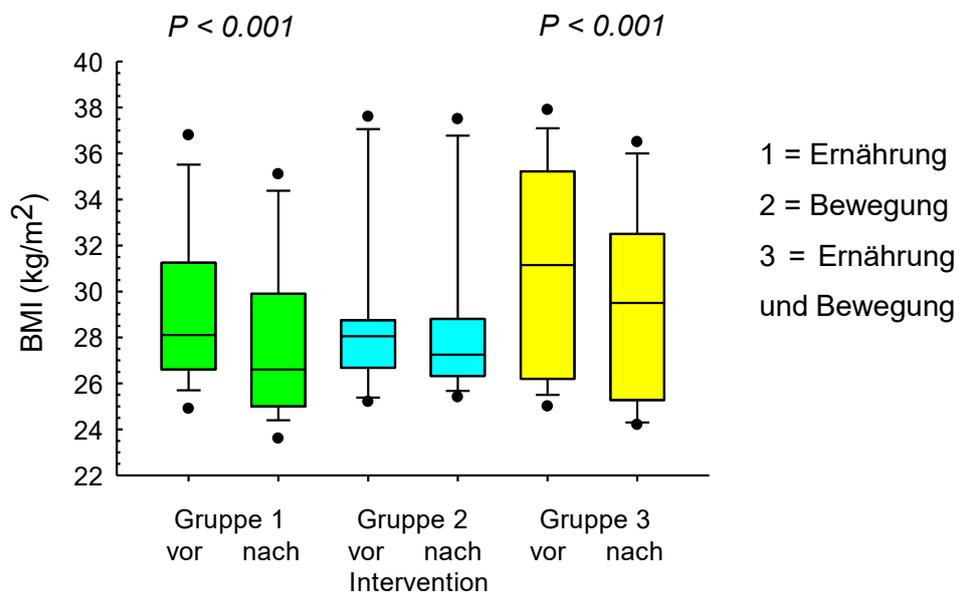


Abbildung 23: Veränderungen des BMI zwischen Studienbeginn (vor) und -ende (nach Intervention) in den einzelnen Interventionsgruppen

Gruppe 1 konnte im Durchschnitt $1,6 \text{ kg/m}^2$ abnehmen, für Gruppe 3 waren es $1,3 \text{ kg/m}^2$ und die Gruppe 2 hat im Mittel $0,2 \text{ kg/m}^2$ abgenommen.

Der Vergleich der Veränderungen des BMI in den 3 Gruppen zeigte (Abbildung 24), dass sich die Veränderungen in den Interventionsgruppen Ernährung (Gruppe 1) und Ernährung plus Bewegung (Gruppe 3) signifikant von den Veränderungen in der Interventionsgruppe Bewegung (Gruppe 2) unterschieden. Sowohl Gruppe 1 ($P < 0.001$) als auch 3 ($P < 0.001$) wiesen starke Unterschiede im Vergleich zu Gruppe 2 auf, sie waren allerdings im Vergleich miteinander nicht signifikant unterschiedlich ($P = 0.279$).

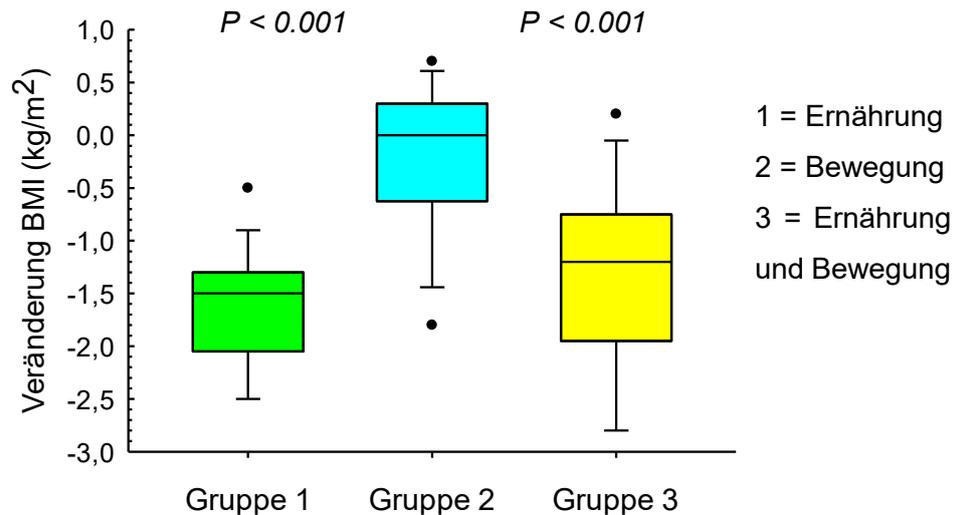


Abbildung 24: Unterschiede in den Veränderungen des BMI durch Intervention zwischen den 3 Interventionsgruppen

5.2.3 Bauchumfang

Die Veränderungen des Bauchumfangs zeigten in allen Gruppen ein signifikantes Ergebnis ($P < 0.001$). Gruppe 1 konnte den Bauchumfang im Durchschnitt um 4,9 cm reduzieren, Gruppe 3 um durchschnittlich 3,4 cm und Gruppe 2 um 2,3 cm.

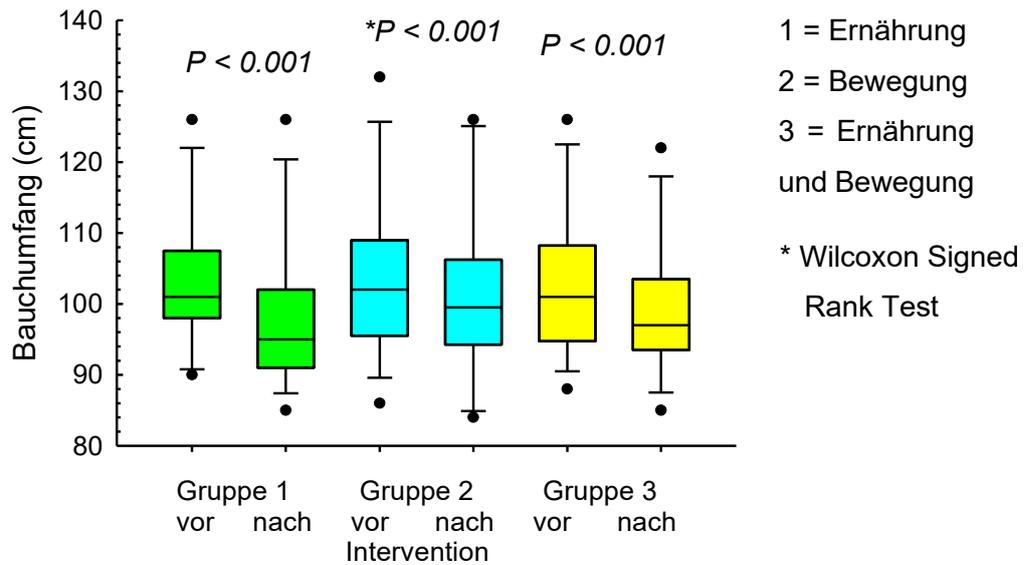


Abbildung 25: Veränderungen des Bauchumfangs zwischen Studienbeginn (vor) und -ende (nach Intervention) in den einzelnen Interventionsgruppen. Es bestand keine Normalverteilung in Gruppe 2, weshalb der Wilcoxon Signed Rank Test zum Einsatz kam.

In der folgenden Abbildung ist zu sehen, dass zwischen den Interventionsgruppen Ernährung und Bewegung ein signifikanter Unterschied in der Abnahme des Bauchumfangs vorliegt. Die Gruppe 2 differiert jedoch in geringem Maß und unterscheidet sich nicht signifikant von Gruppe 3 ($P = 0.775$) und Gruppe 3 ebenso nicht signifikant von Gruppe 1 ($P = 0.385$).

Da in Gruppe 3 der untere Grenzwert der Box (25%) bei -5,0 cm lag (bei insgesamt 4 TeilnehmerInnen hatte der Bauchumfang um jeweils 5,0 cm abgenommen) und keine Werte darunter lagen, gab es in der Abbildung im Box-and-Whisker-Plot keinen Whisker und keinen Ausreißer nach unten.

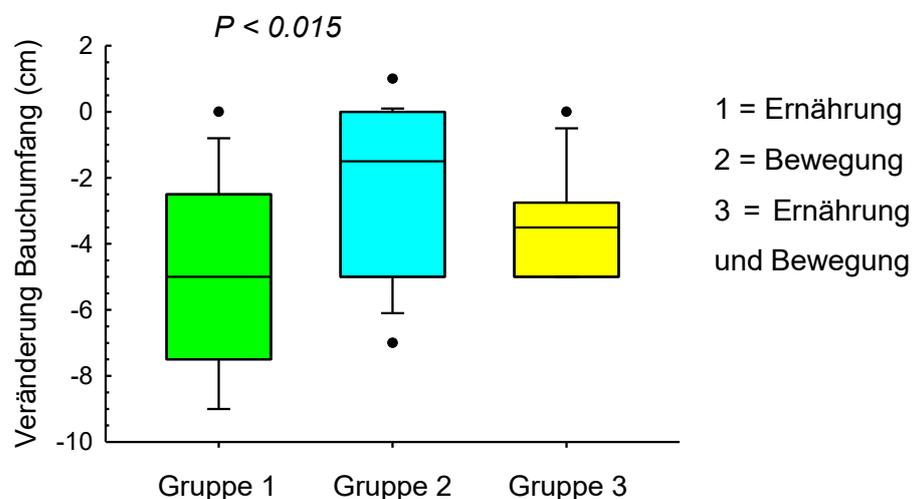


Abbildung 26: Unterschiede in den Veränderungen des Bauchumfangs durch Intervention zwischen den 3 Interventionsgruppen.

5.2.4 Fettmasse

Gruppen 1 und 3 konnten ihre Fettmasse signifikant reduzieren ($P < 0.001$), nicht jedoch Gruppe 2 ($P = 0.431$). Gruppe 1 verlor durchschnittlich 2,9 kg Fettmasse, während es bei Gruppe 2 durchschnittlich 0,6 kg und bei Gruppe 3 durchschnittlich 3 kg waren.

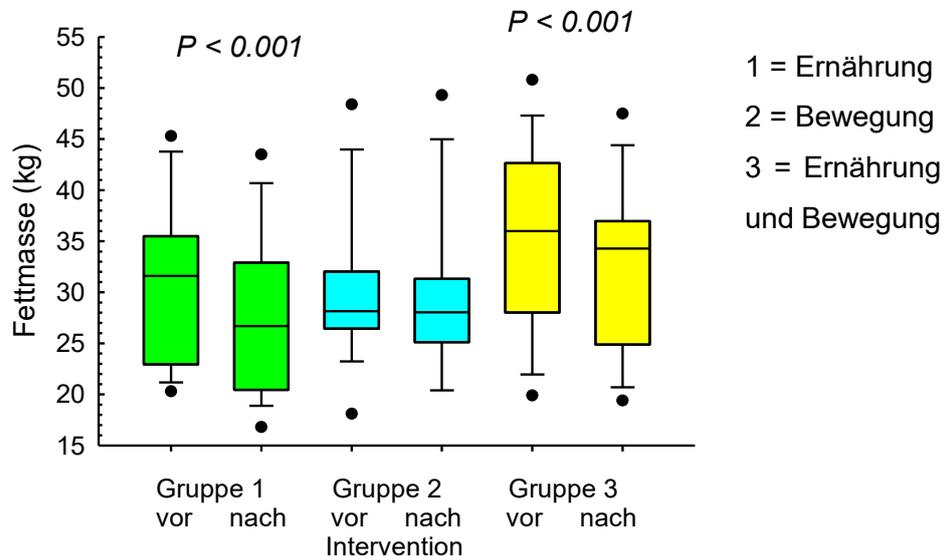


Abbildung 27: Veränderungen der Fettmasse zwischen Studienbeginn (vor) und -ende (nach Intervention) in den einzelnen Interventionsgruppen. Es bestand keine Normalverteilung in Gruppe 2, weshalb der Wilcoxon Signed Rank Test zum Einsatz kam.

In der folgenden Abbildung (Abbildung 28) ist zu sehen, dass zwischen den Interventionsgruppen Ernährung und Bewegung ein signifikanter Unterschied in der Abnahme der Fettmasse vorlag und ebenfalls zwischen der Interventionsgruppe Bewegung und jener mit kombinierter Intervention aus Ernährung und Bewegung. Gruppe 1 unterschied sich jedoch nicht signifikant von Gruppe 3 ($P = 0.946$).

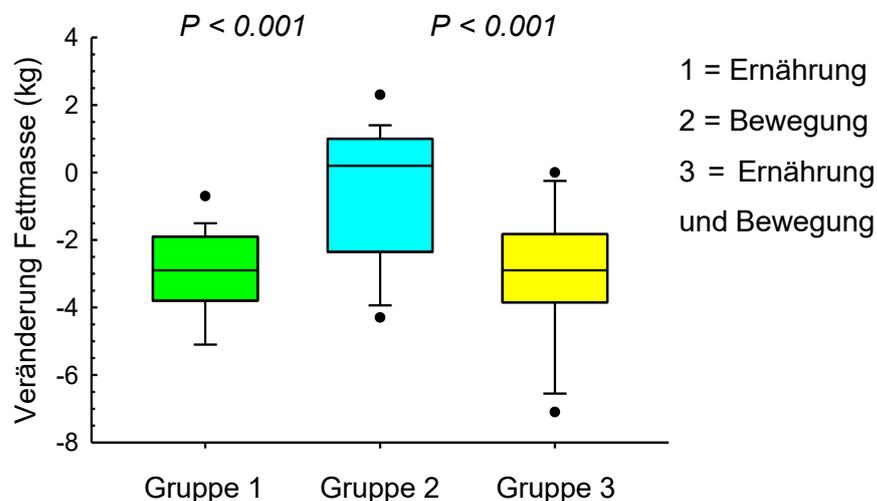


Abbildung 28: Unterschiede in den Veränderungen der Fettmasse durch Intervention zwischen den 3 Interventionsgruppen

5.2.5 Muskelmasse

In Gruppe 1 lag ein signifikantes Ergebnis vor ($P < 0.001$), diese Gruppe 1 hat im Durchschnitt 1,2 kg Muskelmasse abgebaut. In Gruppe 3 war die Abnahme durchschnittlich 0,7 kg, während Gruppe 2 die Muskelmasse um 0,1 kg steigern konnte, in beiden Gruppen (Gruppe 2: $P = 0,900$; Gruppe 3: $P = 0,053$) waren die Veränderungen jedoch nicht statistisch signifikant.

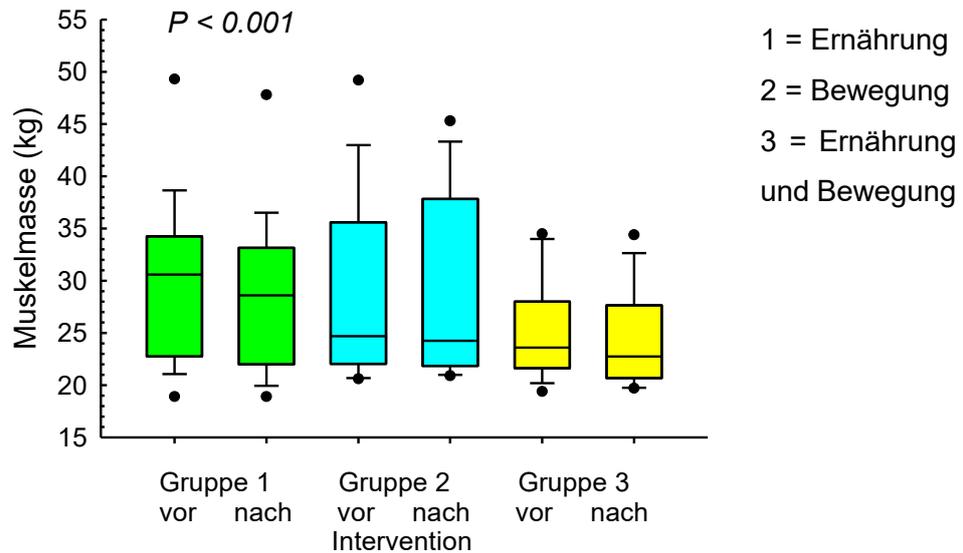


Abbildung 29: Veränderungen der Muskelmasse zwischen Studienbeginn (vor) und -ende (nach Intervention) in den einzelnen Interventionsgruppen. Es bestand keine Normalverteilung in Gruppe 2, weshalb der Wilcoxon Signed Rank Test zum Einsatz kam.

Die folgende Abbildung (Abbildung 30) zeigt, dass sich die Veränderungen in der Muskelmasse durch die Intervention in Gruppe 1 signifikant von jenen in Gruppe 2 unterschieden. Gruppe 2 unterschied sich jedoch nicht signifikant von Gruppe 3 ($P = 0.444$) und Gruppe 3 unterschied sich nicht signifikant von Gruppe 1 ($P = 0.261$).

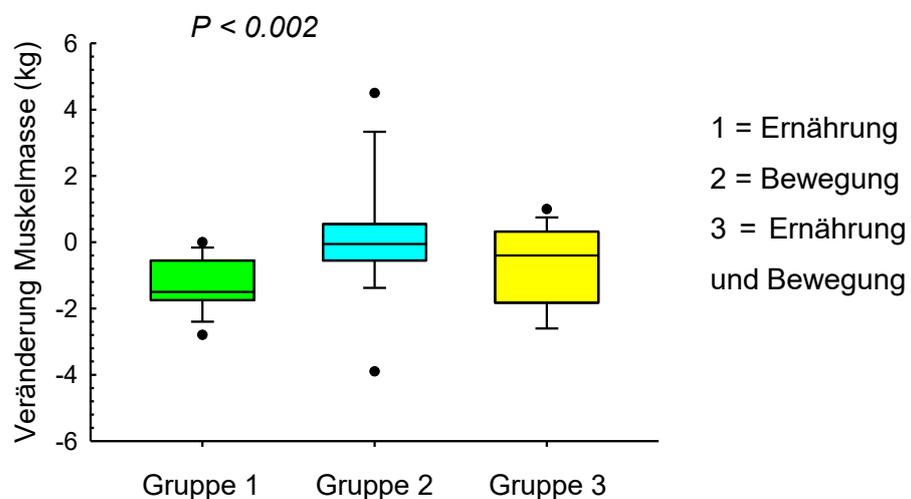


Abbildung 30: Unterschiede in den Veränderungen der Muskelmasse durch Intervention zwischen den 3 Interventionsgruppen

5.2.6 Extrazellulärwasser (EZW)

Veränderungen des EZW zeigten in Gruppe 1, im Gegensatz zu Gruppe 2 ($*P = 0.932$) und Gruppe 3 ($P = 0.174$), eine signifikante Veränderung ($P = 0.012$). Als eine Bonferroni-Korrektur angewandt wurde, welche ein Verfahren der Statistik zur Adjustierung der Signifikanzniveaus der Einzeltests bei multiplen Tests darstellt (vgl. Kowalski & Enck, 2010), war das Ergebnis jedoch nicht mehr statistisch signifikant.

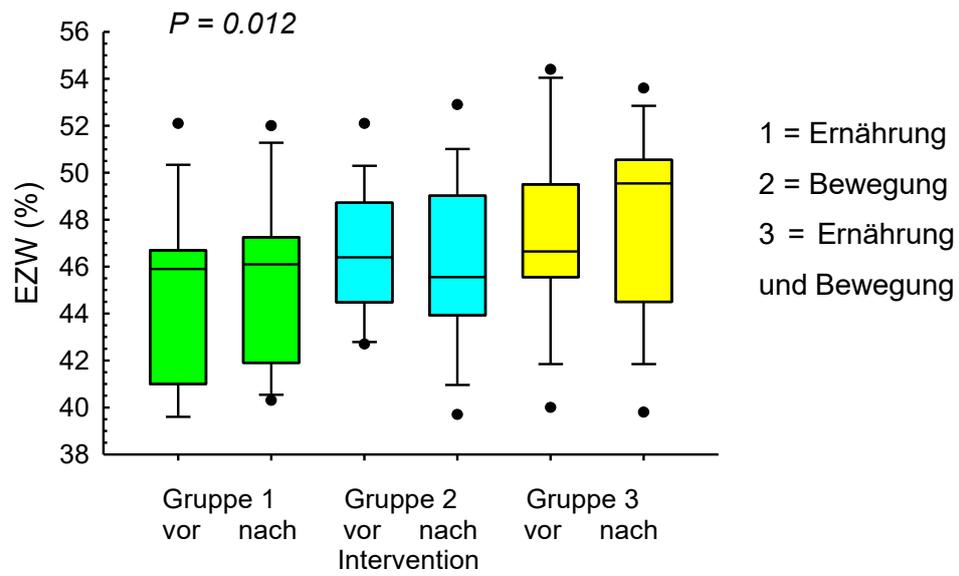


Abbildung 31: Veränderung des EZW zwischen Studienbeginn (vor) und -ende (nach Intervention) in den einzelnen Interventionsgruppen. Wegen fehlender Normalverteilung wurde für Gruppe 2 ein Wilcoxon Signed Rank Test verwendet.

Der Vergleich der Veränderungen in den 3 Gruppen zeigte kein statistisch signifikantes Ergebnis ($P = 0.139$).

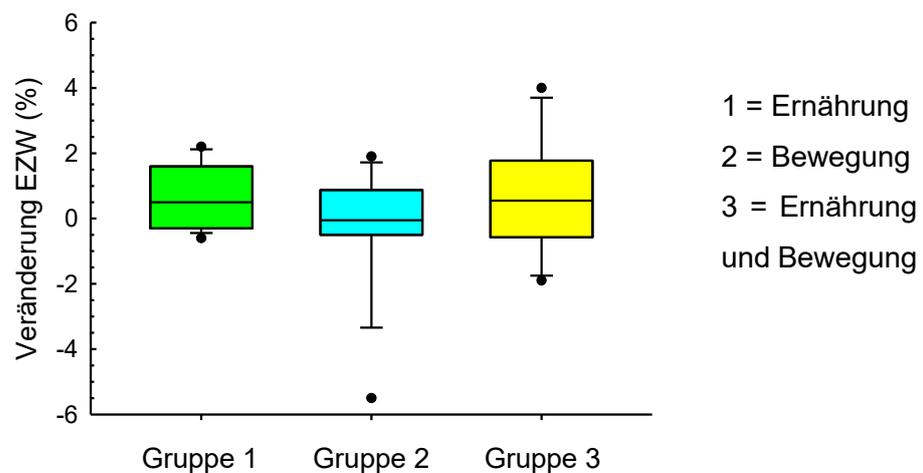


Abbildung 32: Unterschiede in den Veränderungen des EZW durch Intervention zwischen den 3 Interventionsgruppen

5.2.7 Gesamtkörperwasser / Total Body Water (TBW)

In Gruppe 1 lag im Gegensatz zur Gruppe 2 ($P = 0.932$) und zur Gruppe 3 ($P = 0.260$), ein signifikantes Ergebnis für die Veränderungen durch die Interventionen vor ($P < 0.001$).

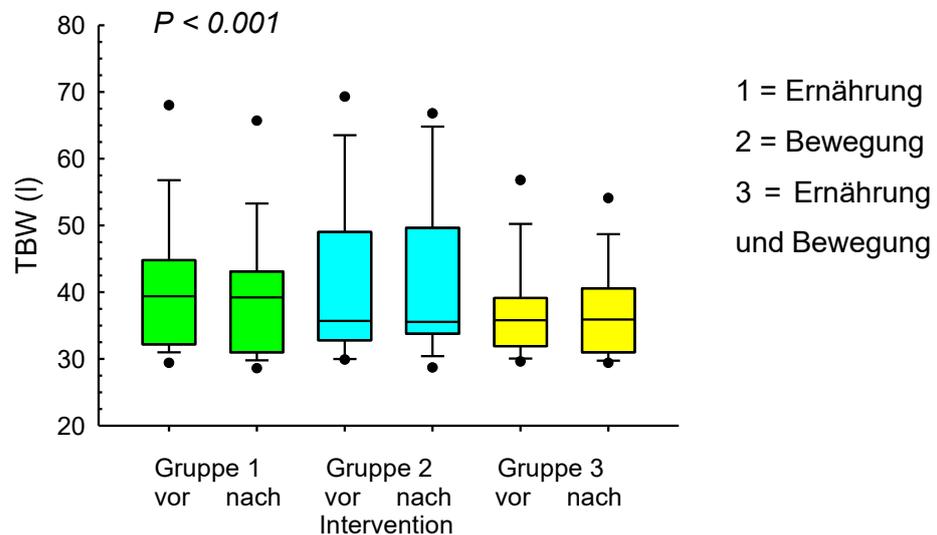


Abbildung 33: Veränderungen des TBW zwischen Studienbeginn (vor) und -ende (nach Intervention) in den einzelnen Interventionsgruppen

Die Veränderungen des TBW in Gruppe 1 unterschieden sich signifikant von jenen in Gruppe 2 ($P = 0.006$), während sich Gruppe 2 nicht signifikant von Gruppe 3 ($P = 0.354$) und Gruppe 3 ebenso nicht von Gruppe 1 unterschied ($P = 0.077$).

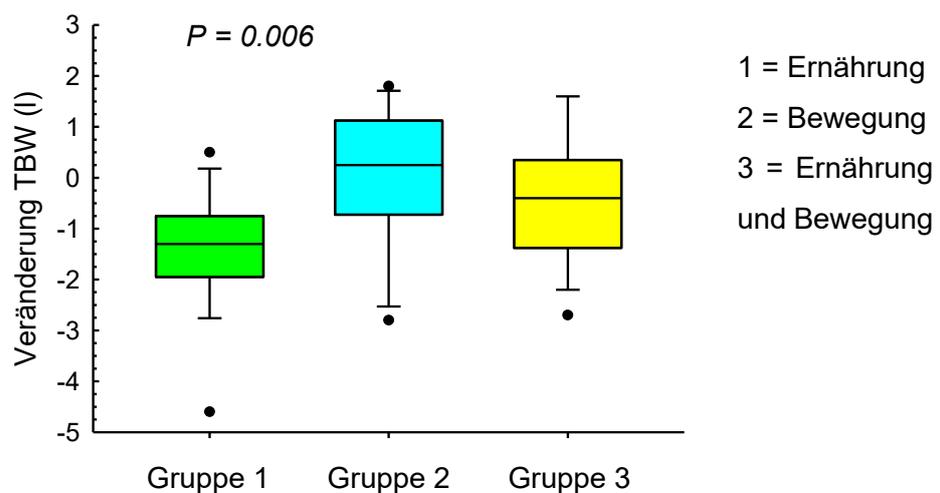


Abbildung 34: Unterschiede in den Veränderungen des TBW durch Intervention zwischen den 3 Interventionsgruppen

5.2.8 Phasenwinkel

Die Veränderungen des Phasenwinkels zwischen Studienbeginn und -ende waren in Gruppe 1 statistisch signifikant ($P = 0.022$), während die Ergebnisse der Gruppen 2 ($*P = 0.850$) und 3 ($P = 0.139$) nicht signifikant waren. Gruppe 1 wies eine Reduktion des Phasenwinkels auf. * Wilcoxon Signed Rank Test; Wegen fehlender Normalverteilung wurde für Gruppe 2 ein Wilcoxon Signed Rank Test verwendet.

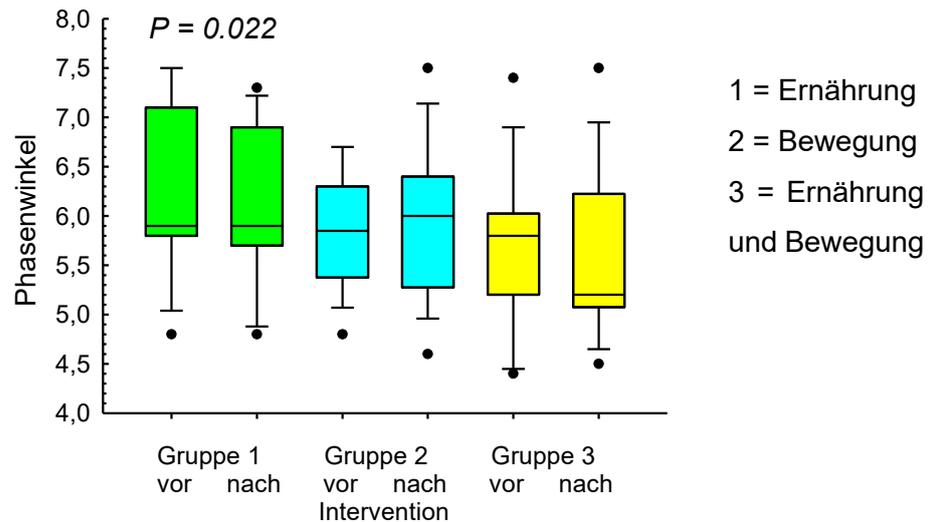


Abbildung 35: Veränderung des Phasenwinkels zwischen Studienbeginn (vor) und -ende (nach Intervention) in den einzelnen Interventionsgruppen.

Der Vergleich der Veränderungen des Phasenwinkels in den 3 Gruppen zeigte kein statistisch signifikantes Ergebnis ($P = 0.441$). Da in Gruppe 1 der höchste Wert der Veränderung des Phasenwinkels bei +0,1, dem oberen Grenzwert der Box (75%) lag, und somit keine Werte darüber lagen, gab es in der Abbildung keinen Whisker und keine Ausreißer nach oben.

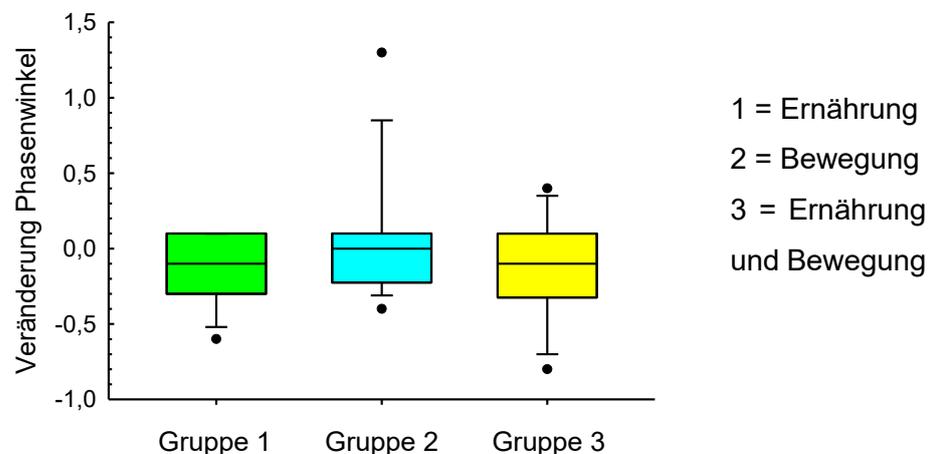


Abbildung 36: Unterschiede in den Veränderungen des Phasenwinkels durch Intervention in den 3 Interventionsgruppen.

5.3 Zusammenhang von Gewichtsverlust und der Veränderung der Fettmasse/Muskelmasse

Mit dieser Studie konnte gezeigt werden, dass die Gewichtsreduktion einen Einfluss auf die Körperzusammensetzung, wie beispielsweise die Fett- und Muskelmasse hat.

Wie in der folgenden Abbildung (Abbildung 37) zu sehen ist, bestand ein positiver Zusammenhang zwischen der Abnahme an Gewicht und jener an Fettmasse. Je größer die Gewichtsabnahme war, desto größer war auch der Verlust an Fettmasse. Aus der Regressionsgleichung $\Delta \text{ Fettmasse} = -0.210 + (0.639 * \Delta \text{ Gewicht})$ konnte abgeleitet werden, dass bei einer Gewichtsabnahme von 1 kg Körpergewicht ein Fettmasseverlust von 0,429 kg auftrat.

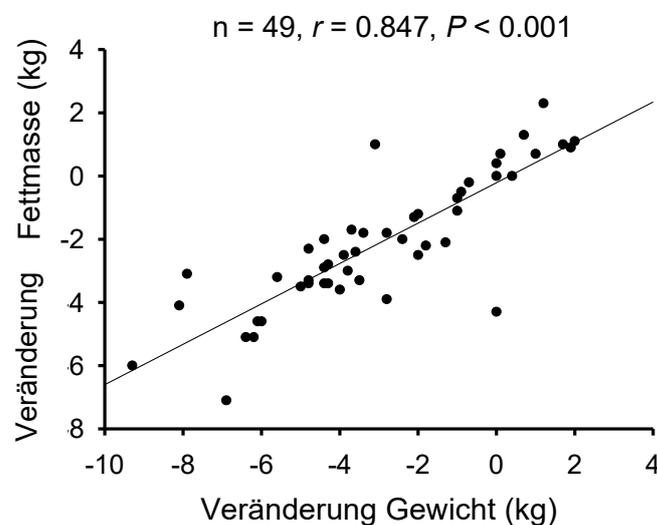


Abbildung 37: Regressionsanalyse Veränderung der Fettmasse bei Gewichtsabnahme

Wie in der folgenden Abbildung (Abbildung 38) zu sehen ist, bestand ein signifikanter positiver Zusammenhang zwischen der Abnahme an Gewicht und jener an Muskelmasse. Je größer die Gewichtsabnahme war, desto größer war auch der Verlust an Muskelmasse. Aus der Regressionsgleichung $\Delta \text{ Muskelmasse} = -0.0800 + (0.226 * \Delta \text{ Gewicht})$ konnte abgeleitet werden, dass bei einer Gewichtsabnahme von 1 kg Körpergewicht ein Muskelmasseverlust von 0,124 kg auftrat.

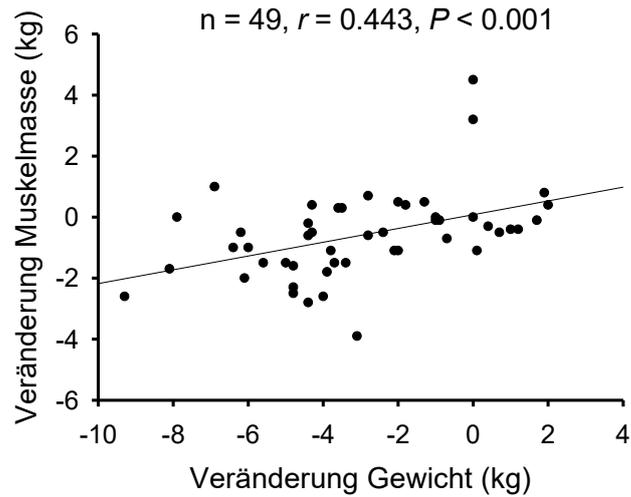


Abbildung 38: Regressionsanalyse Veränderung der Muskelmasse bei Gewichtsabnahme

5.4 Geschlechterunterschiede

5.4.1 Alter

Die an der Studie teilnehmenden Männer waren im Durchschnitt 39,7 Jahre alt, während das Alter der Frauen im Mittel bei 41,5 Jahren lag. Es lag kein statistisch signifikanter Unterschied vor ($P = 0.509$).

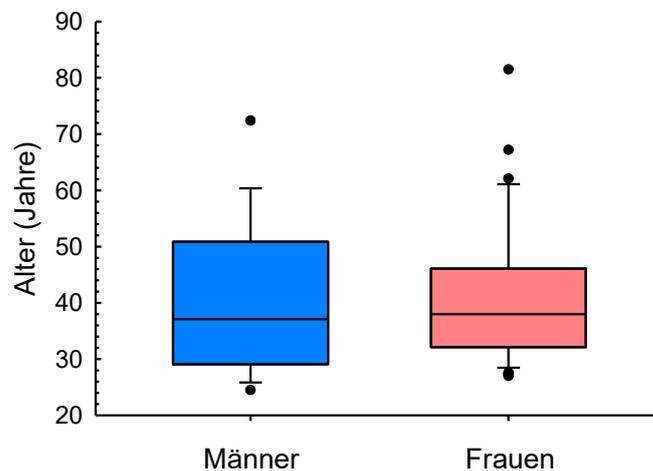


Abbildung 39: Alter der Männer und Frauen im Vergleich; *Mann-Whitney Rank Sum Test, da keine Normalverteilung vorlag.

	Männer vorher	Frauen vorher	P Wert	Männer nachher	Frauen nachher	P Wert	Delta Männer	Delta Frauen	P Wert
Zahl (n)	16	33		16	33				
Gewicht (kg)	98,7 ± 18,8	81,0 ± 9,79	< 0.001	95,4 ± 19,0	78,2 ± 9,81	< 0.001	-3,29 ± 3,20	-2,78 ± 2,59	0.551
BMI (kg/m ²)	29,8 ± 4,46	29,5 ± 3,45	0.983*	28,8 ± 4,50	28,5 ± 3,28	0.815	-1,05 ± 0,983	-0,985 ± 0,915	0.820
Bauchumfang (cm)	108 ± 12,8	101 ± 9,16	0.028	104 ± 13,5	97,8 ± 9,29	0.276	-4,06 ± 2,74	-3,24 ± 2,55	0.308
Fettmasse (kg)	29,4 ± 10,1	32,7 ± 6,76	0.062*	27,4 ± 10,2	30,6 ± 6,43	0.058*	-2,02 ± 2,38	-2,13 ± 1,98	0.863
Muskelmasse (kg)	37,2 ± 5,34	23,7 ± 3,00	< 0.001*	36,4 ± 5,31	23,2 ± 3,01	< 0.001*	-0,850 ± 1,92	-0,458 ± 1,11	0.197*
ECW (%)	43,1 ± 2,92	47,6 ± 2,74	< 0.001	43,3 ± 3,00	48,0 ± 3,07	< 0.001	0,231 ± 1,27	0,376 ± 1,73	0.662*
TBW (l)	51,8 ± 9,26	34,5 ± 3,55	< 0.001	50,6 ± 9,31	34,2 ± 3,74	< 0.001	-1,20 ± 1,63	-0,258 ± 1,10	0.021
Phasenwinkel (Φ)	6,65 ± 0,679	5,61 ± 0,532	< 0.001	6,61 ± 0,679	5,55 ± 0,621	< 0.001	-0,044 ± 0,310	-0,063 ± 0,366	0.643*

Tabelle 8: Veränderungen der verschiedenen Parameter im Vergleich Männer/Frauen aller Interventionsgruppen. Bei der deskriptiven Statistik kam außer bei den mit * markierten Werten, bei welchen der Mann-Whitney Rank Sum Test verwendet wurde, der Student's t-Test zum Einsatz.

5.4.2 Gewicht

Die teilnehmenden Männer hatten durchschnittlich 3,29 kg Gewicht abgenommen, während es bei den Frauen im Durchschnitt 2,78 kg waren. Es gab in Bezug auf die Gewichtsabnahme keinen statistisch signifikanten Unterschied zwischen Männern und Frauen ($P = 0.551$).

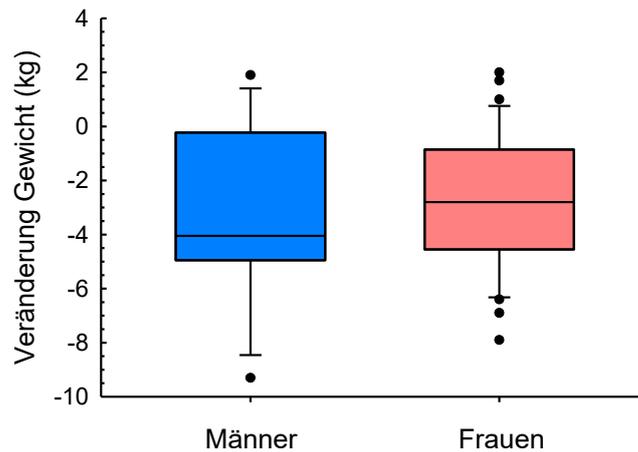


Abbildung 40: Veränderung des Gewichts durch Intervention bei Männern und Frauen im Vergleich

5.4.3 BMI

Männer haben im Durchschnitt 1,05 kg/m² BMI verloren, während es bei den Frauen im Durchschnitt 0,99 kg/m² waren. Es gab in Bezug auf den BMI keinen statistisch signifikanten Unterschied zwischen Männern und Frauen ($P = 0.820$).

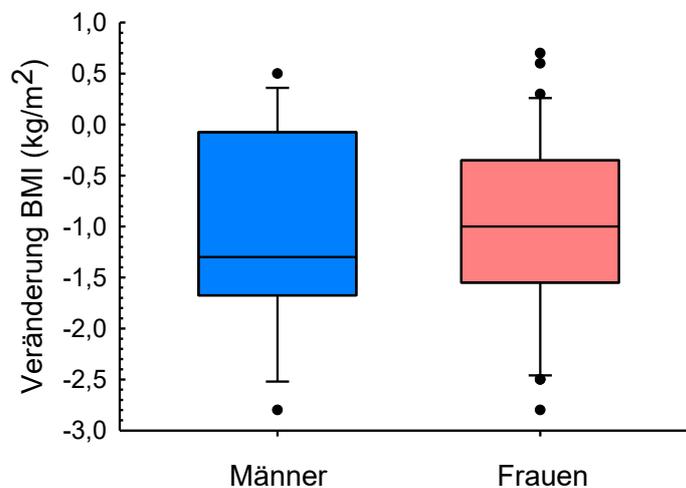


Abbildung 41: Veränderung des BMI durch Intervention bei Männern und Frauen im Vergleich

6 Diskussion

Ein primäres Ziel der Studie war es, die Effekte ernährungs- oder bewegungsbasierter Maßnahmen oder einer Kombination der beiden Interventionsformen innerhalb von 8 Wochen auf den Gewichtsverlauf und die Körperzusammensetzung bei übergewichtigen und adipösen Erwachsenen zu erfassen.

6.1 Unterschiede des Gewichtsverlaufs zwischen den Interventionsgruppen

Zunächst sollte die Frage geklärt werden, welche Unterschiede sich im Gewichtsverlauf der Interventionsgruppen im Vergleich zwischen Einzelmaßnahmen (Ernährung oder Bewegung) und der kombinierten Maßnahme zeigen. Dies sollte anhand des Gewichts sowie BMI erläutert werden. Es bestand ein signifikanter Unterschied in der Gewichtsreduktion zwischen der Interventionsgruppe Ernährung und der Interventionsgruppe Bewegung sowie zwischen der Interventionsgruppe Bewegung und der kombinierten Interventionsgruppe Ernährung und Bewegung. In der Ernährungsgruppe wurden durchschnittlich 4,6 kg (5,3 %), in der Bewegungsgruppe 0,8 kg (1 %) und in der Ernährungs- und Bewegungsgruppe 3,7 kg (4,3 %) abgenommen. Der höchste Gewichtsverlust in der Ernährungsgruppe lag bei 8,1 kg (8,5 %), in der Bewegungsgruppe bei 7,9 kg (10,2 %) und in Ernährungs- und Bewegungsgruppe bei 9,3 kg (8,2 %).

Ein Vergleich zwischen der aktuell durchgeführten Untersuchung und der Studie von Layman et al. (2005), die der aktuell durchgeführten in Bezug auf das Alter der TeilnehmerInnen (Layman: 40-56 Jahren; aktuelle Studie: $40,9 \pm 12,5$), der Teilnehmerzahl (Layman: $n = 48$; aktuelle Studie: $n = 49$) und der Dauer der Intervention (Layman: 4 Monate; aktuelle Studie: 2 Monate) am ähnlichsten ist: Die StudienteilnehmerInnen bei Layman et al. (2005) haben mit einer reduzierten Kohlenhydratzufuhr und einer Eiweißzufuhr von 1,6 g Eiweiß/kg Körpergewicht $12,3 \pm 0,7$ kg und jene inklusive Bewegung $9,3 \pm 0,8$ kg abgenommen, jene mit einer höheren Kohlenhydratzufuhr und einer Eiweißzufuhr von 0,8 g Eiweiß/kg Körpergewicht konnten ihr Gewicht um $7,8 \pm 0,0$ kg reduzieren und jene inklusive Bewegung $6,7 \pm 0,1$ kg. In der aktuell durchgeführten Studie waren es in der Ernährungsgruppe $4,6 \pm 1,6$ kg und in der kombinierten Ernährungs- und Bewegungsgruppe $3,7 \pm 2,6$ kg. In beiden Studien sind die Ergebnisse konsistent, da jeweils die Ernährungsgruppen ohne Bewegung mehr Gewicht reduzieren konnten als die Gruppen mit einer Kombination mit körperlicher Betätigung. Auch das Ergebnis der Ernährungs- und Bewegungsgruppe ist sehr ähnlich, bei Layman et al. (2005) wurde mit einer Eiweißzufuhr von 0,8 g Eiweiß/kg Körpergewicht eine Gewichtsreduktion von $6,7 \text{ kg} \pm 0,1$ kg in 4 Monaten, im Vergleich zur aktuellen Studie mit einer Eiweißzufuhr von 1,2 g Eiweiß/kg Körpergewicht $3,7 \pm 2,6$ kg in 2 Monaten erreicht. Unterschiede gibt es in der

Ausprägung, was einerseits mit der Länge der Studie, welche 4 Monate versus 2 Monate in der aktuell durchgeführten Studie umfasste und andererseits mit der Art der Intervention zusammenhängen. Während die Ernährungsgruppe von Layman et al. (2005) einerseits eine höhere Eiweißzufuhr von 1,6 g bzw. niedrigere Eiweißzufuhr von 0,8 g versus 1,2 g Eiweiß/kg Körpergewicht in der aktuellen Studie aufnahm, wurde neben einem Ernährungsprotokoll, welches bei beiden Studien geführt wurde, in der Studie von Layman et al. (2005) auch ein Wiegen der Lebensmittel über 20 Tage durchgeführt, wodurch möglicherweise ein genaueres Einhalten der Eiweißzufuhr gegeben war. In der aktuellen Studie wurde zwar ein Ernährungstagebuch geführt, das wöchentlich von der betreuenden Diätologin kontrolliert und gegebenenfalls korrigierend eingegriffen wurde, jedoch kein genaues Wiegen der Lebensmittel vorgenommen. Die TeilnehmerInnen bei Layman et al. (2005) mussten an mindestens 5 Tagen/Woche für mindestens 30 Minuten gehen und zusätzlich 2 Trainingseinheiten/Woche an Krafttraining absolvieren. Das Krafttraining bestand aus je 30 Minuten Dehnen und 7 Übungen an Geräten zu je mindestens 1 Satz mit 12 Wiederholungen und einem Widerstand, der so gewählt wurde, dass bei der letzten Wiederholung eine Ermüdung eintrat. In der aktuell durchgeführten Studie konnten die TeilnehmerInnen nach entsprechender Schulung vor Studienbeginn die Art der Bewegung und auch die Dauer, je nachdem ob die Intensität mittel oder hoch durchgeführt wurde, frei wählen. Die wöchentliche Bewegung wurde mit 150 Minuten Ausdauer bei mittlerer oder 75 Minuten bei höherer Intensität festgelegt. Während in der Studie von Layman et al. (2005) die TeilnehmerInnen nur an 3 Tagen im Monat im Rahmen ihrer Bewegungseinheit ein Armband mit einem Beschleunigungsmesser tragen mussten, wurden jene in der aktuell durchgeführten Studie angehalten, ihre Schritte mittels eines Schrittzählers täglich zu messen. Bei der aktuell durchgeführten Untersuchung konnten die TeilnehmerInnen frei wählen, ob sie das Krafttraining mit Eigengewicht und Theraband anhand des empfohlenen Übungsprogramms oder im Fitnessstudio an Geräten durchführen wollten. In beiden Studien wurde ein Bewegungsprotokoll geführt. Zusammenfassend zeigen beide Studien, dass ein durchschnittlicher Gewichtsverlust von 0,5 kg pro Woche erreicht wird, wie es auch in der folgenden Studie der Fall war. In dieser 20-wöchigen randomisierten Studie von Bopp et al. (2008), bei der ebenfalls eine Diät- und Sportintervention durchgeführt wurde, konnte ein durchschnittlicher Gewichtsverlust von $10,8 \pm 4,0$ kg erreicht werden, während es bei der aktuell durchgeführten Studie in 8 Wochen im Durchschnitt bei der Ernährungs- und Bewegungsgruppe $3,7 \pm 2,6$ kg waren. Auch hier wären unter Berücksichtigung der jeweiligen Studiendauer die Ergebnisse, wenn man sie extrapolieren würde (unter der Annahme, dass die Effekte linear weiter ansteigen), vergleichbar. Einer der Gründe dafür könnte das annähernd gleiche angestrebte Kaloriendefizit von 400 kcal/Tag bei der Studie von Bopp et al. (2008) bzw. 500 kcal/Tag bei der aktuell durchgeführten Studie sein.

Das Training unterschied sich dadurch, dass bei der Interventionsstudie von Bopp et al. (2008) die Bewegungsintervention unter Anleitung vor Ort unter Aufsicht einer/s Sportwissenschaftlerin durchgeführt und an 3 Tagen die Woche trainiert wurde. Dabei wurde zwischen aerobem Training mit niedriger Intensität und zwischen aerobem Training mit hoher Intensität unterschieden. Die TeilnehmerInnen, welche ein aerobes Training mit niedriger Intensität durchgeführt haben, konnten $12,3 \text{ kg} \pm 0,1 \text{ kg}$ in den 20 Wochen abnehmen, während die Gruppe mit dem aeroben Training und hoher Intensität $11,3 \pm 2,0 \text{ kg}$ abgenommen hatten.

Die StudienteilnehmerInnen der Bewegungsgruppe sowie der Ernährungs- und Bewegungsgruppe der aktuell durchgeführten Studie durften sich die Art der Intervention bezüglich der Bewegungsmodalitäten selbst aussuchen. Ein Grund für den Erfolg stellte das regelmäßige Feedback dar. Sie wurden wöchentlich von der Diätologin betreut, indem das Ernährungs- und Bewegungsprotokoll kontrolliert und bei Bedarf korrigierend eingegriffen wurde und die Diätologin im ständigen Austausch mit den StudienteilnehmerInnen war. Bei erfolgreichem Ergebnis wurden diese von der Diätologin weiter motiviert, ihre Ernährungs- bzw. Bewegungsumstellung beizubehalten und bei fehlendem Erfolg wurde entsprechend interveniert. Weiters gab es neben der Erstsichtung und BIA-Messung eine Folgeschulung, bei der Fragen und Unklarheiten besprochen werden konnten und die auch einen Austausch unter den TeilnehmerInnen ermöglichte, welcher als sehr motivierend für diese empfunden wurde.

Die ProbandInnen aus der Ernährungsgruppe der Studie von Bopp et al. (2008) haben den BMI von $33,2 \pm 3,8$ auf $29,3 \pm 3,5$ reduziert, während bei der aktuell durchgeführten Studie die TeilnehmerInnen aus der Ernährungsgruppe den BMI von $29,4 \pm 3,4$ auf $27,8 \pm 3,43$ reduzierten. In der Ernährungs- und Bewegungsgruppe der vorliegenden Studie fiel der BMI von $30,9 \pm 4,37$ auf $29,6 \pm 4,16$, im Vergleich zur Studie von Bopp et al. (2008), in der der BMI der Ernährungs- und Bewegungsgruppe (mit einem Training mit hoher Intensität) von $32,5 \pm 4$ auf $28,7 \pm 3,5$ fiel. Damit haben die TeilnehmerInnen aus der Ernährungsgruppe sowohl in der Studie von Bopp et al. (2008) als auch bei der aktuell durchgeführten Studie mehr abgenommen als die kombinierte Ernährungs- und Bewegungsgruppe.

Sowohl bei Laymann et al. (2005) als auch bei Bopp et al. (2008) fand die Bewegungsintervention unter Aufsicht statt. Das Ausmaß der Bewegungseinheiten war jedoch bei Laymann mit mindestens 5 Tagen/Woche für mindestens 30 Minuten gehen und zusätzlich 2 Trainingseinheiten/Woche an Widerstandstraining höher, da bei der Studie von Bopp et al. (2008) nur an 3 Tagen pro Woche ein Training stattfand, wobei sich das aerobe Training in der Studie von Bopp et al. in niedrige und hohe Intensität unterschied. Unter Berücksichtigung der jeweiligen Studiendauer, konnten die TeilnehmerInnen mit der Ernährungs- und Bewegungsintervention sowohl bei Laymann et al. (2005) als auch bei Bopp et al. (2008) im Durchschnitt $0,6 \text{ kg}$ pro Woche abnehmen. Nur die Ernährungs- und Bewegungsgruppe von Laymann et al. (2005) mit einer geringeren Eiweißzufuhr von $0,8 \text{ g/kg KG}$ hat im Durchschnitt $0,4 \text{ kg}$ pro

Woche abgenommen, während es in der aktuell durchgeführten Studie durchschnittlich 0,5 kg pro Woche waren.

Verglichen mit einer Metaanalyse, bei der die therapeutische Wirksamkeit von Diät, Sport beziehungsweise einer Kombination der beiden zur Gewichtsabnahme bei Adipositas ermittelt wurde, ist ebenfalls wie in der aktuell durchgeführten Studie zu sehen, dass die Sportgruppe am wenigsten an Gewicht abgenommen hat. Die ProbandInnen waren im Durchschnitt 40 Jahre alt ($39,5 \pm 0,4$ Jahre), mäßig fettleibig ($92,7 \pm 0,9$ kg; $33,2 \pm 0,5$ BMI) und wurden über einen Zeitraum von $15,6 \pm 0,6$ Wochen versus 8 Wochen in der aktuellen Studie betreut. Der Gewichtsverlust betrug in der Diätgruppe $10,7 \pm 0,5$ kg versus $4,61 \pm 1,61$ kg in der aktuell durchgeführten Studie, in der Sportgruppe $2,9 \pm 0,4$ kg versus $0,806 \pm 2,51$ kg in der aktuellen Studie und in der Diät- und Sportgruppe $11 \pm 0,6$ kg versus $3,69 \pm 2,56$ kg in der aktuell durchgeführten Studie (vgl. Miller et al., 1997, S. 941). In Bezug auf das Studiendesign verwendeten alle Studien, welche in die Metaanalyse eingeschlossen wurden, ein aerobes Training, wobei sich jedoch die Dauer des Trainings stark unterschied (14 ± 120 Minuten) und die Häufigkeit zwischen 2 ± 7 Tage pro Woche lag. In der Mehrzahl der Studien war die Art der Bewegung Gehen, Joggen oder eine Kombination daraus. Die Ergebnisse der Metaanalyse und der aktuell durchgeführten Studie sind auch hier vergleichbar, da der durchschnittliche Gewichtsverlust in der Diätgruppe sowie in der kombinierten Diät- und Sportgruppe in der Metaanalyse 0,7 kg pro Woche und in der Bewegungsgruppe 0,2 kg betrug.

In der aktuell durchgeführten Studie war die gewählte Intervention erfolgreich. Der BMI hat sich in der Ernährungsgruppe signifikant von $29,4 \text{ kg/m}^2$ auf $27,8 \text{ kg/m}^2$ und in der kombinierten Gruppe ebenfalls signifikant von $30,9 \text{ kg/m}^2$ auf $29,6 \text{ kg/m}^2$ verbessert. In der Bewegungsgruppe hingegen lag kein signifikantes Ergebnis vor. Eine Studie wird als erfolgreich eingestuft, wenn eine Gewichtsabnahme von 5-10% mit anschließender Gewichtsstabilisierung erreicht wird (vgl. Wirth & Hauner, 2013, S. 267). Dies ist bei der aktuell durchgeführten Studie gelungen, da die TeilnehmerInnen aus der Ernährungsgruppe im Durchschnitt 5,3 % und aus der Ernährungs- und Bewegungsgruppe 4,3% an Gewicht abgenommen haben. Ein Teilnehmer erreichte sogar eine Gewichtsabnahme von 10,2%; dieser Teilnehmer aus der Ernährungsgruppe, welcher 8,5% an Gewicht verloren hat, konnte dieses nach einem Jahr nach wie vor halten.

Bei der Beurteilung des Gewichtsverlustes muss die Körperzusammensetzung berücksichtigt werden. Die Sportgruppe hat zwar in der aktuell durchgeführten Studie am wenigsten Gewicht abgenommen, jedoch ist davon auszugehen, dass sie möglicherweise am meisten Muskelmasse aufgebaut hat. Dies wird im folgenden Kapitel näher beleuchtet.

Zusammenfassend hat sich Hypothese A zum Teil bestätigt: „Es gibt Unterschiede in der Gewichtsreduktion in Bezug auf das Gewicht und dem BMI zwischen der Interventionsgruppe Ernährung und der Interventionsgruppe Bewegung sowie zwischen der Interventionsgruppe

Bewegung und der kombinierten Interventionsgruppe“, jedoch keine Unterschiede zwischen der Interventionsgruppe Ernährung und der kombinierten Interventionsgruppe.

6.2 Unterschiede der Körperzusammensetzung zwischen den Interventionsgruppen

Im Folgenden werden Veränderungen und Unterschiede in den Veränderungen in Bezug auf die Körperzusammensetzung der Interventionsgruppen zwischen Einzelmaßnahme (Ernährung und Bewegung) und kombinierten Maßnahmen anhand von Bauchumfang, Muskelmasse und Fettmasse diskutiert.

Die Ernährungsgruppe hatte den besten Erfolg bezüglich der Reduktion des BMI, des Bauchumfangs und des Gewichts. Jedoch konnte die Ernährungs- und Bewegungsgruppe am meisten Fettmasse abbauen, während die Bewegungsgruppe die Muskelmasse am besten erhalten beziehungsweise in geringem Ausmaß aufbauen konnte.

6.2.1 Bauchumfang

Während der Bauchumfang in der aktuell durchgeführten Untersuchung in einem Zeitraum von 2 Monaten im Durchschnitt in der Ernährungsgruppe um 4,9 cm (5%), in der Bewegungsgruppe um 2,3 cm (2,5%) und in der Ernährungs- und Bewegungsgruppe um 3,4 cm (2,8%) reduziert werden konnte, war bei der Studie von Han et al. (1997) in einem Zeitraum von 3 Monaten eine Reduktion des Bauchumfangs von 4,6 cm zu beobachten. Insgesamt wurden bei dieser Studie 110 Frauen im Alter von 18 bis 68 Jahren mit einem BMI von mehr oder gleich 25 kg/m² eingeschlossen, mit dem Ziel, die Beziehung zwischen dem Taillenumfang und kardiovaskulärer Risikofaktoren während einer Gewichtsabnahme im Zeitraum von 6 Monaten zu untersuchen. Der mittlere Gewichtsverlust betrug nach 3 Monaten 4,9 kg und nach 6 Monaten 6,2 kg. Laut dieser Studie ist eine Verringerung des Taillenumfangs um 5-10 cm bei Frauen mit einem BMI von über 25 kg/m² ausreichend und ein realistisches Ziel, da diese mit einer sehr hohen Wahrscheinlichkeit gesundheitliche Vorteile bringt (vgl. Han et al., 1997, S. 127). In der aktuell durchgeführten Studie konnte die Ernährungsgruppe mit einer durchschnittlichen Reduktion des Bauchumfangs von 4,9 cm dieses Ziel erreichen. Den größten Erfolg verzeichnete ein Teilnehmer aus der Ernährungsgruppe, dessen Bauchumfang in den 8 Wochen um 9 cm (8,4%) reduziert werden konnte. Es ist auffällig, dass in der Abbildung 25 im Box-Plot in Bezug auf den Bauchumfang bei der Gruppe 3 kein Whisker nach unten vorhanden ist. Dies liegt daran, dass die Gruppe homogene Ergebnisse aufweist. Jeweils 4 TeilnehmerInnen haben 5 cm bzw. 3 cm Bauchumfang verloren, 3 jeweils 4 cm und nur je 1 TeilnehmerIn 2 cm bzw. 1 cm oder 0 cm Bauchumfang.

In der Studie von Han et al. (1997) wurden die Studienteilnehmerinnen bezüglich Ernährungsintervention in 2 Gruppen, in eine kohlenhydratreiche (58% Energie aus Kohlenhydraten) und

eine kohlenhydratarme (35% Energie aus Kohlenhydraten) Diätgruppe, eingeteilt, wobei die Studienteilnehmerinnen mit einer kohlenhydratarmen Diät einen größeren Verlust an Bauchumfang (4,2 cm versus 5 cm) verzeichneten. Die Ergebnisse sind mit der aktuellen Studie übereinstimmend, wobei hier möglicherweise die Kohlenhydratzufuhr der ausschlaggebende Grund sein könnte, da sich die Kohlenhydratzufuhr der kohlenhydratärmeren Diätgruppe von Han et al. (1997) mit der empfohlenen Zufuhr der aktuell durchgeführten Studie deckt. Auch bezüglich der zugeführten Energie gibt es Ähnlichkeiten: während es bei der Studie von Han et al. (1997) 1200 kcal/ Tag waren, hatten die StudienteilnehmerInnen der aktuellen Studie eine empfohlene Energiezufuhr von 1500 kcal/ Tag.

In der Studie von Han et al. (1997) gab es keinen signifikanten Unterschied der Veränderung im BMI oder Taillenumfang zwischen den beiden Ernährungsgruppen (kohlenhydratreich oder kohlenhydratarm). Auch die Ausgangsmessungen und die Veränderungen der anthropometrischen Daten und der kardiovaskulären Risikofaktoren unterschieden sich nach 3 Monaten bzw. nach 6 Monaten nicht signifikant zwischen den beiden Diätgruppen. 70% der Frauen verbesserten mit einer Taillenreduktion von 5 - 10 cm mindestens einen Risikofaktor wie Gesamtcholesterin, LDL-Cholesterin oder diastolischer Blutdruck um 10% nach 3 Monaten und 83% nach 6 Monaten. In der aktuell durchgeführten Studie wurde in 2 Monaten ein ähnliches Ergebnis erzielt, nämlich ebenfalls eine Reduktion des Bauchumfangs von 4,9 cm in der Ernährungsgruppe versus 4,6 cm in 3 Monaten, die Erfassung von Risikofaktoren war in der aktuellen Studie nicht vorgesehen. Leider wurden die Daten bezüglich fettfreier Masse in der Studie von Han et al. (1997) nicht gezeigt und daher konnte auch kein Vergleich zur aktuellen Studie durchgeführt werden. Im Folgenden wird jedoch die Rolle des Erhalts bezüglich Muskelmasse im Rahmen einer Gewichtsreduktion erläutert und diskutiert.

6.2.2 Muskelmasse

Im Rahmen einer Gewichtsreduktion ist der Erhalt der Muskelmasse besonders wichtig, da ein größerer Muskelanteil einen höheren Grundumsatz bedeutet (vgl. Batsis & Villareal, 2018, S. 6; vgl. Cava et al., 2017, S. 511). Der Muskelaufbau ist während der Gewichtsabnahme nur schwer zu erreichen, wie es auch die aktuelle Studie zeigt. Einige TeilnehmerInnen aus der Bewegungsgruppe konnten durchwegs einen Muskelzuwachs erzielen, das Ergebnis war jedoch nicht signifikant. Im Durchschnitt wurde der Muskelanteil gehalten bzw. um 0,1 kg aufgebaut (0,4%). Die Ernährungs- und Bewegungsgruppe verzeichnete eine leichte Abnahme an Muskelmasse von 0,7 kg (2,8%), während die Ernährungsgruppe durchschnittlich 1,2 kg (4 %) an Muskeln abgebaut hat. Im Vergleich dazu haben in der Studie von Bopp et al. (2008), welche über einen Zeitraum von 20 Wochen durchgeführt wurde, die StudienteilnehmerInnen in der reinen Ernährungsgruppe 2 kg Muskelmasse verloren und in der Ernährungs- und Bewegungsgruppe, bei der das Training mit niedriger Intensität durchgeführt wurde, 1,8 kg im

Vergleich zu 1,7 kg in der Ernährungs- und Bewegungsgruppe, mit einem Training mit hoher Intensität, welches jeweils an 3 Tagen die Woche durchgeführt wurde. Unter Berücksichtigung der jeweiligen Studiendauer, kann das Ergebnis der Ernährungs- und Bewegungsgruppe beider Studien, 0,7 kg in der aktuellen Studie, welche über einen Zeitraum von 8 Wochen erfolgte, versus 1,7 bzw. 1,8 kg in der Studie von Bopp et al. (2008) als konform angesehen werden, da es im Durchschnitt bei beiden Studien pro Woche zu einem Verlust der Muskelmasse von 0,086 kg gekommen ist - allerdings unter der Voraussetzung, dass man von einer kontinuierliche Entwicklung von 8 bis 20 Wochen ausgehen kann.

In der aktuell durchgeführten Studie könnte das Krafttraining in der Bewegungs- und kombinierten Gruppe der Grund für die geringere Abnahme an Muskelmasse im Vergleich zur Ernährungsgruppe darstellen. Die kombinierte Gruppe führte 1,5 Kraftereinheiten pro Woche im Vergleich zur Bewegungsgruppe mit 1,24 Kraftereinheiten pro Woche durch.

Ein weiterer Aspekt, der die Ergebnisse begründen könnte, ist möglicherweise die Eiweißzufuhr. Das Ziel im Rahmen der aktuellen Studie war es, 1-1,2 g Eiweiß/kg KG zu erreichen, während das Ziel für eine Eiweißzufuhr in anderen Interventionsstudien, wie bei Layman et al. (2005) im Rahmen einer kohlenhydratreduzierten und eiweißreichen Kost, 1,6 g Eiweiß/kg KG war. Diese Menge an Eiweiß zuzuführen, stellt im Alltag eine Herausforderung dar und ist teilweise nur mit Supplementen zu erreichen. Die StudienteilnehmerInnen der aktuellen Studie haben ihren Eiweißbedarf mit natürlichen Lebensmitteln gedeckt und bekamen dazu im Rahmen der Schulung Empfehlungen dahingehend, welche Lebensmittel sich hierfür eignen. Die TeilnehmerInnen, welche einen hohen Anteil an ungewollter Muskelabnahme verzeichneten, konnten ihren Eiweißbedarf laut den Aufzeichnungen im Ernährungstagebuch nicht gänzlich abdecken und hätten dazu möglicherweise auf Eiweißsupplemente zurückgreifen müssen.

Vergleicht man die aktuell durchgeführte Studie mit der von Layman et al. (2005), zeigt sich ebenfalls, dass proteinreiche Ernährung und weniger Kohlenhydrate in Kombination mit körperlicher Betätigung eine positive Auswirkung auf die Körperzusammensetzung während der Gewichtsabnahme haben. In der Studie von Layman et al. (2005) wirkten sich eine Kombination aus Ernährung und Bewegung additiv auf die Verbesserung der Körperzusammensetzung aus. In der aktuell durchgeführten Studie konnte zwar nicht gezeigt werden, dass Ernährung und Bewegung sich additiv auswirken, jedoch hat auch diese gezeigt, dass mit einer Kombination aus Ernährung und Bewegung der beste Erfolg bezüglich der Abnahme an Fettmasse zu erzielen ist. Die Ernährungsgruppe wies zwar die größte Gewichtsreduktion auf, jedoch auch den höchsten Verlust an Muskelmasse. Möglicherweise ist dies darauf zurückzuführen, dass eine Eiweißzufuhr von 1-1,2 g Eiweiß/kg zu niedrig war, um den Muskelanteil halten zu können bzw. die fehlende körperliche Betätigung die Ursache dafür war. Durch körperliche Betätigung wurde die fettfreie Masse bei Layman et al. (2005) erhalten. Die Studie von Bopp et al. (2008) konnte ebenfalls zeigen, dass der Verlust an fettfreier Masse im Rahmen einer

Gewichtsabnahme durch eine ausreichende Eiweißzufuhr eingedämmt werden kann. Die aktuell durchgeführte Studie hat gezeigt, dass die Bewegungsgruppe ihre Muskelmasse halten bzw. minimal aufbauen konnte und die Ernährungs- und Bewegungsgruppe weniger Verlust an fettfreier Masse verzeichnete als die reine Ernährungsgruppe. Es gab einen signifikanten Unterschied in der Veränderung der Muskelmasse zwischen der Interventionsgruppe Ernährung und Interventionsgruppe Bewegung.

6.2.3 Fettmasse

In der aktuellen Studie konnte die Fettmasse in 2 der 3 Interventionsgruppen erfolgreich reduziert werden. Es gab einen signifikanten Unterschied in der Abnahme der Fettmasse zwischen der Interventionsgruppe Ernährung und Interventionsgruppe Bewegung und ebenfalls einen signifikanten Unterschied in der Abnahme der Fettmasse zwischen der Interventionsgruppe Bewegung und kombinierten Interventionsgruppe Ernährung und Bewegung. Die Ernährungsgruppe konnte im Durchschnitt 2,9 kg (9,9 %) Fettmasse reduzieren, die Bewegungsgruppe 0,6 kg (1,7 %) und die Ernährungs- und Bewegungsgruppe hat durchschnittlich 3 kg (8,5%) Fettmasse abgebaut. Damit hat die Ernährungs- und Bewegungsgruppe mehr Fettmasse als die Ernährungsgruppe abgebaut, wie es auch in einer Metaanalyse von Miller et al. (1997) der Fall war. In dieser wurde die therapeutische Wirksamkeit von Diät (D), Sport (S) und Diät mit Sport (DS) zur Gewichtsabnahme bei Adipositas ermittelt. Die ProbandInnen waren im Durchschnitt 40 Jahre alt ($39,5 \pm 0,4$ Jahre), mäßig fettleibig ($92,7 \pm 0,9$ kg; $33,2 \pm 0,5$ BMI; $33,4 \pm 0,7\%$ Körperfett) und wurden über einen Zeitraum von $15,6 \pm 0,6$ Wochen betreut. Der Fettmasseverlust betrug in der Diätgruppe $7,8 \pm 0,7$, in der Sportgruppe $3,3 \pm 0,5$ und in der Diät und Sportgruppe $9,0 \pm 1,0$ kg. Hinsichtlich der Veränderung der Körperzusammensetzung waren in der Metaanalyse von Miller et al. (1997) die Bewegungsgruppe deutlich weniger wirksam als die Diätgruppe bzw. einer Kombination aus beidem. Einer der Gründe dafür, könnte die Tatsache sein, dass die ProbandInnen der Sportgruppe jünger (36,5 vs. 39,5 Jahre), weniger gewogen haben (82,9 vs. 96,3 kg) und daher auch niedrigere BMI- Ausgangswerte (26,4 vs. 34,8) sowie einen niedrigeren anfänglichen Körperfettanteil (28,5 % vs. 36,6%) aufwiesen. Das heißt sowohl die Frauen als auch Männer in der Bewegungsgruppe unterschieden sich in charakteristischer Weise von den Frauen und Männern in der Diät oder Diät- und Sportgruppe und die Dauer der Intervention in der Bewegungsgruppe war um 6 ± 8 Wochen länger als in der Diät oder Diät- und Sportgruppe. Die AutorInnen geben an, dass dadurch bei der Interpretation von Unterschieden zwischen den verschiedenen Interventionstypen Vorsicht geboten ist, dennoch die Ergebnisse auf eine deutliche Überlegenheit des Einsatzes der Diät bzw. Diät- und Sportintervention im Rahmen einer Gewichtsreduktion hindeuten. Auch in der Nachbeobachtung nach 1 Jahr war die Diät und Sportintervention der Diät oder Sportintervention deutlich überlegen.

In der Studie von Layman et al. (2005) konnten die ProbandInnen im Zeitraum von 16 Wochen mit einer reduzierten Kohlenhydratzufuhr und einer Eiweißzufuhr von 1,6g EW/kg KG inkl. Bewegung ihre Fettmasse um $7,3 \pm 0,8$ kg und die Gruppe mit einer höheren Kohlenhydratzufuhr und einer Eiweißzufuhr von 0,8g EW/kg/KG inkl. Bewegung ihre Fettmasse um $5,3 \pm 0,3$ kg (P 0,05) reduzieren. Somit hat eine proteinreichere Ernährung zu einem erhöhten Fettmasseverlust geführt (vgl. Layman et al., 2005, S. 1903). In der aktuell durchgeführten Studie war es eine Reduktion der Fettmasse um $3,01 \pm 1,95$ kg in der Ernährungs- und Bewegungsgruppe bei einer Eiweißzufuhr von 1-1,2g/kg KG im Zeitraum von 8 Wochen. Unter Berücksichtigung der jeweiligen Studiendauer ist das Ergebnis auch bezüglich Fettmasse annähernd gleich.

Wie zu erwarten, hat die Bewegungsgruppe am wenigsten Fettmasse abgebaut, da körperliche Betätigung allein nur eine moderat wirksame Methode zur Gewichtsreduktion ist. Ohne Kalorieneinschränkung ist die Gewichtsabnahme durch Bewegung sehr gering und liegt bei 0,1 kg/Woche (vgl. Fock & Khoo, 2013, S. 61). Diese Aussage kann durch die aktuell durchgeführte Studie nur bestätigt werden.

Im Folgenden werden einzelne TeilnehmerInnen beschrieben, welche vor allem mit Ausdauersportarten ihren Anteil an Fettmasse reduziert konnten. Am meisten konnten zwei TeilnehmerInnen aus der Ernährungs- und Bewegungsgruppe, nämlich 7,1 kg (15,5 %) und 6 kg (14,1 %), gefolgt von jemandem aus der Ernährungsgruppe mit 5,1 kg (14,8 %) und jemandem aus der Bewegungsgruppe mit 4,3 kg (16,6 %) Fettmasse abbauen. Der/die TeilnehmerIn aus der Ernährungsgruppe hat trotz 5,1 kg Fettmasseverlust nur 0,5 kg an Muskelmasse verloren, da diese/r auf eine ausreichende Eiweißzufuhr laut Mitschrift im Ernährungstagebuch geachtet hat. Aufgrund dieser Tatsache, wird vermutet, dass eine ausreichende Eiweißzufuhr im Rahmen der Gewichtsreduktion von großer Bedeutung ist. Der/die TeilnehmerIn aus der Bewegungsgruppe mit einer Abnahme an Fettmasse von 4,3 kg hat vorwiegend Ausdauersportarten, wie Radfahren, Wandern und Spaziergänge, sowie Krafttraining mit Eigengewicht durchgeführt. Mit diesem Ergebnis kann auch die Aussage, dass das Krafttraining die Muskelmasse erhält bzw. erhöht und das Ausdauertraining vor allem das Gewicht und das Körperfett reduziert, untermauert werden (vgl. Wirth & Hauner, 2013, S. 299).

Zusammenfassend hat sich die Hypothese B zum Teil bestätigt: „Es gibt Unterschiede in der Körperzusammensetzung bezüglich Fettmasse zwischen der Interventionsgruppe Ernährung und der Interventionsgruppe Bewegung sowie zwischen der Interventionsgruppe Bewegung und der kombinierten Interventionsgruppe“ jedoch keine Unterschiede zwischen der Interventionsgruppe Ernährung und der kombinierten Interventionsgruppe.

6.3 Einfluss der Gewichtsreduktion auf die Veränderung der Körperzusammensetzung

In weiterer Folge wurde dem Einfluss der Gewichtsreduktion auf die Fettmasse und Muskelmasse nachgegangen. Um diese Fragen zu klären, wurden Regressionsanalysen durchgeführt.

Es bestand ein positiver Zusammenhang zwischen der Gewichtsabnahme und der Abnahme an Fettmasse sowie auch zwischen Gewichtsabnahme und Abnahme an Muskelmasse. In der Regressionsanalyse der aktuellen Studie ist zu sehen, dass nur 3 TeilnehmerInnen außerhalb des linearen Verlaufs lagen. Wenn man diese TeilnehmerInnen genauer analysiert, fällt auf, dass alle aus der Bewegungsgruppe stammten. Einer dieser Teilnehmer konnte trotz der Gewichtsstabilisierung einen Muskelzuwachs von 4,5 kg sowie einen Verlust an Fettmasse von 4,3 kg verzeichnen, was einen beachtenswerten Erfolg darstellt. Das Ergebnis des zweiten Teilnehmers zeigte einen ungewollten Verlust von 3,9 kg in Form von Muskelmasse, welcher möglicherweise auf einer zu geringen Eiweißzufuhr beruhte. Laut BIA-Messung hat dieser Teilnehmer 1 kg Fettmasse zugenommen, wobei anzunehmen ist, dass dies aufgrund einer Wasserschwankung „falsch hoch“ angezeigt wurde. Das bedeutet, dass aufgrund eines starken Wasserabfalls im Körper die Fettmasse vermutlich falsch angegeben wurde, denn die Berechnung der Fettmasse korreliert mit dem Wasserhaushalt. Im Falle einer Dehydratation wie nach dem Training, Gebrauch von Abführmitteln oder geringer Trinkmenge, ist die Voraussetzung einer konstanten Hydratation von 73,2% nicht mehr gegeben und die Ergebnisse werden in Richtung einer zu hohen Fettmasse verschoben (vgl. MEDI CAL HealthCare GmbH, S. 8). Der dritte Teilnehmer unter den „Ausreißern“ war ein 32-Jähriger, der sehr motiviert sein Krafttraining gesteigert und Ausdauer im Rahmen von Fußballtrainings durchgeführt hat. Laut BIA-Messung hat er 1,2 kg zugenommen, 0,4 kg Muskelmasse abgebaut und 2,3 kg Fettmasse zugenommen. Wenn man sich bei der Auswertung die Rohdaten der BIA genauer ansieht, ist zu erkennen, dass die Xc-Werte vor allem in den Beinen zu gering ausfielen und anzunehmen ist, dass keine Regeneration vor der Messung vorlag und es daher zu einer geringfügigen Abweichung gekommen ist. In diesem Fall hätte zeitnahe eine weitere BIA-Messung stattfinden müssen, um das Ergebnis als valide einstufen zu können.

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass die Regressionsanalyse zeigt, dass es einen positiven Zusammenhang zwischen der Gewichtsabnahme und der Abnahme an Fettmasse, mit Ausnahme der genannten Ausreißer, gibt. Je größer die Gewichtsabnahme, desto größer die Reduktion an Fettmasse. Aus der Regressionsgleichung kann abgeleitet werden, dass bei einer Gewichtsabnahme von 1 kg ein Fettmasseverlust von 0,429 kg die Folge ist. So wie auch in der Literatur beschrieben, ist eine Gewichtsreduktion von 0,5-1 kg pro Woche das Ziel,

welches durch die Einschränkung der Energiezufuhr um 500-1000 kcal pro Tag erreichbar ist (vgl. Biesalski, 2018, S. 638).

Auch zwischen der Abnahme an Gewicht und jener an Muskelmasse besteht ein positiver Zusammenhang, der jedoch nicht ganz so stark ist, da der R-Wert nur halb so hoch ($r = 0.443$) wie bei der Fettmasse ($r = 0.847$) ist. Wie durch die Regressionsgleichung beschrieben, werden bei einer Gewichtsreduktion von 1 kg durchschnittlich 0,124 kg Muskelmasse abgebaut. Dies kann auch in der Praxis bestätigt werden, da pro 10 kg Gewichtsabnahme maximal 1 kg Muskelmasse verloren geht bzw. verloren gehen sollte, wenn auf eine ausreichende Eiweißzufuhr und körperliche Betätigung geachtet wird.

Auch die Studie von Bopp et al. (2008) zeigt, dass ein größerer Gewichtsverlust auch einen größeren Verlust an Fettmasse mit sich bringt und die Kombination mit einer Bewegungsintervention auch den besseren Erfolg bezüglich Fettmasseverlust und Erhalt der Muskelmasse bewirkt. Anhand einer von Bopp et al. (2008) durchgeführten Regressionsanalyse wurde ein signifikanter Zusammenhang zwischen Proteinzufuhr mit der Nahrung und dem Verlust an fettfreier Masse gezeigt: pro 0,1 g/kg KG/Tag Zunahme an Nahrungsprotein verloren die Teilnehmer um 0,62 kg weniger fettfreie Masse.

Viele StudienteilnehmerInnen der aktuellen Studie berichteten, dass sie durch die Intervention und die daraus resultierende Gewichtsreduktion eine viel bessere Schlafqualität empfunden haben und dadurch das Wohlbefinden subjektiv stark angestiegen ist.

Zusammenfassend hat sich die Hypothese 1: „Die Gewichtsreduktion nimmt Einfluss auf die Körperzusammensetzung“ bestätigt.

Die Stärken der aktuell durchgeführten Studie waren eine gute Compliance, eine niedrige Dropoutrate, eine erfolgreiche Gewichtsreduktion und die Möglichkeit des Vergleichs zwischen Männern und Frauen. Daher werden im Folgenden nun Geschlechterunterschiede detailliert beschrieben.

6.4 Unterschiede Männer und Frauen

Die aktuelle Studie umfasste sowohl Männer als auch Frauen, sodass im Rahmen einer Zusatzfragestellung die beiden Gruppen verglichen wurden. Beim Vergleich von Männern und Frauen bezüglich der Veränderung der Parameter vor und nach der Intervention (siehe Tabelle 8) wurden kaum Unterschiede beobachtet, was dafür spricht, dass das Interventionsprogramm für beide Geschlechter gleich gut geeignet ist. Die höchste Gewichtsabnahme konnten zwei Männer erzielen: einer mit 9,3 kg (8,2 %) aus der Ernährungs- und Bewegungsgruppe und einer mit 8,1 kg (8,5 %) aus der Ernährungsgruppe, der zugleich auch den meisten Bauchumfang verlor. Bezüglich der Fettmasse konnten zwei TeilnehmerInnen aus der Ernährungs- und Bewegungsgruppe, nämlich eine Frau mit 7,1 kg (15,5 %) und ein Mann mit 6 kg (14,1 %)

Fettmasse, den höchsten Erfolg verzeichnen. Der Mann mit einer Gewichtsabnahme von 9,3 kg und einer Abnahme an 6 kg Fettmasse führte im Rahmen seiner täglichen Bewegungsaktivitäten überwiegend Ausdauersportarten, wie Nordic Walking und Wandern durch.

6.4.1 Interventionsgruppe Ernährung

Im Geschlechterunterschied ist zu erkennen, dass in der Ernährungsgruppe die Männer mehr, nämlich durchschnittlich 5,1 kg, im Vergleich zu den Frauen mit 4,2 kg abgenommen haben, wohingegen die Fettmasse mit 3 kg bei den Frauen im Vergleich zu den Männern mit 2,9 kg um etwas mehr abgenommen hat. Die Muskelmasse wurde bei den Männern mit einem Verlust von 1,5 kg, im Vergleich zu den Frauen mit 1 kg, abgebaut.

6.4.2 Interventionsgruppe Bewegung

Im Geschlechterunterschied ist zu erkennen, dass in der Bewegungsgruppe die Frauen mehr, nämlich durchschnittlich 1 kg im Vergleich zu den Männern mit 0,4 kg, Gewicht verloren haben. Auch die Fettmasse konnte von den Frauen etwas besser abgebaut werden, mit einer Abnahme von 0,6 kg im Vergleich zu den Männern mit 0,5 kg. Die Muskelmasse wurde in beiden Gruppen annähernd gleich gut erhalten. Bei den Männern kam es zu einem minimalen Verlust von 0,2 kg im Vergleich zu 0,1 kg bei den Frauen.

Eine 31-jährige Frau mit dem besten Erfolg in der Bewegungsgruppe hat eine Gewichtsabnahme von 7,9 kg erreicht, 3,1 kg Fettmasse abgebaut und ihren Muskelanteil stabil gehalten. Sie bevorzugte Sportarten wie Radfahren, Workout, Eislaufen und Spaziergang und erreichte eine durchschnittliche Schrittzahl von 8.694 pro Tag.

Eine 38-jährige Frau konnte den zweitbesten Erfolg in der Bewegungsgruppe mit einer Gewichtsabnahme von 4,3 kg, davon 3,4 kg Fettmasse, und einem Muskelaufbau von 0,4 kg erzielen. Ihre favorisierten Sportarten waren Walken, Workout, Hometrainer, Laufen und Spaziergang, wobei ihre durchschnittliche Schrittzahl bei 11.828 pro Tag lag.

Ein 44-jähriger Mann mit dem besten Erfolg unter den Männern in der Bewegungsgruppe hatte einen Gewichtsverlust von 2,8 kg, einen Verlust an Fettmasse von 3,9 kg und einen Muskelaufbau von 0,7 kg, sowie eine Zunahme des Gesamtkörperwassers von 0,5 kg zu verzeichnen. Aufgrund seines Berufes als Tischler hatte er eine durchschnittliche Schrittzahl von 17.079 pro Tag und vorwiegend Sportarten wie Wandern, Spaziergänge, Crosstrainer, Ergometer sowie Schwimmen in den Alltag integriert.

6.4.3 Interventionsgruppe Ernährung und Bewegung

Im Geschlechterunterschied ist zu erkennen, dass in der Ernährungs- und Bewegungsgruppe die Männer mehr, nämlich durchschnittlich 5,1 kg im Vergleich zu den Frauen mit 3,5 kg abgenommen haben. Auch der Verlust an Fettmasse war bei ihnen mit 3,3 kg etwas höher als

bei den Frauen mit 3 kg. Die Muskelmasse konnte von den Frauen besser erhalten werden, da diese nur 0,6 kg verloren haben, im Vergleich zu den Männern mit 1,4 kg.

Eine 44-jährige Frau erzielte den besten Erfolg unter den Frauen in der Ernährungs- und Bewegungsgruppe, nämlich einen Gewichtsverlust von 6,9 kg, einen Verlust an Fettmasse von 7,1 kg und einen Muskelaufbau von 1 kg, sie erreichte eine durchschnittliche Schrittzahl von 10.461 pro Tag und integrierte Sportarten wie Wandern, Walken, Radfahren und Spaziergänge in den Alltag.

Eine 38-jährige Frau konnte den zweitbesten Erfolg in der Ernährungs- und Bewegungsgruppe mit einer Gewichtsabnahme von 6 kg, 4,6 kg Verlust an Fettmasse und einem Muskelabbau von 1 kg erzielen. Ihre favorisierten Sportarten waren Wandern, Workout und Spaziergang, wobei ihre durchschnittliche Schrittzahl bei 6.815 pro Tag lag.

Wie auch eine Querschnittsstudie von Wirth & Steinmetz (1998, S. 393) im Geschlechtervergleich zeigt, haben 32 StudienteilnehmerInnen, davon 16 Männer und 16 Frauen mit einem mittleren BMI von 35 kg/m², im Rahmen einer Gewichtsabnahme in einem Zeitraum von 15 Wochen gleich viel an Gewicht (Männer -13,4 kg vs. Frauen -12,8 kg) abgenommen. Auch in der aktuell durchgeführten Studie nahmen Männer und Frauen im Zeitraum von 8 Wochen gleich viel an Gewicht ab (-3,29 ± 3,20 vs. -2,78 ± 2,59). Die Fettmasse wurde in der aktuell durchgeführten Studie bei den Männern um -2,02 ± 2,38 kg, im Vergleich zu Frauen mit -2,13 ± 1,98 kg reduziert. Zum gleichen Ergebnis kam auch die Studie von Wirth & Steinmetz (1998, S. 395), da hier die Fettmasse bei den Männern ebenfalls etwas weniger (um -7,8 ± 2,9 kg) und bei den Frauen etwas mehr (um -8,4 ± 2,9 kg) abnahm.

6.5 Dropoutrate und Limitationen

In der aktuell durchgeführten Studie lag die Dropoutrate bei 18,3%. Von insgesamt 60 StudienteilnehmerInnen, konnten 49 in die Auswertung einbezogen werden. Eine Metaanalyse, bei der 32 Studien verglichen wurden, zeigte starke Unterschiede in den Abbruchsquoten von 3-50%, wobei hohe Ausfälle als Limitation für die Interpretation angegeben wurden (vgl. Clifton et al., 2014, S. 227).

Einen Schwachpunkt bei der Durchführung der aktuellen Studie stellt die fehlende Berechnung der Energie- und Nährstoffzufuhr anhand des Ernährungstagebuches dar. Im Rahmen der laufenden Begleitung wurden die Aufzeichnungen zwar aus diätologischer Sicht beurteilt, eingeschätzt und bei Bedarf korrigierend eingegriffen, es wäre aus wissenschaftlicher Sicht jedoch gut gewesen, das Ernährungsprotokoll auszuwerten, um die tatsächliche Energie- und Nährstoffaufnahme zu quantifizieren. Hierfür hätten alle Lebensmittel gewogen werden müssen, um genaue Protokolle zu bekommen und valide Berechnungen durchführen zu können. Alle Mahlzeiten, welche auswärts konsumiert wurden, wie in der Kantine oder in Restaurants, hätten nicht präzise berechnet werden können und die Auswertung wäre sehr ungenau

gewesen. In zukünftigen Interventionsstudien mit dem Schwerpunkt Ernährungsintervention müsste dies berücksichtigt werden.

Eine weitere Limitation der aktuellen Studie ist die fehlende Kontrollgruppe mit vergleichbarem BMI ohne Intervention. Eine solche Kontrollgruppe wäre bei zukünftigen Interventionsstudien, bei denen eine Ernährungs- und Bewegungsintervention durchgeführt wird, wünschenswert. Ganz besonders sinnvoll wären eine oder zwei Kontrolluntersuchung(en) mittels BIA 6-12 Monate nach Beendigung der Studie, um zu erheben, inwieweit die TeilnehmerInnen die Ernährungs- und Bewegungsmodifikationen beibehalten und weiter abgenommen oder ob sie ihr Gewicht halten konnten.

6.6 Schlussfolgerungen

Eine Ernährungsumstellung mit gleichzeitiger Bewegungsumstellung bringt den besten Erfolg, da dadurch nicht nur Gewicht und Fettmasse abgebaut werden, sondern auch die Muskelmasse am besten erhalten werden kann. Die Empfehlung ist daher, dass DiätologInnen ihre KlientInnen im Rahmen der Ernährungsumstellung langfristig über mindestens 3 Monate betreuen und begleiten. Die BIA stellt ein geeignetes Instrument dar, um einerseits die Motivation im Rahmen der Gewichtsreduktion durch regelmäßiges Feedback hochzuhalten und andererseits zur Kontrolle der DiätologInnen, ob eine ausreichende Eiweißzufuhr vorliegt und damit der Anteil an Muskelmasse gut erhalten werden kann. Würde der/die KlientIn im Rahmen der Ernährungsumstellung zu wenig Eiweiß zu sich nehmen, könnte dies anhand von sinkenden Muskelmassewerten rechtzeitig erkannt und dementsprechend eine Adaptierung vorgenommen werden. Weiters stellt die Zusammenarbeit mit SportwissenschaftlerInnen einen weiteren wichtigen Baustein dar, damit durch die richtige Trainingsplangestaltung im Rahmen der Gewichtsreduktion der bestmögliche Erfolg erzielt wird.

Die persönliche Betreuung im Rahmen eines Gewichtmanagementprogrammes und damit verbundene regelmäßige Kontrollen, einerseits über ein Ernährungstagebuch, andererseits mittels BIA-Messung, sind besonders wichtig und für einen langfristigen Erfolg ausschlaggebend. Als Ausblick könnte man an dieser Stelle bei sehr hohem Stresslevel ein Biofeedbacktraining andenken, um die gewünschte Gewichtsreduktion noch zu verbessern. Biofeedback-Anwendungen werden erfolgreich zur Stressbewältigung, bei Schlafstörungen, Migräne, Spannungskopfschmerzen, Ängsten oder Panikattacken, zur Raucherentwöhnung, zur Gewichtsreduktion, bei chronischen Schmerzen sowie für SportlerInnen zur Optimierung der sportlichen Leistungsfähigkeit angewendet und sollten daher im Rahmen von Gewichtmanagementprogrammen angedacht werden.

7 Zusammenfassung und Ausblick

Mit der aktuell durchgeführten Studie konnte gezeigt werden, dass mit den durchgeführten Interventionen eine signifikante Gewichtsreduktion erzielt werden konnte, wobei signifikante Unterschiede in der Gewichtsreduktion, in der Abnahme des BMI und der Fettmasse zwischen den Interventionsgruppen Ernährung und Bewegung, sowie auch zwischen der Interventionsgruppe Bewegung und Interventionsgruppe Ernährung und Bewegung, beobachtet wurden.

Die Gewichtsreduktion hatte einen Einfluss auf die Veränderung der Körperzusammensetzung und betraf sowohl die Fett- als auch die Muskelmasse. Es bestand ein positiver Zusammenhang zwischen der Gewichtsabnahme und der Abnahme an Fettmasse sowie auch zwischen der Abnahme an Gewicht und jener an Muskelmasse. Die Ernährungsgruppe erzielte den höchsten Gewichtsverlust, zeigte jedoch auch den höchsten Verlust an Muskelmasse. Der kombinierten Ernährungs- und Bewegungsgruppe ist es gelungen, den größten Fettmasseverlust zu erreichen und die reine Bewegungsgruppe konnte ihren Muskelanteil erhalten bzw. sogar etwas erhöhen. Somit ist eine Ernährungsintervention in Kombination mit einer Bewegungsintervention die beste Empfehlung für eine Gewichtsreduktion. Eine ausreichende Eiweißzufuhr von 1-1,2 g/kg Körpergewicht und körperliche Bewegung sind bedeutend, um die Muskelmasse im Rahmen einer Gewichtsreduktion weitestgehend zu erhalten.

Im Rahmen von Gewichtsmanagementprogrammen bzw. Begleitung einer Gewichtsreduktion sind der persönliche Kontakt sowie die Führung im Rahmen der Ernährungsumstellung durch DiätologInnen von großer Bedeutung. Die Begleitung durch DiätologInnen im Rahmen der Ernährungsumstellung und regelmäßige Bioimpedanzanalysen zur Kontrolle und Motivationsförderung sind für einen langfristigen Erfolg der Gewichtsreduktion ausschlaggebend und daher zu empfehlen. Ob sich der Trend, der in Richtung Online-Beratung geht, und der Einsatz von Apps zur Kontrolle der Nahrungszufuhr durchsetzen wird, und ob er langfristig zur Eindämmung der Adipositas geeignet ist, wird die Zukunft zeigen.

8 Literaturverzeichnis

- Anderson, J. W., Konz, E. C., Frederich, R. C. & Wood, C. L. (2001). Long-term weight-loss maintenance: a meta-analysis of US studies. *The American journal of clinical nutrition*, 74(5), 579–584. <https://doi.org/10.1093/ajcn/74.5.579>
- Batsis, J. A. & Villareal, D. T. (2018). Sarcopenic obesity in older adults: aetiology, epidemiology and treatment strategies. *Nature reviews. Endocrinology*, 14(9), 513–537. <https://doi.org/10.1038/s41574-018-0062-9>
- Bauer, J., Biolo, G., Cederholm, T., Cesari, M., Cruz-Jentoft, A. J., Morley, J. E., Phillips, S., Sieber, C., Stehle, P., Teta, D., Visvanathan, R., Volpi, E [Elena] & 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. <https://doi.org/10.1016/j.jamda.2013.05.021>
- Becker & Zipfel (2020). Verhaltenstherapie bei Adipositas: Realistische Vorstellung zum Gewichtsverlust ist wichtig. *CARDIOVASC(3)*, 35–39.
- Biesalski, H.-K. (2018). *Ernährungsmedizin: Nach dem Curriculum Ernährungsmedizin der Bundesärztekammer* (5. Aufl.). © Georg Thieme Verlag KG.
- Biesalski, H.-K. & Grimm, P. (2002). *Taschenatlas der Ernährung* (2. Auflage). © Georg Thieme Verlag KG.
- Bopp, M. J., Houston, D. K., Lenchik, L., Easter, L., Kritchevsky, S. B. & Nicklas, B. J. (2008). Lean mass loss is associated with low protein intake during dietary-induced weight loss in postmenopausal women. *Journal of the American Dietetic Association*, 108(7), 1216–1220. <https://doi.org/10.1016/j.jada.2008.04.017>
- Bostrom, J. A., Mottel, B. & Heffron, S. P. (2021). Medical and Surgical Obesity Treatments and Atherosclerosis: Mechanisms beyond Typical Risk Factors. *Current atherosclerosis reports*, 23(10), 60. <https://doi.org/10.1007/s11883-021-00961-0>
- Branca, F. (2007). *The Challenge of Obesity in the WHO European Region and the Strategies for Response: EURO Nonserial Publication*. World Health Organization. <https://ebookcentral.proquest.com/lib/kxp/detail.action?docID=305234>
- Braumann, K. M. & Stiller, N. (2010). *Bewegungstherapie bei internistischen Erkrankungen*. Springer.
- Bundesministerium für Gesundheit und Frauen. (2017). *Österreichische Diabetes-Strategie: Gemeinsam Diabetes begegnen*. www.bmgf.gv.at
- Bundesministeriums der Justiz und für Verbraucherschutz (2014). Verordnung über diätetische Lebensmittel (Diätverordnung). <https://www.diaetverband.de/download/diaetv-011010-050111.pdf>
- Cava, E., Yeat, N. C. & Mittendorfer, B. (2017). Preserving Healthy Muscle during Weight Loss. *Advances in nutrition (Bethesda, Md.)*, 8(3), 511–519. <https://doi.org/10.3945/an.116.014506>
- CDC. (2022). *Obesity Surveillance Systems*. <https://www.cdc.gov/obesity/data/surveillance.html#NPAO>
- Chao, A. M., Quigley, K. M. & Wadden, T. A. (2021). Dietary interventions for obesity: clinical and mechanistic findings. *The Journal of clinical investigation*, 131(1). <https://doi.org/10.1172/JCI140065>
- Church, T. S., Earnest, C. P., Skinner, J. S. & Blair, S. N. (2007). Effects of different doses of physical activity on cardiorespiratory fitness among sedentary, overweight or obese

- postmenopausal women with elevated blood pressure: a randomized controlled trial. *JAMA*, 297(19), 2081–2091. <https://doi.org/10.1001/jama.297.19.2081>
- Churchward-Venne, T. A., Murphy, C. H., Longland, T. M. & Phillips, S. M. (2013). Role of protein and amino acids in promoting lean mass accretion with resistance exercise and attenuating lean mass loss during energy deficit in humans. *Amino acids*, 45(2), 231–240. <https://doi.org/10.1007/s00726-013-1506-0>
- Clifton, P. M., Condo, D. & Keogh, J. B. (2014). Long term weight maintenance after advice to consume low carbohydrate, higher protein diets--a systematic review and meta analysis. *Nutrition, metabolism, and cardiovascular diseases : NMCD*, 24(3), 224–235. <https://doi.org/10.1016/j.numecd.2013.11.006>
- Coelho, M., Oliveira, T. & Fernandes, R. (2013). Biochemistry of adipose tissue: an endocrine organ. *Archives of Medical Science : AMS*, 9(2), 191–200. <https://doi.org/10.5114/aoms.2013.33181>
- Coletti, C., Acosta, G. F., Kessler, S. & Coletti, D. (2022). Exercise-mediated reinnervation of skeletal muscle in elderly people: An update. *European journal of translational myology*, 32(1). <https://doi.org/10.4081/ejtm.2022.10416>
- Deutsche Adipositas-Gesellschaft (DAG) (2014). S3-Leitlinie Adipositas: Prävention und Therapie der Adipositas. <https://register.awmf.org/de/leitlinien/detail/050-001>
- Deutz, N. E. P., Bauer, J. M., Barazzoni, R., Biolo, G., Boirie, Y., Bosy-Westphal, A., Cederholm, T., Cruz-Jentoft, A., Krznarić, Z., Nair, K. S., 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. <https://doi.org/10.1016/j.clnu.2014.04.007>
- Dokhi, L. A. & Habib, S. S. (2013). Assessment of Gender Differences in Body Composition and Physical Fitness Scoring in Saudi Adults by Bioelectrical Impedance Analysis. *Acta Clin Croat* 2013(2), 52:189-194. <https://hrcak.srce.hr/file/163931>
- Donnelly, J. E., Honas, J. J., Smith, B. K., Mayo, M. S., Gibson, C. A., Sullivan, D. K., Lee, J., Herrmann, S. D., Lambourne, K. & Washburn, R. A. (2013). Aerobic exercise alone results in clinically significant weight loss for men and women: midwest exercise trial 2. *Obesity (Silver Spring, Md.)*, 21(3), E219-28. <https://doi.org/10.1002/oby.20145>
- Elmadfa, I. (2012). *Österreichischer Ernährungsbericht*. https://ernaehrungsbericht.univie.ac.at/fileadmin/user_upload/dep_ernaehrung/forschung/ernaehrungsberichte/oesterr_ernaehrungsbericht_2012.pdf
- Elmadfa, I., Freisling, Nowak & Hofstädter. (2008). *Österreichischer Ernährungsbericht*. https://ernaehrungsbericht.univie.ac.at/fileadmin/user_upload/dep_ernaehrung/forschung/ernaehrungsberichte/oesterr_ernaehrungsbericht_2008.pdf
- Ferguson, D. & Finck, B. N. (2021). Emerging therapeutic approaches for the treatment of NAFLD and type 2 diabetes mellitus. *Nature reviews. Endocrinology*, 17(8), 484–495. <https://doi.org/10.1038/s41574-021-00507-z>
- Flores-Cordero, J. A., Pérez-Pérez, A., Jiménez-Cortegana, C., Alba, G., Flores-Barragán, A. & Sánchez-Margalet, V. (2022). Obesity as a Risk Factor for Dementia and Alzheimer's Disease: The Role of Leptin. *International journal of molecular sciences*, 23(9). <https://doi.org/10.3390/ijms23095202>
- Fock, K. M. & Khoo, J. (2013). Diet and exercise in management of obesity and overweight. *Journal of gastroenterology and hepatology*, 28 Suppl 4, 59–63. <https://doi.org/10.1111/jgh.12407>

- Fonds Gesundes Österreich (2020). Österreichische Bewegungsempfehlungen: Wissensband 17, 1–92. https://fgoe.org/sites/fgoe.org/files/2022-01/WB_17_bewegungsempfehlungen_bfrei.pdf
- Fonseca, S. J., Rodrigues, P. A. F., Oliveira, A. J. & Fernandes-Filho, J. (2013). PHYSICAL EXERCISE AND MORBID OBESITY: A SYSTEMATIC REVIEW. *ABCD Arq Bras Cir Dig* 2013;26(Suplemento 1):67-73. Vorab-Onlinepublikation. <https://doi.org/10.1590/s0102-67202013000600015>
- Frank, H., Graf, J., Amann-Gassner, U., Bratke, R., Daniel, H., Heemann, U. & Hauner, H. (2009). Effect of short-term high-protein compared with normal-protein diets on renal hemodynamics and associated variables in healthy young men. *The American journal of clinical nutrition*, 90(6), 1509–1516. <https://doi.org/10.3945/ajcn.2009.27601>
- Frimel, T. N., Sinacore, D. R. & Villareal, D. T. (2008). Exercise attenuates the weight-loss-induced reduction in muscle mass in frail obese older adults. *Medicine and science in sports and exercise*, 40(7), 1213–1219. <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e31816a85ce>
- Frühwald, T., Hofer, A., Meidlinger Bettina, Roller-Wirnsberger, R., Rust, P. & Schindler, K. (2013). Wissenschaftliche Aufbereitung für Empfehlungen „Ernährung im Alter in verschiedenen Lebenssituationen“, 1–172. https://www.ages.at/download/sdleyJ0eXAiOiJKV1QiLCJhbGciOiJIUzI1NiJ9.eyJpYXQiOiJlMk0NTkyMDA-slmV4cCI6NDA3MDkwODgwMCwidXNlciI6MCwiZ3JvdXBzIjpbMCwtMV0slmZpbGUiOiJmaWxIYWRTaW5cL0FHR-VNfmMjAyMlwwMI9NRU5TQ0hcL0Vyblx1MDBINGhydW5nX0xIYmVuc21pdHR-lbFwvRXJuXHUwMGU0aHJ1bmdzZW1wZmVobHVuZ2VuXC9SaWNod-GlnZV9Fcm5cdTAwZTRocnVuZ19mXHUwMGZjcl9qZWRLc19BbHRlclwvZXJuYVvocn-VuZ2ltYWx0ZXJfMjAxMzEwMzEucGRmliwicGFnZSI6MTM5Nn0.bfFwLKea8YeJlt-DUBytDNHBSg2ZracLceBY2EnO7dLo/ernaehrungimalter_20131031.pdf
- Gallagher, E. J. & LeRoith, D. (2015). Obesity and Diabetes: The Increased Risk of Cancer and Cancer-Related Mortality. *Physiological reviews*, 95(3), 727–748. <https://doi.org/10.1152/physrev.00030.2014>
- Halle, M. (2017). Bewegungstherapie bei Adipositas, metabolischem Syndrom und Typ-2-Diabetes. *Der Gastroenterologe*, 12(4), 312–322. <https://doi.org/10.1007/s11377-017-0178-9>
- Han, T. S., Richmond, P., Avenell, A. & Lean, M. E. (1997). Waist circumference reduction and cardiovascular benefits during weight loss in women. *International journal of obesity and related metabolic disorders : journal of the International Association for the Study of Obesity*, 21(2), 127–134. <https://doi.org/10.1038/sj.ijo.0800377>
- Hansen, D., Dendale, P., Berger, J., van Loon, L. J. C. & Meeusen, R. (2007). The effects of exercise training on fat-mass loss in obese patients during energy intake restriction. *Sports medicine (Auckland, N.Z.)*, 37(1), 31–46. <https://doi.org/10.2165/00007256-200737010-00003>
- Hauner, H. & Herzog, W. (2008). Ernährungsmedizinische und psychosomatische Aspekte der Adipositas [Nutritional and psychosomatic aspects of morbid obesity]. *Der Chirurg; Zeitschrift für alle Gebiete der operativen Medizin*, 79(9), 819–825. <https://doi.org/10.1007/s00104-008-1535-5>
- Hazra, A. & Gogtay, N. (2016). Biostatistics Series Module 1: Basics of Biostatistics. *Indian journal of dermatology*, 61(1), 10–20. <https://doi.org/10.4103/0019-5154.173988>

- Heymsfield, S. B., Gonzalez, M. C. C., Shen, W., Redman, L. & Thomas, D. (2014). Weight loss composition is one-fourth fat-free mass: a critical review and critique of this widely cited rule. *Obesity reviews : an official journal of the International Association for the Study of Obesity*, 15(4), 310–321. <https://doi.org/10.1111/obr.12143>
- Holzer, M. (2019). Österreichische Gesundheitsbefragung 2019: Hauptergebnisse des Austrian Health Interview Survey (ATHIS) und methodische Dokumentation, 1–115. https://www.statistik.at/fileadmin/publications/Oesterreichische-Gesundheitsbefragung2019_Hauptergebnisse.pdf
- Jakicic, J. M. & Otto, A. D. (2005). Physical activity considerations for the treatment and prevention of obesity. *The American journal of clinical nutrition*, 82(1 Suppl), 226S-229S. <https://doi.org/10.1093/ajcn/82.1.226S>
- Jang, Y. J. (2023). The Effects of Protein and Supplements on Sarcopenia in Human Clinical Studies: How Older Adults Should Consume Protein and Supplements. *Journal of microbiology and biotechnology*, 33(2), 143–150. <https://doi.org/10.4014/jmb.2210.10014>
- Kapoor, N., Lotfaliany, M., Sathish, T., Thankappan, K. R., Thomas, N., Furler, J., Oldenburg, B. & Tapp, R. J. (2020). Prevalence of normal weight obesity and its associated cardiometabolic risk factors - Results from the baseline data of the Kerala Diabetes Prevention Program (KDPP). *PloS one*, 15(8), e0237974. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0237974>
- Kasper, H. (2000). *Ernährungsmedizin und Diätetik* (9. Auflage). Urban & Fischer.
- Kasper, H. & Burghardt, W. (2020). *Ernährungsmedizin und Diätetik* (13. Aufl.). Urban & Fischer in Elsevier.
- Khalil, S. F., Mohktar, M. S. & Ibrahim, F. (2014). The theory and fundamentals of bioimpedance analysis in clinical status monitoring and diagnosis of diseases. *Sensors (Basel, Switzerland)*, 14(6), 10895–10928. <https://doi.org/10.3390/s140610895>
- Kiefer, Kunze & Rieder (2001). Epidemiologie der Adipositas. *Journal für Ernährungsmedizin*(1), 17–19. <https://www.kup.at/kup/pdf/692.pdf>
- Köhnke, K. (2011). Der Wasserhaushalt und die ernährungsphysiologische Bedeutung von Wasser und Getränken. *Ernährungsumschau*(2), 88-94. https://www.ernaehrungs-umschau.de/fileadmin/Ernaehrungs-Umschau/pdfs/pdf_2011/02_11/EU02_2011_088_095.qxd.pdf
- Kowalski, A. & Enck, P. (2010). Statistische Methoden bei Mehrfachtestung--die Bonferroni-Korrektur [Statistical methods: multiple significance tests and the Bonferroni procedure]. *Psychotherapie, Psychosomatik, medizinische Psychologie*, 60(7), 286–287. <https://doi.org/10.1055/s-0030-1248493>
- Krieger, J. W., Sitren, H. S., Daniels, M. J. & Langkamp-Henken, B. (2006). Effects of variation in protein and carbohydrate intake on body mass and composition during energy restriction: a meta-regression 1. *The American journal of clinical nutrition*, 83(2), 260–274. <https://doi.org/10.1093/ajcn/83.2.260>
- Kyle, U. G., Bosaeus, I., Lorenzo, A. D. de, Deurenberg, P., Elia, M., Gómez, J. M., Heitmann, B. L., Kent-Smith, L., Melchior, J.-C., Pirlich, M., Scharfetter, H., Schols, A. M. W. J. & Pichard, C. (2004). Bioelectrical impedance analysis--part I: review of principles and methods. *Clinical nutrition (Edinburgh, Scotland)*, 23(5), 1226–1243. <https://doi.org/10.1016/j.clnu.2004.06.004>
- Kyle, U. G., Bosaeus, I., Lorenzo, A. D. de, Deurenberg, P., Elia, M., Manuel Gómez, J., Lilienthal Heitmann, B., Kent-Smith, L., Melchior, J.-C., Pirlich, M., Scharfetter, H., M W J Schols, A. & Pichard, C. (2004). Bioelectrical impedance analysis-part II: utilization in

- clinical practice. *Clinical nutrition (Edinburgh, Scotland)*, 23(6), 1430–1453.
<https://doi.org/10.1016/j.clnu.2004.09.012>
- Layman, D. K., Boileau, R. A., Erickson, D. J., Painter, J. E., Shiue, H., Sather, C. & Christou, D. D. (2003). A reduced ratio of dietary carbohydrate to protein improves body composition and blood lipid profiles during weight loss in adult women. *The Journal of nutrition*, 133(2), 411–417. <https://doi.org/10.1093/jn/133.2.411>
- Layman, D. K., Evans, E., Baum, J. I., Seyler, J., Erickson, D. J. & Boileau, R. A. (2005). Dietary protein and exercise have additive effects on body composition during weight loss in adult women. *The Journal of nutrition*, 135(8), 1903–1910.
<https://doi.org/10.1093/jn/135.8.1903>
- Lee, C. M. Y., Huxley, R. R., Wildman, R. P. & Woodward, M. (2008). Indices of abdominal obesity are better discriminators of cardiovascular risk factors than BMI: a meta-analysis. *Journal of clinical epidemiology*, 61(7), 646–653.
<https://doi.org/10.1016/j.jclinepi.2007.08.012>
- Lee, S. & Kim, Y. (2013). Effects of exercise alone on insulin sensitivity and glucose tolerance in obese youth. *Diabetes & metabolism journal*, 37(4), 225–232.
<https://doi.org/10.4093/dmj.2013.37.4.225>
- Litwin, M. & Kułaga, Z. (2021). Obesity, metabolic syndrome, and primary hypertension. *Pediatric nephrology (Berlin, Germany)*, 36(4), 825–837.
<https://doi.org/10.1007/s00467-020-04579-3>
- Mattiello, R., Amaral, M. A., Mundstock, E. & Ziegelmann, P. K. (2020). Reference values for the phase angle of the electrical bioimpedance: Systematic review and meta-analysis involving more than 250,000 subjects. *Clinical nutrition (Edinburgh, Scotland)*, 39(5), 1411–1417. <https://doi.org/10.1016/j.clnu.2019.07.004>
- Mayo, M. J., Grantham, J. R. & Balasekaran, G. (2003). Exercise-induced weight loss preferentially reduces abdominal fat. *Medicine and science in sports and exercise*, 35(2), 207–213. <https://doi.org/10.1249/01.MSS.0000048636.46744.01>
- MEDI CAL HealthCare GmbH. *Leitfaden für die Durchführung, Interpretation und Auswertung von bioelektrischen Impedanzmessungen: mit MEDI CAL Impedanzanalytoren [BIACORPUS RX]*. Karlsruhe.
- MEDI CAL HealthCare GmbH. (2021). *BIACORPUS RX 4004M*. <https://www.medi-cal.de/bia-messgeraet/biacorpus-rx-4004M.html>
- Muscella, A., Stefàno, E. & Marsigliante, S. (2020). The effects of exercise training on lipid metabolism and coronary heart disease. *American journal of physiology. Heart and circulatory physiology*, 319(1), H76–H88. <https://doi.org/10.1152/ajpheart.00708.2019>
- National Center for Health Statistics (2016). Prevalence of Overweight, Obesity, and Extreme Obesity Among Adults Aged 20 and Over: United States, 1960–1962 Through 2013–2014.
- Norman, K. (2015). Sarkopenie: Bedeutung und Definition im Wandel [Not Available]. *Drug research*, 65 Suppl 1, S19. <https://doi.org/10.1055/s-0035-1558067>
- OECD Factbook. (2009). OECD. <https://doi.org/10.1787/18147364>
- Ogden, C. L., Carroll, M. D., Kit, B. K. & Flegal, K. M. (2013). Prevalence of obesity among adults: United States, 2011–2012. *NCHS data brief(131)*, 1–8.
<https://www.cdc.gov/nchs/products/databriefs/db131.htm>
- Orozco, L. J., Buchleitner, A. M., Gimenez-Perez, G., Roqué I Figuls, M., Richter, B. & Mauricio, D. (2008). Exercise or exercise and diet for preventing type 2 diabetes mellitus.

- The Cochrane database of systematic reviews*(3), CD003054.
<https://doi.org/10.1002/14651858.CD003054.pub3>
- Pan, B., Ge, L., Xun, Y.-Q., Chen, Y.-J., Gao, C.-Y., Han, X., Zuo, L.-Q., Shan, H.-Q., Yang, K.-H., Ding, G.-W. & Tian, J.-H. (2018). Exercise training modalities in patients with type 2 diabetes mellitus: a systematic review and network meta-analysis. *The international journal of behavioral nutrition and physical activity*, 15(1), 72.
<https://doi.org/10.1186/s12966-018-0703-3>
- Philipsborn, P. von & Geffert, K. (2021). Prävention der Adipositas. *Psychotherapeut*, 66(1), 35–41. <https://doi.org/10.1007/s00278-020-00473-3>
- Physitrack: Der Goldstandard für die Verschreibung von Hausübungen. (2021).
<https://www.physitrack.de/private-practices>
- Reis, J. P., Macera, C. A., Araneta, M. R., Lindsay, S. P., Marshall, S. J. & Wingard, D. L. (2009). Comparison of overall obesity and body fat distribution in predicting risk of mortality. *Obesity (Silver Spring, Md.)*, 17(6), 1232–1239. <https://doi.org/10.1038/oby.2008.664>
- Reljic, D., Hermann, H. J., Neurath, M. F. & Zopf, Y. (2019). Bioelektrische Impedanzanalyse (BIA). *Ernährungs Umschau*, 2019(8), 474–485. <https://doi.org/10.4455/eu.2019.039>
- Robert Koch Institut. (2021). *Übergewicht und Adipositas*. https://www.rki.de/DE/Content/Gesundheitsmonitoring/Themen/Uebergewicht_Adipositas/Uebergewicht_Adipositas_node.html
- Romero-Corral, A., Montori, V. M., Somers, V. K., Korinek, J., Thomas, R. J., Allison, T. G., Mookadam, F. & Lopez-Jimenez, F. (2006). Association of bodyweight with total mortality and with cardiovascular events in coronary artery disease: a systematic review of cohort studies. *Lancet (London, England)*, 368(9536), 666–678.
[https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(06\)69251-9](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(06)69251-9)
- Rust, P., Hasenegger Verena & König Jürgen (2017). Österreichischer Ernährungsbericht 2017. *Bundesministerium für Gesundheit und Frauen*, 1–169. https://ernaehrungsbericht.univie.ac.at/fileadmin/user_upload/dep_ernaehrung/forschung/ernaehrungsberichte/erna_hrungsbericht2017_web_20171018.pdf
- Schindler, K. & Ludvik, B. (2004). Methodische und praktische Aspekte der Bestimmung der Körperzusammensetzung [Assessment of body composition--methods and practical aspects]. *Wiener medizinische Wochenschrift (1946)*, 154(13-14), 305–312.
<https://doi.org/10.1007/s10354-004-0079-7>
- Schneider, A., Hommel, G. & Blettner, M. (2010). Linear regression analysis: part 14 of a series on evaluation of scientific publications. *Deutsches Arzteblatt international*, 107(44), 776–782. <https://doi.org/10.3238/arztebl.2010.0776>
- Schuler, G., Adams, V. & Goto, Y. (2013). Role of exercise in the prevention of cardiovascular disease: results, mechanisms, and new perspectives. *European heart journal*, 34(24), 1790–1799. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/eht111>
- Schwingshackl, L., Dias, S., Strasser, B. & Hoffmann, G. (2013). Impact of different training modalities on anthropometric and metabolic characteristics in overweight/obese subjects: a systematic review and network meta-analysis. *PloS one*, 8(12), e82853.
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0082853>
- Seidell, J. C., Pérusse, L., Després, J. P. & Bouchard, C. (2001). Waist and hip circumferences have independent and opposite effects on cardiovascular disease risk factors: the Quebec Family Study. *The American journal of clinical nutrition*, 74(3), 315–321.
<https://doi.org/10.1093/ajcn/74.3.315>
- Souza, R. J. de, Bray, G. A., Carey, V. J., Hall, K. D., LeBoff, M. S., Loria, C. M., Laranjo, N. M., Sacks, F. M. & Smith, S. R. (2012). Effects of 4 weight-loss diets differing in fat,

- Volpi, E [E.], Ferrando, A. A., Yeckel, C. W., Tipton, K. D. & Wolfe, R. R [R. R.] (1998). Exogenous amino acids stimulate net muscle protein synthesis in the elderly. *The Journal of clinical investigation*, 101(9), 2000–2007. <https://doi.org/10.1172/JCI939>
- Wang, Y. & Xu, D. (2017). Effects of aerobic exercise on lipids and lipoproteins. *Lipids in health and disease*, 16(1), 132. <https://doi.org/10.1186/s12944-017-0515-5>
- Weghuber, D. & Maruszczak, K. (2021). Childhood Obesity Surveillance Initiative (COSI). *Bundesministerium für Soziales, Gesundheit, Pflege und Konsumentenschutz (BMSGPK)*, 1–56. <https://broschuerenservice.sozialministerium.at/Home/Download?publicationId=847>
- Weijs, P. J. & Wolfe, R. R [Robert R.] (2016). Exploration of the protein requirement during weight loss in obese older adults. *Clinical Nutrition*, 35(2), 394–398. <https://doi.org/10.1016/j.clnu.2015.02.016>
- Widhalm, K. & Fallmann, K. (2022). Adipositas im Kindes- und Jugendalter: „Das dicke Ende kommt erst“ [Obesity in Childhood and Adolescence]. *Padiatrie und Padologie*, 57(5), 235–241. <https://doi.org/10.1007/s00608-022-01012-w>
- Winkler, S., Hebestreit, A. & Ahrens, W. (2012). Körperliche Aktivität und Adipositas [Physical activity and obesity]. *Bundesgesundheitsblatt, Gesundheitsforschung, Gesundheitsschutz*, 55(1), 24–34. <https://doi.org/10.1007/s00103-011-1386-y>
- Wirth, A. & Hauner, H. (2013). *Adipositas: Ätiologie, Folgekrankheiten, Diagnostik, Therapie* (4. Auflage). Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-642-22855-1>
- Wirth, A., Wabitsch, M. & Hauner, H. (2014). The prevention and treatment of obesity. *Deutsches Arzteblatt international*, 111(42), 705–713. <https://doi.org/10.3238/arztebl.2014.0705>
- Wolfe, R. R [Robert R.] (2017). Branched-chain amino acids and muscle protein synthesis in humans: myth or reality? *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 14(1). <https://doi.org/10.1186/s12970-017-0184-9>
- World Health Organization. (2008). *Waist Circumference and Waist-Hip Ratio: Report of a WHO Expert Consultation*.
- World Health Organization. (2021). *Obesity and overweight*. <https://euw.citavi-web.citavi.com/projects/aai3fotuitjlrobpe9quoxrviw5f4a1dcplkuog5#/p/references/c9483295-10d4-4979-be9f-ab2aa4501bc5>
- Yumuk, V., Tsigos, C., Fried, M., Schindler, K., Busetto, L., Micic, D. & Toplak, H. (2015). European Guidelines for Obesity Management in Adults. *Obesity facts*, 8(6), 402–424. <https://doi.org/10.1159/000442721>

9 Abbildungsverzeichnis

<i>Abbildung 1: Prävalenzvergleich von Übergewicht, Adipositas und extremer Adipositas (gesamt) bei allen Kindern im städtischen (urbanen), halbstädtischen (semiurbanen) und ländlichen (ruralen) Bereich von 2016/2017 und 2019/2020 (BMSGPK Childhood Obesity Surveillance Initiative 2021). Quelle: (vgl. Weghuber & Maruszczak, 2021, S. 43).</i>	12
<i>Abbildung 2: Selbstangaben bzgl. Übergewicht und Adipositas im Jahr 2019/2020 in Deutschland; Quelle: (vgl. Robert Koch Institut, 2021).</i>	13
<i>Abbildung 3: Prävalenz von selbstberichteter Fettleibigkeit unter US-Erwachsenen nach Bundesstaat und Territorium in den Jahren 2011, 2015, 2019 und 2022. Quelle: Center for Disease Control and Prevention (vgl. CDC, 2022)</i>	14
<i>Abbildung 4: Prävalenz von Übergewicht und Adipositas im Jahr 2019 nach Alter und Geschlecht. Quelle: Statistik Austria, Gesundheitsbefragung 2019 - Bevölkerung in Privathaushalten im Alter von 15 Jahren und mehr Jahren (vgl. Holzer, 2019, S. 54).</i>	15
<i>Abbildung 5: Unterschiedliche Verteilung des Körperfetts: „Apfeltyp“ und „Birnentyp“; Quelle: (vgl. Uphoff Helga, 2004).</i>	17
<i>Abbildung 6: Körperkompartiment-Modelle. Quelle: (Reljic et al., 2019, S.475).</i>	19
<i>Abbildung 7: Faktoren, die den Erhalt der fettfreien Masse während einer Energiebeschränkung fördern (durchgezogene Pfeile) und Faktoren, die möglicherweise wichtig sind (gestrichelte Pfeile), für die aber noch weitere Forschungsarbeiten erforderlich sind. Quelle: mod. nach (Churchward-Venne et al., 2013, S. 237).</i>	40
<i>Abbildung 8: Ablauf der Studie</i>	55
<i>Abbildung 9: Ausfallschritt mit Eigengewicht</i>	57
<i>Abbildung 10: Einbeiniger Wadenheber</i>	58
<i>Abbildung 11: Kniebeuge mit Körpergewicht</i>	58
<i>Abbildung 12: Unterarmseitstütz</i>	59
<i>Abbildung 13: Käferübung</i>	59
<i>Abbildung 14: Brücke mit Beinstreckung</i>	60
<i>Abbildung 15: Fahrradfahren in Rückenlage</i>	60
<i>Abbildung 16: Vierfüßlerstand</i>	61
<i>Abbildung 17: Schulterabduktion</i>	61
<i>Abbildung 18: Bizepscurl mit Widerstand</i>	62
<i>Abbildung 19: Box-Plot; Quelle: (vgl. Hazra & Gogtay, 2016, S. 21).</i>	63
<i>Abbildung 20: Übersicht über Veränderungen von Gewicht, BMI, Bauchumfang, Fettmasse und Muskelmasse in den 3 Interventionsgruppen.</i>	68
<i>Abbildung 21: Veränderung des Gewichts zwischen Studienbeginn (vor) und -ende (nach Intervention) in den einzelnen Interventionsgruppen. Es bestand keine Normalverteilung in Gruppe 2, weshalb der Wilcoxon Signed Rank Test zum Einsatz kam.</i>	70
<i>Abbildung 22: Unterschiede in den Veränderungen des Gewichts durch Intervention zwischen den 3 Interventionsgruppen</i>	71

Abbildung 23: Veränderungen des BMI zwischen Studienbeginn (vor) und -ende (nach Intervention) in den einzelnen Interventionsgruppen	71
Abbildung 24: Unterschiede in den Veränderungen des BMI durch Intervention zwischen den 3 Interventionsgruppen	72
Abbildung 25: Veränderungen des Bauchumfangs zwischen Studienbeginn (vor) und -ende (nach Intervention) in den einzelnen Interventionsgruppen. Es bestand keine Normalverteilung in Gruppe 2, weshalb der Wilcoxon Signed Rank Test zum Einsatz kam.	73
Abbildung 26: Unterschiede in den Veränderungen des Bauchumfangs durch Intervention zwischen den 3 Interventionsgruppen.	73
Abbildung 27: Veränderungen der Fettmasse zwischen Studienbeginn (vor) und -ende (nach Intervention) in den einzelnen Interventionsgruppen. Es bestand keine Normalverteilung in Gruppe 2, weshalb der Wilcoxon Signed Rank Test zum Einsatz kam.	74
Abbildung 28: Unterschiede in den Veränderungen der Fettmasse durch Intervention zwischen den 3 Interventionsgruppen	74
Abbildung 29: Veränderungen der Muskelmasse zwischen Studienbeginn (vor) und -ende (nach Intervention) in den einzelnen Interventionsgruppen. Es bestand keine Normalverteilung in Gruppe 2, weshalb der Wilcoxon Signed Rank Test zum Einsatz kam.	75
Abbildung 30: Unterschiede in den Veränderungen der Muskelmasse durch Intervention zwischen den 3 Interventionsgruppen	75
Abbildung 31: Veränderung des EZW zwischen Studienbeginn (vor) und -ende (nach Intervention) in den einzelnen Interventionsgruppen. Wegen fehlender Normalverteilung wurde für Gruppe 2 ein Wilcoxon Signed Rank Test verwendet.	76
Abbildung 32: Unterschiede in den Veränderungen des EZW durch Intervention zwischen den 3 Interventionsgruppen	76
Abbildung 33: Veränderungen des TBW zwischen Studienbeginn (vor) und -ende (nach Intervention) in den einzelnen Interventionsgruppen	77
Abbildung 34: Unterschiede in den Veränderungen des TBW durch Intervention zwischen den 3 Interventionsgruppen	77
Abbildung 35: Veränderung des Phasenwinkels zwischen Studienbeginn (vor) und -ende (nach Intervention) in den einzelnen Interventionsgruppen.	78
Abbildung 36: Unterschiede in den Veränderungen des Phasenwinkels durch Intervention in den 3 Interventionsgruppen.	78
Abbildung 37: Regressionsanalyse Veränderung der Fettmasse bei Gewichtsabnahme	79
Abbildung 38: Regressionsanalyse Veränderung der Muskelmasse bei Gewichtsabnahme	80
Abbildung 39: Alter der Männer und Frauen im Vergleich; *Mann-Whitney Rank Sum Test, da keine Normalverteilung vorlag.	80
Abbildung 40: Veränderung des Gewichts durch Intervention bei Männern und Frauen im Vergleich	82
Abbildung 41: Veränderung des BMI durch Intervention bei Männern und Frauen im Vergleich	82

10 Tabellenverzeichnis

<i>Tabelle 1: Klassifikation der Adipositas bei Erwachsenen gemäß dem BMI (mod. nach WHO) Quelle: (vgl. Biesalski, 2018, S. 620; vgl. Deutsche Adipositas-Gesellschaft (DAG), 2014, S. 15).</i>	10
<i>Tabelle 2: Cut-off-Werte der Weltgesundheitsorganisation und Risiko für metabolische und kardiovaskuläre Komplikationen. Quelle: (vgl. World Health Organization, 2008, S. 27).</i>	17
<i>Tabelle 3: Charakteristika der Interventionsgruppen zu Studienbeginn. *Wenn eine Normalverteilung nicht gegeben war, wurde One-way ANOVA on Ranks anstelle von One-way ANOVA angewandt.</i>	65
<i>Tabelle 4: Charakteristika der Studienpopulation (Übergewicht/Adipositas, bekannte Stoffwechselerkrankungen, spezielle Ernährungsformen: vegetarisch/vegan).</i>	66
<i>Tabelle 5: Vergleich zwischen Bewegungsgruppe und Ernährungs-/Bewegungsgruppe bzgl. Ausdauertraining in Minuten, Krafttraining in Einheiten pro Woche und Schrittzahl pro Tag</i>	66
<i>Tabelle 6: Art der Bewegung in der Bewegungsgruppe (B) im Vergleich zur Ernährungs- und Bewegungsgruppe (EB) sowie Anteil an Männern und Frauen in %</i>	67
<i>Tabelle 7: Ergebnisse der verschiedenen Interventionsgruppen für die verschiedenen Parameter und deren Veränderungen (Delta) sowie Ergebnisse der statistischen Vergleiche vor/nach der Intervention und zwischen den Interventionsgruppen; Gruppe 1 = Ernährung, Gruppe 2 = Bewegung, Gruppe 3 = Ernährung und Bewegung; *Wilcoxon Signed Rank Test anstelle von Paired t-Test, da keine Normalverteilung gegeben war.</i>	69
<i>Tabelle 8: Veränderungen der verschiedenen Parameter im Vergleich Männer/Frauen aller Interventionsgruppen. Bei der deskriptiven Statistik kam außer bei den mit * markierten Werten, bei welchen der Mann-Whitney Rank Sum Test verwendet wurde, der Student's t-Test zum Einsatz.</i>	81

11 Abkürzungsverzeichnis

BCM...	Body Cell Mass; Körperzellmasse
BIA...	Bioimpedanzanalyse
BIVA...	Bioelektrische Impedanz-Vektorenanalyse Low-density-Lipoprotein
Bzw.	beziehungsweise
CT...	Computertomografie
DAG...	Deutsche Adipositas-Gesellschaft
DEXA...	Dual Energy X-Ray Absorptiometry; Dual-Röntgen-Absorptiometrie
ECM...	Extracellular Mass; Extrazelluläre Masse
ECW...	Extracellular Water; Extrazelluläres Wasser
ESPEN...	European Society for Clinical Nutrition and Metabolism
EUGMS...	European Union Geriatric Medicine Society
FGÖ...	Fonds Gesundes Österreich
FM...	Fat Mass; Fettmasse
GIP	Glukoseabhängiges insulinotropes Polypeptid (Darmhormon)

GLP-1	Glucagon-like Peptide (Darmhormon)
HDL...	High-density-Lipoprotein
HF...	Herzfrequenz
ICW...	Intracellular Water; Intrazelluläeres Wasser
IOFT...	International Obesity Task Force; Internationale Adipositas Taskforce
LDL...	Low-density-Lipoprotein
MRT...	Magnetresonanztomografie
NAFL...	Steatose = Fettleber = Nonalcoholic fatty liver
NAFLD...	Nicht-alkoholische Fettleber-Erkrankung = Nonalcoholic fatty liver disease
NASH...	Nicht-alkoholische Fettleberentzündung = Nonalcoholic Steatohepatitis
NHANES...	National Health and Nutrition Examination Survey
ÖGE...	Österreichische Gesellschaft für Ernährung
R...	Resistanz
RDA...	Recommended Daily Allowance; Empfohlene Tagesdosis
REE...	Ruheenergieverbrauch
TBW...	Total Body Water; Gesamtkörperwasser
TNF- α ...	Tumor-Nekrose-Faktor- α
WHR...	Waist-to-hip ratio; Verhältnis von Taillen- zu Hüftumfang
WHO...	World Health Organization; Weltgesundheitsorganisation
Xc...	Reaktanz
Z...	Impedanz

12 Anhang

In diesem Anhang sind die einzelnen Teile der Schulungs- und Anleitungsmappe, welche für diese Pilotstudie zusammengestellt wurde und die StudienteilnehmerInnen zur Unterstützung der praktischen Durchführung erhielten, angefügt.

12.1 Ernährungsempfehlungen zur Gewichtsreduktion

Entscheiden Sie sich für eine langsame, aber effiziente Gewichtsreduktion durch eine gesunde abwechslungsreiche Mischkost. Denn strenge Diäten führen oft nicht zum gewünschten Erfolg, sondern zum Jo-Jo Effekt. Eine Gewichtsreduktion von ca. ½ kg pro Woche ist anzustreben. Übergewicht entsteht durch ein **Missverhältnis** zwischen **Kalorienaufnahme** und **Kalorienverbrauch**. Dieses Zuviel an Energie speichert der Körper in Fettdepots (z.B. Bauchfett).

Wie kann man sein Übergewicht erfolgreich reduzieren?

Tipps für eine gesunde Ernährung

- **Essen sie nur 3 Mahlzeiten pro Tag!** Siehe 3 Mahlzeiten Prinzip.
- **Essen sie mehr Vollkornprodukte, Salat und Gemüse!** Diese Lebensmittel enthalten viele Ballaststoffe, welche zu einer längeren Sättigung führen.
- **Essen sie täglich Obst oder Joghurt als Dessert!**
- **Essen sie weniger Fett und fettreiche Lebensmittel!** Achten sie auf eine fettarme Zubereitung ihrer Speisen! Hochwertige Öle (siehe Lebensmittelplan) verwenden!
- Trinken sie ausreichend!
- Flüssigkeitsbedarf: 30 ml pro kg Körpergewicht; Bsp.: 80 kg = 2400 ml pro Tag.

Tipps fürs Kochen

- **Fettarme Zubereitungsarten** wie Kochen, Dünsten, Dämpfen, Grillen, Garen in Folie, in beschichteten Pfannen oder im Römertopf, Backen oder Braten im Rohr bevorzugen.
- **Fleisch, Fisch:** Vor dem Garen sichtbares Fett wegschneiden, in wenig Fett anbraten.
- **Soßen:** Statt Sauerrahm oder Creme fraiche, Rama Creme Fine 7 % oder Joghurt verwenden und zum Binden statt Mehl, gekochten Kartoffel verwenden.
- **Suppe:** Sparsam Gemüsesuppenwürze statt Rindssuppenwürfel verwenden.
- **Gemüse:** Am besten roh oder natur gedünstet – nicht eingemacht. Wollen Sie es eingedickt, dann passieren Sie einen Teil des Gemüses und verfeinern Sie es mit Joghurt oder Rama Creme Fine 7%.
- **Süßen:** Anstelle von Zucker einen künstlichen Süßstoff (Zuckerersatzstoff) / Erythrit wie Sukrin (im Reformhaus erhältlich) verwenden. Zuckeraustauschstoffe wie Fruchtzucker, Sorbit, Xylit, Birkenzucker sind nicht zu verwenden, da sie auch Kalorien enthalten.

12.1.1 Lebensmittelliste

Empfehlenswert	Nicht empfehlenswert
Fleisch und Fleischwaren	
<p>Pro Portion 100 – 150 g (roh gewogen, handtellergroß) mageres Fleisch von Huhn, Pute, Rind, Kalb, Schwein, Lamm, Wild Geflügel ohne Haut</p> <p>Pro Portion 50-75 g magere Wurstsorten (2-3 Blatt) wie Krakauer, Schinkenwurst, div. Putenwürste, magere Schinkensorten ohne Fettrand, magerer kalter Braten Leichtpasteten, Putenstreichwurst Gemüse- und Schinkenaspik Putenfrankfurter, Putenknacker</p> <p>Max. 2-3 mal/Woche Fleisch Max. 2-3 mal/ Woche Wurst</p> <p>Zubereitungsarten: kochen, dünsten, grillen, im Römertopf zubereiten, in Folie, dämpfen</p>	<p>Alle fetten und mit Fett durchzogenen Fleischsorten</p> <p>Geflügel mit Haut, Ente, Gans</p> <p>Fette Wurstsorten wie Salami, Kantwurst, Polnische, Tiroler, Wiener, Extra, Leberkäse, Putenleberkäse, Dürre, Käswurst, Knabanossi, Mortadella, Knacker, Blutwurst Leberwürste und div. Pasteten Presswurst, Presskopf, Bratwurst, Käsekraiker, Burenwurst, Debreziner, Knacker Gabelbissen, Fleisch- und Wurstsalate mit Mayonnaise</p> <p>Zubereitungsarten: frittieren/schwimmend in Fett herausbacken, panieren,</p>
Fisch	
<p>Pro Portion 120 – 170 g Kabeljau, Dorsch, Scholle, Seezunge, Hecht, Forelle, Schleie, Zander, Steinbutt, Schellfisch</p> <p>1-2 mal pro Woche</p> <p>Zubereitungsarten: kochen, dünsten, grillen, dämpfen, in Folie</p>	<p>Fette Fische wie Karpfen, Aal, Fischkonserven in Öl, Soßen oder Marinaden, ...</p> <p><u>Ausnahme:</u> Lachs, Hering, Makrele, Thunfisch – 1 mal in der Woche wegen: Omega 3 Fettsäuren (stärken das Immunsystem).</p> <p>Zubereitungsarten: frittieren/schwimmend in Fett herausbacken, panieren</p>
Eier	
<p>max. 3 Eier pro Woche</p>	<p>fette Eierspeisen, Mayonnaisen, Eiaufstriche</p>

Milch und Milchprodukte	
<p><u>1 Becher = 250g / ¼ l am Tag:</u> Mager-, Sauer-, Butter-, Fastenmilch Naturjoghurt, Fastenfruchtjoghurt ODER ½ Naturjoghurt mit ½ Fruchtjoghurt mischen <u>und 2 EL:</u> Topfen, Frischkäse, Hüttenkäse Aufstriche: < 15 % Fett <u>und 3 Blatt Schnittkäse:</u> Käsesorten max. 35 % F. i. Tr. (Baronesse, Goudette, Tilsette, Bierkäse, Quargel, Edamer, Traungold leicht usw.)</p>	<p>Mehr als die erlaubte Menge an div. Milchsorten</p> <p>Sahnejoghurts, Schlagobers, Kaffeeobers, große Mengen Sauerrahm, Creme fraîche, Fruchtjoghurt, div. fertige Puddings, Topfenzubereitungen, Gervais, Käsesorten mit mehr als 35 % F. i. Tr. (Brie, Camembert, Emmentaler, Butterkäse, Jerome usw.)</p>
Fette und Öle	
<p>max. 1 EL hochwertiges Pflanzenöl pro Tag zum Kochen: Oliven-, Raps-, Lein-, Sojaöl, Kürbiskernöl, Weizenkeimöl 1 EL für Salate und für Rohkost; max. 10 g (1 TL) Margarine, Halbfettmargarine (Margarine) oder Butter als Streichfett</p>	<p>Schmalz, Grammeln, Erdnussbutter, Kokosfett (z. B. Ceres), Mayonnaise, Speck, Gänsefett, Entenfett</p>
Stärkebeilagen	
<p>3- 4 hühnereigroße Kartoffeln (210g), fettarm zubereitet (Salz-, Petersilien- oder Bratkartoffel im Rohr ohne Fett) oder 250g gekochte Beilagen wie: (abends 100g) Hartweizen- oder Vollkornteigwaren (ca.20 EL), Vollkorn- oder Wildreis, Ebly-Zartweizen (ca.10 EL), Rollgerste, Couscous, Amaranth, Quinoa, ..</p>	<p>Fette Beilagen wie Pommes frites, Kartoffelkroketten, Kartoffelpuffer, Kartoffelpüree, ... Eierteigwaren</p>
Brot, Gebäck, Mehlspeisen	
<p>2 Scheiben Brot zum Frühstück, abends 1 Stk. dunkles Brot wie Bauernbrot, Roggenbrot, mit Sauerteiganteil oder Vollkornbrot oder Fintschgerl oder 2 Stk. Eiweißbrot</p>	<p>Weißbrot und Weißgebäck, Milchgebäck, Toast Gekaufter, fetter Kuchen (mit Schokolade und Nüssen), fette Kekse, Torten/Schnitten mit</p>

Strudel aus Strudelteig, Biskuit, Germteig, selten Topfen- oder Joghurttorte Kuchen mit ½ Vollkornweizenmehl und ½ Weizenmehl, Zuckermenge halbieren	Buttercreme oder viel Schlagobers oder viel Schokolade, Strudeln aus Blätterteig, Diabetikermehlspeisen, Pludergebäck, Sandmasse, Krapfen, Mürbteig, Gebäck mit Punschglasur, Zuckerglasur
Süßigkeiten	
Sukrin (Erythrit) aus dem Reformhaus oder künstlicher Süßstoff (Kandisin, Natreen, Huxol, Süßli usw.) statt Zucker zuckerfreie Kaugummis, zuckerfreie Bonbons, „trockene“ Vollkornkekse, Wassereis, 30 g Gummibären, 17 Soletti	Zucker, Zuckeraustauschstoffe, Birkenzucker, Diabetikersüße, Fruchtzucker, Honig, große Mengen Marmelade 1:1, Schokolade, Cremeeis, Diabetikersüßigkeiten, Chips
Obst	
pro Tag 2 Stück (handgroß): Apfel, Birne, Orange, Mandarine, Kiwi, Beeren, Wassermelonen in kleinen Mengen Marillen, Pfirsiche, Nektarinen, ungezuckerte Dosen- und Gefrierwaren	Bananen, Weintrauben, Zwetschken, Pflaumen, Ringlotten, Kirsche getrocknete und kandierte Früchte, Feigen, Datteln, gezuckerte Dosen- und Gefrierwaren <u>Mandeln, Nüsse nur in kleinen Mengen, da sie sehr fett sind</u>
Gemüse	
pro Portion 200 – 250 g Gemüse roh oder verarbeitet (fettarm zubereitet – natur) 2 mal am Tag Gemüse 1 mal Salat	Avocado, Oliven, Gemüsekonserven mit Zuckergehalt, Tiefkühlgemüse „fix und fertig“ (Cremespinat, Röstgemüse, usw.) Einbrenn, Einmach
Gewürze	
alle Gewürze und Kräuter, Zwiebel, Knoblauch, Kren, mäßig Salz	Ketchup, fertige Gewürzsoßen, fertige Salatmarinaden, -dressings und -saucen
Suppen	
fettarme Gemüsesuppen (nicht gebunden), pflanzlicher Suppenwürfel Cremesuppe selbst gemacht lt. Rezept	gebundene Suppen, eingebrannte Suppen, Einmachsuppen, Dosen- und Packerlsuppen Selchfleischsuppen, Rindssuppen

Getränke	
pro Tag mind.1,5 – 2 Liter Mineral-, Tafel-, Soda-, Leitungswasser, Tee (ungezuckert), unverdünnte Obst- und Gemüsesäfte, Lightgetränke - nur in kleinen Mengen Sirup v. Mautner Markhof (ohne Zucker)	alkoholische Getränke, Fruchtsirupe, Limonaden und Colagetränke, gezuckerte bzw. unverdünnte Obst- und Gemüsesäfte, Milchmixgetränke

Maßnahmen zur Verhaltensänderung

- Definieren Sie für sich ein realistisches Zielgewicht: ca. 2-4 kg in 8 Wochen!
- Meiden Sie ständiges Dahinessen. **Essen Sie nur 3-mal am Tag!**
- **Die Abstände zwischen den Mahlzeiten sollen 4-5 Stunden betragen!**
- Essen Sie nicht zu spät am Abend, spätestens 4 Std. vor dem Schlafen gehen!
- Trinken Sie bei auftretendem Hungergefühl zwischen den Hauptmahlzeiten warmen Tee. **Gemüsesuppe** (ohne Kartoffel) **oder Gemüserohkost ist zwischendurch erlaubt.** Essen Sie nur in Ausnahmefällen wenig Nüsse: max. 30 g (Achtung Kaloriengehalt)!
- Essen Sie langsam, kauen Sie ausreichend und genießen Sie Ihr Essen!
- Vermeiden Sie Ablenkungen beim Essen wie Fernsehen, Zeitung lesen!
- Kaufen Sie Süßigkeiten und Knabbergebäck nicht auf Vorrat! Achten Sie darauf immer Obst, Alpro Soja Schokopudding als Ersatz für Schokolade und einen Knabbermix aus Sojabohnen, Kürbis- und Sonnenblumenkernen zu Hause zu haben, um bei Gusto darauf zurückgreifen zu können.
- Gehen Sie nicht hungrig einkaufen!
- Kaufen Sie nur empfehlenswerte Lebensmittel von der linken Seite der Lebensmittel-liste (siehe oben)!

Ernährungsprotokoll führen

Im Anhang finden Sie das Ernährungsprotokoll. Notieren Sie die Speisen, welche Sie essen und achten Sie darauf

- täglich 3 mal eine Handvoll Gemüse,
- täglich 2 mal eine Handvoll Obst,
- täglich 2 Milchprodukte (z.B. 1 Becher/ 250ml Joghurt und 50g / 2 Scheiben Käse)
- täglich 2 Port. Vollkornprodukte (Haferflocken, Vollkornbrot, Vollkornreis, Vollkornteigwaren) in den Speiseplan einzubauen.

12.1.2 Tagesspeiseplan

Frühstück: 3-4 Bausteine Kohlenhydrate

Kaffee mit wenig Milch (eventuell mit Süßstoff/ Erythrit) oder Tee (mit Zitrone)

Variante 1: dunkles Brot mit magerem Belag und Gemüse und 1 Handvoll Obst

1 Grahamweckerl + 1 Stück Vollkornbrot (60 g)

oder 2 Stück Schwarzbrot (100 g)

oder 2 Stück Vollkornbrot (120 g)

dazu: 2 EL Topfenaufstrich < 15% Fett (1 x pro Woche sind 10 g Butter od. Margarine erlaubt) und 1-2 TL Marmelade (3:1 eingekocht) oder Fruchtaufstrich

oder 3-4 EL Magertopfen mit Kräutern oder Landfrischkäse

oder 3 Blatt Schnittkäse < 35 % F.i.Tr.

Gemüse: Paprika, Tomaten, Radieschen, Gurke, Kohlrabi, etc. nach Belieben

Variante 2: Müsli mit Joghurt oder Magermilch und Obst

4-5 gehäufte EL = 40-50g Haferflocken mit

250 ml Joghurt oder Milch oder Buttermilch und

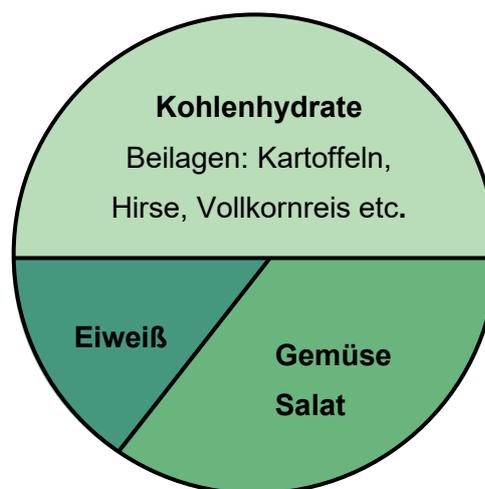
1 Handvoll Obst: Beeren, Apfel, Birne, Orange, Pfirsich, kleine Banane

Zwischendurch viel Trinken und nur bei quälendem Hunger ein mageres Milchprodukt oder Obst. Gemüse wie Paprika, Tomaten, Radieschen, Gurke, Kohlrabi, etc. ist zwischendurch erlaubt.

Mittagessen: 4-5 Bausteine Kohlenhydrate

Die Anzahl der Kohlenhydrat- und Eiweiß-Bausteine werden individuell je nach Ergebnis der BIA-Messung festgelegt.

Kohlenhydrate: 4-5 Bausteine davon: 3-4 Bausteine Beilage und 1 Baustein als Obst
Eiweiß: 2-3 Bausteine wie Fleisch, Fisch, Ei, Tofu, Hülsen- früchte (Linsen, Bohnen, Erbsen)



Gemüse und Salat nach Belieben + 1 EL ÖI

Wie groß ist ein Kohlenhydratbaustein?

- 70 g Kartoffeln (1 hühnereigroßer Kartoffel)
- 50 g Vollkornteigwaren gekocht (4 gehäufte Esslöffel)
- 50 g Vollkornreis gekocht (3 gehäufte Esslöffel)
- 50 g Hirse / Zartweizen / Polenta gekocht (2 gehäufte Esslöffel)
- 30 g Brot (1/2 Scheibe)
- 30 g Gebäck wie Grahamweckerl, Vollkornsemmel, Dinkelvollkorngebäck (1/2 Stück)
- 20g Getreideflocken wie Hafer oder Dinkelflocken

Wie groß ist ein Obstbaustein?

- 1 Apfel (ca. 120-150g)
- 1 kleine Banane (ca. 90g ohne Schale)
- 2-3 Mandarinen
- 1 Orange oder 2 Kiwis
- 1 Nektarine oder 1 Pfirsich
- 250g Beeren
- 1 kleine Handvoll Weintrauben
- 5 Marillen oder 6 Zwetschken
- 2 Scheiben Ananas
- 200g Melone
- 1 kleines Schüsslerl Obstsalat

Wie groß ist ein Eiweißbaustein?

- 50 g Fleisch (fettarm von Pute, Huhn, Kalb, Rind, Schwein,...)
- 50 g Fleischwaren (Schinken, Krakauer, Putenwurst,...)
- 80 g Fisch (Scholle, Dorsch,...)
- 50 g Käse (bis 35% F.i.Tr.)
- 100 g Frischkäse (Magertopfen, Hüttenkäse)
- 250 ml Milchprodukt (Joghurt bis 3,5%, Milch 1,5%, Buttermilch)
- 1 großes Ei
- 150 g Erbsen, Bohnen, Linsen gekocht

Beispiele für ein Mittagessen: Klare fettarme Gemüsesuppe (nicht gebunden)

oder Gemüsecremesuppe mit Rama Creme Fine 7% verfeinert

1 kleines Stück (10-15 dag) mageres Fleisch gedünstet, gegrillt oder mit ganz wenig Fett gebraten (Folie, beschichtetes Geschirr, Teflonpfanne, Wok)

oder (10-15 dag) mageren Fisch natur mit Letscho/Kräutersauce

dazu: ca. 20 dag gedünstetes Gemüse natur (1 TL Öl) wenig Salz + frische Kräuter

dazu: 10 - 20 dag Salat – alle Sorten (außer Kartoffel- und Maissalat)

dazu: 3 oder 4 Bausteine Beilage

d.h. abwechselnd fettarme Kartoffeln, Vollkornteigwaren, Naturreis, Hirse, etc.

weitere Beispiele: Vollkorn-Krautfleckerln, Reisfleisch mager mit Vollkornreis, Vollkorn-Spaghetti mit Tomatensauce oder Gemüsesugo, Vollkorn-Risotto

Als Dessert 1 Baustein Obst oder Topfencreme, Joghurt. 1 mal pro Woche selbstgemachte Mehlspeise.

Abendessen: 2-3 Bausteine Kohlenhydrate

1 Stück Vollkornbrot (60g) **oder** 1 Stück Grahamweckerl (60g) **oder** 2 Stück Eiweißbrot

dazu: ca. 100 g Topfenaufstrich z.B. Liptauer, Kräuter-, Kren-, Schinkentopfen (Mager- topfen mit Joghurt vermengen, keine Margarine, kein Rahm, keine Mayonnaise verwenden) oder vegetarischen Aufstrich (< 15% Fett)

oder Salatplatte, Rohkostplatte, Griechischer Salat

oder 5-6 dag Magerkäse (bis 35% F.i.Tr.) z.B.: Tilsette, Goudette

oder 5-6 dag magere Wurst z.B. Krakauer, Schinken, Rindfleischwurst, Putenwurst Putenschinken, kaltes mageres Fleisch, luftgetrockneter Schinken

dazu wieder Gemüse nach Saison: Tomaten, Paprika, Radieschen, frische Gurken, Essiggurkerln, Senfgurke

oder Gemüseplatte

Spätmahlzeit: (nur bei stark auftretendem Hungergefühl)

- ¼ l Buttermilch, Joghurt **oder** 1 Becher Topfencreme (NÖM Protein 20)

12.1.3 Wochenspeiseplan

Montag	Dienstag	Mittwoch	Donnerstag	Freitag	Samstag	Sonntag
Frühstücksmüsli Kaffee mit /ohne Milch	2 Brot, Kräuter- topfenaufstrich (<15% Fett) Gemüserohkost (Karotte, Tomate) Kräutertee	Haferflocken mit Jo- ghurt oder Milch und Obst Kaffee mit / ohne Milch	2 Brot mit Topfen oder Frischkäse und Magerkäse Gemüserohkost (Gurke, Paprika) Obst, Tee	Overnight Oats mit Beeren Kräutertee	1 Vollkornsemmel, 1 TL Margarine, zu- ckerreduzierte Mar- melade, Apfel, Kaf- fee mit / ohne Milch	1 Weiches Ei 2 Blatt Schinken, 2 EL Topfen, Gemüse, 1 Brot, 1 Grahamweckerl Obst, Kaffee
Gemüsestrudel mit Schnittlauchsoße Salat Topfencreme mit Beeren	Hirselaibchen Letschogemüse Grüner Salat Obstsalat (2 Stk. Obst)	Zanderfilet mit Ka- rotten und Petersili- enjogurt, dazu Kar- toffeln Salat Obst	Zucchiniauflauf Salat Vanillecreme mit Himbeeren	1 mageres Stk. gebr. Fleisch, Petersilkartoffeln ged. Gemüse und Salat Obst	Lachs auf Tomaten mit Kräuterkruste, Vollkornreis Salat Topfencreme mit Heidelbeeren	Karottensuppe Putenfilet dazu Kürbis mit Schaf- käse aus dem Rohr 1 Stk. Muffin (selbstgebacken)
Thunfisch-Aufstrich mit 1 Vollkornbrot und Gemüse	2 Eiweißbrot mit 2 EL Aufstrich und 2 Blatt Magerkäse und Gemüse	2 Teller Gemüse- suppe (max. 1 Kar- toffel) 1 Naturjoghurt oder Buttermilch	Karotten-Apfel- Nuss-Aufstrich 1 Vollkornweckerl Gemüse Alpro Soja Pud- ding	Griechischer Salat 1 Stk. Brot	2 Blatt Schinken 2 EL Topfen oder Frischkäse 2 Stk. Eiweißbrot, Gemüse	Frühlingsaufstrich mit Gemüse und 1 Stk. Roggen- brot Obst

12.2.1 Bewegungsumstellung

Regelmäßige Bewegung wirkt sich günstig auf Ihre Gesundheit und Ihr gesamtes Wohlbefinden aus:

- Mehrversorgung des Körpers mit Blut und Sauerstoff
- Regelmäßige Bewegung unterstützt die Gewichtsreduktion
- Insulin- und Blutfettspiegel werden gesenkt
- Stresshormone werden abgebaut ...

Bewegungsempfehlung

Pro Woche werden 150 Minuten (2 ½ Stunden) mit mittlerer Intensität empfohlen. Mittlere Intensität bedeutet, dass die Atmung etwas beschleunigt ist, während der Bewegung noch gesprochen werden kann. Ideale Sportarten sind schnelles **Spazieren, Nordic Walking, Schwimmen, Radfahren** (auch am Hometrainer), **Wandern und Tanzen**.

ODER

Pro Woche werden 75 Minuten (1 ¼ Stunde) mit höherer Intensität empfohlen. Höhere Intensität bedeutet, dass man tiefer atmen muss und nur noch kurze Wortwechsel möglich sind. Ideale Sportarten sind **Laufen, Bergsteigen, Rennrad fahren, Langlaufen, Ballsportarten wie z.B. Fußball**.

Sie können auch Bewegungen **mittlerer und höherer Intensität kombinieren**. Als Faustregel gilt, dass **20 Minuten Bewegung mit mittlerer Intensität gleich viel zählen wie 10 Minuten mit höherer Intensität**.

ZUSÄTZLICH

Pro Woche werden 2-mal muskelkräftigende Übungen empfohlen. Bei muskelkräftigender Bewegung sollen die großen Muskelgruppen des Körpers gestärkt werden, indem das eigene Körpergewicht oder Hilfsmittel wie Therabänder als Widerstand eingesetzt werden.

Anmerkung: Idealerweise soll/kann die Bewegung mit mittlerer Intensität auf 3 mal pro Woche zu je 50 Minuten aufgeteilt werden.

Tipps für mehr Bewegung im Alltag

- Stiegen steigen statt den Lift nehmen oder
- Fahrradfahren anstatt mit dem Auto fahren

Denken Sie daran, dass Bewegung auch Spaß machen soll, damit diese auch regelmäßig und dauerhaft durchgeführt wird.

Langandauerndes Sitzen soll vermieden beziehungsweise immer wieder durch Bewegung unterbrochen werden.

12.2.2 Trainingsplan

Der Trainingsplan dient zur Orientierung und die Trainingseinheiten können individuell je nach zeitlichen Ressourcen tageweise getauscht werden.

Woche 1: Wochenziel: Einführung in den Trainingsplan. Bewegung in den Alltag integrieren.

Woche 1	Montag	Dienstag	Mittwoch	Donnerstag	Freitag	Samstag	Sonntag
Art	Nordic Walking	Muskelkräftigende Übungen	Ruhetag	Spaziergang – mittlerer Intensität	Rad fahren oder Hometrainer	Leichte Wanderung oder Nordic Walking	Ruhetag
Dauer	25 Min	8 WH, 1 Satz		30 Min	25 min	40 Min	
HF							
Schritte							

Anmerkung: Belastungsdauer / Summe der Ausdauerbelastungen in Minuten (mittlere Intensität): **120 Min.** Nur 1 Einheit zur Muskelkräftigung pro Woche.

Woche 2: Wochenziel: Belastungsumfang erhöhen (Dauer der Einheiten in Minuten).

Woche 2	Montag	Dienstag	Mittwoch	Donnerstag	Freitag	Samstag	Sonntag
Art	Nordic Walking	Muskelkräftigende Übungen	Ruhetag	Nordic Walking	Muskelkräftigende Übungen	Ruhetag	Leichte Wanderung oder Spaziergang - mittlerer Intensität
Dauer	35 Min	8 WH, 1 Satz		40 Min	8 WH, 2 Sätze		75 Min
HF							
Schritte							

Anmerkung: Belastungsdauer / Summe der Ausdauerbelastungen in Minuten (mittlere Intensität): **150 Minuten.** In dieser Woche wird eine zweite muskelkräftigende Einheit geplant sowie eine Steigerung der Belastung in Minuten bei Ausdauereinheiten. WH = Wiederholung.

Woche 3: Wochenziel: Steigerung der Leistungsfähigkeit

Woche 3 Woche 5	Montag	Dienstag	Mittwoch	Donnerstag	Freitag	Samstag	Sonntag
Art	Nordic Walking	Muskelkräftigende Übungen	Rad fahren oder Hometrainer	Ruhetag	Muskelkräftigende Übungen	Wanderung oder Nordic Walking	Spaziergang - mittlerer Intensität
Dauer	40 Min	10 WH, 2 Sätze	35 Min		10 WH, 3 Sätze	40 Min	35 Min
HF							
Schritte							
Anmerkung: Belastungsdauer / Summe der Ausdauerbelastungen in Minuten (mittlere Intensität): 150 Minuten . 2 Einheiten zur Muskelkräftigung.							
Woche 4 Woche 6	Montag	Dienstag	Mittwoch	Donnerstag	Freitag	Samstag	Sonntag
Art	Nordic Walking	Ruhetag	Muskelkräftigende Übungen	Nordic Walking	Muskelkräftigende Übungen	Ruhetag	Wanderung oder Spaziergang - mittlerer Intensität
Dauer	40 Min		10 WH, 3 Sätze	40 Min	10 WH, 3 Sätze		70 Min
HF							
Schritte							
Anmerkung: Belastungsdauer / Summe der Ausdauerbelastungen in Minuten (mittlere Intensität): 150 Minuten . 2 Einheiten zur Muskelkräftigung.							

Woche 7	Montag	Dienstag	Mittwoch	Donnerstag	Freitag	Samstag	Sonntag
Art	Nordic Walking	Ruhetag	Muskelkräftigende Übungen	Ruhetag	Rad fahren oder Hometrainer	Regeneration*: Schwimmen, Sauna/Infrarot, Entspannung	Muskelkräftigende Übungen
Dauer	40 Min		8 WH, 2 Sätze		40 Min	40 Min	8 WH, 2 Sätze
HF							
Schritte							
Anmerkung: Belastungsdauer / Summe der Ausdauerbelastungen in Minuten (mittlere Intensität): 120 Minuten . 2 Einheiten zur Muskelkräftigung. Wochenziel: Erhalt der Leistungsfähigkeit, Regeneration*: Schwimmen (2 mal 20 Minuten), Sauna / Infrarot ist nur ein Beispiel, alternativ kann auch ein heißes Bad und Entspannungsübungen (siehe Anhang) und/ oder eine Meditation eingeplant werden.							
Woche 8	Montag	Dienstag	Mittwoch	Donnerstag	Freitag	Samstag	Sonntag
Art	Nordic Walking	Ruhetag	Muskelkräftigende Übungen	Nordic Walking oder Hometrainer	Muskelkräftigende Übungen	Ruhetag	Wanderung oder Spaziergang - mittlerer Intensität
Dauer	50 Min		10 WH, 3 Sätze	50 Min	10 WH, 3 Sätze		50 Min
HF							
Schritte							
Anmerkung: Belastungsdauer / Summe der Ausdauerbelastungen in Minuten (mittlere Intensität): 150 Minuten . 2 Einheiten zur Muskelkräftigung.							

12.2.3 Bewegungsprotokoll

Im Anhang finden Sie das Bewegungsprotokoll. Notieren Sie die Bewegung, welche Sie machen und achten Sie darauf, folgende Punkte zu notieren:

- Die Art der Bewegung (Nordic, Walking, Radfahren, Schwimmen etc.)
- Die Dauer (Einheiten in Minuten)
- Die Herzfrequenz- mittels Sportuhr oder Pulsmessgerät messen (nach Möglichkeit)
- Schritte mittels Schrittzähler am Handy oder Sportuhr: Pro Tag sollten 10.000 Schritte erreicht werden!

12.2.4 Muskelkräftigende Übungen

Das Übungsprogramm im Anhang enthält 10 Übungen. Pro Woche sollen 2 Einheiten mit muskelkräftigende Übungen durchgeführt werden.

Beginnen Sie in der **ersten Trainingswoche** der Bewegungsumstellung **mit je einem Satz (6-8 Wiederholungen) / Übung**. Wenn das gut funktioniert, kann bei der **zweiten Trainingswoche** auf **2 Sätze** gesteigert werden. Das bedeutet weiterhin jede Übung mit 6-8 Wiederholungen, dann eine Pause von ca. 1 Minute, im Anschluss die gleiche Übung nochmals mit 6-8 Wiederholungen.

Ab der 3 Trainingswoche sollen **3 Sätze mit je 8-10 Wiederholungen** pro Übung durchgeführt werden. Als Hilfestellung dient der vorgeschlagene Trainingsplan. Bei Fragen können Sie jederzeit an mich wenden.

Vorgeschlagene Übungen:

1. Ausfallschritt mit Eigengewicht
2. Einbeiniger Wadenheber
3. Kniebeuge mit Körpergewicht
4. Unterarmseitstütz
5. Käferübung
6. Brücke mit Beinstreckung
7. Fahrradfahren in Rückenlage
8. Bird dog (Vierfüßlerstand – ein Arm und gegenüberliegendes Bein werden gleichzeitig gehoben)
9. Schulterabduktion – stehend mit Kurzhanteln (oder alternativ können 2 gefüllte Wasserflachen aus Plastik verwendet werden)
10. Bizepscurl mit Widerstand (Theraband)

Weiters habe ich im Anhang ein weiteres Übungsprogramm zur Entspannung für Woche 7 zusammengestellt. Als Alternative kann natürlich auch eine Yogaeinheit (wenn Sie sonst auch Yoga machen) durchgeführt werden.

BEWEGUNGSPROTOKOLL

Datum: von bis

Woche ____	Art der Bewegung	Dauer in Minuten	Herzfrequenz	Anzahl Schritte	Anmerkung:
Montag					
Dienstag					
Mittwoch					
Donnerstag					
Freitag					
Samstag					
Sonntag					

Belastungsdauer (mittlere Intensität): _____ **Minuten.** (Ziel: 150 Minuten pro Woche)

Anzahl der Einheiten muskelkräftigende Übungen: _____ (Ziel: 2 Mal pro Woche)

Gewicht: 1 Mal pro Woche Gewichtskontrolle (immer morgens nüchtern gewogen): _____ kg

Datum der Gewichtskontrolle: _____._____.2021