

Aus der Universitätsklinik für Allgemeine, Viszeral- und
Transplantationschirurgie Tübingen

**Etablierung eines ärztlich geführten, ganzheitlichen
Therapieprogramms für Adipositaspatienten unter
Einbindung elektronischer Aktivitätsmesser**

**Inaugural-Dissertation
Zur Erlangung des Doktorgrades
der Medizin**

**der Medizinischen Fakultät
der Eberhard Karls Universität
zu Tübingen**

vorgelegt von

Wolf, Maximilian Erich

2020

Dekan: Professor Dr. B. Pichler
1. Berichterstatter: Professor Dr. A. Königsrainer
2. Berichterstatter: Professor Dr. B. Gallwitz

Tag der Disputation: 15.06.2020

Inhalt

1	Einleitung	2
1.1	Definition und Einteilung der Adipositas	2
1.1.1	Body-Mass-Index	2
1.1.2	Weitere anthropometrische Indices	3
1.1.3	Maße zur Objektivierung einer Gewichtsreduktion	4
1.2	Epidemiologie	5
1.2.1	Häufigkeit der Adipositas	5
1.2.2	Morbidität und Mortalität	7
1.2.3	Lebensqualität.....	7
1.2.4	Adipositas als volkswirtschaftlicher Faktor	8
1.3	Ätiologie der Adipositas	9
1.3.1	Genetische Ursachen	10
1.3.2	Diätetische Ursachen	11
1.3.3	Bewegungsmangel.....	12
1.3.4	Psychosoziale Faktoren.	13
1.4	Therapie der Adipositas	14
1.4.1	Ernährungstherapie.....	15
1.4.2	Bewegungstherapie.....	18
1.4.3	Psychotherapie.....	22
1.4.4	Konservative Therapieprogramme	23
1.4.5	Chirurgische Therapie	24
1.4.6	Definitionen einer erfolgreichen Therapie	25
1.5	Körperliche Aktivität und Sport	26
1.5.1	Messung körperlicher Aktivität.....	28

1.6	Tragbare Geräte, Gesundheitsapps und Telemedizin in Therapie und Forschung	29
1.7	Grundlegende Begriffe der Sportpsychologie	32
1.7.1	Absichtsstärke.....	32
1.7.2	Selbstwirksamkeitserwartung.....	32
1.8	Die Plattform Adipositas am Universitätsklinikum Tübingen.....	33
1.8.1	Beteiligte Disziplinen und Behandlungsspektrum	33
1.9	Begründung der Studie	34
1.10	Ziele der Intervention	35
1.11	Studienziele	35
2	Methodik.....	37
2.1	Hypothesen und Fragestellung.....	37
2.1.1	Hypothesen	37
2.1.2	Fragestellung	37
2.2	Studienaufbau	38
2.3	Auswahl geeigneter Geräte	39
2.4	Gerätevalidierung.....	41
2.4.1	Definition der erforderlichen Messgenauigkeiten	41
2.4.2	Rekrutierung der Untersuchungsteilnehmer der Gerätevalidierung.....	42
2.4.3	Aufbau des Gehversuchs/Protokoll	43
2.4.4	Aufzeichnung und Export der Messdaten	44
2.4.5	Statistische Auswertung	46
2.5	Interventionsstudie.....	47
2.5.1	Beschreibung des Interventionsprogramms.....	47
2.5.2	Rekrutierung der Untersuchungsteilnehmer der Interventionsstudie	49
2.5.3	Erhebungsinstrumente	51

2.5.4	Dokumentation der Daten.....	53
2.5.5	Statistische Analyse.....	53
2.6	Datenschutz.....	55
2.7	Ethik.....	56
3	Ergebnisse.....	57
3.1	Ergebnisse der Gerätevalidierung.....	57
3.1.1	Beschreibung des Probandenkollektivs.....	57
3.1.2	Herzfrequenzmessung.....	57
3.1.3	Schrittzählerfunktion.....	60
3.2	Ergebnisse der Interventionsstudie.....	61
3.2.1	Beschreibung des Patientenkollektivs.....	61
3.2.2	Betreuungsaufwand während der Intervention.....	64
3.2.3	Compliance, Tragezeiten, Schwierigkeiten.....	64
3.2.4	Absichtsstärke und Selbstwirksamkeitserwartung.....	67
3.2.5	Verhaltensänderung.....	69
3.2.6	Körpergewicht, BMI und Excess weight loss.....	74
3.2.7	Anteil erfolgreicher Therapien.....	78
3.2.8	Lebensqualität und Beschwerdeerleben.....	79
3.2.9	Feedback der Probanden.....	83
4	Diskussion.....	84
4.1	Eignung von Activity-Trackern für die Adipositas­therapie.....	84
4.1.1	Messgenauigkeit.....	84
4.1.2	Compliance.....	86
4.1.3	Datenübermittlung und Haltbarkeit.....	88
4.1.4	Betreuungsaufwand.....	89
4.2	Wirksamkeit der Intervention.....	91

4.2.1	Psychische Mediatoren	91
4.2.2	Verhaltensänderung	91
4.2.3	Lebensqualität und Beschwerdeempfinden	95
4.2.4	Körpergewicht und BMI.....	96
4.2.5	Langfristiger Therapieerfolg.....	97
4.3	Patientenfeedback	98
4.4	Kritische Betrachtung der Befunde.....	99
5	Zusammenfassung und Ausblick.....	100
6	Abbildungen	102
7	Tabellen	104
8	Literaturverzeichnis	106
9	Anhang	120
10	Erklärung zum Eigenanteil	133

Abkürzungsverzeichnis

%EBMIL	Percent Excess BMI Loss	HDL	High-Density-Lipoprotein
%EWL	Percent Excess Weight Loss	HF	Herzfrequenz
%WL	Percent Weight Loss	HRQoL	Health-Related Quality of Life
.CSV	Comma Separated Values, Dateiformat	LDL	Low-Density-Lipoprotein
BLE	Bluetooth Low Energy	LoA	Limit of Agreement – Grenze(n) der Übereinstimmung
BMI	Body-Mass-Index	Mrd.	Milliarden
BMR	Basal Metabolic Rate	n.s.	nicht signifikant (hier $p > 0,05$)
BQL	Bariatric Quality of Life Fragebogen	NIT	Nahrungsinduzierte Thermogenese
BSA-F	Bewegungs- und Sportaktivitätsfragebogen	PAEE	Physical Activity related Energy Expenditure
CRF	Cardiorespiratory Fitness	SD	Standardabweichung
DAG	Deutsche Adipositas Gesellschaft	TEE	Total Energy Expenditure
DEGS	Studie zur Gesundheit Erwachsener in Deutschland	WHO	World-Health-Organization
DLW	Doubly Labeled Water	WHR	Waist-Hip-Ratio
GWAS	Genome Wide Association Studies	WtH	waist-to-height

1 Einleitung

1.1 DEFINITION UND EINTEILUNG DER ADIPOSITAS

Übergewicht und Adipositas sind durch die übermäßige Akkumulation von Körperfett über das Normalmaß hinaus charakterisiert und tragen zur Entstehung von Folgeschäden wie Herzerkrankungen, Bluthochdruck, Diabetes, einigen Krebsarten und psychosozialen sowie wirtschaftlichen Problemen bei (Gortmaker et al., 1993; Mokdad AH et al., 2003; Must A et al., 1999, 1990). Die Synonyme Fettleibigkeit und Fettsucht finden im deutschen Sprachraum Gebrauch, wobei letzterer Begriff vermieden werden sollte, da er sowohl diskriminierend als auch medizinisch inkorrekt ist. Verbreitet findet der BMI bei der Einteilung der Adipositas Anwendung.

1.1.1 Body-Mass-Index

Anthropometrisch werden Übergewicht und Adipositas anhand des Body-Mass-Index (BMI) definiert, welcher sich aus Körpermasse und Körpergröße errechnen lässt:

$$BMI = \frac{\text{Körpermasse [kg]}}{\text{Quadrat der Körperlänge [m}^2\text{]}}$$

So hat beispielsweise eine Frau von 170 cm Körpergröße und einer Masse von 70 kg einen BMI von:

$$\frac{70}{1,70 * 1,70} = \frac{70}{2,89} = 24,22 \text{ kg/m}^2$$

Nach WHO (WHO 2000, Tab. 1) wird die Adipositas nach BMI-Wert eingeteilt. Ein BMI zwischen 18,5 kg/m² und 24,9 kg/m² gilt als Normalgewicht. Übergewicht besteht bei einem BMI von 25 bis 29,9 kg/m², ab 30 kg/m² spricht man von Adipositas. Es folgen die verschiedenen Schweregrade der Adipositas. Heute wird diese Einteilung der WHO weltweit verwendet.

Der BMI ist unabhängig von Alter und Geschlecht, wobei diese Tatsache regelmäßig kontrovers diskutiert wird (altersangepasste Empfehlungen z.B. von Andres et al., 1985). Außerdem trifft der Index keine Aussage über die Körperzusammensetzung und berücksichtigt nicht interindividuell unterschiedliche Körperproportionen. Somit erfasst der BMI nur indirekt die Körperfettmasse (Korrelationsquotient verglichen mit exakteren

Methoden 0,4 bis 0,7). Durch eine hohe Muskelmasse, beispielsweise bei Kraftsportlern, kann ein hoher BMI resultieren, ohne dass dadurch ein Gesundheitsrisiko zu erwarten wäre. Ebenso würden seltenere Besonderheiten wie fehlende Gliedmaßen nicht berücksichtigt. Auch in den Wachstumsphasen von Kindheit und Jugend gilt der BMI als ungenau. Dadurch ist die Einschätzung des adipositasassoziierten Gesundheitsrisikos anhand des BMI in einigen Fällen wenig zuverlässig. Auf Bevölkerungsebene sind Zusammenhänge zwischen BMI und Morbidität/Mortalität allerdings sicher nachweisbar (Fontaine KR et al., 2003; Prospective Studies Collaboration, 2009). So geht aus Studien hervor, dass frühe Adipositas und steigender BMI sich umgekehrt proportional zur Lebenserwartung verhalten. Ein Zusammenhang, der mit steigendem Lebensalter jedoch abgeschwächt wird (Berrington de Gonzalez et al., 2010; Calle et al., 1999; Pischon et al., 2008). Ein weiterer Vorteil des BMI sind die leicht zu erhebenden Basisgrößen Körpergewicht und Körpergröße, welche regelmäßig ohnehin in Krankenakten aufgeführt werden.

1.1.2 Weitere anthropometrische Indices

Die Indikation für therapeutische Maßnahmen kann allerdings nicht allein auf Basis des BMI gestellt werden. Hierzu muss in Zusammenschau aller Risikofaktoren und Begleiterkrankungen das Gesamtrisiko bewertet werden. Weitere anthropometrische Maße sollten ebenso Beachtung finden, da diese teilweise höhere Aussagekraft besitzen. Als wichtiges Beispiel sei der Taillenumfang genannt, der in engerer Korrelation zum gesundheitlichen Risiko steht als der BMI (Janssen et al., 2004; Lean et al., 1995) (Tab. 2). Obwohl der BMI dem Taillenumfang bezüglich seiner Aussagekraft unterlegen ist, ist er doch im klinischen Alltag von großem Nutzen, da immer noch die meisten Untersuchungen zu Übergewicht und assoziierten Begleiterkrankungen zumeist auf BMI-Werten basieren. Zudem sind Messungen des Taillenumfangs nicht mit der gleichen Exaktheit reproduzierbar wie die des BMI. So liegt der Variationskoeffizient für die Messung des Taillenumfangs bei 4%, gegenüber 1% für BMI-Messungen (Wirth und Hauner, 2013).

Der Broca-Index als anthropometrisches Maß zur Definition des Normalgewichts wurde aufgrund deutlicher Abweichungen bei sehr kleiner bzw. sehr großer Körperlänge weitgehend verlassen. Er definiert das Normalgewicht in kg als Körperlänge in cm minus

100 (für Frauen abzüglich 5-10%). Verschiedene Quotienten wie der Taille-Hüft-Quotient („waist-hip ratio, WHR) oder der Taille-Größe-Quotient („waist-to-height“, WtH) werden ebenfalls selten angewendet, da sie im Vergleich zum Taillenumfang wenig Mehrwert bringen. Oft genannte Begriffe wie „Idealgewicht“ oder „Wohlfühlgewicht“ sind nicht objektiv ermittelbar und somit im Umgang mit der Erkrankung Adipositas zu vermeiden.

Tabelle 1: Einteilung des Übergewichts bei Erwachsenen anhand des BMI (nach WHO 2000)

Kategorie	BMI [kg/m ²]	Risiko für Begleiterkrankungen des Übergewichts
Untergewicht	<18,5	niedrig
Normalgewicht	18,5-24,9	durchschnittlich
Übergewicht	≥25,0	
Präadipositas	25,0-29,9	gering erhöht
Adipositas Grad I	30,0-34,9	erhöht
Adipositas Grad II	35,0-39,9	hoch
Adipositas Grad III	≥40,0	sehr hoch

Tabelle 2: Komplikationsrisiko in Abhängigkeit vom Taillenumfang. (Nach WHO 2000)

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

1.1.3 Maße zur Objektivierung einer Gewichtsreduktion

Wenn auch der Erfolg einer therapeutischen Maßnahme bei Adipositas nicht ausschließlich und nicht immer primär anhand der Gewichtsreduktion bewertet wird, ist sie doch ein objektives, reproduzierbares Maß. Folgende Größen finden Verwendung:

- Percent Weight Loss (%WL)

Errechnet wird der prozentuale Anteil der verlorenen Masse am Ausgangsgewicht. Die prozentuale Angabe des Gewichtsverlusts trägt der Tatsache Rechnung, dass Patienten mit hohem Ausgangsgewicht tendenziell einen höheren Absolutwert abnehmen.

- Percent Excess Weight Loss (%EWL, %EBWL)

Dieser Wert wird in der Adipositaschirurgie bevorzugt verwendet. Der Vorteil besteht darin, dass ein direkter Bezug zu einem (Therapie-) Ziel – dem Normalgewicht – hergestellt wird.

- Percent Excess Body Mass Index Loss (%EBMIL)

Auch diese Messgröße ermöglicht eine gute Vergleichbarkeit zwischen Individuen. Es gelten hier aber die gleichen Bedenken wie beim BMI an sich: verschiedene Konstitutionstypen werden nicht berücksichtigt, andere Methoden bieten eine höhere Messgenauigkeit.

(Chiapetta, 2016; Scinta, 2012)

1.2 EPIDEMIOLOGIE

1.2.1 Häufigkeit der Adipositas

Laut Weltgesundheitsorganisation ist Adipositas das derzeit größte chronische Gesundheitsproblem. Die Anzahl an Adipositas erkrankter Patienten hat in den Industrienationen in den vergangenen Jahrzehnten rapide zugenommen. Bis heute steigt die Prävalenz. Auch in Deutschland nahm der Anteil der Bevölkerung mit Adipositas in den vergangenen Jahrzehnten stetig zu (Helmert and Strube, 2004; Kurth, 2013). Im Jahr 2014 gab es weltweit erstmals mehr übergewichtige als untergewichtige Menschen ($\text{BMI} > 25 \text{ kg/m}^2$ vs. $< 18,5 \text{ kg/m}^2$; NCD Risk Factor Collaboration, 2016). Durch die zahlreichen assoziierten Erkrankungen führt diese Entwicklung zu wachsenden Gesundheitskosten sowie Produktivitätseinbußen, sodass die Adipositas heute ein ernstzunehmendes sozioökonomisches Problem darstellt. Die größten Erhebungen zur Häufigkeit von Übergewicht und Adipositas stammen aus den USA, doch auch deutsche Studien bieten verlässliche Daten. Wichtige Publikationen sind hier die Nationale Verzehrsstudie II von 2006 (NVSII, $n=20.000$), die Studie zur Gesundheit Erwachsener in Deutschland (DEGS1) und der Mikrozensus.

Laut dieser Studien nimmt der BMI bei beiden Geschlechtern mit steigendem Alter zu, im 8. Lebensjahrzehnt sistiert dieser Anstieg. Die Durchschnittswerte über alle Altersgruppen und Geschlechter betragen 27 kg/m^2 . Die Adipositasprävalenz lag bei 20,5% (Männer) bzw. 21,2% (Frauen).

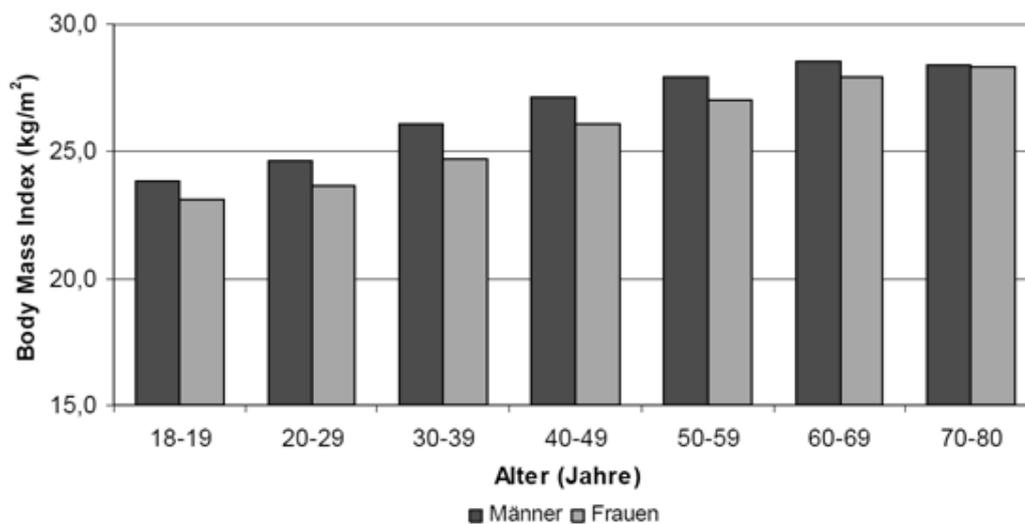


Abbildung 1: Durchschnittliche BMI-Werte in Deutschland nach Lebensalter und Geschlecht (aus NVSII)

Neuere Untersuchungen ergeben sogar noch höhere Werte und zeigen somit die weitere Zunahme der Adipositasprävalenz (Kurth, 2013). Die jüngsten Ergebnisse der DEGS1 zeigt Tabelle 3 (Mensink et al., 2013). Die Häufigkeiten zeigten sich zudem abhängig von soziodemographischen Faktoren wie Einkommen, Bildungsniveau und Familienstand. So lagen die durchschnittlichen BMI-Werte niedriger bei Personen mit Hochschulreife, einem Einkommen von >2000 €/Monat und bei ledigen Frauen und Männern. Umgekehrt hatten Personen mit Hauptschulabschluss, einem Einkommen <1000 €/Monat sowie verheiratete, geschiedene oder verwitwete einen durchschnittlich höheren Body-Mass-Index. Auch internationale Studien zeigen ein ähnliches Bild. Weltweit konnte von 1980 bis 2008 ein Anstieg des BMI um 0,4 kg/m² pro Dekade bei Männern, und um 0,5 kg/m² pro Dekade bei Frauen festgestellt werden (Finucane et al., 2011).

Tabelle 3: Prävalenz für Untergewicht, Normalgewicht, Präadipositas und Adipositas in der erwachsenen deutschen Bevölkerung (Angaben in Prozent, Quelle DEGS1, 2013)

		Frauen	Männer
Untergewicht	(<18,5 kg/m ²)	2,3	0,7
Normalgewicht	(18,5-<25,0 kg/m ²)	44,7	32,2
Präadipositas	(25,0-<30,0 kg/m ²)	29,0	43,8
Adipositas	(≥30,0 kg/m ²)	23,9	23,3

1.2.2 Morbidität und Mortalität

Übergewicht gilt als ein Hauptrisikofaktor für die Entstehung des Metabolischen Syndroms und steigert somit das Risiko für kardiovaskuläre Erkrankungen und Diabetes Mellitus Typ 2 (Flegal et al., 2007). Daneben ist Adipositas auch mit dem Auftreten verschiedener bösartiger Tumorerkrankungen assoziiert (Guh et al., 2009). Abgesehen von körperlichen Folgeerkrankungen weisen adipöse Menschen außerdem eine erhöhte Prävalenz für psychische Störungen auf, besonders Depressionen, Angst- und psychosomatische Störungen sind häufige Diagnosen (Baumeister und Harter, 2007). Die zahlreichen Folgen der Adipositas führen ab einem BMI über 35 kg/m² letztendlich zu einer Verdoppelung der Mortalität verglichen mit der normalgewichtigen Bevölkerung (Sjöström, 1992). Trotz des gesicherten Zusammenhangs zwischen Adipositas und den genannten Komorbiditäten sowie der gesteigerten Mortalität, spielt das Körpergewicht (ebenso wie die Körperzusammensetzung) als Prädiktor für Morbidität und Mortalität nicht die entscheidende Rolle. Hier ist vielmehr die kardiorespiratorische Fitness (cardiorespiratory Fitness, CRF) der aussagekräftigste Parameter (Sui et al., 2007). Entgegen der intuitiven Erwartung ist nicht der inaktive Normalgewichtige allgemein gesünder, sondern der „fitter“ Übergewichtige. Dieser für die Therapie der Adipositas elementare Umstand ist durch zahlreiche Studien belegt (Farrell et al., 2007, 2011; Flegal KM et al., 2013) und unterstreicht die Wichtigkeit der Bewegungstherapie im multimodalen Behandlungskonzept. Für die Betroffenen ist häufig der Gesundheitsaspekt zweitrangig. Ausgrenzung und Stigmatisierung, die Befürchtung dem Schönheitsideal nicht zu entsprechen, machen die Adipositas auch zum gesellschaftlich-sozialen Problem (Hauner, 1996). Gewichtsabnahme kann die Krankheitsentstehung verhindern, die Schwere der Symptome reduzieren und die Kontrolle über die Erkrankung verbessern.

1.2.3 Lebensqualität

Hinsichtlich körperlicher und psychischer Funktionen verfügen viele übergewichtige über eine verminderte Lebensqualität. Dem liegen verschiedene Ursachen zugrunde. Die reduzierte Beweglichkeit und geringe Belastbarkeit führen zu Einschränkungen in Haushalt und Privatleben. In einigen Fällen können die körperlichen Probleme bis zur Berufsunfähigkeit führen. Hinzu kommen Beschwerden durch die zahlreichen organischen

Komorbiditäten. Doch auch banale Beschwerden durch einen ausgeprägten Weichteilmantel können sehr belastend sein. Häufig klagen adipöse Menschen beispielsweise über Luftnot, übermäßiges Schwitzen und damit verbundenen starken Körpergeruch.

Im Zusammenhang mit dem Übergewicht stehende Kränkungen und Stigmatisierung sowie durch Medien und soziales Umfeld erzeugter Druck führen zur Abnahme des Selbstwertgefühls. Besonders Frauen sind gegenüber negativen Einflüssen auf den Selbstwert vulnerabel (Striegel-Moore, 1995). Sozialer Rückzug, Depressionen und (soziale) Ängste können die Folge sein. Dadurch bedingt sich eine weitere Einschränkung der physischen und psychischen Funktionalität. In dazu vorliegenden Studien ist ein hoher BMI stets negativ mit der gesundheitsbezogenen Lebensqualität korreliert, selbst wenn (noch) keine Folgeerkrankungen auftreten. Unterschiedlich starke Zusammenhänge in Abhängigkeit von Alter und Geschlecht sind dabei zu beachten (Jia and Lubetkin, 2005; Kushner and Foster, 2000; Larsson et al., 2002). Umgekehrt konnten Studien belegen, dass sich eine Gewichtsreduktion positiv auf die Lebensqualität auswirkt (Fontaine et al., 1999; Kolotkin et al., 2001).

1.2.4 Adipositas als volkswirtschaftlicher Faktor

Durch die Krankheit Adipositas verursachte Kosten führen zu einer relevanten ökonomischen Belastung für die Gesundheitssysteme. Die WHO gibt etwa einen Anteil von 2-8% an den gesamten Gesundheitsausgaben der europäischen Region an (WHO, 2005). Die Krankheitskosten lassen sich in direkte, indirekte und intangible Kosten unterteilen. Dabei entstehen direkte Kosten durch medizinische Maßnahmen – gleich, ob diagnostischer, therapeutischer, präventiver oder rehabilitativer Natur.

Ein Ressourcenverlust durch Produktivitätseinbußen oder Arbeitsunfähigkeit bzw. vorzeitige Berentung erzeugt indirekte Kosten für die Gemeinschaft. Die „Intangible[n] Kosten bilden die aus einer Erkrankung resultierenden Einschränkungen wie Schmerz, Depressionen oder ganz allgemein den Verlust an Lebensqualität ab.“ (GBE-Bund.de, 2017) Die so entstehenden jährlichen Ausgaben beliefen sich 2008 in Deutschland auf etwa 13 Mrd. Euro. Dabei machten direkte Kosten lediglich 12,68% aus. Die Folgekosten für Diabetes mellitus dominierten hier, noch deutlich vor den Herz- und Gefäßerkrankungen. Den größten Anteil an den indirekten Kosten hatten Invalidität (46%) und Arbeitsunfähigkeit (35%) (Knoll and Hauner, 2008).

Zuletzt prognostizierten Wang et al. für die USA und das vereinigte Königreich einen weiteren dramatischen Anstieg der Krankheitskosten in Milliardenhöhe im Laufe der kommenden 20 Jahre (Wang et al., 2011).

Zu berücksichtigen ist, dass Kalkulationen zu den Krankheitskosten die wahren Beträge in der Regel sogar noch unterschätzen, da indirekte und intangible Kosten oft unzureichend erfasst werden. Es ist daher von noch höheren Gesundheitsausgaben durch Adipositas auszugehen als die aktuellen Zahlen vermuten lassen.

1.3 ÄTIOLOGIE DER ADIPOSITAS

Die Grundherausforderung des menschlichen Energiehaushalts besteht in der kontinuierlichen Bereitstellung nutzbarer Energie bei dauernd wechselndem Nahrungsangebot. Bewerkstelligt wird dies beim Menschen – wie auch bei den übrigen Säugetieren und weiteren höheren Lebewesen – dadurch, dass überschüssige Energie im Fettgewebe gespeichert werden kann. Adipozyten (Fettzellen) stellen dabei das Depot für die Triglyzeride, die Speicherform des Fetts dar. Dieser Speicher muss sowohl in Phasen des Nahrungsmangels als auch zu Zeiten des Überschusses einigermaßen konstant gefüllt bleiben. Dazu sind entsprechende Regulationsmechanismen nötig, die Appetit, Nahrungsaufnahme und Energieumsatz steuern.

Aus neurophysiologischer Sicht sind eine Vielzahl von Transmittern und komplexe Signalwege für die feine Einstellung von Hunger, Sättigung und Energieumsatz verantwortlich. Heute herrscht Einigkeit über die entscheidende Rolle des sogenannten leptinerg-melanocortinergen Stoffwechselwegs für den Energiehaushalt des Menschen (Hinney et al., 2010). Im gesunden Organismus sorgt diese Justierung dafür, dass das Körpergewicht über die Anpassung des Energieumsatzes lange Zeit konstant gehalten werden kann. So hat beispielsweise etwa eine Gewichtszunahme um 10% eine Steigerung des Energieumsatzes um 8 kcal pro Kg Magermasse und Tag zur Folge, während umgekehrt bei Gewichtsabnahme um 10% auch der Energieumsatz um 8 kcal pro Kg Magermasse und Tag sinkt (Leibel et al., 1995). Jegliche Störung dieser Regulationsmechanismen resultiert in einer Veränderung der Körperkonstitution.

Die Genese der Adipositas wird heute auf das Zusammenwirken multipler Faktoren zurückgeführt. Diese können grob kategorisiert werden in genetische Prädisposition und

Umwelteinflüsse. Sie beeinflussen sowohl den Grundenergieumsatz als auch Essverhalten und körperliche Aktivität. Je nach individueller Ausprägung der einzelnen Faktoren fällt demnach die Bilanz aus Energieaufnahme und -verbrauch unterschiedlich aus. Bei ausgeglichenem Verhältnis bleibt das Körpergewicht konstant. Bei Energieüberschuss resultieren Übergewicht und Adipositas.

1.3.1 Genetische Ursachen

Verschieden Studien, darunter Zwillings- und Adoptionsstudien, schlossen, dass der Einfluss der Genetik auf den BMI im Erwachsenenalter beträchtlich ist und im Vergleich zu Umwelteinflüssen eventuell sogar überwiegt (Bouchard et al., 1988; Sorensen et al., 1992; Stunkard et al., 1986, 1990). Die Identifikation verantwortlicher Gene ist allerdings schwierig, zumal Mutationen bzw. Varianten in einzelnen Genen häufig nur geringen Einfluss auf die Körperkomposition haben. Hierfür ist in der Regel ein Zusammentreffen multipler Genvarianten nötig. Die erstmals von Zhang et al. beschriebenen Mutationen im ob-Gen der Maus (Zhang et al., 1994) führen zwar im Tiermodell zu niedrigen Leptinspiegeln und Übergewicht, eine analoge Pathogenese ist aber nur sehr selten beim Menschen zu beobachten (Montague et al., 1997). Vielmehr sind die Leptinspiegel bei adipösen Menschen in der Regel erhöht und Gewichtsreduktion führt zur Abnahme der Leptinproduktion (Stephens and Caro, 1998), sodass bei Adipositas eher von einer Leptinresistenz auszugehen ist. Als monogene Ursachen kommen zwar auch Mutationen im Leptin- oder Leptinrezeptorgen vor, diese sind jedoch ausgesprochen selten. Häufiger – bei bis zu 6% der extrem Adipösen (Wirth, 2013) – können dagegen Mutationen im Melanokortin-4-Rezeptorgen als genetische Ursache für Adipositas festgestellt werden (Loos et al., 2008). Auch im Rahmen genetischer Syndrome kommt die Adipositas vor. Eine bekannte syndromale Form ist das Prader-Willi-Syndrom, bei dem eine Schädigung des Chromosom 15 unter anderen phänotypischen Abweichungen zu einer stammbetonen Adipositas führt (Cassidy, 1997). Weitere Syndrome sind in diesem Zusammenhang bekannt. Diagnostisch wegweisend sind meist die assoziierten Stigmata und die unterschiedlich ausgeprägte (geistige) Retardierung. Zumeist liegt der morbidem Adipositas jedoch weder ein einzelner Gendefekt noch ein Syndrom zugrunde, sondern eine komplexe Störung verschiedener Faktoren. Aus „Genome Wide Association Studies“ (GWAS) ließen sich inzwischen fast 400 mit Adipositas assoziierte Gene ableiten (Cheng et al., 2018).

1.3.2 Diätetische Ursachen

Die Zusammensetzung der Makronährstoffe in unserer Nahrung kann einigen Einfluss auf die Körperzusammensetzung haben. Unter dem Begriff Makronährstoffe versteht man die folgenden Grundbausteine unserer Nahrung:

- Kohlenhydrate (Zucker)
- Proteine (Eiweiß)
- Fette

Die ständige Verfügbarkeit aller erdenklichen Nahrungsmittel wird in westlichen „Überflussgesellschaften“ schnell zum gesundheitlichen Risiko. Die Rolle der Nahrungsbestandteile bei der Entstehung von Übergewicht soll kurz erläutert werden.

Fetteiche Speisen haben eine höhere Energiedichte und erzeugen ein geringeres Sättigungsgefühl (Lawton et al., 1993). Zucker- und Fettgehalt erhöhen zudem die Schmackhaftigkeit eines Gerichts, sodass entsprechende Speisen von Menschen in der Regel bevorzugt werden; dieser Effekt ist bei mäßigem Zucker- und hohem Fettanteil am deutlichsten ausgeprägt. Diese Eigenschaften fettreicher Nahrung führen zur Aufnahme größerer Energiemengen, die Energiebilanz fällt dadurch schneller positiv aus. Die Folge: fettreiche Ernährung korreliert nachweislich mit der Gewichtszunahme (Boeing, 2005).

Allerdings sind es die Kohlenhydrate, welche den prozentual größten Anteil unserer Nahrung ausmachen (Brot ist dabei in Deutschland Hauptlieferant für Kohlenhydrate). Die verzehrte Menge an Kohlenhydraten ist in Deutschland in den vergangenen Jahrzehnten sogar gestiegen, steht für sich aber nicht in Zusammenhang mit einem erhöhten Risiko, an Adipositas zu erkranken. Eine Rolle scheint dagegen die Qualität der Kohlenhydrate zu spielen (Hauner et al., 2012). Hierbei ist zwischen einfachen Zuckern (kurzkettig, hoher glykämischer Index) und komplexen Zuckern zu unterscheiden. Ein hoher glykämischer Index bedeutet einen deutlicheren Anstieg des Blutzuckers nach Nahrungsaufnahme. Eine gesteigerte Insulinausschüttung und damit Zuckeraufnahme sind die unerwünschte Folge. Zuckergesüßte Getränke enthalten beispielsweise meist ungünstige Kohlenhydrate z.B. in Form von High Fructose Corn Syrup (HFCS). Dadurch erklärt sich auch der Zusammenhang zwischen der Entstehung von Übergewicht und dem Konsum von zuckergesüßten Getränken (Malik et al., 2010). Verstärkend kommt hinzu, dass ener-

getisch gleichwertige Nahrungsportionen in flüssiger Form einen geringeren Sättigungseffekt erzeugen als in fester Form (Mourao et al., 2007). Pro Portion Softdrink und Tag stieg in einer Untersuchung von Ludwig et al. der BMI um 0,24 kg/m². Auch das Auftreten von Übergewicht korrelierte mit der Menge an konsumierten Süßgetränken (Ludwig et al., 2001). Der Konsum von Alkohol steht ebenfalls in Verbindung mit erhöhter Energieaufnahme und ist positiv mit dem Körpergewicht korreliert. Besonders die Entstehung zentraler Adipositas wird begünstigt. Anders als teilweise vermutet, spielt ein zeitlicher Zusammenhang zu festen Mahlzeiten dabei keine Rolle (Wannamethee et al., 2005).

Das Essverhalten wird selbstverständlich auch vom im Handel erhältlichen Angebot beeinflusst. Zu beachten ist daher der Trend zu größeren Packungsgrößen, vor allem in den USA, aber auch in Deutschland. Dieser spielt eine Rolle, da die Energieaufnahme auch von der Portionsgröße abhängt (Rolls et al., 2002). Des Weiteren erfreuen sich Fastfood-Restaurants weiterhin großer Beliebtheit. Das bleibt nicht ohne Konsequenzen. So ist ein steigender Fastfood-Konsum direkt mit einem Anstieg des Körpergewichts assoziiert (Pereira et al., 2005). Ebenso in stetigem Aufschwung befinden sich sogenannte „Convenience-Produkte“, also Lebensmittel, die eine einfache und arbeitssparende Zubereitung ermöglichen (Brunner et al., 2010). Für diese bestehen ebenfalls Hinweise, sie könnten bei regelmäßigem Konsum die Körperzusammensetzung ungünstig beeinflussen (Alexy et al., 2011)

1.3.3 Bewegungsmangel

Neben dem Grundumsatz des Ruhestoffwechsels ist der Energieverbrauch durch körperliche Aktivität die einzige Größe, welche negativ in die Energiebilanz eingeht. Eine Vielzahl von Studien hat inzwischen belegen können, dass körperlich aktive Menschen signifikant weniger von Übergewicht betroffen sind. Verschiedene Autoren führen Bewegungsmangel sogar klar vor allen übrigen Faktoren als maßgebliche Ursache für Übergewicht und Adipositas auf (Hill und Melanson, 1999; Huber, 2010). Untermauert wird diese Einschätzung sicherlich durch eine Untersuchung von Heini und Weinsier, welche das sogenannte „American Paradox“ aufdeckte: Während die durchschnittliche Kalorienaufnahme amerikanischer Bürger im Untersuchungszeitraum sank, stieg die Prävalenz von Übergewicht deutlich an. Die Autoren erklärten dieses Phänomen letztendlich mit der im gleichen Zeitraum stark gesunkenen körperlichen Aktivität (Heini und Weinsier,

1997). Studien aus den USA zeigen beispielsweise, dass 2005 weniger als die Hälfte der Bevölkerung das empfohlene Maß an körperlicher Aktivität erreichte (Kruger et al., 2007). Ein baldiges Ende dieser Entwicklung ist unwahrscheinlich, denn der technische Fortschritt wird Arbeit, Fortbewegung und Freizeit nur noch effizienter machen, sodass körperliche Aktivität immer weniger notwendig sein wird. Umso wichtiger ist es, das Bewusstsein für den positiven Nutzen von Sport und Bewegung zu stärken.

1.3.4 Psychosoziale Faktoren.

Einige soziale Umweltfaktoren können als Prädiktoren für Übergewicht herangezogen werden. Dazu zählen Übergewicht oder Adipositas der Eltern, Übergewicht der Geschwister, rauchende Eltern, alleinerziehende Eltern und Migrationshintergrund. Das Essverhalten der Eltern oder der „Peer Group“ hat dabei eine Vorbildfunktion und kann prägend sein (Herpertz, 2003). In bestimmten Subgruppen wird Essen als Mittel der Affektregulation eingesetzt. Dieses Phänomen kann beispielsweise bei Depression, Borderline-Persönlichkeitsstörung oder Binge-Eating-Störung beobachtet werden. Auch wird berichtet, dass bei übergewichtigen das Essen als Mittel zum Spannungsabbau, bzw. zur Reduzierung negativer Stimmung/Dysphorie gebraucht wird oder auch schlichtweg aus Langeweile stattfindet. Der Begriff psychogene Adipositas ist daher in gewisser Weise zutreffend, jedoch ist in vielen Fällen von Adipositas und psychischer Komorbidität keine Aussage über Ursache und Wirkung möglich. Der Begriff sollte daher mit Vorsicht verwendet werden. Gesichert ist aber, dass adipöse häufiger psychische Störungen aufweisen als normalgewichtige (Baumeister and Harter, 2007; Friedman and Brownell, 1995). Zumindest im Kindes- und Jugendalter lässt sich außerdem ein Zusammenhang zwischen Depression und der späteren Entwicklung einer Adipositas nachweisen (Pine et al., 2001). Luppino et al. zeigten in einer Metaanalyse, dass sich Adipositas und Depression gegenseitig bedingen können (Luppino et al., 2010). Zuletzt sollte im Kontext psychiatrischer Erkrankungen auch das gewichtssteigernde Potential verschiedener Psychopharmaka beachtet werden.

Das Biopsychosoziale Modell der Entstehung und Aufrechterhaltung von Übergewicht und Adipositas (Lehrke and Laessle, 2003) bildet das Zusammenspiel der genannten, vielfältigen Einflussgrößen ab (siehe Abb. 2).

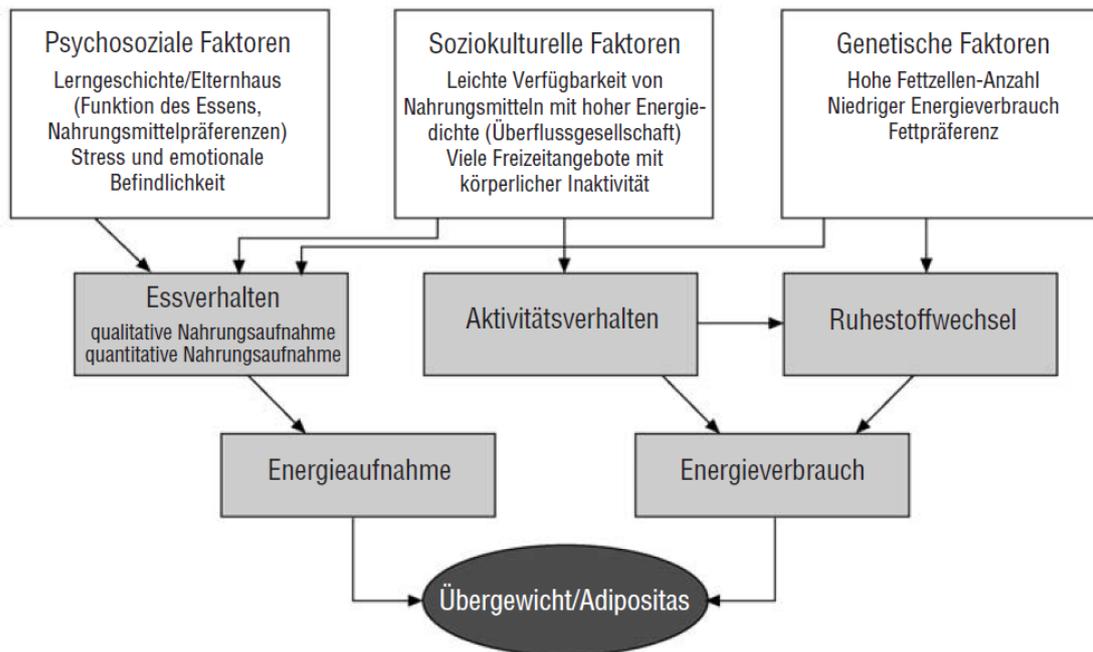


Abbildung 2: Biopsychosoziales Modell der Entstehung und Aufrechterhaltung von Übergewicht und Adipositas (nach Lehrke und Laessle)

1.4 THERAPIE DER ADIPOSITAS

Grundlegende Voraussetzung für einen dauerhaften Therapieerfolg ist eine langfristige Lebensstilmodifikation. Zu den Säulen der konservativen Adipositas-therapie zählen die Ernährungsumstellung, die Bewegungs- bzw. Sporttherapie und ebenfalls die Psycho- bzw. Verhaltenstherapie. Selten kommen auch Medikamente zum Einsatz. Bei erfolglosen konservativen Versuchen oder bei bereits primär nicht erfolgversprechenden Optionen steht die chirurgische Therapie zusätzlich als Ultima Ratio zur Verfügung. Zwar können auf jedem dieser Gebiete Ergebnisse erzielt werden, doch ist man sich heute einig, dass in jedem Fall eine multimodale Herangehensweise angestrebt werden sollte. Die bessere Wirksamkeit einer kombinierten Therapie im Vergleich mit z.B. einer alleinigen Ernährungstherapie ist außerdem durch Studien belegt (NICE 2006). Erfolg oder Misserfolg sollten nicht an kurzfristigen Änderungen des Körpergewichts festgemacht werden. Vielmehr ist das Augenmerk (das des Therapeuten und das des Patienten) auf die nachhaltige Entwicklung eines gesunden Lebensstils zu richten. Aus dieser Erkenntnis lässt sich die Rolle des Therapeuten ableiten: Die Schulung der Selbstreflexion, der Selbst- und Körperwahrnehmung und die Motivation des Patienten sind zentrale Inhalte der kon-

servativen Adipositas therapie. Für jeden Therapieaspekt sind aus diesem Grund regelmäßige Kontrolle und Dokumentation hilfreich. Darunter fällt die Ermittlung des Körpergewichts, die effektiv einem Wiederanstieg des Gewichts vorbeugen kann (VanWormer et al., 2008), ebenso wie die Aufzeichnung und Bewertung von Qualität und Quantität der Nahrung. Auch das Bewegungsverhalten sollte evaluiert werden. Dazu eignen sich Schrittzähler oder Fitness-Tracker, aber auch die schriftliche Protokollierung. Bislang sind die langfristigen Ergebnisse in der konservativen Adipositas therapie eher enttäuschend. In bis zu 80% der Fälle kommt es zum Wiederanstieg des Gewichts, oft auf das Ausgangsniveau (Holzapfel und Hauner, 2011). Die Grundzüge der einzelnen Therapiemodalitäten sind im Folgenden erläutert.

1.4.1 Ernährungstherapie

Die hypokalorische Ernährung stellt die wirksamste Form der konservativen Behandlung des Übergewichts dar. Ihr Ziel ist es, eine negative Energiebilanz zu erzeugen, d.h. der Energieumsatz muss über dem Betrag der durch Nahrung zugeführten Energie liegen. Eine Rückkehr zu alten Ernährungsgewohnheiten ist dabei unbedingt zu vermeiden, da proportional zur Gewichtsabnahme auch der Grundumsatz sinkt (Leibel et al., 1995; Prentice et al., 1991). Dies führt zum Abflachen des Gewichtsverlustes über die Zeit. Es besteht die Gefahr, das erreichte Körpergewicht nicht halten zu können, sobald in alte Ernährungsmuster zurückgekehrt wird, da dadurch wiederum ein Energieüberschuss erzeugt wird. Unzählige Diätformen werden seit langem vermarktet, etwa 500 allein in Deutschland (Wirth und Hauner, 2013). Kommerziell rentabel werden diese oft durch den Vertrieb von Nahrungsergänzungsmitteln, an deren Konsum die jeweilige Diät gebunden ist. Solche „Abnehmprodukte“ sind oft unseriös, nicht ausreichend getestet und sollten kritisch gesehen werden. Auch „Crash-Diäten“ sollten vermieden werden. Eine Ernährungsumstellung ist an sich jedoch unverzichtbar für eine Gewichtsreduktion. Die hierbei populärsten Formen sind inzwischen wissenschaftlich gut untersucht, sodass Für und Wider der jeweiligen Diäten auf der Basis von Studien abgewogen werden können. Oft wird versucht, durch Reduzierung eines bestimmten Makronährstoffs die Gewichtsreduktion zu verbessern. Bislang konnte für dieses Vorgehen keine Überlegenheit gegenüber hypokalorischer Mischkost nachgewiesen werden (Sacks et al., 2009). Bei den bekanntesten Diätformen handelt es sich um die:

- **Alleinige Fettreduktion**

Bis vor einigen Jahren war dies die am häufigsten empfohlene Diät. Besonders vor dem Hintergrund der fettreichen Ernährung in den Industrienationen und Schwellenländern kann sie eine gute Wirkung erzielen. Empfehlenswert ist die alleinige Fettreduktion insbesondere im Bereich der Präadipositas (BMI 25-29,9 kg/m²), sowie – neben körperlicher Aktivität – zur Erhaltung der Gewichtsreduktion (Toubro and Astrup, 1997). Auf alleinige Fettreduktion geht die Mehrzahl der langfristigen Gewichtsabnahmen zurück (Hauner et al., 2007; Toubro and Astrup, 1997). Dennoch werden therapeutische Ernährungsformen heute weniger von den zugeführten Makronährstoffen als von der Energiebilanz abhängig gemacht.

- **Mäßig hypokalorische Mischkost**

Dieser Ansatz entspricht dem heutigen Standard. Ein Energiedefizit von 500-600 kcal/Tag führt zu einer Gewichtsreduktion um etwa 0,5 kg/Woche. Das verfolgte Prinzip lautet: Senkung der Energiedichte bei Beibehaltung der Nährstoffdichte. Dieses Verfahren kann mit großer Sicherheit angewendet werden, da kein Mangel an Nährstoffen zu erwarten ist.

- **Kohlenhydratarme Ernährung**

Sogenannte „ketogene Diäten“ sind weit verbreitet. Ihr bekanntester Vertreter ist wohl die Atkins-Diät. Sie zeichnen sich vor allem durch einen anfangs raschen Gewichtsverlust aus. Dies liegt in einem bei Wegfall der Kohlenhydrate großen Energiedefizit von bis zu 40% begründet (Stern et al., 2004). Nach ca. einem Jahr ist in der Regel allerdings kein nennenswerter Unterschied zu anderen Diätformen mehr zu erkennen (Mack und Hauner, 2007). Außerdem muss bei streng kohlenhydratarmer Ernährung ein kompensatorischer Anstieg der Fettzufuhr mit konsekutiv steigenden LDL-Spiegeln in Kauf genommen werden (kardiovaskulärer Risikofaktor!). Ebenso ist mit einer verminderten Aufnahme von Ballaststoffen zu rechnen. Nur wenige langfristig erfolgreiche Gewichtsabnahmen werden durch diese Form der Diät erzielt (Phelan et al., 2007).

- **Proteinbetonte Diäten**

Eiweißreiche Ernährung erzeugt einen größeren Sättigungseffekt. Dadurch kann mit einer Eiweißdiät ein Gewichtsverlust erreicht werden (Krieger et al., 2006). Auch der Erhalt einer erfolgten Gewichtsreduktion scheint unter proteinbetonter Diät leichter

zu bewerkstelligen zu sein (Larsen et al., 2010). Negative Effekte sind durch den erhöhten Anfall von Harnstoff und Harnsäure zu erwarten, wodurch es vor allem zu einer Belastung der Niere kommen kann.

- **Mittelmeerkost**

Mediterrane Ernährung beinhaltet einen vergleichsweise hohen Konsum von Obst, Gemüse und Olivenöl. Oft werden auch hohe Anteile an Vollkornprodukten, Brot und Fisch, sowie ein reduzierter Fleischverzehr genannt. Bei alleinigem Einsatz einer solchen Diät (d.h. ohne gleichzeitige Energierestriktion oder Sportprogramm) können geringfügige Effekte auf das Körpergewicht von ein bis zwei Kilogramm erzielt werden (Esposito et al., 2011).

In mehreren Studien wurde inzwischen die Gleichwertigkeit verschiedener Makronährstoffzusammensetzungen belegt, sodass der individuelle Spielraum für die Gestaltung der Ernährung recht groß bemessen werden kann. Auch die DAG-Leitlinie sieht die verschiedenen Strategien als gleichwertig an (Berg, 2014). Als Richtwerte können folgende Angaben dienen: Fettanteil an der Energiezufuhr unter 35%, Kohlenhydrate 40-60% und Proteine 10-30%. Ein Energiedefizit von 500 bis 800 kcal/Tag sollte angestrebt werden. Neben den genannten existieren auch drastisch energiereduzierte Kostformen, diese sind z.B. in Form von sog. „Formulaprodukten“ erhältlich. Sie spielen allerdings nur für die kurzfristige und schnelle Gewichtsreduktion eine Rolle (Indikation z.B. präoperativ um die Operabilität zu verbessern) und sind mit zahlreichen Nachteilen behaftet. Generell sollte bei Formuladiäten ein Arzt eingebunden werden.

Einige grundlegende Prinzipien sollten in jedem Fall beachtet und dem Patienten erläutert werden (Wirth und Hauner, 2013):

- Ermittlung der Energieaufnahme (semi-) quantitativ und qualitativ
- Ernährungsinformation und -schulung inklusive Nährwerttabellen
- Reduzierung der Energiezufuhr um 500-600 kcal/Tag durch:
 - weniger fettreiche Lebensmittel und fettarme Zubereitungsarten
 - reichlich Gemüse, Salate, Obst, Vollkornprodukte
 - ausreichende Proteinzufuhr, auf Wunsch und bei intakter Nierenfunktion höhere Eiweißzufuhr

- ausschließlich kalorienfreie Getränke (bei Wunsch süßstoffgesüßte Alternativen)
- Verteilung auf drei Mahlzeiten pro Tag
- Zwischenmahlzeiten und Snacks nach Möglichkeit ganz vermeiden

Zur Unterstützung der Selbstwahrnehmung sind in der Ernährungstherapie Werkzeuge zur Dokumentation des Essverhaltens von großem Wert. Verschiedene Methoden werden eingesetzt. Eine äußerst exakte Möglichkeit der Selbstangabe stellt das Wiegen von Lebensmitteln dar. Der hohe Aufwand schränkt jedoch die Compliance stark ein, sodass diese Methode meist wissenschaftlichen Zwecken vorbehalten bleibt. Verbreitet und relativ praktikabel ist das Schätzprotokoll, welches formlos oder in Tabellenform, handschriftlich oder digital geführt werden kann. Schätzfehler müssen hierbei in Kauf genommen werden. Die Kombination der beiden genannten Verfahren in Form eines 7 Tage Wiegeprotokolls entspricht dem Goldstandard der Ernährungserhebung. Des Weiteren kann die Nahrungsaufnahme semiquantitativ mithilfe von Food Frequency-Fragebögen erhoben werden. Der Vorteil besteht in geringeren Anforderungen an den Patienten und einer im Vergleich zum Ernährungsprotokoll besseren Validität. Steht geschultes Personal zur Verfügung kommen auch retrospektive Interviews in Form von Ernährungsanamnese oder „24 h recall“ in Frage, welche an den Patienten nur minimale Anforderungen stellen, aber großen personellen Aufwand erfordern.

1.4.2 Bewegungstherapie

Als alleinige Maßnahme ist die Ernährungstherapie in aller Regel nicht ausreichend. Vor allem für die Konsolidierung eines diätetisch herbeigeführten Gewichtsverlusts ist zusätzlich ausreichend körperliche Aktivität erforderlich. Die Bewegungstherapie stellt allerdings recht hohe Anforderungen an Patienten und Therapeuten. Der Compliance abträglich ist beispielsweise, dass durch Bewegung und Sport kein vergleichbar rascher Gewichtsverlust wie durch die Ernährungstherapie erreicht wird. Ebenso sind Adipöse oft durch Begleiterkrankungen in ihrer körperlichen Leistungsfähigkeit eingeschränkt, sodass individuell zuerst geeignete Sportarten gefunden werden müssen. In dieser Hinsicht spielt auch das Patientenalter eine große Rolle. Unter den richtigen Voraussetzungen und guter Therapieadhärenz können sich durch körperliche Aktivität jedoch zahlreiche positive Effekte erzielen lassen. Während reduzierte Nahrungsaufnahme die Lebensqualität

vermindert, sorgt ein hohes Maß an Bewegung meist für eine Verbesserung der Lebensqualität. Außerdem sinkt das Risiko für adipositasassoziierte Komplikationen wie metabolische Erkrankungen und kardiovaskuläre Schäden. Bei chronisch Kranken kann Bewegung zudem den Medikamentenbedarf senken. Eine Zusammenfassung positiver Effekte zeigt Tabelle 4 (nach Hauner und Wirth).

Körperliche Aktivität kann entscheidend zur Prävention einer Gewichtszunahme beitragen. Zwischen dem 20. und 60. Lebensjahr findet in den westlichen Ländern eine durchschnittliche Gewichtszunahme um 10 bis 20 kg statt (Wirth und Hauner, 2013). Dieser Umstand ist allerdings vom Maß der körperlichen Betätigung abhängig. Eine Zwillingsstudie konnte zeigen, dass körperlich aktive Menschen über einen Zeitraum von 30 Jahren im Mittel 7,4 kg an Masse zunehmen, während das Körpergewicht von körperlich Inaktiven in der gleichen Zeit um 13 kg ansteigt.

Tabelle 4: Gesundheitliche Auswirkungen von körperlicher Aktivität bzw. Sport nach Organsystemen (nach Hauner und Wirth).

Körperzusammensetzung	<ul style="list-style-type: none"> • Gewichtsreduktion • Abnahme der Fettmasse • Zunahme der Muskelmasse
Herz-Kreislauf-system	<ul style="list-style-type: none"> • Steigerung der Leistungsfähigkeit • Senkung des Blutdrucks • Abnahme der Herzfrequenz
Metabolische Risikofaktoren	<ul style="list-style-type: none"> • Verbesserung des Lipidprofils • Verminderung von Hyperinsulinämie und Steigerung der Insulinwirkung
Halte- und Bewegungsapparat	<ul style="list-style-type: none"> • Verbesserung der Beweglichkeit • Steigerung der Kraft • Verbesserung der koordinativen Fähigkeiten
Psychosoziale Faktoren	<ul style="list-style-type: none"> • Verminderung von Depressivität • Bessere Integration in Beruf und Familie

Auch der Taillenumfang unterschied sich deutlich zwischen den Gruppen, und war bei den Inaktiven um 8,4cm größer (Waller et al., 2008). Weitere Studien über kürzere Beobachtungszeiträume kommen zu ähnlichen Ergebnissen. Auch McTiernan et al. zeigten, dass regelmäßige Aktivität im aeroben Bereich einen Gewichtsverlust herbeiführen kann. Zudem ließ sich bereits in zahlreichen Studien ein signifikanter Zusammenhang zwischen der Größe des Gewichtsverlusts und der absolvierten Schrittzahl nachweisen (Hornbuckle et al., 2005; Krumm et al., 2006; McTiernan et al., 2007; Wyatt et al., 2005). Doch nicht nur eine Steigerung der körperlichen Aktivität selbst, sondern gleichermaßen eine Reduzierung von inaktivem Verhalten hat positive Auswirkungen. Bis zu 30% aller Adipositasfälle könnten etwa durch Einschränkung des Fernsehkonsums auf unter zehn Stunden pro Woche und gleichzeitig ~30 min. zügiges Gehen am Tag verhindert werden (Hu et al., 2003).

Abbildung 3 zeigt Mechanismen, die den positiven Zusammenhang zwischen körperlicher Aktivität und erfolgreicher Gewichtskontrolle erklären (aus: Baker and Brownell, 2000).

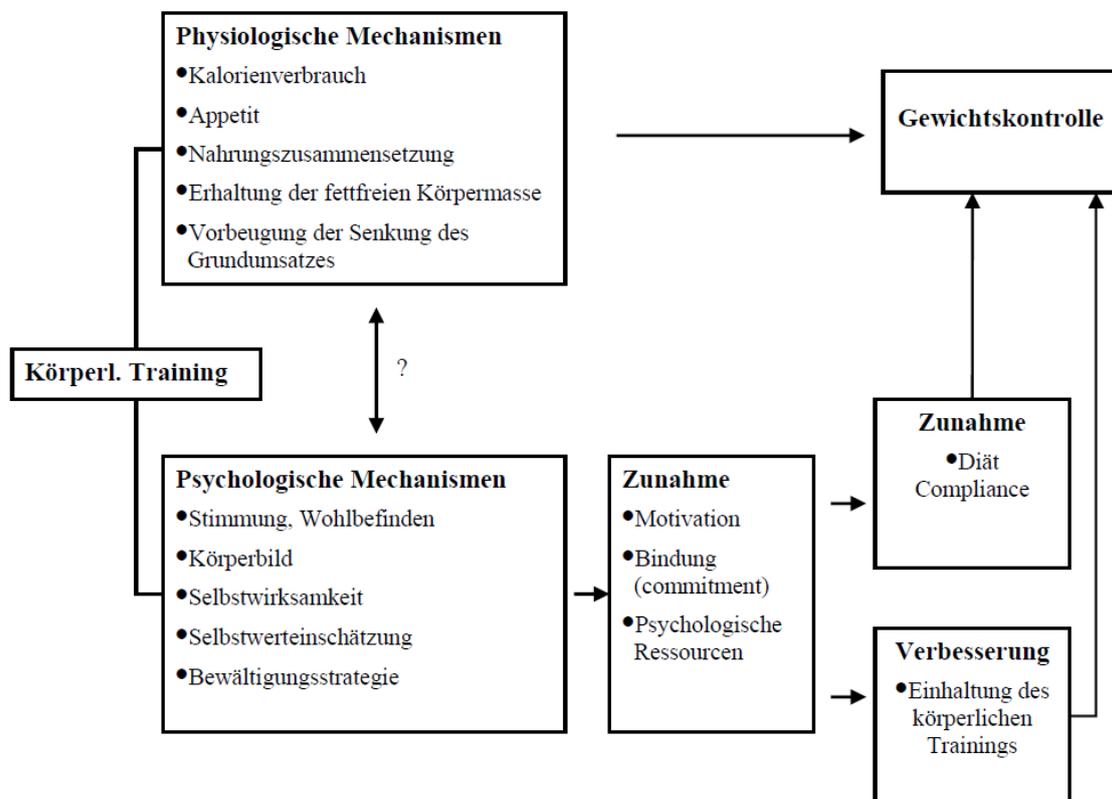


Abbildung 3: Erwünschte Effekte körperlichen Trainings in der Therapie der Adipositas

Nicht nur die Erhaltung eines normalen Körpergewichts, auch die Gewichtsreduktion durch Bewegung ist gut untersucht. Sie ist abhängig von Dauer, Häufigkeit und Intensität der körperlichen Aktivität (Slentz et al., 2004). Dabei scheint der Dauer bzw. dem Umfang der körperlichen Betätigung eine größere Bedeutung zuzukommen als der Intensität (Chambliss, 2005). Nach Studienlage sollte sportliches Training zum Zwecke der Fettleberreduktion auf den Ausdauerbereich fokussiert sein, da Krafttraining weder allein noch in Kombination diesbezüglich einen Vorteil verspricht (Slentz et al., 2011). Andere gesundheitsförderliche Effekte können aber sehr wohl durch Krafttraining erreicht werden. Beispielsweise wird Sarkopenie und Osteoporose vorgebeugt (Layne and Nelson, 1999; Roth et al., 1999), sowie die allgemeine Funktionalität verbessert. Ein mäßiger Anteil an Kräftigungsübungen sollte demnach in einem ausgewogenen Bewegungsprogramm enthalten sein.

Abgesehen vom erleichterten Gewichtsmanagement durch den Einsatz von bewegungstherapeutischen Maßnahmen hat körperliche Aktivität weitere direkte Effekte. So kann durch sie die Lebensqualität und das allgemeine Wohlbefinden nachweislich gesteigert werden (Bize et al., 2007; Gill et al., 2013). Selbst bei ausbleibender Gewichtsreduktion hat eine Steigerung der Fitness großen gesundheitlichen Nutzen. So haben inaktive Normalgewichtige ein höheres Risiko an kardiovaskulären Erkrankungen zu versterben als „fitte“ Übergewichtige (Blair und Church, 2004). Diese Vielzahl eindeutiger Erkenntnisse hat zu entsprechenden Empfehlungen der Fachgesellschaften geführt. Das American College of Sports Medicine schlägt beispielsweise 150 bis 250 Minuten moderate körperliche Aktivität pro Woche vor, um einer Gewichtszunahme vorzubeugen. Die zugrundeliegenden Daten legen den Schluss nahe, dass weniger als 150 Minuten/Woche körperliche Aktivität keinen signifikant größeren Gewichtsverlust herbeiführen als ein völlig inaktiver Lebensstil (Donnelly et al., 2009). Als angemessenes wöchentliches Energiedefizit beim Abnehmversuch durch Sport und Bewegung schlagen Donnelly et al. 2000 kcal vor.

Eine weitere oft ausgesprochene Empfehlung ist ein Tagesziel von 10.000 Schritten. Diese ursprünglich willkürlich gewählte Schrittzahl kann nachweislich eine Gewichtsreduktion herbeiführen (Schneider et al., 2006)

1.4.3 Psychotherapie

Im interdisziplinären Therapiesetting der Adipositas hat die Psychotherapie eine zentrale Bedeutung. Prinzipiell können vielfältige Methoden zum Einsatz kommen, darunter auch tiefenpsychologische oder familientherapeutische Ansätze. Die bedeutendste Therapieform ist jedoch die Verhaltenstherapie, welche auch längst den Weg in die DAG Leitlinien gefunden hat (Berg, 2014). Ihr Ziel ist es, nachhaltig günstige Verhaltensstrukturen zu schaffen, welche eine erfolgreiche Gewichtskontrolle ermöglichen. Neben Ess- und Bewegungsverhalten sollen auch Selbstsicherheit und soziale Kompetenzen gestärkt werden. Dazu müssen grundlegende Denkprozesse und Einstellungen identifiziert und gegebenenfalls modifiziert werden (Cooper et al., 2003).

Im Einzelnen können folgende Aufgaben einer Verhaltenstherapie formuliert werden (nach Herpertz, 2003):

- Veränderung von Lebensgewohnheiten
- Steigerung der Patientencompliance
- Verbesserung der sozialen Kompetenz
- Lösung intrapsychischer und interpersoneller Probleme
- Stressreduktion

Wild, Teufel und Zipfel schlagen als Standardbehandlung Einzel- oder Gruppensitzungen vor. Nach ihrem Manual ist ein Rahmen von 18 Sitzungen vorgesehen, wobei auch die Abstände zwischen den Sitzungen bewusst gewählt werden sollen, um die Behandlung am Ende „auszuschleichen“ (Wild et al., 2015). Die nachfolgende Tabelle gibt einen Überblick über wesentliche Inhalte eines Therapieplans.

Tabelle 5: Inhalte der Psychotherapie bei morbider Adipositas (Wild et al.: Psychotherapie der Adipositas)

Psychoedukation	<ul style="list-style-type: none">• Auslösende und aufrechterhaltende Bedingungen und Zusammenhänge des Übergewichts• Wissensvermittlung über gesunde Ernährung und ausreichende Bewegung
Vereinbarung von Zielen	<ul style="list-style-type: none">• Erarbeitung realistischer Gewichtsziele• Einbezug von gewichtsunabhängigen Zielen• Verantwortlichkeiten im Rahmen der Therapie klären

Selbstbeobachtung/Verhaltensanalysen	<ul style="list-style-type: none"> • Führen von Ernährungs- und Bewegungsprotokollen zur Identifikation von problematischem Verhalten und Auslösern • Zusammenhänge von Essen und Gefühlen • regelmäßiges Wiegen und Führen einer Gewichtskurve
Stimuluskontrolle/Kontrolle von Nahrungsreizen	<ul style="list-style-type: none"> • Strukturierte Ess- und Einkaufspläne • Einkaufen in sattem Zustand • Nahrungsaufnahme möglichst am gleichen Ort • Wenig Essensvorräte • Aufmerksamkeitsfokussierung auf das Essverhalten
Kognitive Umstrukturierung	<ul style="list-style-type: none"> • Ursachenattribution • Selbstbild • Körperbild
Erlernen alternativer Verhaltensweisen statt Essen	<ul style="list-style-type: none"> • Stressmanagementstrategien • Selbstfürsorge und Achtsamkeit • Aufbau alternativer Strategien zur Affektregulation
Rückfallprophylaxe	<ul style="list-style-type: none"> • Klärung, was zu Rückfällen führen kann • Selbsthilfe • Umgang mit Rückfällen

1.4.4 Konservative Therapieprogramme

Seit einiger Zeit drängen kommerzielle Programme verstärkt auf den Gesundheitsmarkt, die aber oft nicht den Qualitätsansprüchen der Fachgesellschaften entsprechen (Hauner et al.). Die Anforderungen an einen konservativen Therapieplan beschränken sich nicht auf diätetische oder sportliche Maßnahmen. Ein ganzheitlicher Ansatz ist nötig, welcher verhaltenstherapeutische Anteile und psychologische Hilfe einschließt. Ein systematischer Review aus dem Jahr 2005 verglich die Wirksamkeit zahlreicher kommerzieller und nicht-kommerzieller Therapie-Programme in den USA. Damals erwies sich einzig das kostenpflichtige „Weight Watchers“-Programm in drei randomisierten klinischen Studien als mäßig wirksam (Tsai and Wadden, 2005). Eine generelle Wirksamkeit ließ sich dennoch für ähnliche Therapieschemata vermuten, sodass die Zahl der Angebote, sowie der Evaluationsstudien stieg. Studien zeigen für die drei US-amerikanischen Marktführer für Abnehm-Programme einen um 3,6 bis 8,1% größeren Gewichtsverlust im Vergleich zur Kontrollgruppe nach einer sechsmonatigen Behandlung (Gudzune et al., 2015).

1.4.5 Chirurgische Therapie

Ohnehin stellt die morbid Adipositas Patienten und Therapeuten vor große Herausforderungen. Spätestens ab Grad III (BMI >40kg/m²) gilt sie als mittels konservativen Maßnahmen unheilbar. In solchen Fällen stellt die Adipositaschirurgie eine vielversprechende Option dar. 2011 wurden weltweit über 340.000 solcher Eingriffe durchgeführt, mit 46,6% war dabei der als Goldstandard geltende Roux-Y-Bypass am häufigsten (Buchwald and Oien, 2013). Vier Verfahren können als die derzeit bedeutendsten genannt werden:

- Restriktive Techniken
 - *Magenband*: Ein verstellbares Silikonband wird kurz unterhalb des Mageneingangs um den Magen gelegt und limitiert so die Nahrungszufuhr. Es kann recht zügig zu einem Gewöhnungseffekt kommen, sodass die erreichte Gewichtsreduktion oft nicht herausragend ist. Dislokation und Migration der Bänder sind bekannte Komplikationen. Zudem muss das Magenband jährlich eingestellt werden. Der Anteil an Magenbandimplantationen ist stark rückläufig, im europäischen Raum wird dieses Verfahren kaum noch durchgeführt.
 - *Gastric-Sleeve*: 2012 der häufigste bariatrische Eingriff in Deutschland. Mehr als 90% des Magenvolumens werden reseziert, wobei der Pylorus erhalten bleibt. Ein schnell einsetzendes Sättigungsgefühl führt zu verminderter Nahrungsaufnahme. Es wird ein Excess-Weight-Loss (EWL) von ca. 65% innerhalb der ersten zwei Jahre erreicht (Wirth und Hauner, 2013).
- Restriktiv-malabsorptive Verfahren
 - *Roux-Y-Magenbypass*: Durch Absetzen mittels Klammernahtgerät wird der größte Teil des Magens von einem 15 ml fassenden Restmagen getrennt. Die Wiederherstellung der Nahrungspassage erfolgt mittels Roux-Y-Rekonstruktion. Nahrung und Verdauungssäfte kommen dadurch erst spät zusammen und die Nährstoffverwertung wird ineffektiv. Der EWL liegt ähnlich dem des Schlauchmagens (Peterli et al., 2017).
 - *Single-Anastomosis Duodeo-Ileal Bypass with Gastric Sleeve (SADI-S)*: Dieses relativ neue Verfahren kombiniert eine Sleeve-Gastrektomie unter Erhaltung des Pylorus mit einer End-zu-Seit-Anastomisierung von Duodenum und Ileum, sodass ein ca. 250cm langer gemeinsamer Schenkel entsteht. Auf

diese Weise kann im Mittel ein EWL von über 90% erreicht werden. Ebenfalls kann bei der Mehrheit der auf diese Weise operierten Diabetiker mit einer Normalisierung der HbA1c-Werte gerechnet werden (Sánchez-Pernaute et al., 2016).

Bis heute ist die bariatrische Chirurgie die einzig langfristig erfolgreiche Therapieoption der morbidem Adipositas (Sjöström, 2013). Die Gesamtmortalität der an Adipositas erkrankten kann durch chirurgische Maßnahmen um 40% gesenkt werden (Adams et al., 2007). Ein weiterer Effekt, der bei Schlauchmagen- und Bypass-Verfahren besonders ausgeprägt ist, ist die häufige Remission eines Diabetes mellitus Typ 2 (Buchwald et al., 2009). Eine noch größere Risikoreduktion durch eine frühzeitige bariatrische Operation kann bei Patienten mit Prädiabetes erreicht werden (Carlsson et al., 2017).

Eine Mehrzahl der Studien spricht außerdem für eine erhebliche Besserung der psychischen Gesundheit infolge eines bariatrischen Eingriffs (Herpertz et al., 2002). Im Zusammenspiel mit weiteren positiven Effekten auf psychosoziale Parameter kann die Adipositaschirurgie die Lebensqualität deutlich steigern (Ballantyne, 2003; Karlsson et al., 1998).

Nach einer umfassenden Analyse der Studienlage kam das Deutsche Institut für Medizinische Dokumentation und Information 2008 zu dem Schluss, die Adipositaschirurgie sei zumindest kurz- und mittelfristig wirksam, sicher und zudem kosteneffektiv (Bockelbrink et al., 2008). Die Überlegenheit eines der operativen Verfahren konnte nicht sicher nachgewiesen werden.

1.4.6 Definitionen einer erfolgreichen Therapie

Am besten objektivierbar sind Definitionen anhand von anthropometrischen Größen oder Indices, obwohl diese oft dafür kritisiert werden, dass sie keine Aussage über Wohlbefinden und Lebensqualität treffen (Chiapetta, 2016). Solche Kriterien sind zudem stets willkürlich aufgestellt. Die amerikanische Adipositasgesellschaft ASMBS (American Society for Metabolic and Bariatric Surgery) legt einen Gewichtsverlust von $\geq 50\%$ des Übergewichts ($\geq 50\%$ EWL) als Therapieerfolg fest. Die Autoren Wing und Hill schlagen hingegen eine Gewichtsreduktion um 10% des Ausgangsgewichts (10% TWL), und deren Erhaltung über mindestens ein Jahr als Erfolgsdefinition vor (Wing and Hill, 2001) Ähnlich äußert sich die DGEM. Sie erklärt: „Bei Patienten mit einem BMI von $> 35 \text{ kg/m}^2$

gelten > 10 % Reduktion des Ausgangsgewichts innerhalb von 6 Monaten als Erfolg einer konservativen Gewichtsreduktionsmaßnahme, denn dies entspricht dem realistischen Ziel“ (Berg, 2014)

Wichtig zu definieren ist auch eine Schwankungsbreite innerhalb welcher von einem stabilen Körpergewicht gesprochen werden kann. Es existieren hierfür verschiedene Vorschläge. St Jeor et al, sowie Sherwood et al. definierten eine Veränderung des Körpergewichts um bis zu 2,3 kg als stabil (Sherwood et al., 2000; St Jeor et al., 1997). Stevens et al. empfehlen eine relative Änderung von <3% des Körpergewichts als Rahmenbereich, über 5% Abweichung spricht man von einer klinisch signifikanten Gewichtsabweichung (Stevens et al., 2006).

1.5 KÖRPERLICHE AKTIVITÄT UND SPORT

Um das Therapieziel „Steigerung der körperlichen Aktivität“ beurteilen zu können, ist zunächst die Klärung des Begriffs nötig. Jede körperliche Bewegung, die aus Muskelarbeit resultiert und Energie verbraucht, bzw. den Energieverbrauch über den Grundumsatz anhebt wird als körperliche Aktivität bezeichnet (Bouchard et al., 1993; Caspersen et al., 1985; RKI 2014). Der Begriff schließt dabei jegliche Bewegung ein, seien es sportliche Aktivitäten oder Aktivitäten des täglichen Lebens, wie Treppensteigen oder Einkaufen. Letztere beinhalten die sogenannten habituellen körperlichen Aktivitäten, d.h. Alltagsaktivitäten die gewohnheitsgemäß ausgeübt werden. Ähnlich wird der Ausdruck „Activities of Daily Living“ gebraucht. Gemeint sind damit routinemäßige Verrichtungen wie Körperpflege und Ankleiden. Häufig wird zwischen körperlicher Aktivität in den Bereichen Beruf, Haushalt und Sport unterschieden. Man spricht von Übung oder Training, wenn eine körperliche Aktivität zielgerichtet geplant und wiederholt wird (Hollmann and Strüder, 2009). Körperliche Aktivität hilft wesentlich bei der Vorbeugung und Therapie von verschiedenen Erkrankungen. Darunter Adipositas, Diabetes mellitus Typ 2, Herz-Kreislauf-Erkrankungen, Schlaganfall, Osteoporose und Rückenschmerzen sowie einigen Krebsarten (Health and Services, 1996; Lee et al., 2012; Mensink et al., 1996; Sallis and Owen, 1998). Eine gerne ausgesprochene Empfehlung für die tägliche Aktivität ist das zurücklegen von 10.000 Schritten. Diese Marke entstand ursprünglich im Rahmen einer Werbekampagne für Pedometer, der gesundheitsförderliche Effekt eines solchen Bewegungsumfanges wurde aber in Studien bestätigt (Scherrer et al., 2010) und wird unter

anderem von der American Heart Association zitiert. Die Schrittzahl ist sicherlich eine der praktikabelsten Größen um alltägliche Aktivität zu messen. Anhand der zurückgelegten Schritte lassen sich leicht verschiedene Aktivitätsniveaus definieren. Tudor-Locke und Bassett schlugen vor, <5.000 Schritte/Tag als sitzenden Lebensstil, 5.000-7.499 Schritte/Tag als „niedrig aktiv“, 7.500-9.999 Schritte/Tag als „einigermaßen aktiv“, ≥ 10.000 Schritte/Tag als „aktiv“ und >12.500 Schritte/Tag als „hoch aktiv“ zu bezeichnen (Tudor-Locke and Bassett, 2004).

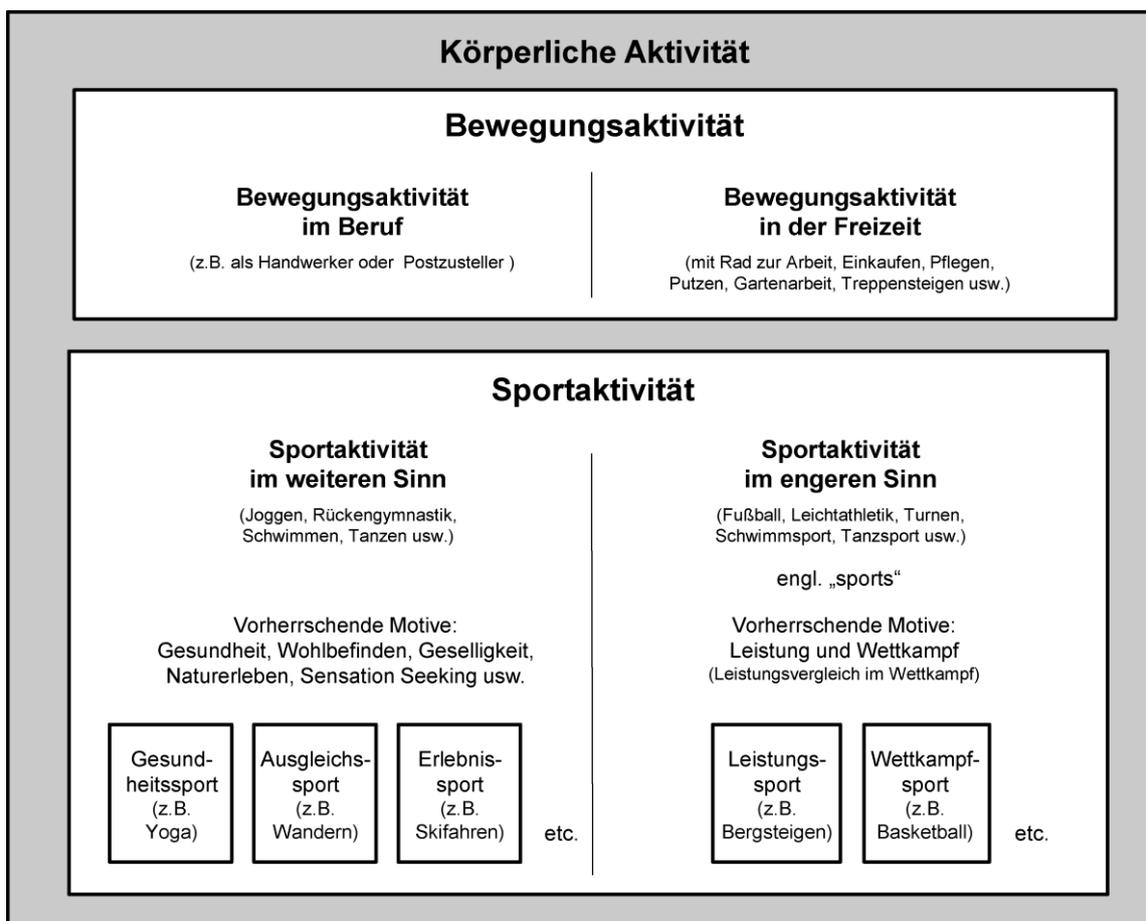


Abbildung 4: Begriffliche Unterscheidung von körperlicher Aktivität, Bewegungsaktivität und Sportaktivität (aus Fuchs et al., 2015)

Die WHO empfiehlt Erwachsenen (18-64 Jahre) ein Minimum von 150 Minuten/Woche aerober körperlicher Aktivität (moderate Intensität). Außerdem sollten an zwei oder mehr Tagen pro Woche Kräftigungsübungen durchgeführt werden (WHO, 2010). Für Kinder und ältere gelten angepasste Empfehlungen. Die nationalen Empfehlungen Deutschlands stützen sich auf die „WHO’s Global Recommendation on Physical Activity for Health“

Laut WHO erreichen nur 39% der Erwachsenen in Deutschland diese empfohlenen Aktivitätsziele (Männer 44%, Frauen 35%). Bei Kindern sind die Zahlen sogar noch schlechter. Hier sind nur 27,5% in ausreichendem Maße körperlich aktiv (Manz et al., 2014).

1.5.1 Messung körperlicher Aktivität

Die Angabe von MET-Einheiten, stellt einen Ansatz dar, körperliche Aktivität zu quantifizieren. Eine MET-Einheit entspricht in etwa dem Ruheumsatz des Menschen und errechnet sich für Männer nach der folgenden Formel:

$$1MET = 3,5ml \frac{o_2}{KG[kg] * t[min]} = \frac{4,184kJ}{KG[kg] * t[h]} = \frac{1kcal}{KG[kg] * t[h]}$$

Intensitätsstufen von Aktivitäten können als MET-Bereiche angegeben werden. Gängig ist die Kategorisierung nach Ainsworth et al., die die folgenden Bereiche unterscheidet (Ainsworth et al., 1993):

1. Leichte Intensität (< 3 MET oder $< 4kcal/Minute$)
2. Moderate Intensität ($3 - 6$ MET oder $4 - 7 kcal/Minute$)
3. Anstrengende Intensität (> 6 MET oder $> 7 kcal/Minute$)

Eine weitere Möglichkeit der Quantifizierung stellt die Borg-Skala dar. Sie teilt das subjektive Leistungsempfinden auf einer Skala von 6-20 ein. Moderate Intensität entspräche hier einem Wert von 11-14, anstrengende Intensität einem Wert von 15 oder mehr.

Für die Aktivitätsmessung stehen aktuell verschiedene Instrumente zur Verfügung. Zu den Befragungsmethoden zählen Bewegungstagebücher und Fragebögen. Objektive Instrumente sind Schrittzähler, Herzfrequenzmonitore, Akzelerometer, die indirekte Kalorimetrie und die Doubly Labeled Water-Methode (DLW). Die mit den genannten Werkzeugen erhobene Messgröße kann dabei dem Zielparameter entsprechen oder eine Umrechnung erforderlich machen. Dementsprechend spricht man von direkten und indirekten Verfahren. Eine Übersicht zeigt Abb. 5 (nach Eckert et al.).

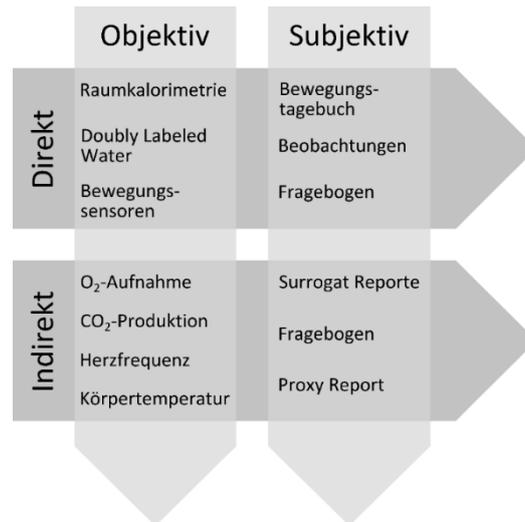


Abbildung 5: Übersicht bewährter objektiver und subjektiver Verfahren zur Erfassung der körperlichen Aktivität (nach Eckert et al.)

1.6 TRAGBARE GERÄTE, GESUNDHEITSAPPS UND TELEMEDIZIN IN THERAPIE UND FORSCHUNG

Die Eigenkontrolle von Diät, körperlicher Aktivität und Körpergewicht ist ein potentes Werkzeug um erfolgreich die Nahrungsaufnahme zu vermindern, den Energieumsatz zu steigern und letztlich das Körpergewicht zu reduzieren. Schrittzähler besitzen zwar das Potential, die physische Aktivität zu steigern und damit die Gesundheit zu verbessern (Bravata DM et al., 2007), es gibt jedoch kaum Belege dafür, dass solche Geräte in der breiten Bevölkerung angenommen werden. Dagegen besaßen im Februar 2015 45,6% der Deutschen ein Smartphone (Schmidt), und für diese sind bereits zahlreiche Applikationen verfügbar, welche in der Lage sind, Gesundheitsverhalten zu dokumentieren und physische Aktivität zu messen (Patel MS et al., 2015). Eine weitere Möglichkeit, Aktivität zu messen stellen tragbare Akzelerometer dar. Auf dem Endverbrauchermarkt werden diese „Activity Tracker“ genannt und von vielen Herstellern angeboten. Diese Branche ist unter den am stärksten wachsenden auf dem Elektronik-Markt. Auf dem US-amerikanischen Markt werden für 2018 etwa 485 Mio. dieser Geräte erwartet (Etkin, 2016). Seit September 2014 definiert die deutsche Wikipedia den Begriff „Activity Tracker“ als ein „tragbares elektronisches Gerät („Wearable“) bzw. eine Applikation zur Aufzeichnung und

Versendung fitness- und gesundheitsrelevanter Daten wie etwa Laufstrecken, Energieumsatz und in manchen Fällen auch Herzschlagfrequenz oder Schlafqualität“ (Wikipedia, 2017).

Für einige Applikationen und Geräte untersuchten Case et al. die Genauigkeit der Schrittzählerfunktion (Case et al., 2015). Viele Applikationen und tragbare Geräte erwiesen sich dabei als geeignet für die Schrittzählung. Außerdem wurde ein positiver Einfluss der Geräte und Anwendungen auf das Gesundheitsverhalten der Nutzer vermutet. Sasaki et al. beschreiben die Eigenschaften von tragbaren Akzelerometern als potentiell nützlich in Interventionsstudien, in denen eine hohe Motivation und Compliance der Probanden nötig sind (Sasaki et al., 2015). Dabei spielt die Verknüpfung der Auswertungssoftware mit sozialen Netzwerken eine nicht unerhebliche Rolle und ist ein attraktiver und effektiver Motivator (Coons et al., 2011; Spring et al., 2012).

Auch Brooke et al. sehen in der Technologie eine Chance für die Nutzung in der Adipositas-Therapie (Brooke et al., 2000). Neben der alleinigen Schrittzählerfunktion geben die aktuellen Geräte auch eine Schätzung zum körperlichen Energieumsatz auf Basis der Bewegungsdaten.

Für den Fitbit Classic Activity Tracker als verbraucherorientierten Akzelerometer existierten schon früh einige wenige Validierungsstudien (Dannecker et al., 2013; LEE et al., 2014; Sasaki et al., 2015). So wurde das Gerät bereits mit dem Oxycon Mobile, einem validierten metabolischen Messsystem für körperliche Aktivität (Rosdahl et al., 2010) verglichen (Sasaki et al., 2015). In Laufbandübungen und simulierter Alltagsbelastung unterschätzte das Fitbit Produkt den tatsächlichen Energieumsatz für viele Aktivitäten. Nur für 9 Szenarien wurde eine valide Messung erreicht. Die Autoren befürchten daher, dass vergleichbare tragbare Geräte für Anwendungen im Bereich des Gewichtsmanagements problematisch sind. Für definierte Aktivitäten produziert das Gerät jedoch ausreichend präzise Schätzungen (z.B. Joggen). Beachtenswert ist außerdem, dass einige verbraucherorientierte Geräte die Schätzgenauigkeit von etablierten Forschungsinstrumenten (ActiGraph GT3X, ActiGraph™ Corp., Pensacola, FL), die Arbeits/Energie Theorem und Freedson kcal Gleichung nutzen übertreffen (Dannecker et al., 2013). Die Genauigkeit der elektro-optischen/plethysmographischen Herzfrequenzmessung, die mit vielen aktuellen Geräten möglich ist, ist bislang nur wenig untersucht worden. Das gilt insbe-

sondere für das im hier beschriebenen Projekt genutzte Gerät, das Fitbit Charge HR. Zurzeit (Stand 09/2016) finden sich bei der Literatursuche über PubMed mit dem Suchbegriff „Fitbit Charge HR“ drei Publikationen (Brooke et al., 2016; Lee et al., 2016; Wallen et al., 2016). Wallen et al. fanden hier für die Herzfrequenzmessung im Vergleich mit der Referenzmethode EKG eine moderate bis hohe Übereinstimmung der Werte, wobei alle getesteten Geräte die wahren Werte um 1-9% unterschätzten (Wallen et al., 2016). Ebenso lagen die Korrelationen zwischen den Schrittzahlmessungen im moderaten bis hohen Bereich. Die Autoren schließen, die Photoplethysmographie sei eine „praktische und befriedigende Methode um die Herzfrequenz während des Trainings zu überwachen“. Jungmin et al. kommen zu abweichenden Ergebnissen. Sie untersuchten die Herzfrequenzmessung unter Alltagsbedingungen und fanden eine schwache Übereinstimmung mit der Referenzmethode (Lee et al., 2016).

Fitnessgeräte, welche am Handgelenk getragen werden setzten sich bezüglich der Compliance bereits nachweislich gegen andere Geräte durch (Schaefer et al., 2014). Dieser Umstand scheint auf die gewohnte Trageposition, analog zu der einer Armbanduhr zurückzuführen zu sein. Schaefer et al. identifizierten darüber hinaus weitere Geräteeigenschaften, die die Attraktivität des Geräts und somit die Therapietreue steigern. So haben Wearables mit hohem Tragekomfort, motivierenden und stimulierenden Eigenschaften oder wasserdichtem Gehäuse diesbezüglich Vorteile.

Einflüsse von Fitnesstrackern auf das Bewegungsverhalten der Nutzer sind bislang wenig erforscht. Eine Studie zum Thema, durchgeführt von Finkelstein et al. am Duke Global Health Institute in Singapur, zeigt einen geringen positiven Einfluss auf die wöchentliche körperliche Aktivität (Finkelstein et al.). Über einen Beobachtungszeitraum von sechs Monaten steigerten die Probanden ihre mäßig intensive bis intensive körperliche Aktivität um durchschnittlich 16 Minuten pro Woche. Eine Verbesserung von allgemeinen Gesundheitsparametern konnte jedoch nicht nachgewiesen werden. Zudem zweifeln die Autoren an der Nachhaltigkeit der Methode, denn viele Teilnehmer nutzten die Geräte nach Studienende nicht selbstständig weiter. Außerdem fehlen Studien zu Motivationseffekten von Activitytrackern und gerätegestützten Interventionen (Monroe). Bessere Ergebnisse verspricht sich Jochen Meyer (OFFIS, Bereich Gesundheit), wenn Patienten zusätzlich durch einen Arzt betreut werden, der die Messdaten eines Trackers erläutert, interpretiert und Empfehlungen daraus ableitet. Meyer schlägt sogar vor, ärztliche Betreuung in einer

Sportintervention als abrechenbare ärztliche Leistung einzurichten (Amrhein, 2016). Erste Untersuchungen zum Einsatz von Wearables im Rahmen von Abnehmprogrammen und anderen therapeutischen Settings werden inzwischen vorgenommen (Cheatham et al., 2017; Gualtieri et al., 2016).

Ein maßgeblicher potentieller Vorteil der neuen Generation von Sportelektronik-Geräten ist die Vernetzung via Internet. Sie könnte in Zukunft die sogenannte Telemedizin prägen, und die Betreuung von Patienten verbessern. Schon 2009 tauchte eine Studie auf, die sich mit internetbasierter Lifestyle-Intervention befasste. Hier konnte gezeigt werden, dass einem Patienten während einer „Online-Intervention“ insgesamt mehr Zeit gewidmet werden kann als bei üblichen, persönlichen Beratungen (Bosak et al., 2009).

Den Schritt vom Studienobjekt zum Medizinprodukt schaffte inzwischen ein Zubehörteil für die Applewatch, welches eine Herzfrequenz- und Ein-Kanal-EKG Messung per Armbandelektrode ermöglicht (Kubiv, 2017) – eine wichtige Voraussetzung für den zukünftigen Einsatz in Forschung und Therapie!

Jüngst befasste sich eine Ausgabe des Deutschen Ärzteblattes mit dem Potenzial von Gesundheits-Apps und Mobile Health als Titelthema (Bork et al., 2018). Der Leitartikel weist beispielsweise darauf hin, dass die Mayo Klinik bis zum Jahr 2020 die meisten Patienten telemedizinisch behandeln will – mithilfe von Smartphone-Apps.

1.7 GRUNDLEGENDE BEGRIFFE DER SPORTPSYCHOLOGIE

1.7.1 Absichtsstärke

Als Absichtsstärke wird die Stärke der sport- und bewegungsbezogenen Zielintention bezeichnet (H. Seelig und R. Fuchs, 2006). Der Begriff wird im Alltag oft mit „Motivation“ gleichgesetzt. An ihr wird also mit anderen Worten der Wille zum Sporttreiben gemessen.

1.7.2 Selbstwirksamkeitserwartung

Der Begriff der Selbstwirksamkeitserwartung beschreibt die Überzeugung eines Einzelnen, durch den Einsatz seiner eigenen Fähigkeiten eine gewünschte Entwicklung herbeiführen zu können oder eine bestimmte Handlung ausführen zu können. Wer eine hohe Selbstwirksamkeitserwartung besitzt glaubt also, Herausforderungen aus eigener Kraft bewältigen zu können, ohne von äußeren, unkontrollierbaren Faktoren abhängig zu sein.

Der Ausdruck wurde von Albert Bandura geprägt (Bandura, 1977). Laut Bandura nehmen vier Quellen Einfluss auf die Selbstwirksamkeitserwartung: Eigene Erfolgserlebnisse (Performance Accomplishments), Stellvertretende Erfahrung (Vicarious Experience), Verbale Ermutigung (Verbal Persuasion) und Emotionale Erregung (Emotional Arousal). Letztere hat dabei eine negative Wirkung auf die Selbstwirksamkeitserwartung, während eigene Erfolgserlebnisse und verbale Ermutigung die Selbstwirksamkeitserwartung steigern.

1.8 DIE PLATTFORM ADIPOSITAS AM UNIVERSITÄSKLINIKUM TÜBINGEN

Um therapeutische Maßnahmen bei Adipositas einzuleiten ist eine Indikationsstellung auf Basis interdisziplinärer Diagnostik erforderlich (Wild et al., 2015). Die interdisziplinäre Plattform Adipositas wurde am Universitätsklinikum Tübingen 2005 ins Leben gerufen. Hintergrund war das Ziel, mit einem interdisziplinären diagnostischen Zirkel der komplexen Pathogenese der Adipositas gerecht zu werden. Außerdem sollten eine bestmögliche Information der Patienten, sowie eine individualisierte Therapie sichergestellt werden. Im ersten Jahr (2006) durchliefen 128 Patienten (♀101) mit einem durchschnittlichen Gewicht von 130 ± 30 kg und einem BMI von $45,6 \pm 9,0$ kg/m² die ADIP-Plattform. In den folgenden Jahren wurden die Strukturen und Abläufe optimiert. Dazu zählte die Einführung einer zentralen Datenbank für ADIP-Patienten (seit 2010) und die Komprimierung aller nötigen Untersuchungen auf einen Termin. In Zusammenarbeit mit der AOK, bei der über 50% der behandelten Patienten versichert sind, wird seit 2014 außerdem ein Programm zur Verhaltensintervention angeboten, die „Verhaltensintervention bei Adipositas am UKT“ (VIADUKT).

1.8.1 Beteiligte Disziplinen und Behandlungsspektrum

Endokrinologie: Hier erfolgt die internistisch-endokrinologische Abklärung. Es wird hier das Vorliegen einer sekundären Adipositas ausgeschlossen.

Sportmedizin: Eine Aktivitäts- und Trainingsanamnese wird erhoben. Es folgt eine sportmedizinische Diagnostik, welche ein Belastungs-EKG, eine Spiroergometrie, sowie eine Laktatdiagnostik umfasst. Die Ergebnisse werden in einer sportmedizinischen Trainingsempfehlung zusammengefasst.

Psychosomatische Medizin: Mithilfe von testpsychologischen Untersuchungen werden psychosoziale Bedingtheiten und Folgen der Adipositas erfasst. Psychische Komorbiditäten und Essstörungen werden abgeklärt.

Chirurgie: Hier werden die chirurgischen Möglichkeiten erläutert. Die individuelle, bestmögliche chirurgische Therapieoption wird im Patientengespräch entwickelt.

1.9 BEGRÜNDUNG DER STUDIE

Wie zuvor bemerkt stellt die chirurgische Therapie der Adipositas erst nach Scheitern der konservativen Möglichkeiten eine Option dar. Doch selbst im Falle einer Indikation zur Operation kann sowohl prä- als auch postoperativ nicht auf konservative therapeutische Maßnahmen verzichtet werden, wenn eine langfristige Gewichtsstabilisierung erreicht werden soll (Berg, 2014; Middleton et al., 2012). Die DAG beschreibt zwar in ihren Leitlinien die Anforderungen an ambulante Adipositasprogramme, nennt gleichzeitig aber das derzeitige Behandlungsangebot in Deutschland „völlig unzureichend“ (Hauner et al.).

Viele Patienten sind aus beruflichen, sozialen oder ökonomischen Gründen nicht in der Lage an zentral geführten Bewegungsprogrammen (wie zum Beispiel spezielle Trainingsgruppen im Fitnessstudio oder Adipositasprogrammen der Krankenkassen) teilzunehmen. Zudem bieten wenige Krankenkassen adipositasadaptierte Programme an. Hinzu kommt, dass die DAG als obligatorische Voraussetzung Behandlungsteams mit wenigstens einem/r Arzt/Ärztin vorsieht und gleichzeitig die einfache Umsetzbarkeit im Alltag fordert (Hauner et al.). Die Anbindung an eine Klinik oder Praxis ist daher für jeden Patienten notwendig. Aufgrund des hohen zeitlichen und finanziellen Aufwands regelmäßiger Klinikbesuche bietet sich eine telemedizinische Lösung, wie wir sie anstreben an.

Im Verlauf der vorliegenden Studie sollte daher der Einsatz von modernen Sportuhren mit Möglichkeit der Datenübertragung via Internet im klinischen Setting getestet werden. Mit Hilfe dieser Geräte sollte den Patienten ein detailliertes Feedback zum jeweiligen Trainings-Stand gegeben werden. Über einen Zeitraum von sechs Monaten wurden Daten zu Compliance, Einfluss der Therapie auf körperliche Gesundheit und Psyche sowie Umfang der körperlichen Aktivität erhoben. Eine Interventionsgruppe wurde dabei mit einer Kontrollgruppe verglichen, welche lediglich der konventionellen Vorgehensweise unterzogen wurde.

1.10 ZIELE DER INTERVENTION

Mit dem vorgeschlagenen ärztlich geführten Bewegungsprogramm sollten Patienten dabei unterstützt werden, eine Lebensstilmodifikation hin zu mehr Aktivität und sportlicher Betätigung vorzunehmen. Der Einsatz moderner Fitness-Elektronik sollte die Betreuung möglichst effizient gestalten. Durch die Kommunikation und den Datenaustausch via Internet und Mobiltelefon war nur selten ein persönliches Treffen zwischen Patient und Therapeut nötig. Ziel war es, im Vergleich zu einrichtungsgebundenen Kursen und Programmen eine erhöhte Teilnahmebereitschaft und Therapieadhärenz zu erreichen. Während ein Sportprogramm in der Gruppe feste Termine und Trainingseinrichtungen voraussetzt, kann mit einem persönlichen Coaching maximale Flexibilität gewährleistet werden. Damit werden auch Patienten erreicht, die terminlich eng eingebunden sind. Der telemedizinische Ansatz ermöglicht den Patienten weiterhin, das Training an jedem geeigneten Ort durchzuführen. Dadurch entfällt die Anfahrtstrecke, welche für Patienten der Plattform Adipositas an der Universitätsklinik Tübingen durch das große Einzugsgebiet mitunter beträchtlich ausfallen kann. Zeitlicher und finanzieller Aufwand werden dadurch auf ein Minimum reduziert. Dies bedeutet letztlich eine gesenkte Hemmschwelle für sportliche Aktivität. Eine höhere Reichweite, eine gesteigerte Compliance, und damit ein größerer Erfolg der Intervention sind anzunehmende Effekte.

1.11 STUDIENZIELE

Das übergeordnete Ziel dieses Projekts war es, zu prüfen, ob elektronische, internetgebundene Sport- und Fitnessprodukte gewinnbringend in der konservativen Therapie der Adipositas eingesetzt werden können. Im Detail war zu klären, ob die aufgezeichneten Daten verlustfrei und regelmäßig ausgelesen werden können, ohne dass ein persönliches Treffen nötig wäre. Die Alltagstauglichkeit des Geräts und die daraus folgende Tragezeit waren eine weitere Messgröße. Nur, solange die verwendeten Uhren nicht als störend empfunden werden, kann eine längerfristige Nutzung zugemutet werden.

Die zentrale Fragestellung war, inwieweit eine Betreuung unter Einsatz eines Activity-Trackers zu einer Lifestyle-Modifikation hin zu mehr Aktivität und Bewegung führen kann. Weiterhin sollte überprüft werden, ob eine Betreuung mittels Fitness-Tracker zu einer größeren Gewichtsreduktion führt als wenn der adipöse Patient sich selbst überlas-

sen bleibt. Ursache einer erfolgreicherer Reduktion des Körpergewichts könnten beispielsweise die zusätzliche Motivation durch das Selbstmonitoring, sowie durch, in die Gerätesoftware integrierte Belohnungsfunktionen sein. Das reine Tragen der Geräte könnte als Erinnerungsfunktion dienen, da die Trageposition am Handgelenk fast permanent im Blickfeld des Patienten liegt. Eine Ergänzung durch regelmäßige Feedback-Nachrichten eines Supervisors verstärkt beide genannten Aspekte. Erfolgserlebnisse können dabei durch Lob verstärkt werden. Auch die Mitarbeit und das sportliche Engagement der Patienten lässt sich durch regelmäßige Erinnerungsnachrichten verbessern.

Ziel des Projektes war es weiterhin, ein ärztlich geführtes, telemedizinisches, konservatives Therapieprotokoll für adipöse Patienten zu etablieren, welches eine enge Anbindung an die behandelnde Gesundheitsinstitution ermöglicht, ohne eine engmaschige Präsenz des Patienten zu erfordern.

In einem ersten Schritt sollte die Eignung ausgewählter elektronischer Geräte für oben beschriebenes Vorhaben untersucht werden. Hierzu erfolgte die Validierung unterschiedlicher Systeme. Im Folgeabschnitt sollte zunächst ein rein konservatives Therapiekonzept etabliert werden. Dieses setzte sich aus Ernährungsberatungen, trainingstechnischer Beratung und einem wöchentlichen, telemedizinischen Monitoring zusammen.

2 Methodik

Bei der vorliegenden Studie handelt es sich um den prospektiven, randomisierten Vergleich zweier Gruppen. Es wird ein Minimal-Coaching-Verfahren unter Einbindung elektronischer Aktivitäts-Tracker mit einer Kontrollgruppe verglichen, welche keine Therapie erhält.

2.1 HYPOTHESEN UND FRAGESTELLUNG

2.1.1 Hypothesen

1. Ein Activity-Tracker kann über einen Zeitraum von sechs Monaten ausreichend regelmäßig getragen werden und übermittelt verlässlich Bewegungsdaten.
2. Die Ausstattung mit einem Activity Tracker führt zu einem Anstieg der Absichtsstärke für sportliche Aktivität, welcher sich signifikant von dem der Kontrollgruppe unterscheidet.
3. Die Probanden der Interventionsgruppe erreichen eine Steigerung der körperlichen Aktivität, welche signifikant höher ist, als die der Kontrollgruppe.
4. Die Interventionsgruppe erzielt eine signifikant größere Gewichtsreduktion als die Kontrollgruppe.
5. Die gesundheitsbezogene Lebensqualität steigt unter Probanden der Interventionsgruppe deutlicher an als in der Kontrollgruppe.

2.1.2 Fragestellung

Die grundlegende Frage, die mit der vorliegenden Arbeit geklärt werden sollte ist, ob sich ein telemedizinisches Betreuungsprogramm unter Einsatz moderner, internetfähiger Sportelektronik gewinnbringend in der konservativen Adipositas therapie implementieren lässt. Hierzu musste eine Reihe von Einzelaspekten geklärt werden. Diese Aspekte lassen sich unter zwei Kategorien subsumieren.

1. Zum einen ist die technische Eignung derzeit verfügbarer Systeme für unser Vorhaben zu prüfen.
2. Zum anderen muss die Wirksamkeit und somit der tatsächliche Nutzen eines derartigen Programms bewiesen werden.

2.2 STUDIENAUFBAU

Das folgende Flussdiagramm zeigt, wie sich die beiden zuletzt genannten Kategorien durch entsprechende Detailfragen definieren, und wie sich aus ihnen ein chronologischer Antwortprozess im Sinne eines Studienablaufs zusammensetzt.

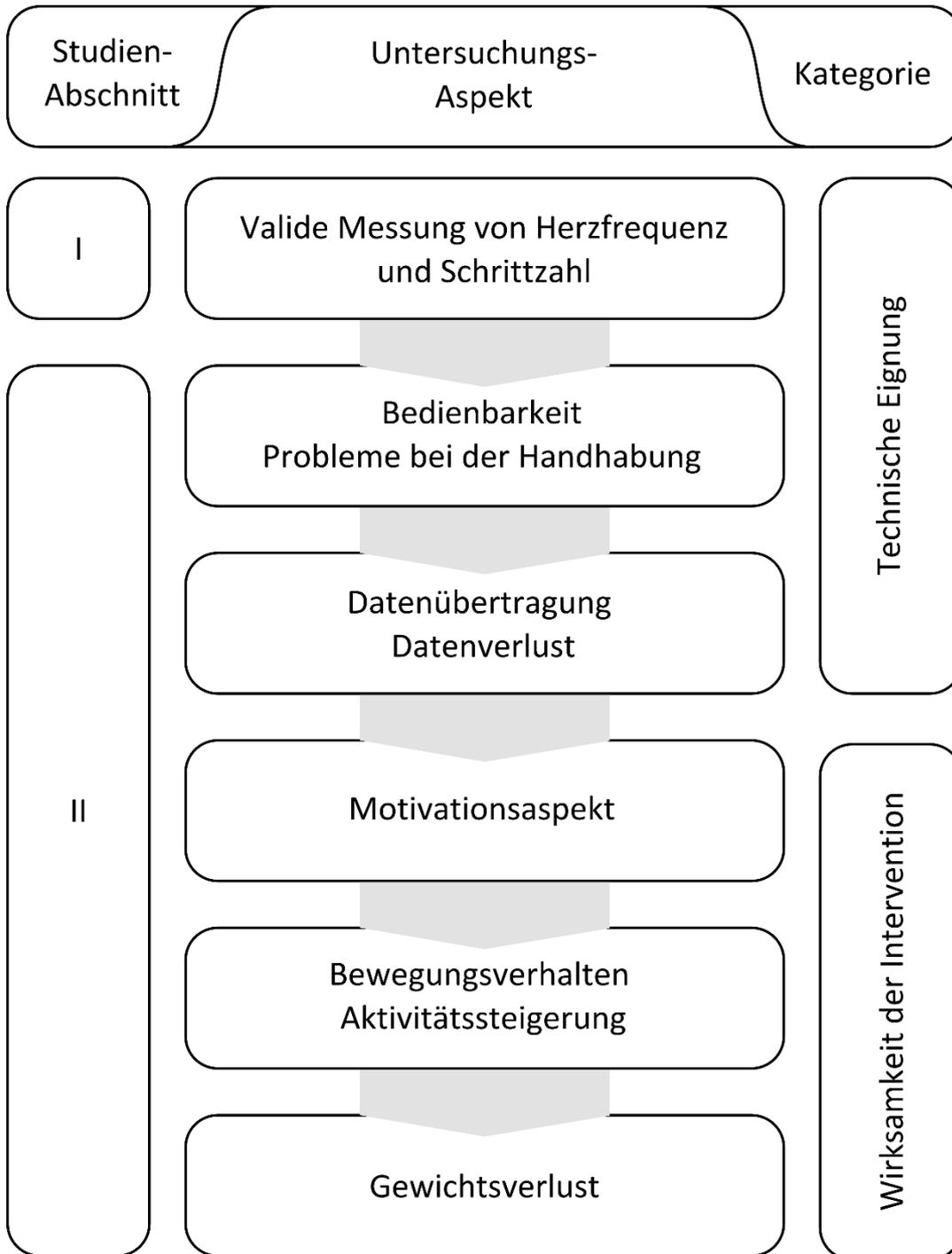


Abbildung 6: Flussdiagramm zum Studienablauf

2.3 AUSWAHL GEEIGNETER GERÄTE

Sogenannte Wearables erfreuen sich rasant steigender Beliebtheit. Das Spektrum reicht von einfachen Activity Trackern, welche in ihrer Funktion klassischen Pedometern entsprechen, bis hin zu Digitaluhren mit integrierter Herzfrequenzmessung und Bluetooth-schnittstelle. Letztere sind u.a. fähig, mit anderen elektronischen Geräten, wie Mobiltelefonen oder Computern Daten auszutauschen. Das Angebot ist kaum zu überblicken. Die drei beliebtesten deutschen Elektrogroßhändler Media-Markt, Saturn und Expert (nach Kundenzahl, Quelle: Handelsdaten.de) führen jeweils über 30 verschiedene Produkte in den entsprechenden Kategorien (Abb. 7). Jedes Modell ist häufig zusätzlich in verschiedenen Ausführungen erhältlich. In einem ersten Projektabschnitt sollte aus dem großen Angebot an Sport- und Fitnessuhren ein geeignetes Produkt ermittelt werden. Dazu wurden zuerst die Anforderungen definiert und darauf aufbauend nötige Geräteeigenschaften abgeleitet. Es folgte die Sondierung des Angebots der großen Elektronikvertriebe, teilweise im Ladengeschäft oder über die Internetseiten der Anbieter. Anhand der Produktspezifikationen fand eine Vorauswahl von vier geeigneten Geräten statt. Jeweils ein Exemplar wurde über den Handel beschafft. In einem Vorversuchszeitraum wurden die Geräte auf ihre generelle Funktionalität getestet. Auch die zugehörigen Computer- und Smartphone-Anwendungen wurden analysiert, und auf ihre Eignung im therapeutischen Setting geprüft. Das vielversprechendste Gerät wurde danach einem Testprotokoll zur Untersuchung der Messgenauigkeiten unterzogen. Die Erkenntnisse aus diesen Versuchen definierten die potentiellen Einsatzmöglichkeiten.

Für die Vorauswahl geeigneter Geräte wurden Kriterien definiert, die nach Möglichkeit ausnahmslos erfüllt werden sollten:

- Schrittzählerfunktion vorhanden
- Herzfrequenzmessung ohne Brustgurt möglich
- erschwinglicher Anschaffungspreis
- indirekte Kalorimetrie
- Auswertbarkeit mit Smartphone und/oder Computer
- einfache Handhabung und hohe Praktikabilität (z.B. wassergeschützt)

Tabelle 6: Fitness-Tracking Geräte in der Vorauswahl. Die Spezifikationen beruhen auf Herstellerangaben

	<i>MIO Fuse</i>	<i>Jawbone Up3</i>	<i>Fitbit Charge HR</i>	<i>Epson Pulsense PS 100</i>
<i>Preis pro Gerät</i>	129,99 €	179,99 €	149,99 €	129,99 €
<i>Erforderliches Zubehör</i>	Lade-/ Verbindungskabel Smartphone	Lade-/ Verbindungskabel Smartphone	Lade-/ Verbindungskabel PC oder Smartphone	Lade-/ Verbindungskabel PC oder Smartphone
<i>Trageposition</i>	Handgelenk	Handgelenk	Handgelenk	Handgelenk
<i>Datenspeicher-kapazität</i>	14 Tage 30 Std. offline	k.A.	7 Tage	20 Tage
<i>Herzfrequenzmessung</i>	Optisch	Bioimpedanzsensor	Optisch	Optisch
<i>Akkulaufzeit</i>	7 Tage	7 Tage	5 Tage	2 Tage
<i>Ausgegebene Messgrößen</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Schritte • Strecke • Geschwindigkeit • Kalorien 	<ul style="list-style-type: none"> • Schritte • Strecke • Kalorien • Schlaf • Ruheherzfrequenz 	<ul style="list-style-type: none"> • Herzfrequenz • Schritte • Strecke • Kalorien • Schlaf 	<ul style="list-style-type: none"> • Herzfrequenz • Schritte • Strecke • Kalorien • Schlaf
<i>Wasserschutz</i>	ja	nein	nein	ja
<i>Display</i>	ja	nein	nein	nein
<i>Kompatible Apps</i>	zahlreiche Drittanbieter Anwendungen	Daten mit Drittanbieter-Anwendung synchronisierbar	Nur Hersteller-App kompatibel	Nur Hersteller-App kompatibel

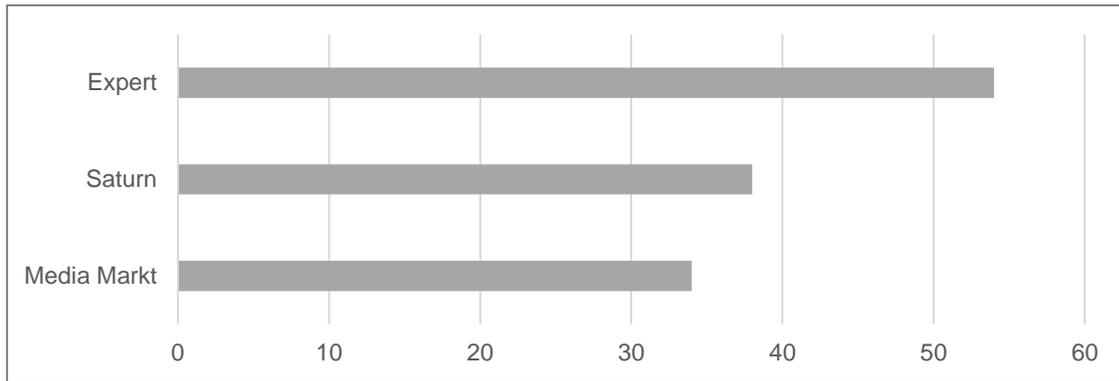


Abbildung 7: Anzahl der aufgeführten Artikel unter der Kategorie Fitness-Tracker o.ä. im Sortiment der drei beliebtesten deutschen Elektronikgroßhändler (Stand 07/2016).

2.4 GERÄTEVALIDIERUNG

2.4.1 Definition der erforderlichen Messgenauigkeiten

Von Interesse waren bei der Beurteilung der Gerätefunktionen hauptsächlich die Herzfrequenzmessung als etabliertes Werkzeug der Trainingssteuerung, und die Schrittzählerfunktion als Orientierungswert für die alltägliche, körperliche Aktivität. Abhängig vom Ausmaß des Messfehlers eines Herzfrequenzmessers wurden vor den Validierungsversuchen mit den Fitnesstrackern Toleranzbereiche definiert, die unterschiedliche Arten der Anwendung erlauben. Je anspruchsvoller das Einsatzgebiet, desto enger ist der Toleranzbereich der Herzfrequenzmessung gesteckt. Zu diesen Toleranzbereichen existieren bislang keine Angaben in der Literatur, sodass sie von uns auf Basis von Erfahrungswerten und den Trainingsempfehlungen der Klinik für Sportmedizin am UKT definiert wurden.

Bei der Nutzung eines Trackers als Instrument zur Trainingssteuerung im Leistungssportbereich können Abweichungen schnell zum Verfehlen eines Trainingsziels führen, sodass hier eine hohe Präzision erforderlich ist. Eine Toleranz von ± 5 Schlägen/min sollte in der Überwiegenden Zahl der Messungen eingehalten werden. Für die Anwendung in der Bewegungstherapie der Adipositas ist ein weiterer Toleranzrahmen ausreichend. Aus den Unterlagen, die die sportmedizinischen Empfehlungen für die Patienten der Plattform Adipositas enthalten geht hervor, dass ein einzuhaltender Herzfrequenzbereich etwa 20 Schläge umfasst. Dies bedeutet wiederum, dass zumindest eine Abweichung um die Hälfte dieses Bereichs beim größten Teil der Messungen nicht überschritten werden darf, um eine ausreichend genaue Trainingssteuerung zu ermöglichen. Eine Toleranz von ± 10 Schlägen/min wurde hierfür daher als Voraussetzung definiert. Über diese Bereiche

hinausgehende Abweichungen sind, sofern sie in der Mehrzahl der Messungen auftreten nicht mit einer systematischen Trainingssteuerung vereinbar. Einziger Nutzen kann hier noch der generelle Nachweis körperlicher Aktivität sein. Es ergeben sich damit die drei Präzisionsbereiche wie in der folgenden Tabelle dargestellt.

Tabelle 7: Einsatzbereiche eines Herzfrequenzmessers abhängig von der erreichbaren Messgenauigkeit.

Toleranzbereich	+/- 5 Schläge/min	+/- 10 Schläge/min	+/- 15 Schläge/min (oder mehr)
Möglicher Einsatzbereich	Trainingssteuerung im Leistungssport	Trainingssteuerung im Gesundheitssport	Reiner Aktivitätsnachweis ohne Möglichkeit der gezielten Trainingssteuerung

2.4.2 Rekrutierung der Untersuchungsteilnehmer der Gerätevalidierung

18 gesunde Probanden wurden aus dem universitären Umfeld rekrutiert, davon 7 Frauen und 11 Männer im Alter von 20 bis 30 Jahren. Sie gaben ihre mündliche Einwilligung zur Versuchsteilnahme. Die Teilnahme war freiwillig und unentgeltlich. Das Durchschnittsalter dieser Stichprobe lag bei 24,2 Jahren. Der Gewichtschnittschnitt betrug 75,4 kg, der mittlere BMI 22,9 kg/m²

2.4.2.1 Einschlusskriterien

- Alter zwischen 18 und 65 Jahren
- Uneingeschränkte körperliche Belastbarkeit
- BMI 18,5 bis 29,9 kg/m²

2.4.2.2 Ausschlusskriterien

- somatische Erkrankungen, bei welchen sportliche Aktivität entweder nicht möglich, oder kontraindiziert ist (z.B. Herz-Kreislauf-Erkrankungen, orthopädische Erkrankungen).
- Außergewöhnlich intensive sportliche bzw. körperliche Belastung innerhalb der letzten 24 Stunden
- fehlende Einwilligung

2.4.2.3 Erhobene Parameter

Von den Probanden wurden nach Einwilligung zur Studienteilnahme einige persönliche und anthropometrische Daten erhoben. Dazu gehörten Geburtsdatum und Alter, Geschlecht, Körpergröße und Körpergewicht. Aus letzteren wurde der BMI rechnerisch ermittelt. Eine kurze medizinische Anamnese stellte die körperliche Eignung zur Versuchsteilnahme sicher. Es wurden keine medizinischen Daten aufgezeichnet.

2.4.3 Aufbau des Gehversuchs/Protokoll

Die Messvariablen von Interesse waren für das zu prüfende Gerät die Schrittzahl als späterer Anhaltspunkt für den Mobilitätsgrad der Probanden sowie die Herzfrequenz, die als Verlaufsparemeter Aufschluss über die Entwicklung der Fitness geben soll und während Trainingseinheiten zur Steuerung der Belastung dient. Demnach war die Messgenauigkeit in verschiedenen Herzfrequenzbereichen zu prüfen. Im Versuchsablauf sollte also ein Abschnitt für die Messung der Ruheherzfrequenz, sowie ein Abschnitt für die Herzfrequenz unter Belastung vertreten sein. Letztere wurde auf einem Laufband simuliert. Die Messungen fanden unter einheitlichen Bedingungen in den Räumlichkeiten der Plattform Adipositas statt.

Um einen Steady-State in verschiedenen Herzfrequenzbereichen zu erreichen orientierten wir uns an den Versuchen von Bassey et al. zur Abhängigkeit der Schrittgeschwindigkeit von der Körperkomposition (Bassey et al., 1982). Diese Versuche zeigen, dass beim Gehen mit stetiger Geschwindigkeit nach spätestens zwei Minuten die Herzfrequenz ein Plateau erreicht. Daher hielten wir einen Zeitrahmen von je drei Minuten in einer Belastungszone für ausreichend um die komplette Anpassung der Herzfrequenz an die neue Intensitätsstufe zu gewährleisten. Der Versuch begann mit einer dreiminütigen Ruhephase, die der Proband auf einer Untersuchungsliege in liegender Position verbrachte. Die Teilnehmer erhielten die Aufforderung, möglichst ruhig und entspannt zu liegen, Bewegungen zu vermeiden und nicht zu sprechen. Im Anschluss folgte der Übergang auf das Laufband und die Einstellung einer geeigneten Laufbandgeschwindigkeit durch den Probanden, mit dem Ziel eine Herzfrequenz zwischen 100 und 160 Schlägen pro Minute zu provozieren. Diese Geschwindigkeit sollte dann weitere drei Minuten gehalten werden. Dabei galt als Vorgabe ein möglichst gleichmäßiges Tempo, in einem Belastungsbereich, welcher subjektiv als mäßig anstrengend empfunden werden sollte. Die Steigung des Laufbandes

wurde einheitlich bei 0% belassen. Abstützen am Laufband sollte – sofern keine Probleme auftraten – vermieden werden, um die Akzelerometermessung nicht zu beeinträchtigen. Ein 9-minütiger Versuchsablauf kam schließlich zum Einsatz (Abb. 8).

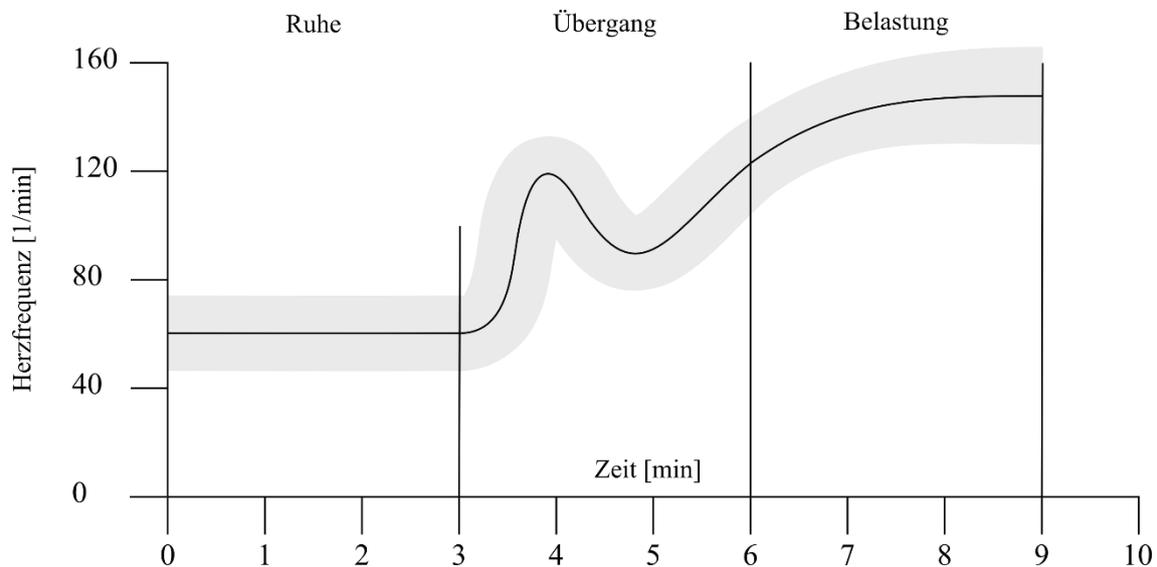


Abbildung 8: Dauer und Intensität (Als Maß dient die Herzfrequenz) des verwendeten Laufbandprotokolls zur Validierung von Herzfrequenz- und Schrittzahlmessung.

2.4.4 Aufzeichnung und Export der Messdaten

Für die Validierungsversuche nutzten wir als Aufzeichnungsgerät das Smartphone Huawei Ascend G7 (Huawei Technologies Co., Ltd., Shenzhen, China), auf dem das Betriebssystem Android 4.4.4 Kitkat (Google Inc., Mountain View, USA) installiert war. Voraussetzung für die meisten Applikationen war zum Zeitpunkt der Erhebung Android 4.0 oder höher. Anforderungen an das Smartphone von technischer Seite war für die Datenübertragung das Vorhandensein einer Bluetooth 4.0 Schnittstelle mit der Fähigkeit zur Datenübermittlung per Bluetooth Smart (auch: Bluetooth Low Energy, BLE). Software und Applikationen. Als Referenzgerät für die Herzfrequenzmessung diente der elektrodenbasierte Brustgurt Polar H7, dessen hohe Übereinstimmung mit der Elektrokardiographie nachgewiesen wurde (Wang et al., 2017). Für die verwendeten Fitness-Endgeräte wurden die nach Herstellerangaben kompatiblen Smartphoneanwendungen über den Google Playstore bezogen.

Schrittzahl: Der Handzähler zur Aufzeichnung der Schrittzahl wurde vom Versuchsleiter bedient. Dabei handelte es sich um einen mechanischen Zähler, welcher auf Betätigung

eines Druckknopfes eine Zählscheibe jeweils um eine Position höher schaltet. Dieser Zähler stellte die Referenz für die Schrittzählerfunktion der Tracker dar. Der erste Schritt auf dem Laufband wurde als Aufzeichnungsbeginn definiert. Der Referenzwert musste nach Versuchsende abgelesen und in das Protokoll übertragen werden. Gleiches gilt für das Tracking-Gerät Charge HR (Fitbit Inc., USA). Bei diesem wird die Schrittzahl auf dem digitalen Display angezeigt. Ein Reset der Tagesschrittzahl ist bei den elektronischen Geräten nicht ohne weiteres möglich, sodass die Schrittzahl hier als Differenz der angezeigten Werte vor und nach dem Versuch berechnet wurde.

Herzfrequenz: Hier mussten für den Fitbit Charge HR und das Referenzgerät Polar H7 (Polar Electro, Finland) unterschiedliche Methoden zur Erfassung der Daten entwickelt werden. Das Polar H7 sendet unverschlüsselt sekundengenaue HF-Daten über Bluetooth. Diese können mithilfe eines BLE-fähigen Smartphones und einer geeigneten App empfangen und aufgezeichnet werden. Wir benutzten hierfür die (teilweise) kostenpflichtige Anwendung BLE Heartrate Monitor (Pribble Software, LCC) für Android. Diese speichert empfangene Daten auf Wunsch im .csv-Format (Comma Separated Values) ab. Die aufgezeichneten Daten wurden pseudonymisiert auf einen externen Datenträger übermittelt und schließlich am PC ausgewertet. Für das Armband Fitbit Charge HR sind die Rohdaten in Echtzeit nicht direkt abgreifbar. Es liegt hier scheinbar von Herstellerseite eine Verschlüsselung vor. So wird die aktuelle Herzfrequenz zwar in der Fitbit-App angezeigt, sie kann allerdings nicht gespeichert und exportiert werden. Dementsprechend musste ein alternativer Weg gefunden werden, die HF-Daten synchron zu denen des H7-Brustgurtes aufzuzeichnen. Eine geeignete Methode beinhaltete schließlich die Videoaufzeichnung der Displayanzeige der Smartphoneanwendung „Fitbit-App“. Eine Reihe von Programmen ist dabei beteiligt. Als Empfänger diente weiterhin das Smartphone (hier: Huawei G7 Ascend). Über die PC-Anwendung „My Phone Explorer“ (FJ Software Development) wird eine USB-Verbindung zwischen PC und Mobiltelefon hergestellt. Dadurch kann die Anzeige des Telefons auf dem Computerbildschirm dargestellt werden (bei laufender „Fitbit“-App also die Anzeige der App). Während des Laufbandprotokolls wird nun eine Videoaufnahme des Computerbildschirms erstellt (mit Screen Recorder, Rylstim, Sketchman Studio). Ein Wert je Aufnahmegerät wurde im Abstand von fünf Sekunden aufgezeichnet. Aus der Aufnahme können die HF-Daten in beliebigen Intervallen abgelesen und manuell in eine Microsoft-Excel-Tabelle eingetragen werden.

2.4.5 Statistische Auswertung

Für jede der drei Phasen des Testprotokolls wurden drei statistische Verfahren angewandt um eine Aussage über die Messgenauigkeit des Testgeräts in Relation zur Referenzmethode treffen zu können. Pearson's Produkt-Moment-Korrelationsanalyse wurde genutzt um die Stärke der Beziehung zwischen den Messmethoden zu bestimmen. Eine signifikante Korrelation wurde bei p-Werten kleiner .05 angenommen, während die Stärke der Korrelation wie folgt eingeteilt wurde: 1,0-0,9 = sehr stark, 0,89-0,8 = stark, 0,79-0,7 = mittel, 0,69-0,6 = schwach, <0,6 = sehr schwach. Zusätzlich wurde der Intraklassen-Korrelationskoeffizient ermittelt.

Zur weiteren Beurteilung der Übereinstimmung der Methoden wurde die Methode nach Bland und Altman genutzt (Altman und Bland, 1983). Die mittlere Differenz zwischen den Messgeräten (=FB HR – Polar H7 HR), sowie die 95%-Grenzen der Übereinstimmung (LoA, = Mittlere Differenz \pm 1,96*Standardabweichung der Differenz) wurden im Diagramm aufgetragen. Das Bland-Altman-Plot stellt die einzelne Differenz zweier Messwerte gegenüber den einzelnen Mittelwerten der Wertepaare dar.

- Bland-Altman-Plot

Der Bland-Altman-Plot wurde in dieser Arbeit als Mittel der Konkordanzanalyse verwendet, d.h. um die Übereinstimmung zweier Messmethoden zu prüfen. In diesem Diagramm wird für jeweils ein Wertepaar, welches durch Messung mit zwei verschiedenen Methoden erzeugt wurde, der Mittelwert beider Messungen gegen die Differenz der Messungen abgetragen. Außerdem enthält das Diagramm den Mittelwert aller Differenzen als horizontale Linie, sowie zu dieser im Abstand \pm 1,96*Standardabweichung der Differenzen je eine weitere horizontale Linie (die sog. „Limits of Agreement“). Schätzungsweise 5% der Differenzen der Gesamtstichprobe liegen innerhalb des so gebildeten Übereinstimmungsbereichs. (Kwiecien et al., 2011). Messdifferenzen lassen sich anhand des Bland-Altman-Diagramms visuell bewerten. Abweichungen müssen stets in Verbindung mit der Fragestellung beurteilt werden. Dazu sollte ein klinisch akzeptabler Übereinstimmungsbereich definiert, und mit dem tatsächlich gemessenen Übereinstimmungsbereich abgeglichen werden.

Auch vorangegangene Validierungsstudien liefern Validitätskriterien für die Beurteilung der Herzfrequenzmessung (Dolezal et al., 2014; Jo et al., 2016; Terbizan et al., 2002):

- Korrelation zwischen Referenzmethode und Herzfrequenz gemessen mit dem zu testenden Gerät von $r=0,9$ oder größer
- Mittlere Abweichung von weniger als 3 Schlägen/min
- Standardabweichung des Messfehlers von weniger als 5 Schlägen/min

Die Resultate aller genannten Verfahren wurden in Zusammenschau beurteilt und so eine Entscheidung über die Validität des Messgeräts gefällt.

2.5 INTERVENTIONSSTUDIE

2.5.1 Beschreibung des Interventionsprogramms

Die telemedizinische Begleitung der Patienten im Studienprogramm hatte eine Modifikation des Lebensstils zum Ziel. Dieser sollte in Richtung größerer körperlicher Aktivität und Mobilität verändert werden. Die Intervention spricht Patienten an, die die konservativen Therapiemöglichkeiten der Adipositas ausschöpfen möchten, im Sinne der Leitlinien also einen Abnehmversuch unter ärztlicher Aufsicht von kumulativ sechs Monaten Dauer unternehmen wollen.

Bei Eintritt in das Programm wurden sowohl die Teilnehmer des Interventionsprogramms als auch die Kontrollgruppe einer Leistungsdiagnostik mit Spiroergometrie unterzogen. Für die Interventionsgruppe folgte ein Schulungsgespräch mit Ernährungsberatung und Informationen über Übergewicht und Bewegungsmangel. Außerdem erhielten die Probanden eine sportmedizinische Beratung, um Trainingstaktiken zur Gewichtsreduktion kennenzulernen. Abschließend bekam die Interventionsgruppe das Fitnessarmband Fitbit Charge HR ausgehändigt. Ein Benutzerprofil wurde angelegt, auf das die Studienleitung und der jeweilige Proband Zugriff hatten. Dieses enthielt keine Daten, welche Rückschlüsse auf die Identität des Probanden erlaubt hätten. Die Handhabung des Geräts wurde erläutert und die Funktionen besprochen. Voraussetzung für die Nutzung war ein Computer mit Internetverbindung und USB-Schnittstelle. Von Vorteil wäre dazu ein Smartphone mit dem Betriebssystem Android 4.4 oder höher um die Funktionen des Fitnessbandes optimal nutzen zu können. Zu Beginn des Eintrittsbesuchs füllten die Proban-

den den ersten von insgesamt vier Verlaufsfragebögen aus (t0, t1, t2, t3), die unten beschrieben werden. Um die Compliance der Teilnehmer zu erhöhen hielten wir uns an Vorschläge von Trost et al. für diesbezügliche Maßnahmen (Trost et al., 2005). Dazu gehörten regelmäßige Feedback-Gespräche und/oder –Emails und Erinnerungsnachrichten. Die Gespräche fanden alle zwei Monate statt. Feedback-Nachrichten per Email wurden wöchentlich verschickt. Ein ähnliches Vorgehen zur Steigerung von Motivation und Therapieadhärenz hat sich auch bei Scherrer et al. im Global Corporate Challenge Programm bewährt (Scherrer et al., 2010). Ebenso wurden jedem Teilnehmer ausführlich die Funktionen des ausgehändigten Gerätes sowie der zugehörigen Applikation erläutert. Zu diesen Funktionen gehört auch ein digitales Ernährungs- und Sporttagebuch, welches ebenso im Sinne der Compliance-Steigerung nach Trost einzusetzen ist.

Es folgt der Beobachtungszeitraum von insgesamt sechs Monaten, in welchem wöchentlich über das Online-Benutzerprofil der Teilnehmer die jeweiligen Aktivitätsdaten ausgelesen werden (Gesamtanzahl der Schritte, Anzahl der Trainingseinheiten, Entwicklung der Ruheherzfrequenz). Dazu müssen die aufgezeichneten Daten manuell in ein auswertbares Format übertragen werden (Microsoft Excel-Tabelle, IBM SPSS). Einmal in zwei Monaten erfolgte ein persönlicher Besuch in der Adipositas-Sprechstunde, bei dem die Gelegenheit für Rückfragen bestand. Bei diesen Besuchen wurden die weiteren Verlaufsfragebögen ausgefüllt. Zudem wurde das aktuelle Körpergewicht bestimmt und Ernährungs- und Sportverhalten konnten genauer besprochen werden. Nach Abschluss des Beobachtungszeitraums, d.h. beim letzten persönlichen Treffen erfolgte zusätzlich zur Komplettierung des zuvor erhobenen Fragebogens eine Evaluation des Projekts durch die Teilnehmer. Dies geschah wiederum durch Einsatz eines Fragebogens.

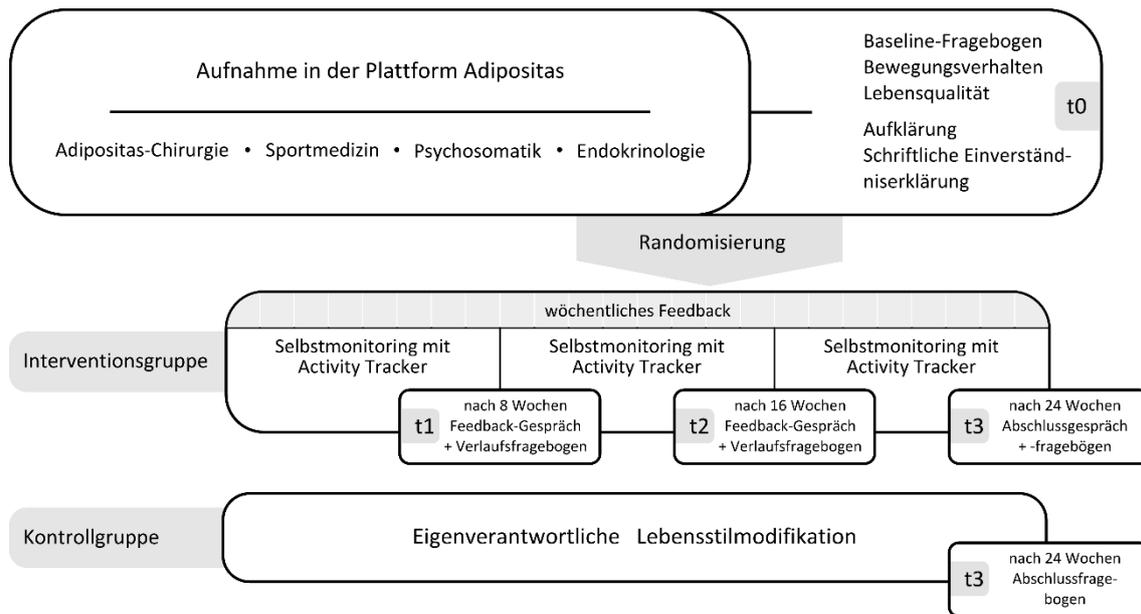


Abbildung 9: Flowchart zum Ablauf des Untersuchungszeitraums. Die Erhebung des Baseline-Fragebogens erfolgte vor Aufklärung und Randomisierung, um einen Einfluss auf die Fragebogendaten zu verhindern. Der Zeitpunkt t0 entspricht dem Aufnahmedatum. t1, t2 und t3 folgen jeweils im Abstand von zwei Monaten.

2.5.2 Rekrutierung der Untersuchungsteilnehmer der Interventionsstudie

An der Studie nahmen insgesamt 45 adipöse Patient/-innen aus der Region Tübingen und Umgebung teil. Die Rekrutierung erfolgte im Rahmen der Adipositas-Sprechstunde der Plattform Adipositas. Von den teilnahmebereiten Probanden verließen neun vorzeitig die Studie oder wurden nachträglich ausgeschlossen. Es gelangten damit 36 Probanden in die Auswertung (21 Frauen). Die Fallzahl wurde im Vorfeld durch das Institut für Klinische Epidemiologie und angewandte Biometrie der Universitätsklinik Tübingen geplant. Das mittlere Alter betrug 40,1 Jahre ($\pm 10,2$ Jahre), der mittlere BMI 41,9 kg/m² ($\pm 4,0$ kg/m²). Die Zuteilung zu Kontroll- oder Interventionsgruppe erfolgte randomisiert. Das Geschlechterverhältnis war in beiden Gruppen ähnlich, mit einem mäßigen Überwiegen von weiblichen Teilnehmern (54% in der Interventionsgruppe bzw. 61% in der Kontrollgruppe). Die Geschlechterverteilung bildete damit in etwa das Patientenaufkommen in der Adipositasprechstunde der Universitätsklinik Tübingen ab.

In der Interventionsgruppe nahmen 15 Probanden teil, davon acht Frauen. Im Verlauf verließen zwei Teilnehmer die Studie. Gründe hierfür waren orthopädische Beschwerden in einem und persönliche Gründe im anderen Fall. Im Mittel waren die Probanden 40,1 Jahre alt und hatten einen BMI von 42,0 kg/m².

In der Kontrollgruppe nahmen 30 Probanden teil, davon 17 Frauen. Es schlossen 23 den Studienzeitraum ab (14 Frauen). Ein Proband verweigerte die weitere Teilnahme, sechs weitere konnten für eine abschließende Befragung nicht erreicht werden. Das durchschnittliche Alter betrug 41,3 Jahre, der mittlere BMI lag bei 41,7 kg/m².

Tabelle 8: Anzahl der Studienteilnehmer je Gruppe

Kohorte	Interventionsgruppe	Kontrollgruppe
Eingeschlossen n	15	30
Teilnahme abgeschlossen n	13	23
Probanden in der Auswertung	36	

Die Studienteilnahme war freiwillig. Nach mündlicher Aufklärung durch einen Arzt, sowie Aushändigung einer schriftlichen Aufklärung erfolgte die schriftliche Einverständniserklärung.

Je nach Gruppenzugehörigkeit wurde anschließend entsprechend weiterverfahren. Folgende Kriterien entschieden über die Eignung zur Studienteilnahme:

2.5.2.1 Einschlusskriterien

- Alter zwischen 18 und 65 Jahren
- BMI zwischen 35 und 49,9 kg/m²
- minimal mögliche Gehstrecke über 3000m

2.5.2.2 Ausschlusskriterien

- somatische Erkrankungen, bei welchen sportliche Aktivität entweder nicht möglich, oder kontraindiziert ist
- instabile psychiatrische Erkrankung
- Aktuelle Teilnahme an einem sporttherapeutischen Programm

2.5.2.3 Erhobene Parameter

Von den Teilnehmern der Interventionsstudie wurden Geschlecht, Geburtsdatum und Alter sowie Körpergröße und Körpergewicht ermittelt. Der BMI wurde errechnet. Zudem

wurden Angaben über Familienstand, Bildungsabschluss, Beruf und Anstellungsverhältnis erhoben. Die überwiegende Arbeitshaltung wurde ebenso erfragt. Es folgte die Erhebung des Baseline-Fragebogens welcher für beide Gruppen identisch war. Dieser setzte sich aus dem BSA-Fragebogen und dem BQL-Fragebogen zusammen (alle Fragebögen siehe Anhang).

Im weiteren Studienverlauf wurden in der **Interventionsgruppe** mithilfe der Activity-Tracker täglich Ruheherzfrequenz, Schrittzahl, sportlich aktive Minuten und Herzfrequenzen während sportlicher Betätigung aufgezeichnet. Wöchentliche Feedback-Nachrichten via Email wurden protokolliert. Bei den persönlichen Treffen, die ca. alle 8 Wochen stattfanden, wurden jeweils Verlaufsfragebögen ausgefüllt und das Körpergewicht gemessen. Beim letzten Treffen kam ein gesonderter Abschlussfragebogen hinzu.

Für die **Kontrollgruppe** folgte lediglich ein weiterer Verlaufsfragebogen zum Schluss des Beobachtungszeitraums.

2.5.3 Erhebungsinstrumente

Ein Teil der Erhebungsinstrumente wurden mit freundlicher Erlaubnis von Prof. Dr. Gerber (Universität Freiburg) der Basler MoVo LISA Studie (Gerber et al., 2010) entnommen und unseren Bedürfnissen angepasst.

2.5.3.1 BSA-Fragebogen

Um vergleichbare Angaben über die körperliche Aktivität der beiden Studiengruppen zu erhalten wurde der BSA-Fragebogen eingesetzt (Fuchs et al., 2015). Er enthält zu Beginn Angaben über die Bewegungsaktivität im **Beruf**, indem er die überwiegende Arbeitshaltung abfragt. Es werden Punktwerte für überwiegend sitzende, stehende oder bewegte Tätigkeit vergeben (sitzend=1; stehend=2; bewegt=3)

Es folgt die Messung der Bewegungsaktivität in der Freizeit anhand von acht Items, die so konzipiert sind, dass sie den größten Teil der Bewegungsanlässe außerhalb des Berufs abdecken. Es werden die Dauer einer Aktivität in Minuten pro Tag und die Häufigkeit (Tage pro Woche) erhoben und die Produkte dieser Werte aufsummiert. Man erhält den Index „Bewegungsaktivität in der Freizeit“ mit der Einheit ‚Minuten pro Woche‘.

Der dritte Teil des BSA-F misst die Sportaktivität. Drei Sportaktivitäten können genannt werden. Zu jeder Nennung wird die Häufigkeit der Ausübung (pro Monat) und die jeweilige Dauer einer Sporeinheit (in Minuten) abgefragt. Durch Multiplikation der Werte und Division durch vier erhält man hier wiederum einen Index „Sportaktivität“ mit der Einheit ‚Minuten pro Woche‘.

Absichtsstärke. Die Absicht in der nächsten Zeit regelmäßig Sport zu treiben wurde abgefragt. Die Antwortmöglichkeiten reichten hier von 0 („*diese Absicht habe ich überhaupt nicht*“) bis 5 („*diese Absicht habe ich sehr stark*“)

Selbstwirksamkeitserwartungen. Mit drei Items wurde die Selbstwirksamkeit erhoben. Sie bezogen sich auf den Neubeginn, die Aufrechterhaltung regelmäßigen Sporttreibens sowie den Wiederbeginn nach Rückfall in bewegungsarmes Verhalten. Die Skala reichte von 0 („*traue ich mir gar nicht zu*“) bis 5 („*traue ich mir 100%ig zu*“).

2.5.3.2 BQL-Fragebogen

Zur Untersuchung möglicher Einflüsse auf die Lebensqualität wurde der speziell auf adipöse Kollektive ausgerichtete, angepasste Bariatric-Quality-of-Life Fragebogen (BQL) eingesetzt. Dieser Fragebogen wurde im Vergleich mit bekannten HRQoL-Fragebögen validiert und ist für adipositasspezifische Untersuchungen sehr sensitiv (Weiner et al., 2005). 14 Items mit Score-Werten von 1 bis 5 decken verschiedene Bereiche ab. Diese Werte werden zu einem Summenscore addiert. Bei der Berechnung zu beachten ist, dass drei der Fragen („Ich bin aufgrund meiner körperlichen Situation eingeschränkt“) für den niedrigsten Antwortwert den höchsten Score-Wert erhalten und umgekehrt, da ein negativer Einflussfaktor abgefragt wird.

Die maximal erreichbare Summe ist 70 Punkte, die Mindestsumme beträgt 14 Punkte.

2.5.3.3 Feedback-Fragebogen

Bei Abschluss der Studie wurde den Probanden der Interventionsgruppe ein zusätzlicher Fragebogen ausgehändigt, der die Bewertung einzelner Aspekte des Projekts erlaubte. Neben den erhobenen physikalischen Parametern erhielten wir auf diese Weise ebenfalls den subjektiven Eindruck der Teilnehmer zu folgenden Punkten:

- War die Teilnahme nützlich?
- Hatte das Programm Einfluss auf die sportliche Aktivität?

- Hatte das Programm Einfluss auf die Gewichtsreduktion?
- Hatte das Programm/der Activity Tracker Einfluss auf die Motivation?
- Konnte die Einstellung gegenüber körperlicher Aktivität verbessert werden?
- Wie stehen die Teilnehmer nach der Studie zu Fitness- und Activity-Tracking Geräten?

2.5.4 Dokumentation der Daten

Alle per Fragebogen erhobenen Daten wurden gesammelt und in den Räumlichkeiten der Plattform Adipositas in einem abschließbaren Schrank aufbewahrt. In die Aufbewahrung gelangten nur pseudonymisierte Datensätze. Telefonisch gewonnene Fragebögen wurden handschriftlich festgehalten und den übrigen Fragebogensätzen beigelegt. Zur Auswertung wurden die Fragebögen in eine Microsoft Excel-Tabelle überführt (Microsoft Office 2010, Microsoft Corp., Redmond, USA). Über die Activity-Tracker gewonnene Daten wurden direkt über die Internetapplikation abgelesen und manuell in eine Excel-Tabelle übertragen. Die Datengewinnung endete am 22.05.2017.

2.5.5 Statistische Analyse

Die gesammelten Fragebogendaten, anthropometrische Werte sowie die erhobenen Aktivitätsparameter wurden in Excel-Tabellen zusammengefasst. Bei der statistischen Auswertung der Ergebnisse kam daraufhin die kommerzielle Statistiksoftware IBM SPSS Statistics (IBM, Armonk, USA) zum Einsatz.

Die Untersuchungsergebnisse wurden, sofern Sie metrisch waren für beide untersuchten Gruppen als arithmetischer Mittelwert dargestellt. Dieser berechnet sich aus der Summe der Werte geteilt durch die Anzahl der Werte. Zusätzlich wurde für jeden errechneten arithmetischen Mittelwert die Standardabweichung angegeben (SD, engl.: standard deviation). Diese beschreibt die durchschnittliche Abweichung der Werte vom Mittelwert (Kronthaler, 2014). Für einzelne, mindestens ordinale Variablen wurde der Median berechnet. Der Median (auch Zentralwert) ist der mittlere aller nach Größe geordneten Werte. Er ist im Gegensatz zum arithmetischen Mittel „robust“ (d.h. weniger verzerrt) gegenüber Ausreißern, also einzelnen Werten, die stark von der restlichen Werteverteilung abweichen.

Je nach Skalenniveau (nominal, ordinal oder stetig/metrisch) wurden die Variablen neben der Darstellung durch Mittelwerte und Standardabweichung mit dem geeigneten statistischen Verfahren ausgewertet. Bei stetigen (z.B. Alter, Gewicht, BMI, Aktivitätszeiten etc.) oder ordinalen Werten ohne Normalverteilung wurden mit dem Mann-Whitney-U-Test (unverbundene Werte) oder dem Wilcoxon-Rangsummentest (verbundene Werte) auf etwaige Unterschiede untersucht. Der t-Test (gepaart/ungepaart) wurde bei normalverteilten Variablen von mindestens ordinalem Skalenniveau eingesetzt. Ordinale Variablen sind vielfach unter den Fragebogenitems zu finden. Bei kategoriellen Variablen wurde die Häufigkeitsverteilung als Anteil an der Gesamtheit in Prozent angegeben. Um weitere Aussagen, beispielsweise zur Gruppengleichheit treffen zu können wurden kategorielle Variablen mit dem Chi-Quadrat-Test analysiert. Bei sehr kleinen Stichproben kam Fisher's exakter Test zur Anwendung.

Das Signifikanzniveau α (Wahrscheinlichkeit für einen Fehler 1. Art) wurde im Vorfeld mit 5% definiert. Dadurch konnte das Zustandekommen von Mittelwertsunterschieden zwischen Interventions- und Kontrollgruppe eingeordnet werden. Wird fälschlicherweise die Nullhypothese verworfen, obwohl diese zutrifft spricht man von einem Fehler 1. Art, auch α -Fehler. Beim Fehler 2. Art wird die Nullhypothese irrtümlicherweise beibehalten. Als statistisch signifikant bezeichnet man ein Ergebnis, wenn es zum Verwerfen der Nullhypothese führt. Über die Stärke eines Effekts oder die Größe eines Unterschieds sagen Signifikanztests an sich nichts aus. Bei dem festgelegten Signifikanzniveau von 5% galten in der vorliegenden Arbeit also Unterschiede als signifikant, bei denen die Irrtumswahrscheinlichkeit unter 5%, bzw. der p-Wert unter 0,05 lag. Noch kleinere p-Werte wurden als hochsignifikant ($p < 0,01$) und höchstsignifikant ($p < 0,001$) gewertet. Zwischen 5% und 10% Irrtumswahrscheinlichkeit wurde ein Ergebnis als statistisch auffällig angesehen. (Kronthaler, 2014)

Grafische Illustrationen:

- Häufigkeitstabellen

Häufigkeitsdarstellungen zeigen die Verteilung von Daten, bzw. die Häufigkeit ihres Auftretens. Dargestellt werden absolute und relative Häufigkeiten innerhalb der verschiedenen Stichproben

- Balken- oder Säulendiagramme
Sie illustrieren grafisch die Häufigkeit einer kategoriellen oder ordinalen Variable. Metrische Variablen können durch Werteabschnitte berücksichtigt werden. Bei horizontaler Anordnung spricht man von einem Balkendiagramm, bei vertikaler Ausrichtung von einem Säulendiagramm. Es können absolute Häufigkeiten oder Anteile an der Gesamtheit (in Prozent) dargestellt werden.
- Liniendiagramme
stellen den funktionellen Zusammenhang zweier Merkmale in Linienform dar. Häufig, wie auch in der vorliegenden Arbeit werden Werte auf der y-Achse in Abhängigkeit von der Zeit (x-Achse) aufgetragen.
- Kreisdiagramme
zeigen Anteile bestimmter Eigenschaften an einer Grundgesamtheit als Teile eines Kreises.

2.6 DATENSCHUTZ

Die geltenden Bestimmungen des Datenschutzgesetzes und der ärztlichen Schweigepflicht wurden während der gesamten Dauer der Studie und für alle Arten der Datenerhebung eingehalten. Der online-basierte Abruf der Aktivitätsdaten erfolgte von anonymisierten Nutzerprofilen, welche mit laufenden Nummern versehen waren. Eine Zuordnung des Profils zum jeweiligen Probanden war stets nur dem Verfasser dieser Arbeit möglich. Bei telefonischer Befragung wurde den datenschutzrechtlichen Grundsätzen ebenfalls größte Beachtung geschenkt. Sie wurde ebenfalls ausschließlich vom Verfasser durchgeführt, welcher der Schweigepflicht unterliegt. Zu den Fragebogendaten hatten nur autorisierte Mitarbeiter Zugang. Alle Akten wurden in abschließbaren Schränken verwahrt. Die finalen Auswertungstabellen enthielten letztendlich keine Daten mehr, die eine Zuordnung zu Probanden möglich gemacht hätten. Postalisch Versendete Fragebögen enthielten ebenfalls keine persönlichen Daten, sondern lediglich Studiennummern anhand derer ausschließlich der Autor dieser Dissertation eine Zuordnung zum jeweiligen Probanden vornehmen konnte.

2.7 ETHIK

Vorab wurde ein ausführlicher Prüfplan zur vorliegenden Studie erstellt, und der Ethik-Kommission am Universitätsklinikum Tübingen zur Beurteilung übermittelt. Der Prüfplan enthielt eine detaillierte Beschreibung des Studienablaufs, darunter Angaben zu Titel, Inhalt und Ziel der Studie. Außerdem wurde der Stand der Forschung dargestellt, der Studienzeitraum definiert, sowie die Studienpopulation anhand von geplanten Fallzahlen und Ein- und Ausschlusskriterien charakterisiert. Mit besonderem Augenmerk auf den Datenschutz wurden die Erhebungswerkzeuge inklusive der Anschreiben und Aufklärungsschreiben beschrieben. Die jeweiligen Dokumente waren als Anhang beigefügt. Zusätzlich befanden sich im Anhang sämtliche Angaben und Unterlagen zu den in der Studie verwendeten elektrischen Geräte.

Die Ethik-Kommission am Universitätsklinikum Tübingen (Leitung: Prof. Dr. Luft) erteilte am 15.12.2015 das positive Votum Nr. 625/2015BO2.

3 Ergebnisse

3.1 ERGEBNISSE DER GERÄTEVALIDIERUNG

Im Folgenden werden die erhobenen Daten anhand von Fallzahl, minimalem und maximalem Wert, Median und Mittelwert (\pm SD) dargestellt. Wo sinnvoll bzw. möglich wird der p-Wert angegeben. Irrtumswahrscheinlichkeiten von $p < .05$ gelten als signifikant, $p < 0.01$ als sehr signifikant und $p < .001$ als hochsignifikant. Bei Werten von $p < .1$ liegt ein tendenzielles Unterschiedsniveau vor (Bortz, 2013).

3.1.1 Beschreibung des Probandenkollektivs

Aus dem studentischen Umfeld der Universitätsklinik Tübingen wurden 19 Probanden rekrutiert. Davon waren 8 weiblich (42,1%). Das durchschnittliche Alter betrug 24,2 Jahre (min. 20, max. 30, SD 2,25). Die Teilnehmer hatten im Mittel einen BMI von 22,7 kg/m² (min. 18,59, max. 29,92, SD 2,91).

3.1.2 Herzfrequenzmessung

Als Voraussetzung für die Eignung als Hilfsmittel zur Trainingssteuerung muss eine entsprechende Messgenauigkeit gelten (Vgl. Kapitel 3.2.1.). Diese muss hoch genug sein, damit der Patient mit ausreichender Sicherheit seinen Herzfrequenzbereich bestimmen kann. Nur dann können Ergebnisse aus sportmedizinischen Leistungstests gewinnbringend angewendet werden. Aus den individuellen Empfehlungen der Sportmedizin für den jeweiligen Probanden lässt sich ableiten, dass der vorgegebene Belastungsbereich meist etwa 20 Schläge/Min. umfasst. Die Herzfrequenzmessung darf demnach höchstens um 10 Schläge/Min. nach oben oder unten abweichen um noch eine Beurteilung des Belastungsbereichs zu erlauben. Von 19 durchgeführten Testdurchläufen ging eine Messung durch Übertragungsfehler verloren. Die übrigen 18 Datensätze konnten ausgewertet werden. Für die drei Phasen des Testprotokolls (Ruhe, Orthostase/Übergang, Belastung) wurden die Abweichungen getrennt beurteilt. Über alle Versuchsdurchgänge (n=18) wurde in 95% der Ruhemessungen, und in 100% der Belastungsmessungen eine entsprechende Genauigkeit erreicht (\pm 10 Schläge/Min.). Während der Orthostase- und Übergangsphase war dies nur in 42% der Messungen der Fall. Die erstellten Bland-Altman-Diagramme stellen die drei Phasen des Testprotokolls folgendermaßen dar:

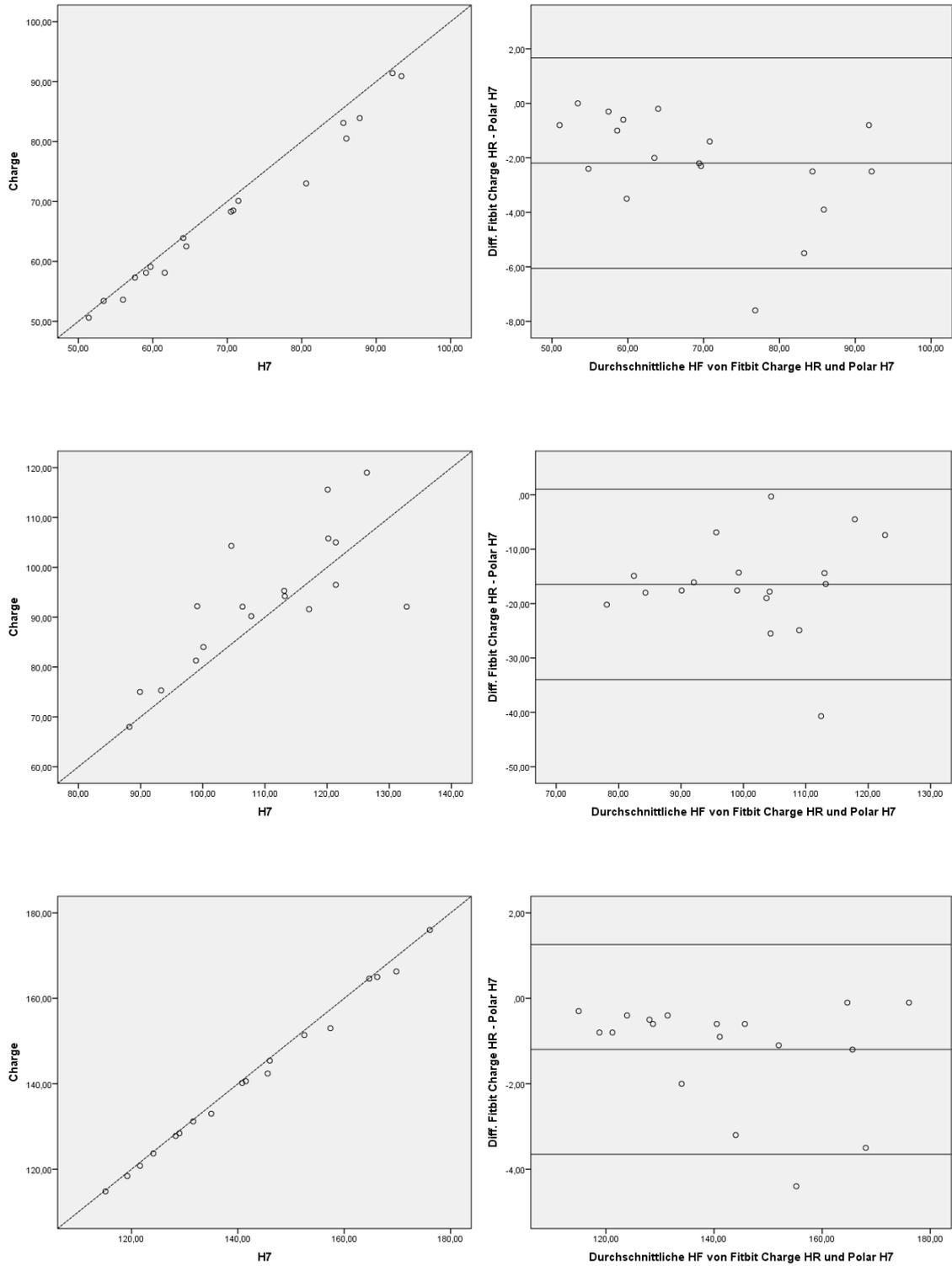


Abbildung 10: Grafischer Vergleich der Messwerte von Fitbit Charge HR und dem Referenzgerät Polar H7. Links sind die Werte direkt gegeneinander abgetragen, rechts in Form eines Bland-Altman-Plots dargestellt. V.o.n.u.: Ruhemessung, Übergangsphase, Belastungsphase

Tabelle 9: Statistische Auswertung der Herzfrequenzmessungen.

	Ruhe	Übergang	Belastung
n	18	18	18
Fitbit Mittelwert \pm SD	68,1 \pm 13,1	93,2 \pm 13,6	141,3 \pm 18,3
H7 Mittelwert \pm SD	70,3 \pm 13,9	109,7 \pm 13,0	142,5 \pm 18,6
Korrelationskoeffizient r	0,991	0,775	0,998
ICC (95% CI)	0,988 (0,85-1,0)	0,612 (-0,21-0,89)	0,998 (0,98-1,0)
Mittlere Differenz \pm SD	-2,2 \pm 2,0	-16,5 \pm 8,9	-1,2 \pm 1,3
Upper LoA	1,7	1,0	1,3
Lower LoA	-6,1	-34,0	-3,6

Tabelle 9 zeigt die statistische Auswertung der Messdaten. Durch Gegenüberstellung der ermittelten Werte mit den zuvor definierten Referenzkriterien kann die Verlässlichkeit der Messgeräte beurteilt werden.

Auf Basis dieser Werte kann das Fitbit Charge HR mit gewissen Einschränkungen als Hilfsmittel zum herzfrequenzgesteuerten Training dienen. Verlässliche Werte sind nach den vorliegenden Versuchen nur während gleichförmiger Belastung zu erwarten, nicht jedoch bei raschen Änderungen der Herzfrequenz, wie sie bei der Orthostasereaktion oder bei plötzlichem Belastungswechsel auftreten. Geeignet ist das Fitbit Charge HR demnach für ein Ausdauertraining nach der Dauer- oder Wiederholungsmethode, oder bedingt auch nach der Intervallmethode. Für Intervalltraining, sowie Kraft- und Schnelligkeitstraining ist die Messgenauigkeit allerdings nicht ausreichend (Weiteres siehe Diskussion. Für Erläuterungen zu Trainingsmethoden wird auf Fachbücher der Trainingslehre verwiesen).

Auffällig ist eine Messlatenz bei den Fitnessarmbändern. Subjektiv erscheint die Messgenauigkeit höher als die Auswertung der Messdaten es zeigt. Es scheint die gemessene Herzfrequenz zwar der tatsächlichen HF zu entsprechen, sie wird jedoch mit einer Verzögerung von einigen Sekunden angezeigt. Diese Verzögerung findet nicht während der

Übertragung vom Armband auf das Telefon (bzw. den Computer) statt sondern wird ausschließlich während der Mess- und Verarbeitungsvorgänge im Gerät erzeugt.

3.1.3 Schrittzählerfunktion

Verglichen wurde die Schrittzahl nach Messung durch den Fitnesstracker Fitbit Charge HR mit der realen Schrittzahl, welche manuell per Handzähler ermittelt wurde. Im Versuch begann die Messung mit dem ersten auf dem Laufband zurückgelegten Schritt und beinhaltete somit sowohl gegangene als auch gelaufene Schritte.

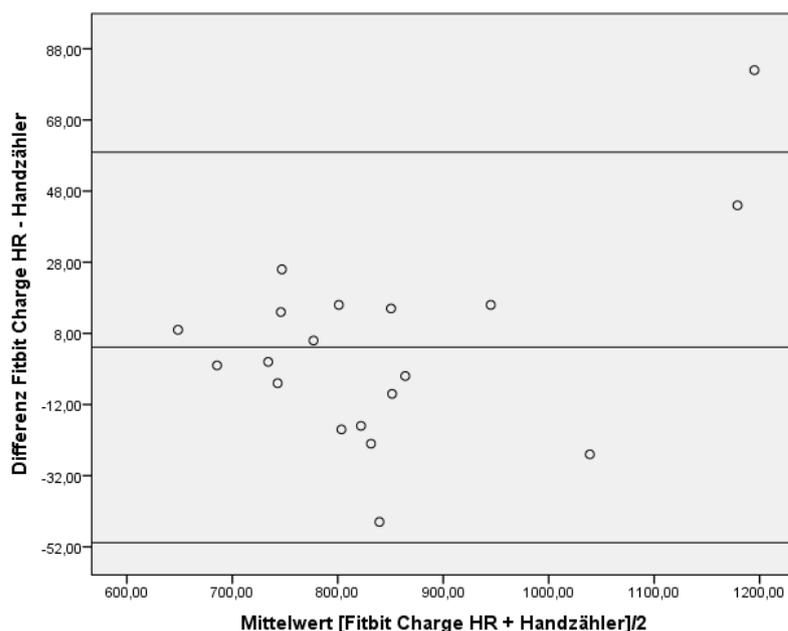


Abbildung 11: Bland-Altman-Plot zu den mit Handzähler bzw. Fitbit Charge HR ermittelten Schrittzahlen während der Durchführung des Testprotokolls.

Die gemessenen Schrittzahlen laut Fitbit Charge HR wichen von denen des Referenzgeräts (Handzähler) im Mittel um 4,1 Schritte/2,2% ab (min. -5,2%, max +7,1%, SD 28,0). In 19 Messungen stimmten die Ergebnisse einmal exakt überein. Neunmal wurde der tatsächliche Wert überschätzt, während er ebenfalls neunmal unterschätzt wurde. Die Korrelation nach Pearson wurde mit $r=0,986$ berechnet, mit einer Signifikanz von $p<0,001$. Die ICC (0,991) weist ebenfalls auf eine starke Übereinstimmung der Messmethoden hin.

Tabelle 10: Fitbit Charge HR Schrittzählerfunktion. Ergebnisse der statistischen Auswertung.

n	19
Fitbit Mittelwert \pm SD	849,5 \pm 155,6
Handzähler Mittelwert \pm SD	845,5 \pm 142,5
Korrelationskoeffizient r	0,986
ICC (95% CI)	0,991 (0,978-0,997)
Mittlere Differenz \pm SD	4,1 \pm 28,0
Upper LoA	58,95
Lower LoA	-50,85

3.2 ERGEBNISSE DER INTERVENTIONSSTUDIE

3.2.1 Beschreibung des Patientenkollektivs

In die statistische Auswertung der Studie konnten die Datensätze von 36 Probanden aufgenommen werden. 13 in der Interventionsgruppe, 23 in der Kontrollgruppe. Diese Personen waren zwischen 19 und 61 Jahre alt. Durchschnittlich lag das Alter bei 40,1 Jahren (SD 10,24). Der BMI lag im Mittel bei 41,9 kg/m² (SD 4,0 kg/m², Range 35,2 bis 48,8 kg/m²). Tabelle 11 zeigt soziodemografische Merkmale der Längsschnittstichprobe.

Die Probanden der **Interventionsgruppe** waren durchschnittlich 39,3 Jahre alt (Min. 27, Max 51, SD 7,06). Das durchschnittliche Körpergewicht lag bei 131,4 kg (Min. 95, Max. 175,2, SD 22,78), der durchschnittliche BMI bei 41,97 kg/m² (Min. 37, Max. 48,1, SD 4,01).

Das mittlere Alter der **Kontrollgruppe** betrug 40,5 Jahre (Min. 19, Max 61, SD 11,79). Das durchschnittliche Körpergewicht lag bei 124,83 kg (Min. 95, Max. 150, SD 16,04), der durchschnittliche BMI bei 41,92 kg/m² (Min. 35,2, Max. 48,8, SD 4,08).

Hinsichtlich aller erhobenen soziodemografischer Merkmale ließen sich keine statistisch signifikanten Unterschiede feststellen.

Diese soziodemographischen Daten werden in Tabelle 12 im Gruppenvergleich dargestellt. Diese beurteilt die Vergleichbarkeit der Gruppen anhand des Chi²-Tests für nicht-parametrische Variablen.

Tabelle 11: Soziodemografische Merkmale der gesamten Längsschnittstichprobe (Prozentsummen <100% durch fehlende Angaben möglich).

		<i>n</i>	Prozentsatz
Geschlecht	weiblich	21	58,3%
	männlich	15	41,7%
Höchster Schulabschluss	Hauptschule	8	22,2%
	Realschule	15	41,7%
	(Fach-)Abitur	3	8,3%
	(Fach-)Hochschule	8	22,2%
	Sonstiges	1	2,8%
	kein Abschluss	1	2,8%
Ausgeübter Beruf	Arbeiter/in	3	8,3%
	Angestellte/r	25	69,4%
	selbstständig	1	2,8%
	z. Zt. Arbeitslos	3	8,3%
	Sonstiges	4	11,1%
Anstellungsverhältnis	Vollzeit	21	58,3%
	Teilzeit	9	25,0%
Arbeitshaltung	sitzend	16	48,5%
	stehend	11	33,3%
	bewegt	6	18,2%
Familienstand	in Partnerschaft lebend	15	41,7%
	alleine lebend	20	55,6%

Tabelle 12: Soziodemografische Merkmale der kompletten Längsschnittstichprobe, nach Gruppe getrennt (Prozentsummen <100% durch fehlende Angaben möglich)

		Kontrollgruppe		Interventionsgruppe		Chi ² -Test
		n	Prozentsatz	n	Prozentsatz	
Geschlecht	weiblich	14	60,9%	7	53,8%	n.s.
	männlich	9	39,1	6	46,2%	
Höchster Schulabschluss	Hauptschule	6	26,1%	2	15,4%	n.s.
	Realschule	10	43,5%	5	38,5%	
	(Fach-)Abitur	1	4,3%	2	15,4%	
	(Fach-)Hochschule	5	21,7%	3	23,1%	
	Sonstiges	1	4,3%	-	-	
	keinen Abschluss	-	-	1	7,7%	
Ausgeübter Beruf	Arbeiter/in	3	13,0%	-	-	n.s.
	Angestellte/r	15	65,2%	10	76,9%	
	selbstständig	-	-	1	7,7%	
	z. Zt. arbeitslos	2	8,7%	1	7,7%	
	Sonstiges	3	13,0%	1	7,7%	
Anstellungsverhältnis	Vollzeit	13	56,5%	8	61,5%	n.s.
	Teilzeit	6	26,1%	3	23,1%	
Arbeitshaltung	sitzend	10	43,5%	6	46,2%	n.s.
	stehend	8	34,8%	3	23,1%	
	bewegt	3	13,0%	3	23,1%	
Familienstand	in Partnerschaft lebend	14	60,9%	7	53,8%	n.s.
	alleine lebend	8	34,8%	6	46,2%	

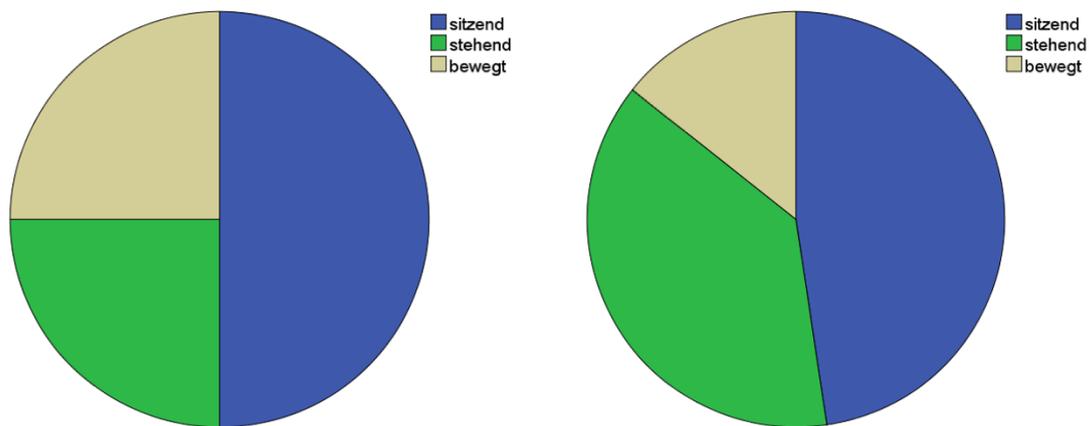


Abbildung 12: Überwiegende Arbeitskörperhaltung der Probanden. Links: Interventionsgruppe. Rechts: Kontrollgruppe

Der **Beobachtungszeitraum** der Interventionsgruppe betrug im Mittel 184 Tage (Min. 168, Max. 206, SD 10,59). Der Beobachtungszeitraum der Kontrollgruppe betrug im Mittel 173 Tage (Min. 152, Max 208, SD 12,3).

3.2.2 Betreuungsaufwand während der Intervention

Mit dem durchgeführten Pensum an persönlichen Beratungsgesprächen – drei Terminen pro Halbjahr, also einem Termin alle zwei Monate – ergibt sich bei einer Kohortengröße von 15 Probanden eine Summe von etwa sieben bis acht Beratungsgesprächen im Monat. Die Dauer eines Termins belief sich in der Regel auf 30 Minuten. Themen der Beratungen waren Ernährung, Sport und Trainingsgestaltung sowie Fragen zum Fitbit-Gerät oder zur Software.

Für die entsprechende Kohorte mussten weiterhin wöchentliche Feedback-Nachrichten via E-Mail verfasst werden. Bei einer Kohortengröße von 15 Probanden sind dies also ca. 60 E-Mails pro Monat. Die Inhalte waren weitestgehend dieselben, wie bei den persönlichen Treffen. Inklusive Auswertung der Trainings-, Ernährungs- und Gewichtsaufzeichnungen betrug die Bearbeitungszeit zwischen 15 und 30 Minuten je Proband.

3.2.3 Compliance, Tragezeiten, Schwierigkeiten

Im Durchschnitt wurde das Gerät im Beobachtungszeitraum von 185 Tagen an 137 Tagen getragen (SD 52,2). Das entspricht einem Anteil von 74% der Tage oder 5,2 Tagen pro Woche (SD 1,98; min 1,9; max 7,0). Im Mittel wurde also die Vorgabe von 4 Tagen je

Woche Tragezeit erfüllt. Im Einzelnen erfüllten dieses Ziel allerdings nur 69,2% der Probanden. Der Kasten zeigt nachweisbare Zusammenhänge zwischen Tragezeit und weiteren relevanten Größen.

- Probanden mit hohem Summenwert für Selbstwirksamkeitserwartung trugen das Gerät häufiger, d.h. an insgesamt mehr Tagen ($r=0,691$, $p=0,009$).
- Die Tragezeit in Tagen/Woche korrelierte signifikant mit der Steigerung der Lebensqualität ($r=0,561$, $p=0,046$).
- Ein statistischer Hinweis ergab sich auch für die BMI-Differenz. Sie korreliert mit der Tragehäufigkeit mit $r=-0,526$ ($p=0,065$).
- Ebenso könnte eine hohe Tragezeit als Prädiktor für einen Therapieerfolg dienen ($r=-0,499$, $p=0,082$).

Im Verlauf des sechsmonatigen Betreuungszeitraums gaben sieben Probanden **Schwierigkeiten mit der Bedienung** des Geräts an. Lediglich bei drei dieser Teilnehmer kam es wiederholt zu Problemen. Angegeben wurden:

- Synchronisationsschwierigkeiten (4x)
- Störendes Leuchten der LED nachts (1x)
- Druck am Handgelenk (1x)
- Hautreizungen am Handgelenk (2x)
- Nicht näher bezeichnete Schwierigkeiten (4x)
- Schwierigkeiten mit der Bedienung des digitalen Ernährungstagebuchs (1x)

Im Durchschnitt wurde der Tracker 123,7 Stunden pro Woche getragen (siehe auch Abb. 14). Dies entspricht einer **Tragezeit** von rund 18 Stunden am Tag, wobei es Unterschiede in den Tragegewohnheiten gab. Einige legten das Gerät tageweise ab, andere trugen es wiederum täglich und legten es jeweils für einige Stunden ab. 69,2% der Probanden trugen das Gerät auch nachts (Angaben der letzten Befragung, t3). Die Werte für Tragedauer und Tragegewohnheiten waren bei den einzelnen Befragungen weitestgehend konstant. Abbildung 13 zeigt die nach sechs Monaten erzielte Gewichtsreduktion der Interventionsprobanden in Abhängigkeit von der Tragehäufigkeit. Es fällt auf, dass alle per Definition erfolgreichen Teilnehmer (bezüglich Gewichtsreduktion) ihr Trackinggerät annähernd täglich trugen.

Die Fitbit-App bietet verschiedene weitere optionale Nutzungsmöglichkeiten. Am relevantesten für die Adipositasstherapie ist sicherlich das digitale Ernährungsprotokoll.

Die Probanden wurden nach der Nutzung solcher Zusatzfunktionen befragt. Während zu Beginn 23,1% der Befragten regelmäßig solche Funktionen nutzten, sank dieser Wert zum Abschluss der Studie auf 7,7% (Abb. 17).

69,2% gaben zuletzt an, diese Funktionen gelegentlich anzuwenden. Das Gerät selbst wurde am Handgelenk in wenigen Fällen als störend empfunden. Diese Zahl sank im Verlauf der Studie von 23,1% auf 7,7%.

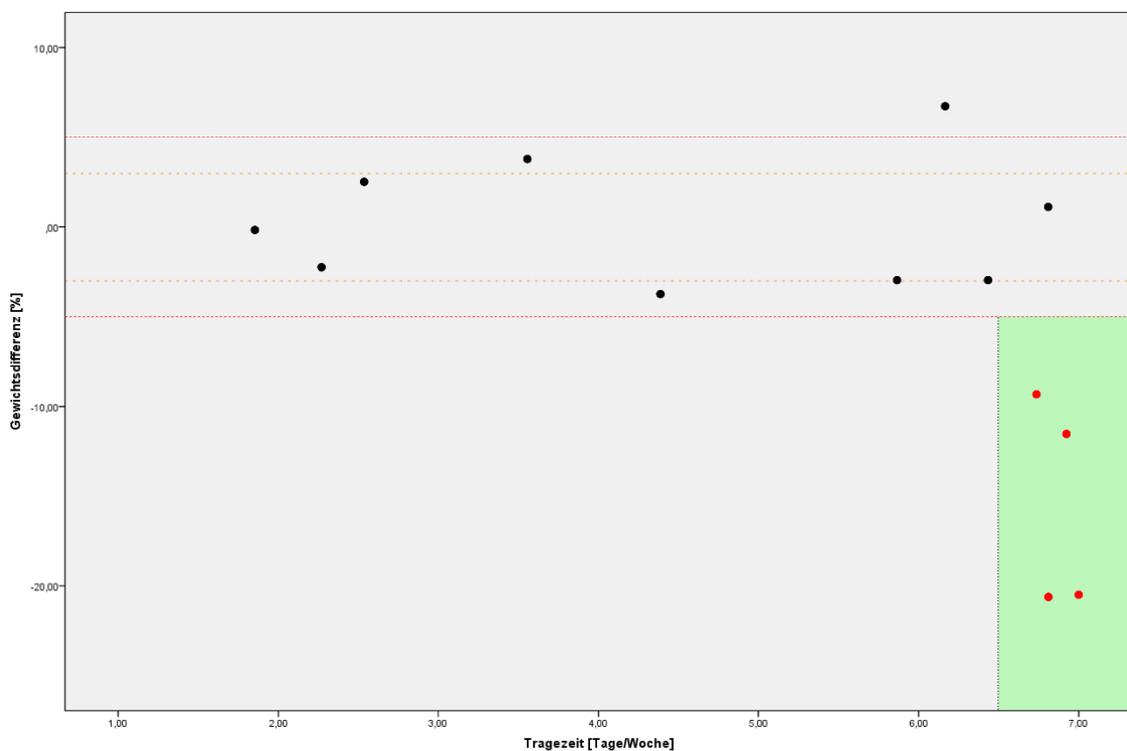


Abbildung 13: Gewichtsreduktion in Abhängigkeit von der Tragedauer des Geräts. Rote Linien: 5% Abweichung vom Ausgangsgewicht (entspricht klinisch signifikanter Gewichtsänderung, vgl. Stevens et al., 2006). Rote Punkte: Probanden mit per Definition klinisch signifikanter Gewichtsreduktion.

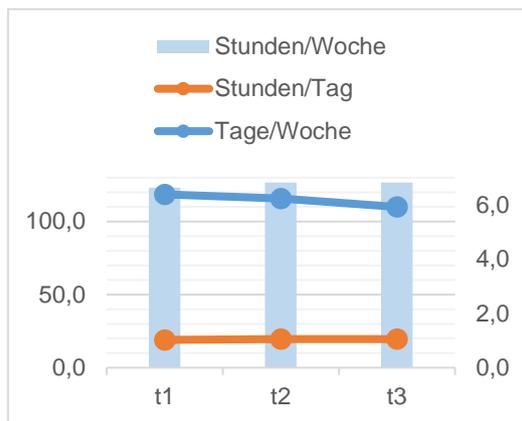


Abbildung 14: Tragezeiten der Fitnesstracker.

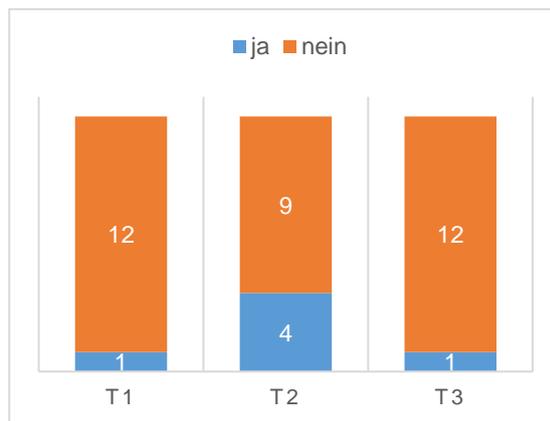


Abbildung 15: Nächtliche Nutzung des Fitnesstrackers..

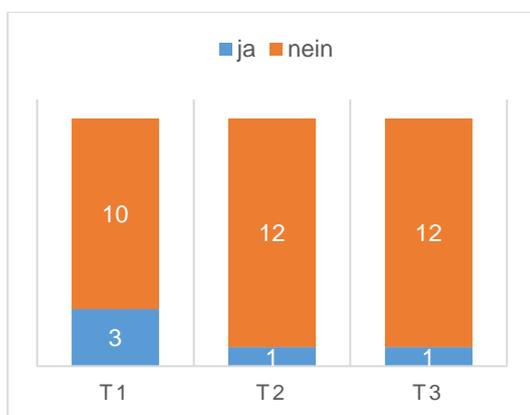


Abbildung 16: Schwierigkeiten und Probleme im Umgang mit dem Fitnesstracker.

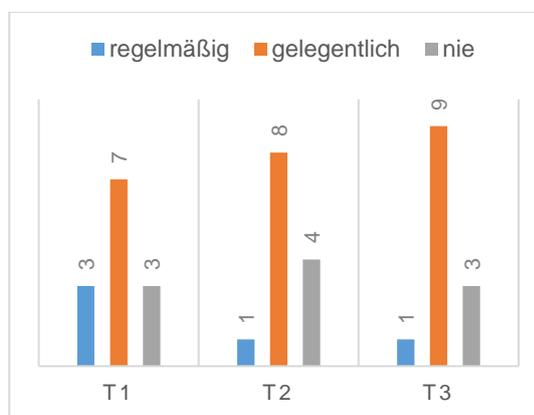


Abbildung 17: Nutzung zusätzlicher Funktionen des Fitnesstrackers.
(z.B. Gewichtsprotokoll, Ernährungstagebuch)

3.2.4 Absichtsstärke und Selbstwirksamkeitserwartung

Die Antwortwerte der einzelnen Items werden hier wie metrische Variablen behandelt und durch Mittelwerte und Standardabweichung dargestellt. Frage 1 bildet den Wert „Absichtsstärke“. Der Summenscore aus den Fragen 2 bis 4 bildet den Wert „Selbstwirksamkeitserwartung“.

1. Wie stark ist Ihre Absicht, in den nächsten Wochen und Monaten sportlich aktiv zu sein?

(0=diese Absicht habe ich überhaupt nicht bis 5=diese Absicht habe ich sehr stark. Vergleich der Zeitpunkte t0=Studienbeginn und t3=Studienende)

	t0	t3	Differenz	Wilcoxon
Interventionsgruppe	4,15 ±0,9	4,08 ±1,26	-0,08 ±1,19	p=1
Kontrollgruppe	2,91 ±1,44	3,78 ±1,35	0,87 ±1,79	p=,030

2. Ich traue mir zu, mit einer sportlichen Aktivität neu zu beginnen

(0=traue ich mir überhaupt nicht zu bis 5=traue ich mir hundertprozentig zu. Vergleich der Zeitpunkte t0=Studienbeginn und t3=Studienende)

	t0	t3	Differenz	Wilcoxon
Interventionsgruppe	4,08 ±1,12	3,85 ±1,41	-0,23 ±1,42	p=,595
Kontrollgruppe	2,74 ±1,76	3,17 ±1,87	0,43 ±2,15	p=,272

3. Ich traue mir zu, eine einmal begonnene sportliche Aktivität über ein paar Monate hinweg weiterzuführen

(mögliche Werte von 0=traue ich mir überhaupt nicht zu bis 5=traue ich mir hundertprozentig zu. Vergleich der Zeitpunkte t0=Studienbeginn und t3=Studienende)

	t0	t3	Differenz	Wilcoxon
Interventionsgruppe	3,69 ±1,18	3,69 ±1,32	0 ±1,15	p=,763
Kontrollgruppe	2,96 ±1,69	3,83 ±1,47	0,87 ±2,4	p=,073

4. Ich traue mir zu, mit einer sportlichen Aktivität nach einer längeren Pause wieder anzufangen

(mögliche Werte von 0=traue ich mir überhaupt nicht zu bis 5=traue ich mir hundertprozentig zu.
Vergleich der Zeitpunkte t0=Studienbeginn und t3=Studienende)

	t0	t3	Differenz	Wilcoxon
Interventionsgruppe	3,77 ±1,01	4,23 ±1,36	0,46 ±1,33	p=,153
Kontrollgruppe	3,04 ±1,43	3,57 ±1,50	0,52 ±1,59	p=,148

Summe „Selbstwirksamkeitserwartung“

(Vergleich der Zeitpunkte t0=Studienbeginn und t3=Studienende)

	t0	t3	Differenz	Wilcoxon
Interventionsgruppe	11,54 ±2,82	11,77 ±3,63	0,23 ±3,22	p=,280
Kontrollgruppe	8,74 ±4,28	10,57 ±3,27	1,83 ±4,57	p=,121

3.2.5 Verhaltensänderung

Um den Einfluss des Interventionsprogramms auf das Bewegungs- und Sportverhalten der Probanden beurteilen zu können, sollen hier die Ergebnisse der Aktivitätsfragebögen beider Gruppen gegenübergestellt werden.

3.2.5.1 Alltagsaktivität

Zum Zeitpunkt der Aufnahmebefragung waren die Probanden der Interventionsgruppe im Mittel 688,7 Minuten pro Woche im Alltag aktiv (SD 582,7). Dieser Wert stieg bis zur Abschlusserhebung auf 775,0 Minuten (SD 924,9). Die Differenz betrug demnach 86,3 Minuten/Woche. Durch die hohe Varianz wurde eine statistische Signifikanz verhindert (p=0,405). Die Alltagsaktivität der Kontrollgruppe nahm von 608 Minuten pro Woche auf 504 Minuten ab. Dies entspricht einer Differenz von -104 Minuten. Dieser

Unterschied war ebenfalls statistisch nicht signifikant ($p=0,096$). Auch die Differenzen beider Gruppen unterscheiden sich untereinander nicht signifikant ($p=0,091$)!

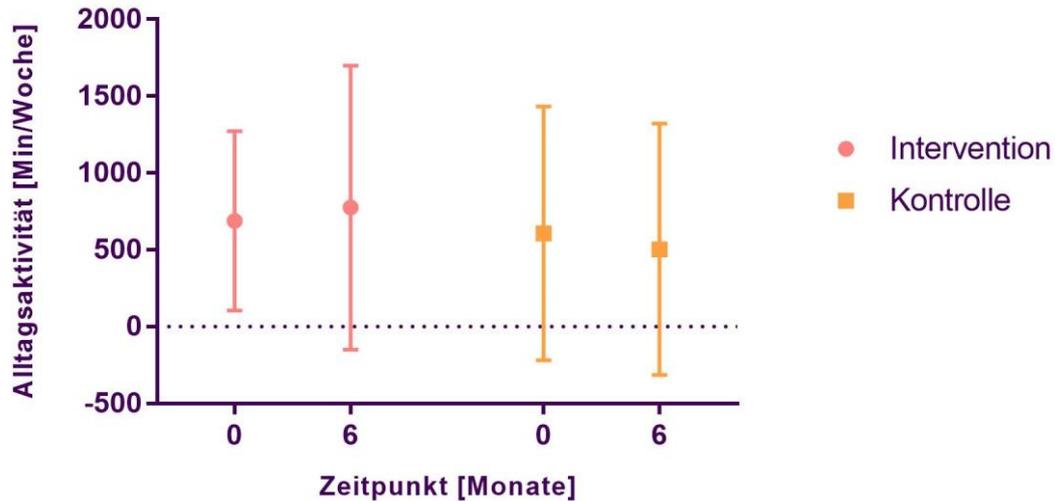


Abbildung 18: Entwicklung der monatlichen Alltagsaktivität.

Tabelle 13: Vergleich der Alltagsaktivität [Min/Monat] beider Gruppen zu den Zeitpunkten t_0 und t_3 .

Messzeitpunkt	Kontrollgruppe		Interventionsgruppe		Mann-Whitney-U p
	M	SD	M	SD	
t_0	608,0	825,1	688,7	582,7	,494
t_3	503,9	817,6	775,0	924,9	,434
Diff.	-104,0	287,0	86,3	475,5	,697

	t_0	t_3	Differenz	Wilcoxon
Interventionsgruppe	688,7 $\pm 582,7$	775,0 $\pm 924,9$	86,3 $\pm 475,5$	$p=,552$
Kontrollgruppe	608,0 $\pm 825,1$	503,9 $\pm 817,6$	-104,0 $\pm 287,0$	$p=,080$

3.2.5.2 Schrittzahlen

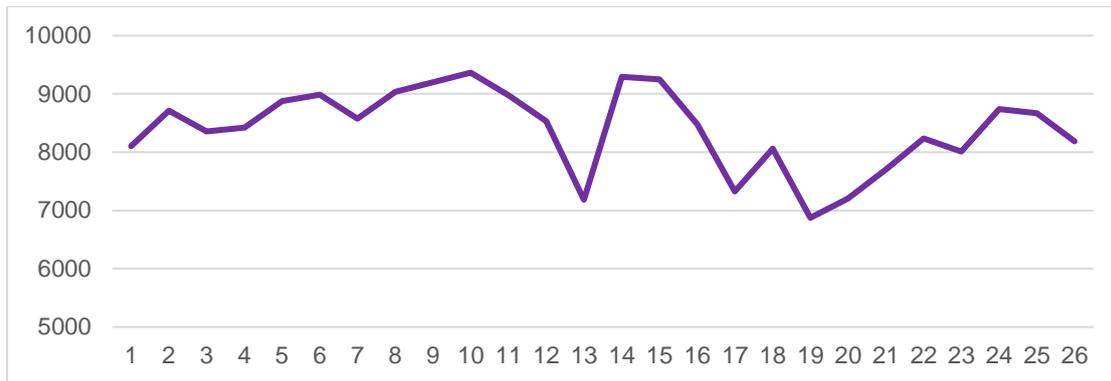


Abbildung 19: Durchschnittliche Tägliche Schrittzahl der Interventionsgruppe im Studienverlauf.

In der ersten Woche der Untersuchung legten die Teilnehmer im Durchschnitt 8103 Schritte/Tag zurück (SD 2578). Über die ersten zehn Wochen des Beobachtungszeitraums konnte im Mittel ein leichter Anstieg der täglich zurückgelegten Schritte festgestellt werden (siehe Abb. 12). Das Maximum wurde in Woche 10 mit durchschnittlich 9364 Schritten/Tag (SD 3071) erreicht. Dies entspricht einer Steigerung um etwa 16%. Danach schwankten die Werte, um zuletzt etwa auf Ausgangsniveau zurückzukehren (8187 Schritte/Tag, SD 3931). Über den gesamten Studienzeitraum wurde ein Durchschnitt von 8349 Schritten/Tag ermittelt (Min. 5097; Max. 12595; SD 2268,2). Die durchschnittliche Tagesschrittzahl stand in keinem Zusammenhang mit den Kennzahlen des Gewichtsverlusts. Es ließen sich auch keine Korrelationen mit der Lebensqualität oder einzelnen Sub-Items wie z.B. dem empfundenen Gesundheitszustand nachweisen.

3.2.5.3 Prävalenz der sportlichen Aktivität

Vor Beginn der Intervention hatten die sportlich Aktiven (≥ 60 Minuten Sport/Woche) an der Kontrollgruppe einen Anteil von 21,7%. Die Interventionsgruppe war zu knapp einem Drittel sportlich aktiv (30,8%). Nach nichtsignifikantem exakten Fisher-Test ($p=0,693$) war die Gesamtstichprobe in Bezug auf die sportliche Aktivität als homogen anzusehen.

Nach Ende der Studie war der Anteil der sportlich Aktiven in der Kontrollgruppe auf 47,8% gestiegen (plus 26,1%). Die Interventionsgruppe hingegen hatte sich auf 61,5% gesteigert (plus 30,7%). Es lag hier dennoch kein statistisch signifikanter Unterschied vor.

3.2.5.4 Mittelwerte der Sportaktivität im Gruppenvergleich

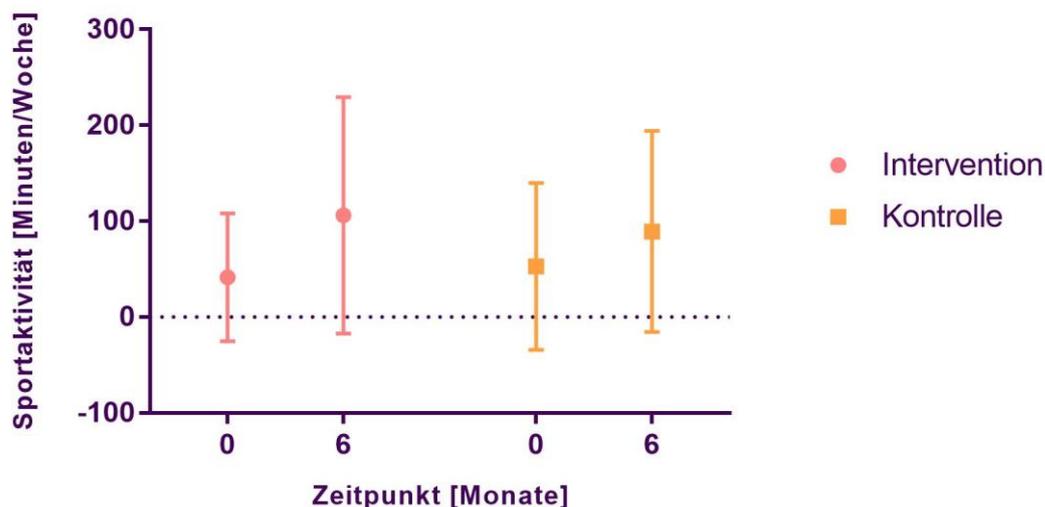


Abbildung 20: Entwicklung der monatlichen Sportaktivität. Gelb: Kontrollgruppe, rosa: Interventionsgruppe

Innerhalb beider Gruppen nahm die körperliche Aktivität in Form von Sport über den Beobachtungszeitraum zu. Während sich die Kontrollgruppe um 69% steigerte, verbesserte sich die Interventionsgruppe im Mittel um 155%. In beiden Gruppen konnte kein statistisch signifikanter Unterschied zum Anfangswert nachgewiesen werden.

Tabelle 14: Wöchentliche Sportsomme [min/Woche]

Messzeitpunkt	Kontrollgruppe		Interventionsgruppe		Mann-Whitney-U
	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>p</i>
t0	52,9	87,0	41,5	66,6	,580
t3	89,2	104,9	106,1	123,3	,626
Diff.	36,4	119,6	64,5	148,3	,267

	t0	t3	Differenz	Wilcoxon
Interventionsgruppe	41,5 ±66,6	106,1 ±123,3	64,5 ±148,3	p=,131
Kontrollgruppe	52,9 ±87,0	89,2 ±104,9	36,4 ±119,6	p=,077

3.2.5.5 Aktivität im Studienverlauf (Interventionsgruppe)

Innerhalb der Interventionsgruppe wurden Aktivitätsumfänge zu vier Zeitpunkten erfasst (t0=Zeitpunkt der Aufnahme, t1=2 Monate, t2=4 Monate, t3=6 Monate). Die Mittelwerte zeigt Tabelle 14. Die wöchentliche Sportaktivität zum Ende der Intervention (t3) unterscheidet sich nicht signifikant von den Werten der Aufnahmeerhebung (t0) zeigt aber einen Trend (p=.131). Die Entwicklung zu Beginn der Untersuchung lässt ein eindeutigeres Ergebnis erwarten. Vergleicht man den Sportaktivitätswert bei t1 mit dem Ausgangswert wird eine Irrtumswahrscheinlichkeit von 6,9% erreicht.

Tabelle 15: Sport- und Alltagsaktivität der Interventionsgruppe zu den verschiedenen Messzeitpunkten

	t0	t1	t2	t3
Sportaktivität [Minuten/Woche] (Mittelwert, SD)	42 ±66,6	123 ±135,2	63 ±84,4	106 ±123,3
Alltagsaktivität [Minuten/Woche] (Mittelwert, SD)	689 ±582,7	813 ±878,2	700 ±713,1	775 ±924,9

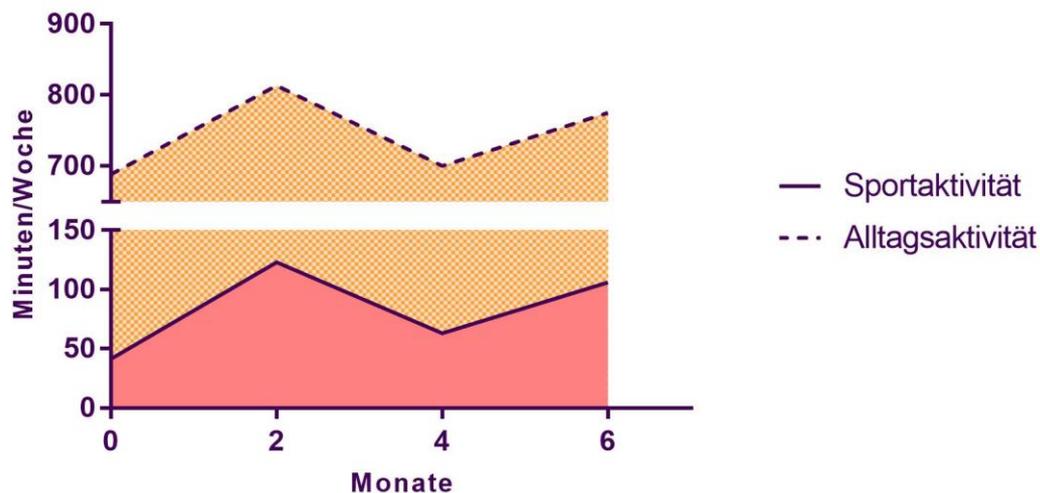


Abbildung 21: Sport- und Alltagsaktivität im Studienverlauf

3.2.6 Körpergewicht, BMI und Excess weight loss

Die verschiedenen in der Adipositas­therapie gebräuchlichen Größen zur Beschreibung von Körpergewichtsänderungen werden hier zum Vergleich des Ausmaßes der erreichten Gewichtsreduktion aufgeführt.

Tabelle 16: Mittelwerte und Standardabweichungen des Körpergewichts beider Gruppen zu den Zeitpunkten t0=Aufnahme und t3=Abschluss.

	t0	t3	Differenz	p
Körpergewicht [kg] in der Interventionsgruppe (n=13) (Mittelwert, SD)	131,4 ±22,8	124,9 ±22,0	-6,49 ±11,5	,064
Körpergewicht [kg] in der Kontrollgruppe (n=23) (Mittelwert, SD)	124,8 ±16,0	120,9 ±15,0	-3,91 ±6,5	,008

Tabelle 17: Mittelwerte und Standardabweichungen des BMI beider Gruppen zu den Zeitpunkten t0=Aufnahme und t3=Abschluss

	t0	t3	Differenz	p
BMI [kg/m ²] in der Interventionsgruppe (n=13) (Mittelwert, SD)	42,0 ±4,0	39,9 ±4,2	-2,05 ±3,8	,074
BMI [kg/m ²] in der Kontrollgruppe (n=23) (Mittelwert, SD)	41,9 ±4,1	40,7 ±4,4	-1,25 ±2,1	,010

Tabelle 18: Mittelwerte und Standardabweichungen des %EWL beider Gruppen zu den Zeitpunkten t0 - Aufnahme und t3 - Abschluss

	%WL	%EWL
Interventionsgruppe (n=13) (Mittelwert, SD)	-4,61 ±8,62	-10,67 ±21,07
Kontrollgruppe (n=23) (Mittelwert, SD)	-2,96 ±4,85	-7,39 ±11,83
p	,770	,721

In der **Interventionsgruppe:**

- betrug die Gewichtsänderung im Mittel -6,5kg (min. -27,0; max. +8,2, SD 11,5).
- sank der BMI durchschnittlich um -2,05 kg/m² (min. -9,90; max +2,54; SD 3,78)
- wurde ein %EWL von -10,67% erreicht (Min. +20,45; Max. -54,55; SD 21,07)
- betrug der %WL im Mittel -4,61 (Min. +6,72; Max. -20,61; 8,62)

In der **Kontrollgruppe:**

- lag die durchschnittliche Änderung des Körpergewichts bei -3,9kg (min. -25,0; max. 2,0; SD 6,5).
- ergab sich für den BMI eine Differenz zum Eingangswert von -1,25 kg/m² (Min. -8,06; Max. 0,81; SD 2,12).
- wurde ein %EWL von -7,39% erreicht (Min. +4,35; Max. -41,44; SD 11,83)
- lag der durchschnittliche %WL bei -17,24 (Min. +1,82; Max. -17,24; SD 4,85)

Die nicht normalverteilten Stichproben wurden mit dem Mann-Whitney-U-Test verglichen. Die Gruppen unterschieden sich weder vor, noch nach der Intervention signifikant hinsichtlich der Variablen Körpergewicht und BMI. Auch bezüglich der Änderung dieser beiden Größen, sowie hinsichtlich der des prozentualen EWL konnte kein statistisch signifikanter Unterschied festgestellt werden. Für alle verglichenen Größen lässt sich anhand der Werte lediglich eine Tendenz feststellen.

Die folgenden Grafiken stellen die Gruppenunterschiede zu den jeweiligen Messzeitpunkten dar. Es wird deutlich, dass Trends vorliegen, die allerdings durch die große Standardabweichung keine statistische Signifikanz erlangen.

Die in der Interventionsgruppe zusätzlich vorliegenden Werte für die Zeitpunkte zwei und vier Monate nach Studienbeginn ermöglichen für diese Gruppe außerdem eine Analyse des Gewichtsverlaufs. Die negative Steigung der Kurve nimmt hierbei allmählich ab, die Kurve scheint sich asymptotisch einem Grenzwert anzunähern.

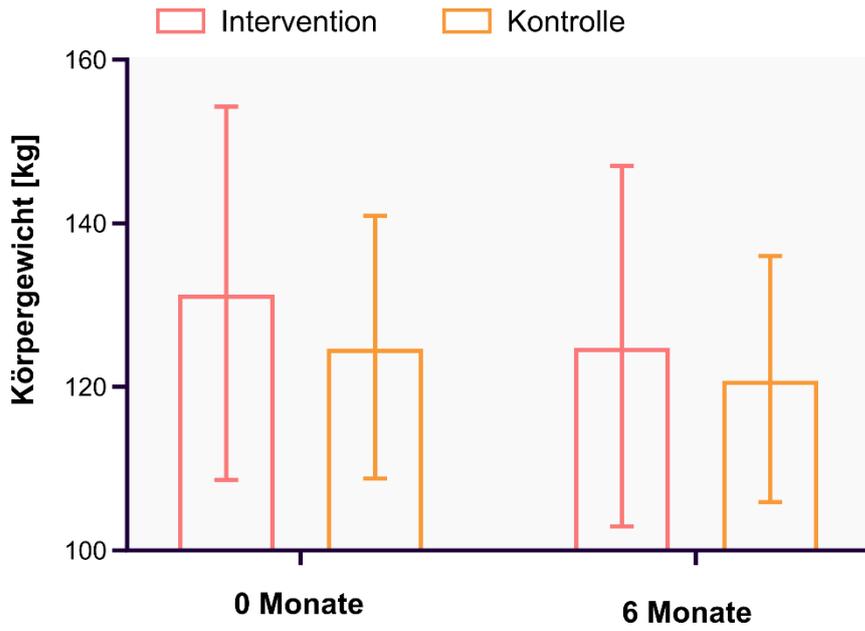


Abbildung 22: Entwicklung des Körpergewichts.
Mittleres Körpergewicht der jeweiligen Gruppe zu Beginn der Studie und bei Abschluss der Studie.

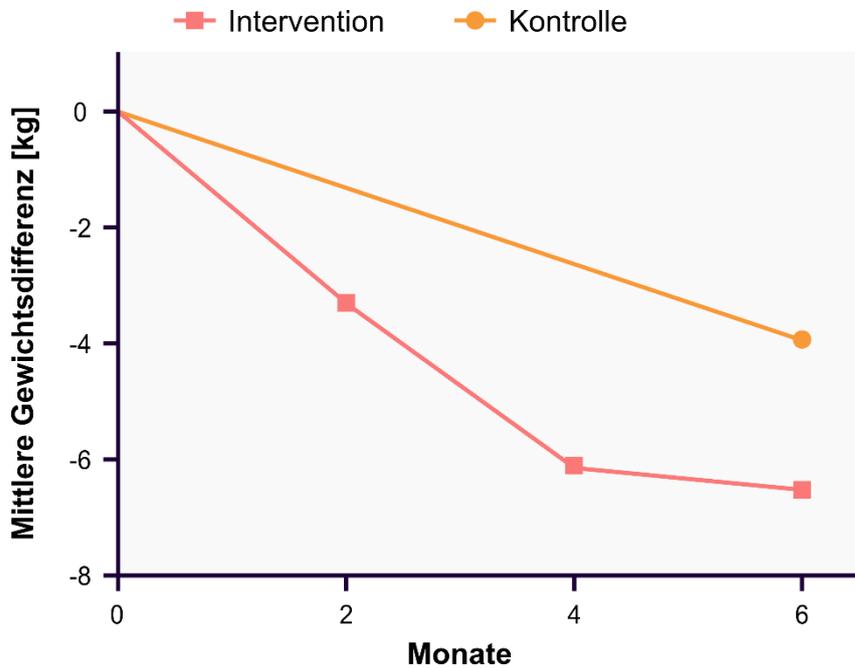


Abbildung 23: Mittlere Gewichtsänderung relativ zum Studienbeginn.

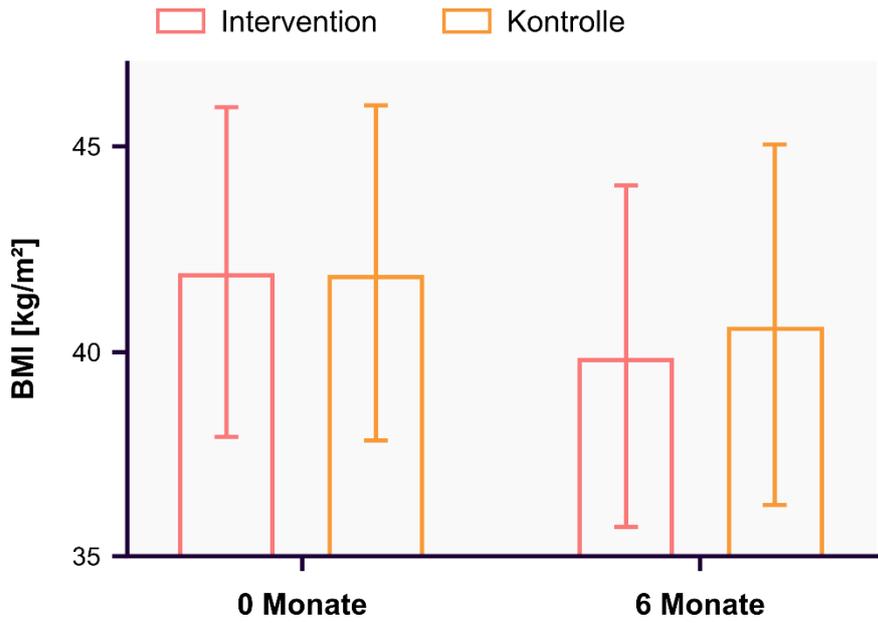


Abbildung 24: Body-Mass-Index der jeweiligen Gruppe zu Beginn der Studie und bei Abschluss der Studie

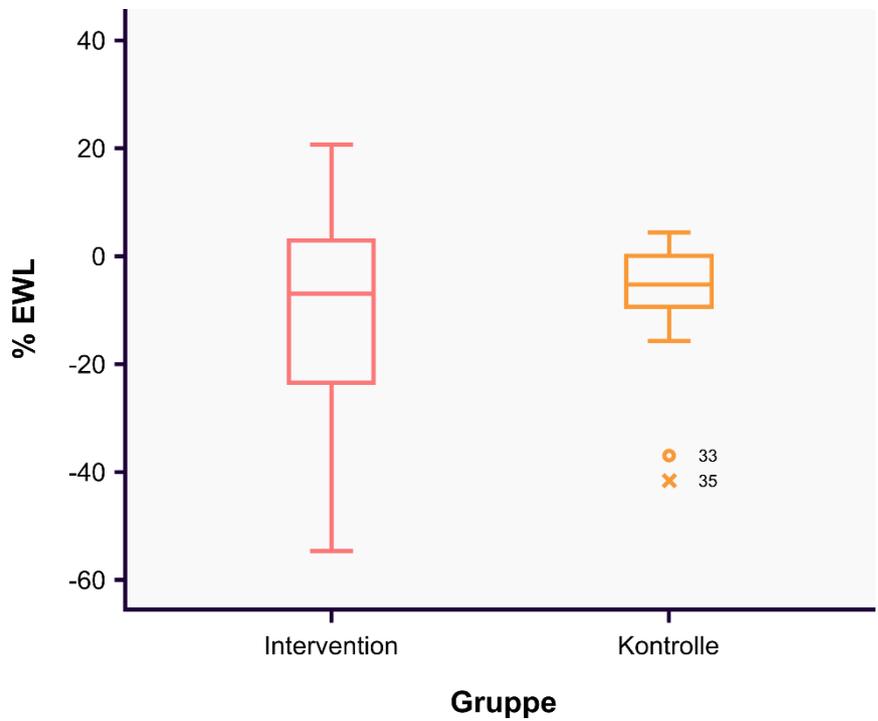


Abbildung 25: Prozentualer "Excess weight loss", d.h. der Anteil des Übergewichts, der im Studienverlauf abgenommen wurde.

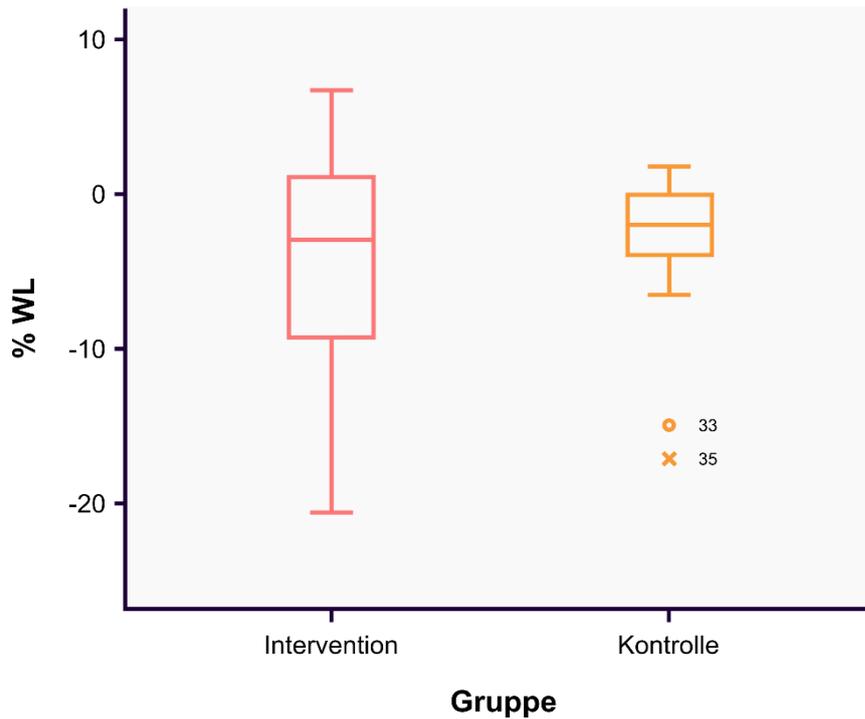
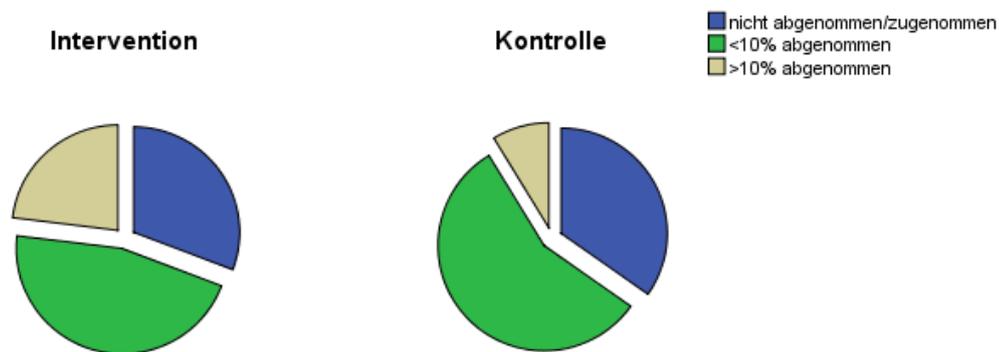


Abbildung 26: Prozentualer Gewichtsverlust im Studienverlauf

3.2.7 Anteil erfolgreicher Therapien

Die DGEM sieht eine konservative Gewichtsreduktionsmaßnahme als erfolgreich an, wenn bei Patienten mit einem BMI von $>35 \text{ kg/m}^2$ innerhalb von sechs Monaten eine Reduktion des Körpergewichts um $>10\%$ des Ausgangswerts gelingt (Berg, 2014). Hinsichtlich dieses Ziels unterschieden sich die beobachteten Kohorten. Während in der Interventionsgruppe 23,1% mehr als ein Zehntel des Ausgangsgewichts abnahmen, gelang dies nur 8,7% der Kontrollgruppe. Vergleicht man die Häufigkeiten erfolgreicher Therapien zwischen den Gruppen mit dem Exakten Fisher-Test lässt sich allerdings keine statistische Signifikanz nachweisen ($p=0,560$)



	Kein Gewichtsverlust	<10%	>10%
Interventionsgruppe	30,8%	46,2%	23,1%
Kontrollgruppe	34,8%	56,5%	8,7%

Abbildung 27: Ausmaß der Gewichtsreduktion unter den Teilnehmern beider Gruppen.

3.2.8 Lebensqualität und Beschwerdeerleben

Zum Befinden der Probanden wurden drei Entitäten abgefragt. Die Antwortmöglichkeiten wurden mit Zahlenwerten belegt, es ergaben sich folgende ordinalskalierte Werte: *sehr schlecht*=1, *schlecht*=2, *zufriedenstellend*=3, *gut*=4, *sehr gut*=5.

Die Angaben zu Beginn und bei Abschluss der Intervention zeigen die folgenden Tabellen.

Tabelle 19: Mittelwerte für die Fragebogenitems zu Befinden und Gesundheitszustand in der Interventionsgruppe.

Interventionsgruppe	t0	t3	Trend	t-Test
Körperlicher Zustand	1,92 ±0,49	3,00 ±0,91	↑↑	p=0,001
Seelisches Befinden	2,85 ±0,69	3,08 ±1,19	↑	n.s.
Allgemeiner Gesundheitszustand	2,92 ±0,76	3,15 ±0,99	↑	n.s.

Tabelle 20: Mittelwerte für die Fragebogenitems zu Befinden und Gesundheitszustand in der Kontrollgruppe.

Kontrollgruppe	t0	t3	Trend	t-Test
Körperlicher Zustand	2,3 ±0,93	2,74 ±1,14	↑	n.s.
Seelisches Befinden	2,7 ±1,06	3,26 ±1,05	↑	p=0,024
Allgemeiner Gesundheitszustand	2,43 ±0,84	3,09 ±0,95	↑	p=0,013

Anhand der Items des **BQL-Fragebogens** lassen sich zusätzlich verschiedene Faktoren der Lebensqualität bewerten. Für die jeweiligen Scores werden Mittelwerte, Standardabweichung und Signifikanzniveau angegeben. Den möglichen Antworten wurden Zahlenwerte zugeordnet. Die Werte haben Ordinalskalenniveau und sind wie folgt definiert: *Stimmt überhaupt nicht*=1; *stimmt eher nicht*=2; *teils/teils*=3; *stimmt eher*=4; *stimmt vollkommen*=5. Der Vergleich der Mittelwerte (aus normalverteilten Werten) wurde mit dem t-Test für verbundene Stichproben durchgeführt.

Der BQL-Fragebogen erzeugt auch einen Summenscore, anhand welchem sich ebenfalls ein Vergleich der Gruppen untereinander bzw. ein Vergleich einer Gruppe zu verschiedenen Messzeitpunkten anstellen lässt. (Werte sind normalverteilt).

Die Ergebnisse zeigt Tabelle 20.

Tabelle 21: Summenscores im BQL-Fragebogen für beide Gruppen zu den Zeitpunkten t0 und t3. Der Unterschied wurde statistisch auf Signifikanz geprüft.

	t0	t3	Differenz	Trend	t-Test
Interventionsgruppe	37,8 ±7,84	44,8 ±10,1	7,0 ±7,44	↑	p=,005
Kontrollgruppe	38,4 ±8,36	44,2 ±7,63	5,8 ±7,75	↑	p=,002

Tabelle 22: Ergebnisse des BQL-Fragebogens in der Interventionsgruppe

Interventionsgruppe	t0	t3	Trend	t-Test
Lebensqualität	2,77 ±0,93	3,31 ±1,03	↑↑	p=,028
Zufriedenheit mit dem Gewicht	1,08 ±0,28	1,38 ±0,77	↑	n.s.
Akzeptanz des Gewichts	1,50 ±0,8	1,83 ±0,83	↑	n.s.
Regelmäßiger Sport	2,46 ±1,39	3,23 ±1,09	↑	n.s.
Gemeinschaftliche Unternehmungen	3,62 ±1,45	3,62 ±1,50	↑	n.s.
Soziale Aktivität	3,62 ±1,39	3,69 ±1,25	↑	n.s.
Gefühl der Ausgeschlossenheit	2,54 ±1,33	1,92 ±1,38	↓	n.s.
Gefühl, unter Druck zu sein	3,15 ±1,41	3,23 ±0,73	↑	n.s.
Depression	3,62 ±1,26	2,85 ±1,21	↓↓	p=,096
Zufriedenheit	3,0 ±0,91	3,08 ±1,26	↑	n.s.
Einschränkung im Haushalt	3,15 ±1,14	1,69 ±0,75	↓	p=,003
Einschränkung im Beruf	3,08 ±1,38	2,15 ±1,41	↓	p=,04
Einschränkung im Privatleben	3,38 ±0,77	2,31 ±1,25	↓	p=,042
Selbstsicherheit	2,77 ±1,3	3,0 ±1,08	↑	n.s.

Tabelle 23: Ergebnisse des BQL-Fragebogens in der Kontrollgruppe

Kontrollgruppe	t0	t3	Trend	t-Test
Lebensqualität	2,65 ±1,03	3,17 ±1,03	↑↑	p=,007
Zufriedenheit mit dem Gewicht	1,30 ±0,63	1,35 ±0,57	↑	n.s.
Akzeptanz des Gewichts	1,96 ±1,07	2,17 ±1,15	↑	n.s.
Regelmäßiger Sport	2,17 ±1,47	2,87 ±1,52	↑↑	p=,046
Gemeinschaftliche Unternehmungen	3,09 ±1,41	3,52 ±1,31	↑↑	p=,022
Soziale Aktivität	3,39 ±1,41	3,43 ±1,47	↑	n.s.
Gefühl der Ausgeschlossenheit	2,74 ±1,29	1,61 ±0,78	↓↓	p=,001
Gefühl, unter Druck zu sein	3,3 ±1,46	2,78 ±1,24	↓	n.s.
Depression	3,04 ±1,55	2,83 ±1,44	↓	n.s.
Zufriedenheit	2,61 ±1,2	3,26 ±1,01	↑↑	p=,013
Einschränkung im Haushalt	2,52 ±1,31	2,26 ±1,18	↓	n.s.
Einschränkung im Beruf	2,96 ±1,33	2,39 ±1,37	↓↓	p=,085
Einschränkung im Privatleben	3,04 ±1,3	2,61 ±1,16	↓	n.s.
Selbstsicherheit	2,83 ±1,15	2,87 ±0,87	↑	n.s.

3.2.9 Feedback der Probanden

Beim Abschlusstermin wurde unter anderem ein Feedback-Fragebogen ausgehändigt, welcher eine Evaluation des Projekts aus Probandensicht ermöglichen sollte. Die Rückmeldung fiel durchweg positiv aus. Die Ergebnisse zeigt Tabelle 20.

Tabelle 24: Ergebnisse des Feedback-Fragebogens

Haben Sie Ihrer Meinung nach von der Teilnahme an unserem Programm profitiert?	Fanden Sie die Feedback-Nachrichten hilfreich?
Ja: 92,3% Nein: 7,7%	Ja: 92,3% Nein: 7,7%
Glauben Sie, dass Sie auch ohne die Teilnahme an unserem Programm in gleichem Maße sportlich aktiv gewesen wären?	Haben Sie Ihr Training und Ihre körperliche Aktivität als unangenehm belastend empfunden?
Ja: 15,4% Nein: 84,6%	Ja: 15,4% Nein: 84,6%
Hat Ihnen das Programm geholfen abzunehmen?	Konnten Sie im Laufe des Programms Freude an der Bewegung entwickeln?
Ja: 61,5% Nein: 38,5%	Ja: 84,6% Nein: 15,4%
Haben Sie sich durch den Activity-Tracker motiviert gefühlt?	Haben Sie vor auch in Zukunft einen Fitness-Tracker zu benutzen?
Ja: 84,6% Nein: 15,4%	Ja: 92,3% Nein: 7,7%

4 Diskussion

Die vorliegende Studie beschäftigte sich mit der Frage, ob Activity-Tracker für die Adipositas therapie als Hilfsmittel geeignet sind, und in welchem Ausmaß der Lebensstil und indirekt der Krankheitsverlauf einer Adipositas durch den Einsatz moderner Activity-Tracker in einem telemedizinischen Betreuungskonzept positiv beeinflusst werden können. Das erklärte Ziel dieser Intervention war es, einen körperlich aktiven Lebensstil zu entwickeln. Als Zielparameter wurden Bewegungs- und Aktivitätsdaten sowie Fragebogendaten zu psychologischen Aspekten herangezogen. Die erhobenen Daten wurden einer Kontrollgruppe gegenübergestellt. Die Ergebnisse sollen nun im Folgenden interpretiert und im Kontext des aktuellen Stands der Forschung bewertet werden.

4.1 EIGNUNG VON ACTIVITY-TRACKERN FÜR DIE ADIPOSITASTHERAPIE

4.1.1 Messgenauigkeit

Bisherige Studien, die sich mit der Validierung von Activity-Trackern befassten, konnten kein einheitliches Bild der erreichbaren Messgenauigkeiten liefern. Untersucht wurden die wesentlichen Funktionen der Geräte: Schätzung des Energieumsatzes, Herzfrequenzmessung und Schrittzählerfunktion. Noch zu Beginn des Projektes fanden sich zu diesem Thema nur wenige Arbeiten. In der Zwischenzeit sind hier einige hinzugekommen (Jo et al., 2016; Leth et al., 2017; Stahl et al., 2016; Wang et al., 2017). Weiterhin herrscht keine Einigkeit über die Güte der Herzfrequenzmessung mit dem Fitbit Charge HR. Zumindest für bestimmte, einzelne Anwendungen wird dem Gerät aber stets eine ausreichende Genauigkeit attestiert. Was die Messung von Schrittzahlen angeht, erweisen sich die meisten verbraucherorientierten Activity-Tracker als ausreichend genau während Aktivitäten wie Wandern, Walking oder Joggen (Leth et al., 2017).

Aus unseren Versuchen geht hervor, dass das Fitbit Charge HR die wahre HF tendenziell unterschätzt. Die Validität der Messungen ist zudem situationsabhängig. Zur Beurteilung der Testergebnisse wurden Gütekriterien aus bisherigen Studien herangezogen (Dolezal et al., 2014; Jo et al., 2016; Terbizan et al., 2002):

- Korrelation zwischen Referenzmethode und Herzfrequenz gemessen mit dem zu testenden Gerät von $r=0,9$ oder größer

- mittlere Abweichung von weniger als 3 Schlägen/min
- Standardabweichung des Messfehlers von weniger als 5 Schlägen/min

Wir ermittelten für die Ruhephase eine durchschnittliche Abweichung von -2,2 Schlägen/min (SD 2,0), in der Belastungsphase wich der Wert um -1,2 Schläge/min ab (SD 1,3). Bei sehr starken Korrelationen ($r=0,991$ u. $r=0,998$), sowie engen Grenzen der Übereinstimmung im Bland-Altman-Plot (-6,1/1,7 bzw. -3,6/1,3) können für diese Phasen, welche von konstanten Herzfrequenzen geprägt sind valide Messungen angenommen werden. Auch mit den oben genannten Prüfkriterien fremder Autoren stimmen unsere Ergebnisse für die Bereiche „Ruhemessung“ und „Belastung“ überein. Ein leichter systematischer Fehler ist zu berücksichtigen; im Mittel werden die wahren Werte geringfügig unterschätzt.

In Phasen sich stark ändernder Herzfrequenzen leidet jedoch die Messgenauigkeit. In der Übergangsphase erreichte das Fitbit Charge HR nur noch eine mittlere Korrelation ($r=0,775$). Ein breiter Bereich liegt zwischen den Grenzen der Übereinstimmung im Bland-Altman-Plot (-34,0/1,0). Die mittlere Differenz von -16,5 Schlägen/min (SD 8,9) liegt außerhalb der zuvor definierten Grenzen für die Anwendbarkeit als Trainingsgerät.

Für die Herzfrequenzmessung ist das Gerät damit zwar geeignet, jedoch mit Beschränkung auf bestimmte Anwendungsgebiete. Solange sichergestellt ist, dass sich ein Patient (bzw. Sportler) mit gleichförmiger Intensität belastet, können die Daten zur Trainingsdokumentation herangezogen werden. Andernfalls (z.B. bei Intervalltraining) werden die Messwerte schnell unverlässlich.

Die Untersuchung der Schrittzählerfunktion ergab eine sehr starke Korrelation ($r=0,986$). Zudem betrug die mittlere Differenz nur 4,1 Schritte (SD 28,0) bzw. 2,2% mit einer engen Range von min. -5,2% bis max. 7,1% Abweichung. In Übereinstimmung mit anderen Studien kann für die bereits genannten Aktivitäten wie Wandern, Walking oder Joggen (also Aktivitäten mit regelmäßigem Armschwung) eine hohe Validität angenommen werden. Jedoch sinkt die Zuverlässigkeit der Messungen laut einigen Autoren mit sinkender Fortbewegungsgeschwindigkeit (Evenson et al., 2015; Leth et al., 2017). Auch hier ist daher bei der Interpretation von Messergebnissen immer das Bewegungsszenario zu beachten. Im alltäglichen Einsatz – und damit zur Abschätzung der Alltagsaktivität – ist dadurch eine Unterschätzung der wahren Werte anzunehmen, da beispielsweise beim

Tragen oder Schieben von Gegenständen kein Armschwung stattfindet und so die Schritte nicht erfasst werden können.

Unsere eigenen Ergebnisse zur Gerätevalidität sind sicherlich durch die Tatsache limitiert, dass lediglich an jungen, gesunden Probanden getestet wurde. Auch wurden die Tests unter Laborbedingungen durchgeführt, sodass ein Transfer der Ergebnisse auf Alltagssituationen nur bedingt möglich ist. Entsprechende Feldstudien sind nötig, vor allem wenn der Einsatz bei gefährdeten Patienten, beispielsweise solchen mit Herz-Kreislauf-Erkrankungen erwogen werden sollte. Zu diesem Schluss kommen auch andere Autoren (Wang et al., 2017).

4.1.1.1 Bedeutung der Messgenauigkeit im Rahmen einer Intervention

Obwohl die elektro-optische Herzfrequenzmessung der etablierten Messung per Elektrodenbrustgurt zunehmend Konkurrenz macht, erreicht das Verfahren noch nicht dieselbe Messgenauigkeit. Das bestätigten sowohl unsere Versuche, als auch vorangegangene Studien anderer Autoren. Die Bedeutung dieser Unterlegenheit im Setting der Adipositas-Therapie ist allerdings fraglich. Eine genaue Trainingssteuerung anhand eng definierter Herzfrequenzzonen ist hier sicherlich fehl am Platz. Viel mehr überwiegen die motivatorischen Effekte der Activity-Tracker, und somit deren positiver Einfluss auf eine angestrebte Lebensstilmodifikation. Ein weiterer Aspekt, der in den Vordergrund gestellt werden sollte, ist die Anbindung des Patienten an den Therapeuten, welche durch den regelmäßigen Informationsaustausch gewährleistet wird und als vorteilhaft für langfristigen Therapieerfolg gilt (Wing et al., 1996).

Die heute noch feststellbaren Messungenauigkeiten sollten unseres Erachtens daher nicht überbewertet werden, wenn es um die Nutzenbewertung von entsprechender Sportelektronik im therapeutischen Einsatz geht. Zudem sind jüngst bereits EKG-basierte Geräte vorgestellt und als Medizinprodukt zugelassen worden, womit das Problem der Messgenauigkeit bald der Vergangenheit angehören dürfte (Kubiv, 2017).

4.1.2 Compliance

Bis auf eine Ausnahme kam es bei keinem Teilnehmer zu wiederholt auftretenden Problemen, die das Tragen des Geräts betrafen. Es kann bislang also davon ausgegangen werden, dass die verwendeten Geräte für die dauerhafte Nutzung gut geeignet sind, und auch

zusätzliche Geräteeigenschaften, wie der LED-Sensor, den Tragekomfort nicht maßgeblich beeinträchtigen. Das ist wenig überraschend, da es sich bei den Activity-Trackern äußerlich praktisch um Armbanduhren handelt. Unsere Erkenntnisse decken sich diesbezüglich mit der Aussage anderer Autoren, die bereits zuvor auf die Vorteile des Armbandformats hinwiesen (Schaefer et al., 2014). 92,3% der Probanden gaben im Rahmen der Abschlussbefragung an, auch in Zukunft einen ähnlichen Activity-Tracker privat nutzen zu wollen. Dies verstärkt den insgesamt positiven Eindruck, den die Geräte hinterließen. Gleichzeitig fällt auf, dass abgesehen vom reinen Tragen des Geräts weitere Funktionen meist ungenutzt blieben. Es handelt sich dabei beispielsweise um das digitale Ernährungstagebuch, welches in der Fitbit-App integriert ist. Auch die Möglichkeit, das Körpergewicht zu protokollieren wurde eher selten wahrgenommen. Während in vergleichbaren Studien bis zu 60% der Teilnehmer Protokolle über Ernährungs- und Bewegungsverhalten führten (Wing et al., 1996), gaben hier nur etwa 7% der Befragten an die vorhandene Tagebuchfunktion regelmäßig zu nutzen. Patienten sollten daher zukünftig eventuell eindringlicher auf die entsprechenden Funktionen hingewiesen werden, denn sie erfordern nur einen geringen zeitlichen Mehraufwand, könnten aber einen sichtbaren Nutzen erzeugen (VanWormer et al., 2008).

Wir erhoben die Anzahl der Tage, an denen die Fitnessgeräte getragen wurden anhand der Tage, für welche eine Messung der Ruheherzfrequenz vom Gerät übertragen wurde. Die so ermittelte durchschnittliche Tragezeit von 5,2 Tagen/Woche entspricht einer angemessenen Compliance. Das Minimalziel war zuvor auf 4 von 7 Tagen pro Woche festgelegt worden, und wurde somit leicht übertroffen. Wie bei vielen Zielgrößen fiel hier ebenfalls eine starke Streuung zwischen den einzelnen Probanden auf. Nur 69,2% der Teilnehmer erfüllten das genannte Wochenziel, und übertrafen es dann meist deutlich. Die restlichen, nicht ausreichend adhärenenten Probanden hatten damit einen maßgeblichen Einfluss auf den mäßig befriedigenden Durchschnittswert. Wie an anderer Stelle deutlich wird, hängt der Therapieerfolg stark von der Compliance ab, sodass bei länger wäherender, schlechter Mitarbeit über einen Abbruch der Therapie nachgedacht werden sollte.

Einige Werte korrelierten in unterschiedlicher Stärke mit der Tragezeit. Statistische Signifikanz erreichte einzig die Korrelation zwischen Tragezeit und Selbstwirksamkeitserwartung. Dieser Zusammenhang spräche für einen Einfluss der Intervention auf psychosoziale

metrische Variablen, welche für die Aufrechterhaltung sportlicher Aktivität von entscheidender Bedeutung sind. Damit kann also der Grundstein für eine erfolgreiche Therapie identifiziert werden: die Einhaltung der Vorgaben, also die Compliance entscheidet über die Erfolgsaussichten.

Mit schwachen Korrelationen ohne statistische Signifikanz (jedoch $p < 0,1$) deuteten sich weitere Zusammenhänge an. So fiel die BMI-Differenz zwischen Beginn und Ende der Studie umso größer (d.h. stärker negativ) aus, je öfter der Fitness-Tracker getragen wurde. Für einen definitionsgemäßen Therapieerfolg ergab sich ebenfalls ein schwacher Zusammenhang mit der Tragedauer.

In der grafischen Darstellung wird außerdem deutlich, dass alle per Definition erfolgreich therapierten Patienten ihr Tracking-Gerät annähernd täglich getragen haben (siehe Abb. 10)

Wir sehen also, dass bei einer Therapieform, wie sie in dieser Arbeit vorgeschlagen wird, die Mitarbeit des Patienten eine wichtige, wenn nicht *die wichtigste* Rolle spielt. Prädiktoren für eine hohe Compliance könnten die Auswahl geeigneter Patienten für eine solche Therapieform bedeutend erleichtern und helfen, wertvolle Ressourcen zu sparen. Weitere Untersuchungen zur Ermittlung solcher Prädiktoren sind daher notwendig.

4.1.3 Datenübermittlung und Haltbarkeit

Bei drei Teilnehmern (23,1%) traten zu Beginn der Studie bzw. bei der Einrichtung des Online-Kontos Schwierigkeiten auf, die unmittelbar behoben werden konnten. Zwei Probanden (15,4%) berichteten dagegen wiederholt über Probleme bei der Synchronisation des Trackers mit dem Smartphone/PC oder beim Hochladen der Daten ins Internet. Das führte teilweise zum Verlust von Trainingsdaten, woraufhin nur eingeschränkt Rückmeldung zum Bewegungsverhalten gegeben werden konnte. Konsekutiv muss davon ausgegangen werden, dass sich dieser Umstand auch negativ auf die Bewegungsmotivation und die Zufriedenheit mit dem Interventionsprogramm auswirkte. Eine intuitive Bedienbarkeit verwendeter Geräte und seltenes Auftreten von technischen Problemen sind eine wichtige Voraussetzung für eine gute Therapieadhärenz. Mit dem Fortschreiten der eingesetzten Technologien ist hier sicherlich mit einem Rückgang derartiger Schwierigkeiten zu rechnen. Es sollte bei vergleichbaren Therapieprogrammen jedoch stets auf eine

lückenlose Betreuung geachtet werden. Kurze Antwortzeiten bei Fragen und Problemen müssen eingehalten werden, um Frustration und daraus resultierende Therapieabbrüche zu verhindern.

Beim Thema Datenübertragung sollte kurz auch auf die Datensicherheit eingegangen werden. In unserer Studie wurden ausschließlich Pseudonyme ohne Bezug zu tatsächlichen Patientendaten für die Erstellung der Nutzerprofile verwendet. In einem zukünftigen Therapieszenario mag das unpraktisch sein. Daher ist auf Datenschutz besonders zu achten. Bei derzeitigen Fitness-Apps bestehen diesbezüglich allerdings noch große Schwächen. So wiesen in einer Studie 72 Prozent aller untersuchten Anwendungen ein mittleres bis hohes Risiko eines unerlaubten Datenzugriffs auf (Petersen et al., 2015).

Von dreizehn ausgegebenen Geräten wurden zwei im täglichen Gebrauch beschädigt. Es handelte sich dabei um Schäden am Gehäuse, bzw. am Display des Geräts. Die Schäden entstanden nach Angaben der Probanden im normalen täglichen Gebrauch. Die übrigen elf Geräte blieben in gutem Zustand und hätten demnach an nachfolgende Patienten weitergegeben werden können. Das entspricht einer Ausfallquote von 15,4%. Für eine Anwendung in größerem Rahmen ist damit im Einzelnen zu klären, wie solche zusätzlichen Kosten getragen werden können.

4.1.4 Betreuungsaufwand

Für die Implementierung eines Therapieprogrammes im Stil des hier vorgestellten ist die Frage des personellen, zeitlichen, und letztlich finanziellen Aufwandes entscheidend. Dabei ist vorab zu klären, von wem die Patientenbetreuung geleistet wird.

Hier werden weitere Vorteile eines Fitness-Tracker-gestützten Konzepts deutlich. Wir setzten für die Betreuung der Probanden einen Medizinstudenten höheren Semesters ein. Eine sehr gute Kenntnis des verwendeten Geräts muss natürlich vorhanden sein, bzw. muss sich angeeignet werden. Abgesehen davon sind grundlegende Kenntnisse der Erkrankung Adipositas und der Bewegungstherapie ausreichend, da der Hauptbestandteil der Beratung in der Alltagsplanung und in den Möglichkeiten des Sporttreibens liegt. Dadurch ist eine medizinische Einrichtung bei der Auswahl des Personals recht flexibel und kann dieses aus verschiedenen Positionen beziehen.

Durch die Nutzung eines verbraucherorientierten Fitness-Trackers öffnen sich verschiedene Szenarien, wem die Verantwortung für die Anschaffung der Geräte obliegt. Einerseits ist es möglich einen Klinikbestand einzurichten. Dies bietet den Vorteil, dass der oder die Betreuer rasch ein großes Wissen über Funktionen und Bedienung der Geräte erlangen kann. Dafür stellt die Anschaffung einen Kostenpunkt dar, dessen Deckung geklärt werden muss. Reinigung und Wartung der Geräte bei Benutzerwechsel, sowie Ersatz defekter Geräte kommen hinzu. Andererseits wäre es denkbar, ein Gerät zu nutzen, welches der Patient selbst erwirbt oder unter Umständen sogar schon besitzt. Durch Vergabe einer Zugangsberechtigung zum jeweiligen Online-Nutzerprofil kann ein bestehender Account in die Therapie integriert werden. Die Betreuung kann also maximal individuell gestaltet werden, wodurch Therapieschwellen gesenkt werden können.

Aus den Erfahrungen, die während der vorliegenden Studie gemacht wurden, leitet sich ein überschaubarer Zeitaufwand von etwa eineinhalb Stunden pro Patient und Monat ab. In vielen Fällen ist es vermutlich auch möglich, auf einige der persönlichen Treffen zu verzichten, wenn ein regelmäßiger und beidseitiger E-Mail-Kontakt besteht. Durch den möglichen Zugriff auf die Trainingsdaten des Probanden/Patienten von praktisch jedem Ort mit Internetzugang kann die Betreuung auch von Therapeutenseite aus höchst effizient und flexibel sein. Trotzdem ist davon auszugehen, dass die „Beratungssumme“, die dem Patienten schlussendlich zu Gute kommt noch immer über der eines institutionsgebundenen Programms liegt (vgl. Bosak et al., 2009)

4.2 WIRKSAMKEIT DER INTERVENTION

4.2.1 Psychische Mediatoren

Motivation und Absichtsstärke: 84,6% der Interventionskohorte fühlten sich nach eigenen Angaben durch den Activity-Tracker selbst motiviert. Hingegen unterschieden sich die Abschlusswerte für die Absichtsstärke nicht von denen der Aufnahmeuntersuchung. Die Werte lagen allerdings bereits bei Aufnahme auf einem hohen Niveau und blieben stets über denen der Kontrollgruppe. Die Kontrollgruppe erfuhr einen signifikanten Anstieg der Absichtsstärke von niedrigen Werten auf mäßig bis hohe Werte. Die Hintergründe dieser Entwicklung sind nicht auszumachen. Die Aussagekraft dieses Items ist allerdings ohnehin eingeschränkt, da zu Beginn der Untersuchung keine Gruppengleichheit herrschte (signifikanter Unterschied zwischen den Gruppen, $p=0,008$)

Selbstwirksamkeit: In keiner der Gruppen ließen sich für die Items zur Selbstwirksamkeitserwartung signifikante Veränderungen über den Studienzeitraum ermitteln. Auch hier lagen die Werte bereits zu Beginn in der Interventionsgruppe höher ($p=0,024$), wodurch die Vergleichbarkeit ohnehin nicht vollständig gegeben ist.

Um auf dem Gebiet psychologischer Mediatoren Einfluss zu nehmen ist also mutmaßlich eine gezielte psychotherapeutische Intervention notwendig (vgl. MoVo-Lisa, Fuchs et al., 2008). Um eine Stärkung der Selbstwirksamkeitserwartung herbeizuführen bietet unser Konzept womöglich eine zu unspezifische Hilfestellung an.

Es ist ebenso denkbar, dass für die untersuchten psychometrischen Größen nicht identifizierbare Confounder existierten, welche den Einfluss unserer Intervention maskierten bzw. in der Kontrollgruppe zu einem leichten, wenn auch nicht signifikanten Anstieg der Werte führten.

4.2.2 Verhaltensänderung

4.2.2.1 Schrittzahlen

Das erste Drittel des Projektzeitraums war von einem stetigen, leichten Anstieg der täglich zurückgelegten Schritte geprägt. Dies kann den Motivationseffekten von Fitness-Tracker und Feedback-Nachrichten geschuldet sein. Auch die anfängliche Euphorie über den Start eines neuen Therapieversuchs, mit der Hoffnung auf lang ersehnte Erfolge könnten

stark motivierend gewirkt haben. Selbst die maximale Anzahl von 9364 Schritten/Tag in Woche 10 reicht jedoch nicht ganz an das oft zitierte Tagesziel von 10.000 Schritten heran (Schneider et al., 2006; Tudor-Locke and Bassett, 2004). Es ist aber davon auszugehen, dass das die Wahre Schrittzahl über dieser Marke liegt, da die Erfahrung zeigt, dass Pedometer-Messungen bei bestimmten Aktivitäten die tatsächlich gegangenen Schritte unterschätzen. Weiterhin muss bedacht werden, dass eine durchschnittliche erwachsene Population diesen Wert ohnehin nicht erreicht. Unsere Studienkohorte hat sich demnach im Vergleich zu einer exemplarischen Referenzpopulation (vgl. Miller and Brown, 2004) vorübergehend von unterdurchschnittlichen zu überdurchschnittlichen Schrittzahlen entwickelt. Nach der Einteilung von Tudor-Locke und Bassett liegt unser Versuchskollektiv zumindest im Bereich „mäßig aktiv“, bei Berücksichtigung mutmaßlich unterschätzter Werte sogar im „aktiven“ Bereich (Tudor-Locke and Bassett, 2004). Zu diskutieren bleibt der Rückgang der Zahlen auf das Ausgangsniveau zum Ende der Studie. Denkbar ist ein Motivationstief aufgrund erster Gewichtsstagnationen, wie sie nach anfänglichen Erfolgen oft auftreten. Auch saisonale Effekte könnten eine entscheidende Rolle gespielt haben. Immerhin lag bei allen Probanden das letzte Drittel des Untersuchungszeitraums in den Wintermonaten. Eine Abnahme der Aktivität scheint unter diesen Umständen fast unvermeidbar, zumal die unter den Probanden populärsten Sportarten draußen betrieben werden.

Entgegen der Erwartungen konnte keine Korrelation zwischen der Schrittzahl und den verschiedenen Maßen für Therapieerfolg nachgewiesen werden. Hier läge die Vermutung nahe, dass eine hohe Tagesschrittzahl und damit eine hohe fußläufig zurückgelegte Strecke, den Energieumsatz und damit schlussendlich das Körpergewicht positiv beeinflussen. Beobachtungen, die diesen Zusammenhang nahelegen wurden von zahlreichen Autoren beschrieben (Hornbuckle et al., 2005; Krumm et al., 2006; Schneider et al., 2006; Thompson et al., 2004; Tudor-Locke et al., 2004; Wyatt et al., 2005). Die kleine Fallzahl im Zusammenspiel mit interindividuell höchst unterschiedlichem übrigen Lebensstil dürften dazu geführt haben, dass diese Ergebnisse hier nicht reproduziert werden konnten. Im Einzelfall kann die Erkenntnis, dass eine hohe Schrittzahl nicht zwingend Erfolg mit sich bringt sicher negativen Einfluss auf die Therapiemotivation haben. Diese Möglichkeit sollte dem Therapeuten daher stets bewusst bleiben.

4.2.2.2 Alltagsaktivität

Die per Fragebogen ermittelte Alltagsaktivität innerhalb der Interventionsgruppe stieg während der ersten zwei Monate der Beobachtung deutlich an. Bis zum Abschluss der Studie nahm sie wieder leicht ab (auch hier ist von saisonalen Effekten auszugehen), blieb aber deutlich über dem Ausgangsniveau. Parallel dazu nahm die Alltagsaktivität der Kontrollgruppe stark ab. Der Aktivitätsunterschied zwischen Studienbeginn und Studienende verfehlt mit $p=,080$ knapp statistische Signifikanz. Diese sinkende Alltagsaktivität kann als Kompensationsmechanismus für die gestiegene Sportaktivität dieser Gruppe gedeutet werden. Dadurch verliert der Anstieg der Sportaktivität unter den Kontrollprobanden wiederum an Bedeutung, möglicherweise hat er hier sogar einen unerwünschten Effekt. Denn es findet lediglich eine Umverteilung der körperlichen Aktivität aus dem Bereich der alltäglichen Betätigungen in den Sportbereich statt. Die Aktivitätssumme und damit das Nettoenergiedefizit dürfte in diesem Fall sogar unter dem Ausgangsniveau liegen. Selbstverständlich kann das nicht Ziel einer Bewegungstherapie sein. Ohne ständige Kontrolle würde ein solches Defizit jedoch höchstwahrscheinlich nicht auffallen. Es zeigt sich dadurch ein weiterer Vorteil der Fremdkontrolle körperlicher Aktivität: versteckte Defizite können aufgedeckt und entsprechend angegangen werden.

Zwar wurden durch große Streuung der angesprochenen Werte signifikante Unterschiede in beiden Gruppen verhindert, die Ergebnisse können aber dennoch so interpretiert werden, dass die Interventionsmaßnahmen sich neben der rein sportlichen Betätigung auch auf die Aktivitäten des Alltags oder in anderen Worten auf den Lebensstil auswirkten. Da diese Form der körperlichen Bewegung einen weit größeren Anteil an der Gesamtaktivität einnimmt als sportliches Training, ist dieser positive Effekt umso höher zu bewerten. Zudem bietet ein aktiver Alltag den Vorteil, dass nicht extra Termine für Sporteinheiten gefunden bzw. freigemacht werden müssen.

Für den Zeitrahmen der Studie konnte bestätigt werden, dass sich die gezeigte telemedizinische Betreuung vorteilhaft auf die Lebensstilgestaltung auswirkt.

4.2.2.3 Sportaktivität

Der Anteil sportlich Aktiver stieg unabhängig von der Gruppenzugehörigkeit im Verlauf der Studie an. Obwohl statistisch zu Beginn kein signifikanter Unterschied zwischen den

Gruppen nachgewiesen wurde ist die Homogenität der Gesamtstichprobe in Frage zu stellen (Sportlich Aktive; Kontrolle: 21,7% vs. Intervention: 30,8%). Doch trotz des schon zu Beginn höheren Anteils an „Sportlern“ konnte die Interventionsgruppe sich noch deutlicher steigern als die Kontrollgruppe (Plus 30,7% vs. 26,1%). Zuletzt betrug der Anteil sportlich Aktiver in der Interventionsgruppe 61,5%, während die Kontrollgruppe mit 47,8% weniger als zur Hälfte als „Sportler“ gelten konnte. Obwohl diese Differenz von 13,7% nicht statistisch signifikant war kann sie dennoch als Hinweis auf den sportfördernden Einfluss der Intervention angesehen werden.

Auch bei der Betrachtung der wöchentlich absolvierten Trainingszeit wird dieser Eindruck bekräftigt. Mit einem Anstieg des wöchentlichen Pensums um durchschnittlich 64,5 Minuten lagen die Interventionsprobanden deutlich vor der Kontrollgruppe, die sich lediglich um 36,4 Minuten verbesserte. Beim Endwert unterschieden sich die Gruppen schließlich nicht mehr deutlich. Hier lag die Interventionsgruppe mit 106,1 Minuten nur 16,9 Minuten vor der Kontrollgruppe.

Aus bisherigen Untersuchungen zum Zusammenhang zwischen körperlicher Aktivität und Gewichtsmanagement geht hervor, dass Wochenwerte unter 150 min. kaum ausreichend sind um einen signifikanten Gewichtsverlust herbeizuführen (Donnelly et al., 2009). Daher rühren auch die Werte, welche in Leitlinien empfohlen werden (i.d.R. 150-250 min/Woche). Somit konnte die Intervention in diesem Aspekt nicht den gewünschten Effekt erzielen. Eine Steigerung des sportlichen Engagements um gut eine Stunde pro Woche erscheint in Realität jedoch beachtlich, insbesondere wenn die sehr niedrigen Ausgangswerte beachtet werden. Schließlich konnte die Interventionsgruppe ihr Trainingspensum um mehr als 150% steigern. Der Kontrollgruppe gelang lediglich ein Zuwachs um 69%. Natürlich wurden hier Mittelwerte betrachtet. Dennoch ist ein Unterschied nicht von der Hand zu weisen.

Der nur in der Interventionsgruppe erfasste Zeitliche Verlauf der Aktivität ließ zu Beginn auf einen größeren Effekt hoffen. Im Vergleich zwischen dem Zeitpunkt der Aufnahme und dem ersten Feedback-Gespräch (t1, nach zwei Monaten) wurde beinahe eine statistisch signifikante Steigerung erreicht. Gründe für den zwischenzeitlichen Abfall der Sporteinheiten sind wichtig für zukünftige Projekte und sollten unbedingt weiter untersucht werden, um rechtzeitig therapeutisch gegensteuern zu können. Bemerkenswert ist, dass sich

die Werte für Alltags- und Sportaktivität im Verlauf weitgehend parallel darstellten. Der zu vermutende positive Einfluss der Intervention ist dadurch als bereichsübergreifend anzusehen, und beschränkt sich nicht nur auf das Gebiet sportlichen Trainings.

Was den Einfluss der Intervention auf das Aktivitätsniveau der Probanden betrifft, reiht sich das vorgelegte Projekt in vorangegangene Arbeiten ein, und zeigt, dass moderate Effekte möglich sind (vgl. Foster et al., 2005)

4.2.3 Lebensqualität und Beschwerdeempfinden

Die Summenscores des BQL-Fragebogens zeigten sowohl in der Interventionsgruppe als auch in der Kontrollgruppe einen Anstieg der gesundheitsbezogenen Lebensqualität. Dieser Anstieg war in beiden Gruppen statistisch signifikant, jedoch in der Interventionsgruppe deutlicher ausgeprägt.

Die Steigerung der Lebensqualität korrelierte erwartungsgemäß mit dem Ausmaß der Gewichtsreduktion ($r=-0,461$; $p=0,005$; Korrelationen auf ähnlichem Niveau naturgemäß ebenso für BMI-Differenz). Derartige Effekte und Zusammenhänge zwischen Gewichtsverlust und Lebensqualität sind bereits mehrfach untersucht und nachgewiesen worden (Fontaine et al., 1999; Kolotkin et al., 2001) und überraschen daher nicht.

Ein Anstieg der Lebensqualität korrelierte ebenfalls mit einem Anstieg der Sportaktivität ($r=0,429$; $p=0,009$) und in schwächerem Ausmaß auch mit einem Anstieg der Gesamtaktivität. Dies unterstreicht den bekannten Zusammenhang zwischen körperlicher Betätigung und Wohlbefinden, wie ihn bisherige Studien bereits belegen konnten. (Bize et al., 2007; Gill et al., 2013).

Eine hochsignifikante Korrelation ließ sich auch zwischen definitionsgemäßem Therapieerfolg ($>10\text{kg}$ Gewichtsreduktion, vgl. Berg, 2014) und der gesundheitsbezogenen Lebensqualität nachweisen ($r=-0,484$; $p=0,003$)

Wirft man einen Blick auf die einzelnen Items, welche den BQL-Score erzeugen, so können einige besonders ausschlaggebende Bereiche identifiziert werden. Die empfundene körperliche Einschränkung (in Haushalt, Beruf und Privatleben) konnte exklusiv in der Interventionsgruppe signifikant gesenkt werden. Dass eine Verbesserung tatsächlich in allen drei Sub-Items nachweisbar war, spricht gegen eine Zufälligkeit der Ergebnisse. Erklärungen für dieses verbesserte Beschwerdeempfinden könnten in der intensiveren

Auseinandersetzung mit dem eigenen Körper und/oder der (sportlichen) Aktivität liegen. Interessant wären in diesem Bezug weitere Untersuchungen zur Körperwahrnehmung in Feedback-basierten Interventionen. Ebenfalls denkbar – und eventuell naheliegender – ist eine Verbesserung der körperlichen Funktionalität durch das höhere Maß an Training. Hier muss allerdings angemerkt werden, dass keine signifikante Korrelation zwischen körperlicher Aktivität und den Items zur körperlichen Einschränkung nachweisbar war.

4.2.4 Körpergewicht und BMI

Für einige Autoren sind Körpergewicht und BMI nicht unbedingt die primären Größen, anhand welcher der Erfolg oder Misserfolg einer Adipositas therapie gemessen werden sollte (Chiapetta, 2016). Dadurch, dass anthropometrische Daten jedoch objektiv und meist leicht zu ermitteln sind, bieten sie sich als Verlaufsp parameter an. Außerdem korreliert die Entwicklung der genannten Werte stark mit der Krankheitsbezogenen Lebensqualität. Deshalb sollen diese Ergebnisse hier ebenfalls besprochen werden.

Die absolute Gewichtsreduktion lag unter den Interventionsprobanden fast doppelt so hoch wie in der Kontrollgruppe. Es kann also durchaus von einer Überlegenheit der telemedizinischen Betreuung verglichen mit einem eigenverantwortlichen Abnehmversuch ausgegangen werden. Andererseits verrät der Blick auf die Standardabweichung, dass die interindividuellen Unterschiede bezüglich des Gewichtsverlustes in der Interventionsgruppe ebenfalls weit größer ausfielen als in der Kontrollgruppe. Damit präsentiert sich die Kontrollgruppe deutlich homogener, erreicht dafür jedoch nicht die teilweise bemerkenswerten Ergebnisse einzelner Teilnehmer des Interventionsprogramms. Dieser Umstand weist erneut auf die Bedeutung der Compliance bzw. der Patientenauswahl hin. Denn immer, wenn die Therapie ansprach, produzierte sie viel deutlichere Erfolge, als es den nicht betreuten Probanden möglich gewesen wäre. Bei Nichtansprechen der Therapie bewegten sich die Probanden allerdings im selben Bereich wie die Kontrollteilnehmer.

Deutlicher kann die Überlegenheit des telemedizinischen Coachings dargestellt werden, wenn man die Anteile erfolgreicher Therapieversuche zwischen den Gruppen vergleicht. Wie zuvor erläutert erachtet die DGEM eine konservative Adipositas therapie ab einem relativen Gewichtsverlust von mehr als 10% des Ausgangsgewichts innerhalb von sechs Monaten als erfolgreich (Berg, 2014). Daran angelehnt teilten wir die erreichte Gewichts-

reduktion der Probanden in drei Kategorien ein: (a) Kein Gewichtsverlust bzw. Gewichtszunahmen, (b) Gewichtsverlust <10%, (c) Gewichtsverlust >10%. In den beiden wesentlichen Kategorien zeigen sich Unterschiede, die die Hypothese der Überlegenheit unserer Intervention stützen. So erzielten weniger Interventionsprobanden gar keinen Gewichtsverlust als dies in der Kontrollgruppe der Fall war. Außerdem war der Anteil der erfolgreichen Therapien (also >10% Gewichtsreduktion) in der Interventionsgruppe mehr als 2,5-fach größer als in der Kontrollgruppe. Es wird bei diesem Vergleich also ersichtlich, dass das eingesetzte Programm hinsichtlich einer erfolgreichen Gewichtsreduktion einen klaren Mehrwert bietet.

Interessant, wenn auch wenig überraschend; ist die Gewichtsentwicklung über die Zeit. Diese konnte durch die engmaschigeren Kontrollen in der Interventionsgruppe detaillierter betrachtet werden. Es zeigt sich ein zu Beginn starker Abfall des Körpergewichts. Im weiteren Verlauf flacht die Kurve jedoch ab und lässt für die Zeit jenseits des Untersuchungszeitraums eher eine Stagnation erwarten (siehe Abb. 22). Diese Beobachtung deckt sich mit bisherigen Erkenntnissen anderer Autoren, dass nach vier bis sechs Monaten mit einem Rückgang der Gewichtsabnahme zu rechnen ist (Herpertz, 2003; Wirth, 2013). Für eine anhaltende Therapiemotivation und Compliance ist es unbedingt nötig den Patienten gründlich über dieses Phänomen aufzuklären. Gerade für die regelhaft zu erwartende Phase der Stagnation ist der Therapieerfolg entscheidend von einer guten Anbindung des Patienten an den Therapeuten abhängig. Hier können telemedizinisch unterstützte Verfahren einen großen Gewinn bedeuten.

4.2.5 Langfristiger Therapieerfolg

Durch den auf sechs Monate limitierten Beobachtungszeitraum kann keine Aussage über die längerfristige Wirksamkeit der vorgestellten Intervention getroffen werden. Es sei hier nochmals darauf hingewiesen, dass wir uns bei der Auswahl dieses Zeitraums an der gängigen Praxis zur Beurteilung konservativer Therapieversuche orientierten. Entsprechende Empfehlungen finden sich auch in den DAG-Leitlinien (Berg, 2014) und werden von Krankenkassen regelmäßig zur Prüfung der Kostenübernahme chirurgischer Therapien angewendet. Dennoch kann die Implementierung internetfähiger Sportelektronik maßgeblich zum nachhaltigen Erfolg einer Gewichtsreduktion beitragen. Die Grundlage

dazu bildet die deutlich vereinfachte, dauerhafte Fortführung der Therapeut-Patient-Beziehung, welche nachweislich positiven Einfluss auf die Langzeitergebnisse von Adipositas-Therapien hat (Wing et al., 1996). Über das Online-Nutzerprofil des verwendeten Activity-Trackers und/oder E-Mail-Kontakt besteht ein Knotenpunkt zwischen Therapeut und Patient, der steten Austausch ermöglicht, und eine Fortsetzung der Beratung mit geringem Aufwand ermöglicht.

4.3 PATIENTENFEEDBACK

Der Feedbackfragebogen ergänzte unsere Daten um den subjektiven Eindruck der Teilnehmer, und bereicherte die Ergebnisse durch einen weiteren Blickwinkel. Die Rückmeldung der Probanden viel durchweg positiv aus. An den grundsätzlichen Nutzen des Programms glaubten 92,3% der Befragten. Ebenso viele erachteten die versendeten Feedback-Nachrichten als hilfreich. Je 84,6% gaben an, ihr körperliches Training nicht als belastend zu empfinden und im Rahmen des Programms Freude an der Bewegung entwickelt zu haben. Die Mehrzahl war der Meinung, dass sie ohne das Programm nicht in gleichem Maße sportlich aktiv gewesen wäre (84,6%). Dem Activity-Tracker wurde von Probandenseite ein motivierender Effekt attestiert, was sich gut mit aktuellen Studienergebnissen vereinbaren lässt (Asimakopoulos et al., 2017). 92,3% erwogen sogar, in Zukunft ein ähnliches Gerät privat zu nutzen. In Übereinstimmung mit unseren Ergebnissen zu den erreichten Gewichtsreduktionen gaben nur 61,5% an, durch die Teilnahme erfolgreicher abgenommen zu haben.

Diese Ergebnisse werfen insgesamt ein sehr positives Licht auf das vorliegende Projekt. Eine weitere Arbeitshypothese kann hiermit bestätigt werden: Moderne Fitnesstracker, wie das verwendete Fitbit Charge HR sind in Ihrer Handhabung intuitiv und verständlich genug um im klinisch-therapeutischen Einsatz ohne Probleme angewendet zu werden. Außerdem haben Sie einen Einfluss auf psychische Mediatoren, wenn auch anhand eines nicht validierten, sehr oberflächlichen Feedback-Fragebogens hier keine detaillierten Aussagen getroffen werden können. In Zusammenschau dieser Rückmeldungen fällt die Bewertung des Projekts und der verwendeten Geräte sogar besser aus, als anhand des Therapie-Outcomes zu erwarten wäre. Dies bekräftigt die Vermutung, dass die nachweisbaren positiven Trends der einzelnen erhobenen Zielparameter bei größeren Fallzahlen statistische Signifikanz erreichen könnten.

4.4 KRITISCHE BETRACHTUNG DER BEFUNDE

Saisonale Effekte. Der Start der Rekrutierung lag im Frühjahr 2016. Bedingt durch die größere Anzahl an Probanden in der Kontrollgruppe konnte trotz Randomisierung nicht erreicht werden, dass die Beobachtungszeiträume für beide Gruppen stets in derselben Jahreszeit lagen. So gab es in der Kontrollgruppe einige Teilnehmer, für welche der Studienzeitraum zu großen Teilen auf Herbst und Winter fiel. Da durch schlechtere Wetterverhältnisse und weniger Sonnenstunden im Winter ein Rückgang der körperlichen bzw. sportlichen Aktivität nicht auszuschließen ist, könnte ein Teil der diesbezüglich ermittelten Unterschiede auf saisonale Unterschiede zurückzuführen sein. Relativierend müssen allerdings auch die diejenigen Interventionsprobanden erwähnt werden, welche ebenfalls bis in den Winter hinein beobachtet wurden.

Soziale Erwünschtheit. Gemeint ist die Tendenz von Studienteilnehmern, in einer Befragung Antworten zu geben, von welchen sie glauben, sie würden vom Studienleiter erwartet oder entsprechen ganz allgemein den gesellschaftlichen Erwartungen. In gewissem Maße ist davon auszugehen, dass die Teilnehmer der Interventionsgruppe bei der Beantwortung der Fragebögen im Sinne des erhofften Effekts geantwortet haben. Alle Teilnehmer füllten den Baselinefragebogen unter denselben Bedingungen aus, so dass hier keine unterschiedliche Beeinflussung zu erwarten war. Allerdings standen die Interventionsprobanden später womöglich gefühlt deutlich stärker unter Beobachtung. Zudem wurde über sechs Monate hinweg durch regelmäßigen Nachrichtenverkehr und persönliche Treffen ein persönlicher Kontakt aufgebaut, welcher den Effekt der sozialen Erwünschtheit stark beeinflusst haben könnte. Klar ist, dass dieser Effekt nur für Fragebogendaten gelten kann und dass anthropometrische Werte von einer derartigen Beeinflussung ausgeschlossen werden können.

5 Zusammenfassung und Ausblick

Die zeitgemäße, konservative Therapie der Adipositas ist eine interdisziplinäre Leistung. Als wesentlichen Bestandteil fordern Fachgesellschaften eine konsequente Bewegungstherapie unter ärztlicher Leitung – eine langwierige und zeitintensive Aufgabe! Die digitale Vernetzung führt schon heute zu einem wachsenden Angebot an telemedizinischen Angeboten; immer mehr medizinische Geräte erhalten dabei auch Zugang zum Internet. Es ist naheliegend diese Entwicklung auch im Bereich der Adipositas therapie voranzutreiben. Dazu soll dieses Projekt beitragen. Eine Vielzahl von Aspekten wurde in der vorliegenden Studie geprüft um schlussendlich beurteilen zu können, welchen Nutzen sogenannte Activity-Tracker in der konservativen Therapie des Übergewichts und der Adipositas haben können.

Im ersten Abschnitt konnte gezeigt werden, dass Activity Tracker grundsätzlich technisch geeignet sind, therapeutisch relevante Daten, wie Herzfrequenz und Schrittzahl zu messen und zuverlässig zu übertragen. Online-Nutzerprofile haben sich in dieser Studie als geeignete Plattform für den Datenaustausch erwiesen. Die aufgezeichneten Daten sind für unseren angestrebten Einsatz ausreichend genau. Für eine detaillierte Trainingssteuerung ist die Messung der Herzfrequenz allerdings aktuell nicht exakt genug.

Im täglichen Umgang erwiesen sich die genutzten Geräte als unauffällige Begleiter. Nur sehr selten kam es zu Bedienungsproblemen. Die Patienten fühlten sich durch die Activity Tracker zu körperlicher Aktivität angespornt und die Bewegungsmotivation konnte nachweislich gesteigert werden. Die vergleichende Auswertung psychologischer Fragebogensitems konnte jedoch hinsichtlich der Absichtsstärke keinen signifikanten Unterschied zur Kontrollgruppe nachweisen.

Die Interventionsgruppe erreichte eine deutlich größere Steigerung der körperlichen Aktivität, wodurch die Wirksamkeit der durchgeführten Intervention zu belegen ist. Innerhalb der Interventionsgruppe unterschieden sich die Erfolge jedoch stark. Es ist anzunehmen, dass nicht alle Patienten gleichermaßen zugänglich für eine derartige Intervention sind und es sogenannte „non-responder“ gibt. Diese möglichst früh zu identifizieren und alternativen Therapien zuzuführen könnte Inhalt weiterer Forschung sein.

Die Gewichtsreduktion fiel bei einigen Probanden der Interventionsgruppe beachtlich aus. Andere profitierten diesbezüglich scheinbar kaum von unserem Konzept, da eine vergleichbare, mäßige Gewichtsreduktion auch in der Kontrollgruppe festzustellen war. Dieser Umstand ist ein weiterer Hinweis darauf, dass das Therapieansprechen unter verschiedenen Patienten höchst unterschiedlich ausfallen kann. Dabei muss hinzugefügt werden, dass die Gewichtsreduktion generell von einigen Autoren als nachrangiger Parameter bei der Beurteilung eines Therapieerfolgs gewertet wird. Zudem sind für eine verlässliche Aussage über die langfristige Entwicklung der Körpermasse größere Fallzahlen und ein längerer Beobachtungszeitraum nötig. Auch hier könnten Folgeprojekte Aufschluss geben.

Eine Korrelation zwischen Aktivität und Gewichtsabnahme konnte in unserer Untersuchung – anders als intuitiv zu erwarten – nicht festgestellt werden. Dies unterstreicht die interindividuell unterschiedlichen Ursachen und Mechanismen hinter Änderungen der Körperzusammensetzung und beweist: Es gibt weiterhin keine Alternative zu einem multimodalen Behandlungskonzept.

In Zusammenschau der in dieser Studie gewonnenen Erkenntnisse lässt sich die Frage nach der Eignung und dem Nutzen elektronischer Aktivitäts-Messer in der telemedizinischen Therapie der Adipositas mit dem folgenden Fazit beantworten:

Activity-Tracker sind geeignet einen wesentlichen Beitrag zur erfolgreichen, konservativen Adipositas therapie zu leisten, indem sie eine langfristige, kontinuierliche Zusammenarbeit zwischen Therapeut und Patient maßgeblich erleichtern.

Dr. med. Jessica Lange
Betreuerin

Maximilian Wolf

6 Abbildungen

Abbildung 1: Durchschnittliche BMI-Werte in Deutschland nach Lebensalter und Geschlecht (aus NVSII).....	6
Abbildung 2: Biopsychosoziales Modell der Entstehung und Aufrechterhaltung von Übergewicht und Adipositas (nach Lehrke und Laessle).....	14
Abbildung 3: Erwünschte Effekte körperlichen Trainings in der Therapie der Adipositas	20
Abbildung 4: Begriffliche Unterscheidung von körperlicher Aktivität, Bewegungsaktivität und Sportaktivität (aus Fuchs et al., 2015)	27
Abbildung 5: Übersicht bewährter objektiver und subjektiver Verfahren zur Erfassung der körperlichen Aktivität (nach Eckert et al.)	29
Abbildung 6: Flussdiagramm zum Studienablauf	38
Abbildung 7: Anzahl der aufgeführten Artikel unter der Kategorie Fitness-Tracker o.ä. im Sortiment der drei belebtesten deutschen Elektronikgroßhändler (Stand 07/2016)..	41
Abbildung 8: Dauer und Intensität (Als Maß dient die Herzfrequenz) des verwendeten Laufbandprotokolls zur Validierung von Herzfrequenz- und Schrittzahlmessung.	44
Abbildung 9: Flowchart zum Ablauf des Untersuchungszeitraums. Die Erhebung des Baseline-Fragebogens erfolgte vor Aufklärung und Randomisierung, um einen Einfluss auf die Fragebogendaten zu verhindern. Der Zeitpunkt t0 entspricht dem Aufnahmedatum. t1, t2 und t3 folgen jeweils im Abstand von zwei Monaten.	49
Abbildung 10: Grafischer Vergleich der Messwerte von Fitbit Charge HR und dem Referenzgerät Polar H7. Links sind die Werte direkt gegeneinander abgetragen, rechts in Form eines Bland-Altman-Plots dargestellt. V.o.n.u.: Ruhemessung, Übergangsphase, Belastungsphase	58
Abbildung 11: Bland-Altman-Plot zu den mit Handzähler bzw. Fitbit Charge HR ermittelten Schrittzahlen während der Durchführung des Testprotokolls.....	60
Abbildung 12: Überwiegende Arbeitskörperhaltung der Probanden. Links: Interventionsgruppe. Rechts: Kontrollgruppe	64
Abbildung 13: Gewichtsreduktion in Abhängigkeit von der Tragedauer des Geräts. Rote Linien: 5% Abweichung vom Ausgangsgewicht (entspricht klinisch signifikanter Gewichtsänderung, vgl. Stevens et al., 2006). Rote Punkte: Probanden mit per Definition klinisch signifikanter Gewichtsreduktion.	66

Abbildung 14: Tragezeiten der Fitnesstracker.....	67
Abbildung 15: Nächtliche Nutzung des Fitnesstrackers..	67
Abbildung 16: Schwierigkeiten und Probleme im Umgang mit dem Fitnesstracker.	67
Abbildung 17: Nutzung zusätzlicher Funktionen des Fitnesstrackers. (z.B. Gewichtsprotokoll, Ernährungstagebuch)	67
Abbildung 18: Entwicklung der monatlichen Alltagsaktivität.....	70
Abbildung 19: Durchschnittliche Tägliche Schrittzahl der Interventionsgruppe im Studienverlauf.....	71
Abbildung 20: Entwicklung der monatlichen Sportaktivität. Gelb: Kontrollgruppe, rosa: Interventionsgruppe	72
Abbildung 21: Sport- und Alltagsaktivität im Studienverlauf	73
Abbildung 22:Entwicklung des Körpergewichts. Mittleres Körpergewicht der jeweiligen Gruppe zu Beginn der Studie und bei Abschluss der Studie.	76
Abbildung 23: Mittlere Gewichts Differenz relativ zum Studienbeginn.	76
Abbildung 24: Body-Mass-Index der jeweiligen Gruppe zu Beginn der Studie und bei Abschluss der Studie	77
Abbildung 25: Prozentualer "Excess weight loss", d.h. der Anteil des Übergewichts, der im Studienverlauf abgenommen wurde.....	77
Abbildung 26: Prozentualer Gewichtsverlust im Studienverlauf	78
Abbildung 27: Ausmaß der Gewichtsreduktion unter den Teilnehmern beider Gruppen.	79

7 Tabellen

Tabelle 1: Einteilung des Übergewichts bei Erwachsenen anhand des BMI (nach WHO 2000).....	4
Tabelle 2: Komplikationsrisiko in Abhängigkeit vom Taillenumfang. (Nach WHO 2000).....	4
Tabelle 3: Prävalenz für Untergewicht, Normalgewicht, Präadipositas und Adipositas in der erwachsenen deutschen Bevölkerung (Quelle DEGS1, 2013).....	6
Tabelle 4: Gesundheitliche Auswirkungen von körperlicher Aktivität bzw. Sport nach Organsystemen.	19
Tabelle 5: Inhalte der Psychotherapie bei morbidem Adipositas (Wild et al.: Psychotherapie der Adipositas)	22
Tabelle 6: Fitness-Tracking Geräte in der Vorauswahl. Die Spezifikationen beruhen auf Herstellerangaben	40
Tabelle 7: Einsatzbereiche eines Herzfrequenzmessers abhängig von der erreichbaren Messgenauigkeit.	42
Tabelle 8: Anzahl der Studienteilnehmer je Gruppe	50
Tabelle 9: Statistische Auswertung der Herzfrequenzmessungen.....	59
Tabelle 10: Fitbit Charge HR Schrittzählerfunktion. Ergebnisse der statistischen Auswertung.....	61
Tabelle 11: Soziodemografische Merkmale der gesamten Längsschnittstichprobe (Prozentsummen <100% durch fehlende Angaben möglich).....	62
Tabelle 12: Soziodemografische Merkmale der kompletten Längsschnittstichprobe, nach Gruppe getrennt (Prozentsummen <100% durch fehlende Angaben möglich)	63
Tabelle 13: Vergleich der Alltagsaktivität [Min/Monat] beider Gruppen zu den Zeitpunkten t0 und t3.....	70
Tabelle 14: Wöchentliche Sportsomme [min/Woche]	72
Tabelle 15: Sport- und Alltagsaktivität der Interventionsgruppe zu den verschiedenen Messzeitpunkten	73
Tabelle 16: Mittelwerte und Standardabweichungen des Körpergewichts beider Gruppen zu den Zeitpunkten t0=Aufnahme und t3=Abschluss.	74
Tabelle 17: Mittelwerte und Standardabweichungen des BMI beider Gruppen zu den Zeitpunkten t0=Aufnahme und t3=Abschluss	74

Tabelle 18: Mittelwerte und Standardabweichungen des %EWL beider Gruppen zu den Zeitpunkten t0 - Aufnahme und t3 - Abschluss.....	74
Tabelle 19: Mittelwerte für die Fragebogenitems zu Befinden und Gesundheitszustand in der Interventionsgruppe.....	79
Tabelle 20: Mittelwerte für die Fragebogenitems zu Befinden und Gesundheitszustand in der Kontrollgruppe.	80
Tabelle 21: Summenscores im BQL-Fragebogen für beide Gruppen zu den Zeitpunkten t0 und t3. Der Unterschied wurde statistisch auf Signifikanz geprüft.....	80
Tabelle 22: Ergebnisse des BQL-Fragebogens in der Interventionsgruppe	81
Tabelle 23: Ergebnisse des BQL-Fragebogens in der Kontrollgruppe.....	82
Tabelle 24: Ergebnisse des Feedback-Fragebogens	83

8 Literaturverzeichnis

- Adams, T.D., Gress, R.E., Smith, S.C., Halverson, R.C., Simper, S.C., Rosamond, W.D., Lamonte, M.J., Stroup, A.M., and Hunt, S.C. (2007). Long-term mortality after gastric bypass surgery. *N. Engl. J. Med.* 357, 753–761.
- Adipositas, W.H.O. (2005). Eine Herausforderung für die Europäische Region der WHO. *Faktenblatt EURO 13*, 1–6.
- Ainsworth, B.E., Haskell, W.L., Leon, A.S., Jacobs, D.R.J., Montoye, H.J., Sallis, J.F., and Paffenbarger, R.S.J. (1993). Compendium of physical activities: classification of energy costs of human physical activities. *Med. Sci. Sports Exerc.* 25, 71–80.
- Alexy, U., Libuda, L., Mersmann, S., and Kersting, M. (2011). Convenience foods in children's diet and association with dietary quality and body weight status. *Eur. J. Clin. Nutr.* 65, 160.
- Altman, D.G., and Bland, J.M. (1983). Measurement in medicine: the analysis of method comparison studies. *The Statistician* 307–317.
- Amrhein, C. (2016). *Fitnesstracker: Kaufen, anlegen, aufgeben.*
- Andres, R., Elahi, D., Tobin, J.D., Muller, D.C., and Brant, L. (1985). Impact of age on weight goals. *Ann. Intern. Med.* 103, 1030–1033.
- Asimakopoulos, S., Asimakopoulos, G., and Spillers, F. (2017). Motivation and user engagement in fitness tracking: Heuristics for mobile healthcare wearables. In *Informatics, (Multidisciplinary Digital Publishing Institute)*, p. 5.
- Baker, C.W., and Brownell, K.D. (2000). Physical activity and maintenance of weight loss: physiological and psychological mechanisms. *Phys. Act. Obes.* 311–328.
- Ballantyne, G.H. (2003). Measuring Outcomes following Bariatric Surgery: Weight Loss Parameters, Improvement in Co-morbid Conditions, Change in Quality of Life and Patient Satisfaction. *Obes. Surg.* 13, 954–964.
- Bandura, A. (1977). Self-efficacy: Toward a unifying theory of behavioural change. *Psychol. Rev.* 84, 191–215.
- Bassey, E.J., Macdonald, I.A., and Patrick, J.M. (1982). Factors affecting the heart rate during self-paced walking. *Eur. J. Appl. Physiol.* 48, 105–115.
- Baumeister, H., and Harter, M. (2007). Mental disorders in patients with obesity in comparison with healthy probands. *Int J Obes* 31, 1155–1164.
- Berg, A. (2014). *Interdisziplinäre Leitlinie der Qualität S3 zur "Prävention und Therapie der Adipositas."*
- Berrington de Gonzalez, A., Hartge, P., Cerhan, J.R., Flint, A.J., Hannan, L., MacInnis, R.J., Moore, S.C., Tobias, G.S., Anton-Culver, H., Freeman, L.B., et al. (2010). Body-

Mass Index and Mortality among 1.46 Million White Adults. *N. Engl. J. Med.* 363, 2211–2219.

Bize, R., Johnson, J.A., and Plotnikoff, R.C. (2007). Physical activity level and health-related quality of life in the general adult population: a systematic review. *Prev. Med.* 45, 401–415.

Blair SN, and Church TS (2004). The fitness, obesity, and health equation: Is physical activity the common denominator? *JAMA* 292, 1232–1234.

Bockelbrink, A., Stöber, Y., Roll, S., Vauth, C., Willich, S.N., and Greiner, W. (2008). Medizinische und ökonomische Beurteilung der bariatrischen Chirurgie (Adipositaschirurgie) gegenüber konservativen Strategien bei erwachsenen Patienten mit morbidem Adipositas. *GMS Health Technol Assess* 4.

Boeing, H. (2005). Macht Fett wirklich fett? Was ist aus Sicht der Epidemiologie gesichert? *Ernähr.-Umsch.* 4–8.

Bork, U., Weitz, J., and Penter, V. (2018). Apps und Mobile Health: Viele Potenziale noch nicht ausgeschöpft. *Dtsch Arztebl Int.* 115, 62-.

Bortz, J. (2013). *Lehrbuch der Statistik: für Sozialwissenschaftler* (Springer-Verlag).

Bosak, K.A., Yates, B., and Pozehl, B. (2009). Feasibility of an internet physical activity intervention. *West. J. Nurs. Res.* 31, 648–661.

Bouchard, C., Perusse, L., Leblanc, C., Tremblay, A., and Theriault, G. (1988). Inheritance of the amount and distribution of human body fat. *Int. J. Obes.* 12, 205–215.

Bouchard, C., Shephard, R.J., and Stephens, T. (1993). *Physical activity, fitness, and health* (Human Kinetics Publishers).

Bravata DM, Smith-Spangler C, Sundaram V, and et al (2007). Using pedometers to increase physical activity and improve health: A systematic review. *JAMA* 298, 2296–2304.

Brooke, S., An, H.-S., Kang, S.-K., Noble, J., Berg, K., and Lee, J.-M. (2018). Concurrent Validity of Wearable Activity Trackers 1 in Free-living Conditions. *J. Strength Cond. Res.* *Publish Ahead of Print*.

Brunner, T.A., Van der Horst, K., and Siegrist, M. (2010). Convenience food products. Drivers for consumption. *Appetite* 55, 498–506.

Buchwald, H., and Oien, D.M. (2013). Metabolic/Bariatric Surgery Worldwide 2011. *Obes. Surg.* 23, 427–436.

Buchwald, H., Estok, R., Fahrenbach, K., Banel, D., Jensen, M.D., Pories, W.J., Bantle, J.P., and Sledge, I. (2009). Weight and type 2 diabetes after bariatric surgery: systematic review and meta-analysis. *Am. J. Med.* 122, 248–256. e5.

Calle, E.E., Thun, M.J., Petrelli, J.M., Rodriguez, C., and Heath, C.W. (1999). Body-Mass Index and Mortality in a Prospective Cohort of U.S. Adults. *N. Engl. J. Med.* *341*, 1097–1105.

Carlsson, L.M.S., Sjöholm, K., Karlsson, C., Jacobson, P., Andersson-Assarsson, J.C., Svensson, P.-A., Larsson, I., Hjorth, S., Neovius, M., Taube, M., et al. (2017). Long-term incidence of microvascular disease after bariatric surgery or usual care in patients with obesity, stratified by baseline glycaemic status: a post-hoc analysis of participants from the Swedish Obese Subjects study. *Lancet Diabetes Endocrinol.* *5*, 271–279.

Case, M.A., Burwick, H.A., Volpp, K.G., and Patel, M.S. (2015). Accuracy of Smartphone Applications and Wearable Devices for Tracking Physical Activity Data. *JAMA J. Am. Med. Assoc.* *313*, 625–626.

Caspersen, C.J., Powell, K.E., and Christenson, G.M. (1985). Physical activity, exercise, and physical fitness: definitions and distinctions for health-related research. *Public Health Rep.* *100*, 126–131.

Cassidy, S.B. (1997). Prader-Willi syndrome. *J. Med. Genet.* *34*, 917–923.

Chambliss, H.O. (2005). Exercise Duration and Intensity in a Weight-Loss Program. *Clin. J. Sport Med.* *15*, 113–115.

Cheatham, S.W., Stull, K.R., Fantigrassi, M., and Motel, I. (2017). The efficacy of wearable activity tracking technology as part of a weight loss program: a systematic review. *J. Sports Med. Phys. Fitness.*

Cheng, M., Mei, B., Zhou, Q., Zhang, M., Huang, H., Han, L., and Huang, Q. (2018). Computational analyses of obesity associated loci generated by genome-wide association studies. *PloS One* *13*, e0199987–e0199987.

Chiapetta, S. (2016). Was bedeutet Erfolg in der Adipositaschirurgie? *Adipositas* *16*–18.

Coons, M.J., Roehrig, M., and Spring, B. (2011). The Potential of Virtual Reality Technologies to Improve Adherence to Weight Loss Behaviors. *J. Diabetes Sci. Technol.* *5*, 340–344.

Cooper, Z., Fairburn, C.G., and Hawker, D.M. (2003). *Cognitive-behavioral treatment of obesity: A clinician's guide.* (Guilford Press).

Dannecker, K.L., Sazonova, N.A., Melanson, E.L., Sazonov, E.S., and Browning, R.C. (2013). A Comparison of Energy Expenditure Estimation of Several Physical Activity Monitors. *Med. Sci. Sports Exerc.* *45*, 2105–2112.

Dolezal, B.A., Boland, D.M., Carney, J., Abrazado, M., Smith, D.L., and Cooper, C.B. (2014). Validation of heart rate derived from a physiological status monitor-embedded compression shirt against criterion ECG. *J. Occup. Environ. Hyg.* *11*, 833–839.

Donnelly, J.E., Blair, S.N., Jakicic, J.M., Manore, M.M., Rankin, J.W., and Smith, B.K. (2009). American College of Sports Medicine Position Stand. Appropriate physical activity intervention strategies for weight loss and prevention of weight regain for adults. *Med. Sci. Sports Exerc.* *41*, 459–471.

Esposito, K., Kastorini, C.-M., Panagiotakos, D.B., and Giugliano, D. (2011). Mediterranean diet and weight loss: meta-analysis of randomized controlled trials. *Metab. Syndr. Relat. Disord.* *9*, 1–12.

Etkin, J. (2016). The hidden cost of personal quantification. *J. Consum. Res.* *42*, 967–984.

Evenson, K.R., Goto, M.M., and Furberg, R.D. (2015). Systematic review of the validity and reliability of consumer-wearable activity trackers. *Int. J. Behav. Nutr. Phys. Act.* *12*, 159.

Farrell, S.W., Cortese, G.M., LaMonte, M.J., and Blair, S.N. (2007). Cardiorespiratory Fitness, Different Measures of Adiposity, and Cancer Mortality in Men. *Obesity* *15*, 3140–3149.

Farrell, S.W., Finley, C.E., McAuley, P.A., and Frierson, G.M. (2011). Cardiorespiratory Fitness, Different Measures of Adiposity, and Total Cancer Mortality in Women. *Obesity* *19*, 2261–2267.

Finkelstein, E.A., Haaland, B.A., Bilger, M., Sahasranaman, A., Sloan, R.A., Nang, E.E.K., and Evenson, K.R. Effectiveness of activity trackers with and without incentives to increase physical activity (TRIPPA): a randomised controlled trial. *Lancet Diabetes Endocrinol.*

Finucane, M.M., Stevens, G.A., Cowan, M., Danaei, G., Lin, J.K., Paciorek, C.J., Singh, G.M., Gutierrez, H.R., Lu, Y., Bahalim, A.N., et al. (2011). National, regional, and global trends in body mass index since 1980: Systematic analysis of health examination surveys and epidemiological studies with 960 country-years and 9.1 million participants. *Lancet Lond. Engl.* *377*, 557–567.

Flegal, K.M., Graubard, B.I., Williamson, D.F., and Gail, M.H. (2007). Cause-Specific Excess Deaths Associated With Underweight, Overweight, and Obesity. *JAMA J. Am. Med. Assoc.* *298*, 2028–2037.

Flegal KM, Kit BK, Orpana H, and Graubard BI (2013). Association of all-cause mortality with overweight and obesity using standard body mass index categories: A systematic review and meta-analysis. *JAMA* *309*, 71–82.

Fontaine, K.R., Barofsky, I., Andersen, R.E., Bartlett, S.J., Wiersema, L., Cheskin, L.J., and Franckowiak, S.C. (1999). Impact of weight loss on health-related quality of life. *Qual. Life Res.* *8*, 275–277.

Fontaine KR, Redden DT, Wang C, Westfall AO, and Allison DB (2003). Years of life lost due to obesity. *JAMA* *289*, 187–193.

Foster, C., Hillsdon, M., Thorogood, M., Kaur, A., and Wedatilake, T. (2005). Interventions for promoting physical activity. *Cochrane Libr.*

Friedman, M.A., and Brownell, K.D. (1995). Psychological correlates of obesity: moving to the next research generation. *Psychol. Bull.* 117, 3–20.

Fuchs, R., Göhner, W., Mahler, C., Krämer, L., Wanner, H., Wehrstein, S., and Wolbeck, H. (2008). „Aufbau eines körperlich-aktiven Lebensstils im Kontext der medizinischen Rehabilitation: Ein motivational-volitionales Interventionskonzept“ –MoVo-LISA-Projekt–. Unveröff. Endbericht.

Fuchs, R., Klaperski, S., Gerber, M., and Seelig, H. (2015). Messung der Bewegungs- und Sportaktivität mit dem BSA-Fragebogen. *Z. Für Gesundheitspsychologie* 23, 60–76.

GBE-Bund.de (2017). *gbe-bund.de: Intangible Kosten.*

Gerber, M., Fuchs, R., and Pühse, U. (2010). Einfluss eines Kurz-Interventionsprogramms auf das Bewegungsverhalten und seine psychologischen Voraussetzungen bei Übergewichtigen und Adipösen. *Z. Für Gesundheitspsychologie* 18, 159–169.

Gill, D.L., Hammond, C.C., Reifsteck, E.J., Jehu, C.M., Williams, R.A., Adams, M.M., Lange, E.H., Becofsky, K., Rodriguez, E., and Shang, Y.-T. (2013). Physical activity and quality of life. *J. Prev. Med. Pub. Health* 46, S28.

Gortmaker, S.L., Must, A., Perrin, J.M., Sobol, A.M., and Dietz, W.H. (1993). Social and Economic Consequences of Overweight in Adolescence and Young Adulthood. *N. Engl. J. Med.* 329, 1008–1012.

Gualtieri, L., Rosenbluth, S., and Phillips, J. (2016). Can a Free Wearable Activity Tracker Change Behavior? The Impact of Trackers on Adults in a Physician-Led Wellness Group. *JMIR Res. Protoc.* 5, e237.

Gudzune, K.A., Doshi, R.S., Mehta, A.K., Chaudhry, Z.W., Jacobs, D.K., Vaki, R.M., Lee, C.J., Bleich, S.N., and Clark, J.M. (2015). Efficacy of Commercial Weight-Loss Programs: An Updated Systematic Review. *Ann. Intern. Med.* 162, 501–521.

Guh, D.P., Zhang, W., Bansback, N., Amarsi, Z., Birmingham, C.L., and Anis, A.H. (2009). The incidence of co-morbidities related to obesity and overweight: a systematic review and meta-analysis. *BMC Public Health* 9.

H. Seelig, and R. Fuchs (2006). Messung der sport- und bewegungsbezogenen Selbstkonkordanz. *Z. Für Sportpsychol.* 13, 121–139.

Hauner, H. (1996). Gesundheitsrisiken von Übergewicht und Gewichtszunahme. *Dtsch. Ärztebl.* 93, 35.

Hauner, H., Buchholz, G., Hamann, A., Husemann, B., Koletzko, B., Liebermeister, H., Wabitsch, M., Westenhöfer, J., Wirth, A., and Wolfram, G. (2007). Prävention und Therapie der Adipositas. Evidenzbasierte Leitlin. Version.

Hauner, H., Bechthold, A., Boeing, H., Bronstrup, A., Buyken, A., Leschik-Bonnet, E., Linseisen, J., Schulze, M., Strohm, D., and Wolfram, G. (2012). Evidence-based guideline of the German Nutrition Society: carbohydrate intake and prevention of nutrition-related diseases. *Ann. Nutr. Metab.* 60 *Suppl 1*, 1–58.

Hauner, H., Wechsler, J.G., Kluthe, R., Liebermeister, H., Erbesdobler, H., Wolfram, G., Fürst, P., and Jauch, K.W. Qualitätskriterien für ambulante Adipositasprogramme. Eine gemeinsame Initiative der Deutschen Adipositas-Gesellschaft, Deutschen Akademie für Ernährungsmedizin, Deutschen Gesellschaft für Ernährung, Deutschen Gesellschaft für Ernährungsmedizin. *Adipositas* 10, 5–8.

Health, U.S.D. of, and Services, H. (1996). Physical activity and health: a report of the Surgeon General (diane Publishing).

Heini, A.F., and Weinsier, R.L. (1997). Divergent trends in obesity and fat intake patterns: the American paradox. *Am. J. Med.* 102, 259–264.

Helmert, U., and Strube, H. (2004). [The development of obesity in Germany in the period from 1985 until 2000]. *Gesundheitswesen Bundesverb. Ärzte Öffentlichen Gesundheitsdienstes Ger.* 66, 409–415.

Herpertz, S. (2003). Psychotherapie der adipositas. *Dtsch Arztebl* 100, 20.

Herpertz, S., Kielmann, R., and Wolf, A.M. (2002). Psychosoziale Aspekte der Adipositaschirurgie. *Aktuel Ernährungsmed* 27, 149–156.

Hill, J.O., and Melanson, E.L. (1999). Overview of the determinants of overweight and obesity: current evidence and research issues. *Med. Sci. Sports Exerc.* 31, S515-521.

Hinney, A., Vogel, C.I.G., and Hebebrand, J. (2010). From monogenic to polygenic obesity: recent advances. *Eur. Child Adolesc. Psychiatry* 19, 297–310.

Hollmann, W., and Strüder, H.K. (2009). Sportmedizin: Grundlagen für körperliche Aktivität, Training und Präventivmedizin; mit 91 Tabellen (Schattauer Verlag).

Holzappel, C., and Hauner, H. (2011). [Weight maintenance after weight loss - how the body defends its weight]. *Dtsch. Med. Wochenschr.* 136, 89–94.

Hornbuckle, L.M., Bassett Jr, D.R., and Thompson, D.L. (2005). Pedometer-determined walking and body composition variables in African-American women. *Med. Sci. Sports Exerc.* 37, 1069–1074.

Hu, F.B., Li, T.Y., Colditz, G.A., Willett, W.C., and Manson, J.E. (2003). Television watching and other sedentary behaviors in relation to risk of obesity and type 2 diabetes mellitus in women. *Jama* 289, 1785–1791.

Huber, G. (2010). Adipositas entsteht durch Bewegungsmangel–Epidemiologie und Entstehung. *BG Bewegungstherapie Gesundheitssport* 26, 46–51.

- Janssen, I., Katzmarzyk, P.T., and Ross, R. (2004). Waist circumference and not body mass index explains obesity-related health risk. *Am. J. Clin. Nutr.* 79, 379–384.
- Jia, H., and Lubetkin, E.I. (2005). The impact of obesity on health-related quality-of-life in the general adult US population. *J. Public Health* 27, 156–164.
- Jo, E., Lewis, K., Directo, D., Kim, M.J., and Dolezal, B.A. (2016). Validation of bio-feedback wearables for photoplethysmographic heart rate tracking. *J. Sports Sci. Med.* 15, 540.
- Karlsson, J., Sjöström, L., and Sullivan, M. (1998). Swedish obese subjects (SOS) – an intervention study of obesity. Two-year follow-up of health-related quality of life (HRQL) and eating behavior after gastric surgery for severe obesity. *Int. J. Obes. Relat. Metab. Disord.* 22, 113.
- Knoll, K.-P., and Hauner, H. (2008). Kosten der Adipositas in der Bundesrepublik Deutschland - Eine aktuelle Krankheitskostenstudie. *Adipositas – Ursachen Folgeerkrankungen Ther.* 2, 204–210.
- Kolotkin, R.L., Crosby, R.D., Williams, G.R., Hartley, G.G., and Nicol, S. (2001). The relationship between health-related quality of life and weight loss. *Obesity* 9, 564–571.
- Krieger, J.W., Sitren, H.S., Daniels, M.J., and Langkamp-Henken, B. (2006). Effects of variation in protein and carbohydrate intake on body mass and composition during energy restriction: a meta-regression 1. *Am. J. Clin. Nutr.* 83, 260–274.
- Kronthaler, F. (2014). *Statistik angewandt. Datenanalyse Ist K Eine Kunst Berl.* Al Springer Spektrum.
- Kruger, J., Kohl III, H., Miles, I., and others (2007). Prevalence of regular physical activity among adults-United States, 2001 and 2005. *Morb. Mortal. Wkly. Rep.* 56, 1209–1212.
- Krumm, E.M., Dessieux, O.L., Andrews, P., and Thompson, D.L. (2006). The relationship between daily steps and body composition in postmenopausal women. *J. Womens Health* 15, 202–210.
- Kubiv, H. (2017). AliveCor Kardiaband: Erstes medizinisches Zubehör für Apple Watch zugelassen.
- Kurth, B.-M. (2013). Erste Ergebnisse aus der „Studie zur Gesundheit Erwachsener in Deutschland“ (DEGS).
- Kushner, R.F., and Foster, G.D. (2000). Obesity and quality of life. *Nutrition* 16, 947–952.
- Kwiecien, R., Kopp-Schneider, A., and Blettner, M. (2011). Konkordanzanalyse. *Dtsch Arztebl Int.* 108, 515–521.

- Larsen, T.M., Dalskov, S.-M., van Baak, M., Jebb, S.A., Papadaki, A., Pfeiffer, A.F., Martinez, J.A., Handjieva-Darlenska, T., Kunešová, M., Pihlsgård, M., et al. (2010). Diets with High or Low Protein Content and Glycemic Index for Weight-Loss Maintenance. *N. Engl. J. Med.* *363*, 2102–2113.
- Larsson, U., Karlsson, J., and Sullivan, M. (2002). Impact of overweight and obesity on health-related quality of life--a Swedish population study. *Int. J. Obes.* *26*, 417.
- Lawton, C., Burley, V., Wales, J., and Blundell, J. (1993). Dietary fat and appetite control in obese subjects: weak effects on satiation and satiety. *Int. J. Obes. Relat. Metab. Disord. J. Int. Assoc. Study Obes.* *17*, 409–416.
- Layne, J.E., and Nelson, M.E. (1999). The effects of progressive resistance training on bone density: a review. *Med. Sci. Sports Exerc.* *31*, 25–30.
- Lean, M.E., Han, T.S., and Morrison, C.E. (1995). Waist circumference as a measure for indicating need for weight management. *BMJ* *311*, 158–161.
- Lee, I.-M., Shiroma, E.J., Lobelo, F., Puska, P., Blair, S.N., Katzmarzyk, P.T., and Group, L.P.A.S.W. (2012). Effect of physical inactivity on major non-communicable diseases worldwide: an analysis of burden of disease and life expectancy. *The Lancet* *380*, 219–229.
- LEE, J.-M., KIM, Y., and WELK, G.J. (2014). Validity of Consumer-Based Physical Activity Monitors. *Med. Sci. Sports Exerc.* *46*, 1840–1848.
- Lee, J.-M.M., An, H., Kang, S., Kim, Y., and Dinkel, D. (2016). Examining The Validity Of Fitbit Charge HR For Measuring Heart Rate In Free-living Conditions: 2792 Board #315 June 3, 9: 30 AM - 11: 00 AM. *Med. Sci. Sports Exerc.* *48*, 786–787.
- Lehrke, S., and Laessle, R. (2003). Adipositas. In *Verhaltensmedizin*, (Springer), pp. 497–529.
- Leibel, R.L., Rosenbaum, M., and Hirsch, J. (1995). Changes in Energy Expenditure Resulting from Altered Body Weight. *N. Engl. J. Med.* *332*, 621–628.
- Leth, S., Hansen, J., Nielsen, O.W., and Dinesen, B. (2017). Evaluation of commercial self-monitoring devices for clinical purposes: results from the future patient trial, phase I. *Sensors* *17*, 211.
- Loos, R.J.F., Lindgren, C.M., Li, S., Wheeler, E., Zhao, J.H., Prokopenko, I., Inouye, M., Freathy, R.M., Attwood, A.P., Beckmann, J.S., et al. (2008). Common variants near MC4R are associated with fat mass, weight and risk of obesity. *Nat. Genet.* *40*, 768–775.
- Ludwig, D.S., Peterson, K.E., and Gortmaker, S.L. (2001). Relation between consumption of sugar-sweetened drinks and childhood obesity: a prospective, observational analysis. *Lancet Lond. Engl.* *357*, 505–508.

Luppino, F.S., de Wit, L.M., Bouvy, P.F., Stijnen, T., Cuijpers, P., Penninx, B.W.J.H., and Zitman, F.G. (2010). Overweight, obesity, and depression: a systematic review and meta-analysis of longitudinal studies. *Arch. Gen. Psychiatry* 67, 220–229.

Mack, I., and Hauner, H. (2007). Low Carb, Kohlenhydratarme Kostformen unter die Lupe genommen. *Ernährungsumschau* 720–726.

Malik, V.S., Popkin, B.M., Bray, G.A., Després, J.-P., Willett, W.C., and Hu, F.B. (2010). Sugar-Sweetened Beverages and Risk of Metabolic Syndrome and Type 2 Diabetes: A meta-analysis. *Diabetes Care* 33, 2477–2483.

Manz, D.S.K., Schlack, R., Poethko-Müller, C., Mensink, G., Finger, J., Lampert, T., and Group, K.S. (2014). Körperlich-sportliche Aktivität und Nutzung elektronischer Medien im Kindes- und Jugendalter. *Bundesgesundheitsblatt-Gesundheitsforschung-Gesundheitsschutz* 57, 840–848.

McTiernan, A., Sorensen, B., Irwin, M.L., Morgan, A., Yasui, Y., Rudolph, R.E., Sura-wicz, C., Lampe, J.W., Lampe, P.D., and Ayub, K. (2007). Exercise effect on weight and body fat in men and women. *Obesity* 15, 1496–1512.

Mensink, G., Schienkiewitz, A., Haftenberger, M., Lampert, T., Ziese, T., and Scheidt-Nave, C. (2013). Übergewicht und adipositas in deutschland.

Mensink, G.B., Deketh, M., Mul, M.D., Schuit, A.J., and Hoffmeister, H. (1996). Physical activity and its association with cardiovascular risk factors and mortality. *Epidemiology* 7, 391–397.

Middleton, K.M.R., Patidar, S.M., and Perri, M.G. (2012). The impact of extended care on the long-term maintenance of weight loss: a systematic review and meta-analysis. *Obes. Rev. Off. J. Int. Assoc. Study Obes.* 13, 509–517.

Miller, R., and Brown, W. (2004). Meeting physical activity guidelines and average daily steps in a working population. *J. Phys. Act. Health* 1, 218–226.

Mokdad AH, Ford ES, Bowman BA, and et al (2003). PRevalence of obesity, diabetes, and obesity-related health risk factors, 2001. *JAMA* 289, 76–79.

Monroe, C.M. Valuable steps ahead: promoting physical activity with wearables and incentives. *Lancet Diabetes Endocrinol.*

Montague, C.T., Farooqi, I.S., Whitehead, J.P., Soos, M.A., Rau, H., Wareham, N.J., Sewter, C.P., Digby, J.E., Mohammed, S.N., Hurst, J.A., et al. (1997). Congenital leptin deficiency is associated with severe early-onset obesity in humans. *Nature* 387, 903–908.

Mourao, D.M., Bressan, J., Campbell, W.W., and Mattes, R.D. (2007). Effects of food form on appetite and energy intake in lean and obese young adults. *Int. J. Obes.* 2005 31, 1688–1695.

Must A, Spadano J, Coakley EH, Field AE, Colditz G, and Dietz WH (1999). The disease burden associated with overweight and obesity. *JAMA* 282, 1523–1529.

NCD Risk Factor Collaboration Trends in adult body-mass index in 200 countries from 1975 to 2014: a pooled analysis of 1698 population-based measurement studies with 19.2 million participants. *The Lancet* 387, 1377–1396.

Organization, W.H. (2010). Global recommendations on physical activity for health.

Patel MS, Asch DA, and Volpp KG (2015). WEearable devices as facilitators, not drivers, of health behavior change. *JAMA* 313, 459–460.

Pereira, M.A., Kartashov, A.I., Ebbeling, C.B., Van Horn, L., Slattery, M.L., Jacobs, D.R.J., and Ludwig, D.S. (2005). Fast-food habits, weight gain, and insulin resistance (the CARDIA study): 15-year prospective analysis. *Lancet Lond. Engl.* 365, 36–42.

Peterli, R., Wölnerhanssen, B.K., Vetter, D., Nett, P., Gass, M., Borbély, Y., Peters, T., Schiesser, M., Schultes, B., Beglinger, C., et al. (2017). Laparoscopic Sleeve Gastrectomy Versus Roux-Y-Gastric Bypass for Morbid Obesity—3-Year Outcomes of the Prospective Randomized Swiss Multicenter Bypass Or Sleeve Study (SM-BOSS). *Ann. Surg.* 265, 466–473.

Petersen, C., Adams, S.A., and DeMuro, P.R. (2015). mHealth: Don't Forget All the Stakeholders in the Business Case. *Med.* 20 4, e4.

Phelan, S., Wyatt, H., Nassery, S., DiBello, J., Fava, J.L., Hill, J.O., and Wing, R.R. (2007). Three-Year Weight Change in Successful Weight Losers Who Lost Weight on a Low-Carbohydrate Diet. *Obesity* 15, 2470–2477.

Pine, D.S., Goldstein, R.B., Wolk, S., and Weissman, M.M. (2001). The association between childhood depression and adulthood body mass index. *Pediatrics* 107, 1049–1056.

Pischon, T., Boeing, H., Hoffmann, K., Bergmann, M., Schulze, M.B., Overvad, K., van der Schouw, Y.T., Spencer, E., Moons, K.G.M., Tjønneland, A., et al. (2008). General and Abdominal Adiposity and Risk of Death in Europe. *N. Engl. J. Med.* 359, 2105–2120.

Prentice, A.M., Goldberg, G.R., Jebb, S.A., Black, A.E., Murgatroyd, P.R., and Diaz, E.O. (1991). Physiological responses to slimming. *Proc. Nutr. Soc.* 50, 441–458.

Prospective Studies Collaboration (2009). Body-mass index and cause-specific mortality in 900 000 adults: collaborative analyses of 57 prospective studies. *Lancet* 373, 1083–1096.

Rolls, B.J., Morris, E.L., and Roe, L.S. (2002). Portion size of food affects energy intake in normal-weight and overweight men and women. *Am. J. Clin. Nutr.* 76, 1207–1213.

- Rosdahl, H., Gullstrand, L., Salier-Eriksson, J., Johansson, P., and Schantz, P. (2010). Evaluation of the Oxycon Mobile metabolic system against the Douglas bag method. *Eur. J. Appl. Physiol.* *109*, 159–171.
- Roth, S.M., Ferrell, R.F., and Hurley, B.F. (1999). Strength training for the prevention and treatment of sarcopenia. *J. Nutr. Health Aging* *4*, 143–155.
- Sacks, F.M., Bray, G.A., Carey, V.J., Smith, S.R., Ryan, D.H., Anton, S.D., McManus, K., Champagne, C.M., Bishop, L.M., Laranjo, N., et al. (2009). Comparison of Weight-Loss Diets with Different Compositions of Fat, Protein, and Carbohydrates. *N. Engl. J. Med.* *360*, 859–873.
- Sallis, J.F., and Owen, N. (1998). *Physical activity and behavioral medicine* (SAGE publications).
- Sánchez-Pernaute, A., Rubio, M.Á., and Torres, A.J. (2016). Single-Anastomosis Duodeno-Ileal Bypass with Sleeve Gastrectomy (SADI-S) Surgery. In *Obesity, Bariatric and Metabolic Surgery: A Practical Guide*, S. Agrawal, ed. (Cham: Springer International Publishing), pp. 463–467.
- Sasaki, J.E., Hickey, A., Mavilia, M., Tedesco, J., John, D., Kozey Keadle, S., and Freedson, P.S. (2015). Validation of the Fitbit wireless activity tracker for prediction of energy expenditure. *J. Phys. Act. Health* *12*, 149–154.
- Schaefer, S.E., Van Loan, M., and German, J.B. (2014). A Feasibility Study of Wearable Activity Monitors for Pre-Adolescent School-Age Children. *Prev. Chronic. Dis.* *11*, E85.
- Scherrer, P., Sheridan, L., Sibson, R., Ryan, M.M., and Henley, N. (2010). Employee engagement with a corporate physical activity program: the global corporate challenge. *Int. J. Bus. Stud.* *18*, 125.
- Schmidt, H. • Anzahl der Smartphone-Nutzer in Deutschland in den Jahren 2009 bis 2015 (in Millionen).
- Schneider, P.L., Bassett Jr, D.R., Thompson, D.L., Pronk, N.P., and Bielak, K.M. (2006). Effects of a 10,000 steps per day goal in overweight adults. *Am. J. Health Promot.* *21*, 85–89.
- Scinta, W. (2012). Measuring success: a comparison of weight loss calculations. *Bariatr. Times* *9*, 18–20.
- Sherwood, N.E., Jeffery, R.W., French, S.A., Hannan, P.J., and Murray, D.M. (2000). Predictors of weight gain in the Pound of Prevention study. *Int. J. Obes.* *24*, 395.
- Sjöström, L. (2013). Review of the key results from the Swedish Obese Subjects (SOS) trial—a prospective controlled intervention study of bariatric surgery. *J. Intern. Med.* *273*, 219–234.

Sjöström, L.V. (1992). Mortality of severely obese subjects. *Am. J. Clin. Nutr.* 55, 516S-523S.

Slentz, C.A., Duscha, B.D., Johnson, J.L., Ketchum, K., Aiken, L.B., Samsa, G.P., Houmard, J.A., Bales, C.W., and Kraus, W.E. (2004). Effects of the amount of exercise on body weight, body composition, and measures of central obesity: STRRIDE—a randomized controlled study. *Arch. Intern. Med.* 164, 31–39.

Slentz, C.A., Bateman, L.A., Willis, L.H., Shields, A.T., Tanner, C.J., Piner, L.W., Hawk, V.H., Muehlbauer, M.J., Samsa, G.P., and Nelson, R.C. (2011). Effects of aerobic vs. resistance training on visceral and liver fat stores, liver enzymes, and insulin resistance by HOMA in overweight adults from STRRIDE AT/RT. *Am. J. Physiol.-Endocrinol. Metab.* 301, E1033–E1039.

Sorensen, T.I., Holst, C., and Stunkard, A.J. (1992). Childhood body mass index—genetic and familial environmental influences assessed in a longitudinal adoption study. *Int. J. Obes. Relat. Metab. Disord. J. Int. Assoc. Study Obes.* 16, 705–714.

Spring, B., Schneider, K., McFadden, H., Vaughn, J., Kozak, A.T., Smith, M., Moller, A.C., Epstein, L.H., DeMott, A., Hedeker, D., et al. (2012). Multiple Behavior Change in Diet and Activity: A Randomized Controlled Trial Using Mobile Technology. *Arch. Intern. Med.* 172, 789–796.

St Jeor, S.T., Brunner, R.L., Harrington, M.E., Scott, B.J., Daugherty, S.A., Cutter, G.R., Brownell, K.D., Dyer, A.R., and Foreyt, J.P. (1997). A classification system to evaluate weight maintainers, gainers, and losers. *J. Am. Diet. Assoc.* 97, 481–488.

Stahl, S.E., An, H.-S., Dinkel, D.M., Noble, J.M., and Lee, J.-M. (2016). How accurate are the wrist-based heart rate monitors during walking and running activities? Are they accurate enough? *BMJ Open Sport Exerc. Med.* 2, e000106.

Stephens, T.W., and Caro, J.F. (1998). To be lean or not to be lean. Is leptin the answer? *Exp. Clin. Endocrinol. Diabetes Off. J. Ger. Soc. Endocrinol. Ger. Diabetes Assoc.* 106.

Stern L, Iqbal N, Seshadri P, and et al (2004). The effects of low-carbohydrate versus conventional weight loss diets in severely obese adults: One-year follow-up of a randomized trial. *Ann. Intern. Med.* 140, 778–785.

Stevens, J., Truesdale, K.P., McClain, J.E., and Cai, J. (2006). The definition of weight maintenance. *Int. J. Obes.* 30, 391.

Striegel-Moore, R. (1995). Psychological factors in the etiology of binge eating. *Binge Eat. Clin. Res. Dir.* 20, 713–723.

Stunkard, A.J., Sørensen, T.I.A., Hanis, C., Teasdale, T.W., Chakraborty, R., Schull, W.J., and Schulsinger, F. (1986). An Adoption Study of Human Obesity. *N. Engl. J. Med.* 314, 193–198.

Stunkard, A.J., Harris, J.R., Pedersen, N.L., and McClearn, G.E. (1990). The Body-Mass Index of Twins Who Have Been Reared Apart. *N. Engl. J. Med.* 322, 1483–1487.

Sui, X., LaMonte, M.J., Laditka, J.N., Hardin, J.W., Chase, N., Hooker, S.P., and Blair, S.N. (2007). Cardiorespiratory fitness and adiposity as mortality predictors in older adults. *JAMA* 298, 2507–2516.

Terbizan, D.J., Dolezal, B.A., and Albano, C. (2002). Validity of seven commercially available heart rate monitors. *Meas. Phys. Educ. Exerc. Sci.* 6, 243–247.

Thompson, D.L., Rakow, J., and Perdue, S.M. (2004). Relationship between accumulated walking and body composition in middle-aged women. *Med. Sci. Sports Exerc.* 36, 911–914.

Toubro, S., and Astrup, A. (1997). Randomised comparison of diets for maintaining obese subjects' weight after major weight loss: ad lib, low fat, high carbohydrate diet v fixed energy intake. *BMJ* 314, 29–34.

Trost, S.G., McIver, K.L., and Pate, R.R. (2005). Conducting accelerometer-based activity assessments in field-based research. *Med. Sci. Sports Exerc.* 37, S531–543.

Tsai, A.G., and Wadden, T.A. (2005). Systematic Review: An Evaluation of Major Commercial Weight Loss Programs in the United States. *Ann. Intern. Med.* 142, 56–W-10.

Tudor-Locke, C., and Bassett, D.R. (2004). How Many Steps/Day Are Enough? *Sports Med.* 34, 1–8.

Tudor-Locke, C., Ham, S.A., Macera, C.A., Ainsworth, B.E., Kirtland, K.A., Reis, J.P., and Kimsey Jr, C.D. (2004). Descriptive epidemiology of pedometer-determined physical activity. *Med. Sci. Sports Exerc.* 36, 1567–1573.

VanWormer, J.J., French, S.A., Pereira, M.A., and Welsh, E.M. (2008). The Impact of Regular Self-weighing on Weight Management: A Systematic Literature Review. *Int. J. Behav. Nutr. Phys. Act.* 5, 54–54.

Wallen, M.P., Gomersall, S.R., Keating, S.E., Wisløff, U., and Coombes, J.S. (2016). Accuracy of Heart Rate Watches: Implications for Weight Management. *PLoS ONE* 11, e0154420.

Waller, K., Kaprio, J., and Kujala, U.M. (2008). Associations between long-term physical activity, waist circumference and weight gain: a 30-year longitudinal twin study. *Int. J. Obes.* 32, 353–361.

Wang, R., Blackburn, G., Desai, M., Phelan, D., Gillinov, L., Houghtaling, P., and Gillinov, M. (2017). Accuracy of wrist-worn heart rate monitors. *Jama Cardiol.* 2, 104–106.

Wang, Y.C., McPherson, K., Marsh, T., Gortmaker, S.L., and Brown, M. (2011). Health and economic burden of the projected obesity trends in the USA and the UK. *The Lancet* 378, 815–825.

Wannamethee, S.G., Shaper, A.G., and Whincup, P.H. (2005). Alcohol and adiposity: effects of quantity and type of drink and time relation with meals. *Int. J. Obes.* 2005 *29*, 1436–1444.

Weiner, S., Sauerland, S., Fein, M., Blanco, R., Pomhoff, I., and Weiner, R.A. (2005). The Bariatric Quality of Life (BQL) Index: A Measure of Well-being in Obesity Surgery Patients. *Obes. Surg.* *15*, 538–545.

Wikipedia (2017). Activity Tracker — Wikipedia, Die freie Enzyklopädie.

Wild, B., Teufel, M., Schabert, R., Zipfel, S., Mack, I., Rilk, A., and Becker, S. (2015). *Psychotherapie der Adipositas: Interdisziplinäre Diagnostik und differenzielle Therapie* (Kohlhammer Verlag).

Wing, R.R., and Hill, J.O. (2001). Successful weight loss maintenance. *Annu. Rev. Nutr.* *21*, 323–341.

Wing, R.R., Jeffery, R.W., Hellerstedt, W.L., and Burton, L.R. (1996). Effect of frequent phone contacts and optional food provision on maintenance of weight loss. *Ann. Behav. Med.* *18*, 172–176.

Wirth, A. (2013). *Adipositas: Epidemiologie. Ätiologie. Folgekrankheiten. Therapie* (Springer-Verlag).

Wirth, A., and Hauner, H. (2013). *Adipositas - Ätiologie, Folgekrankheiten, Diagnostik, Therapie* (Springer-Verlag).

Wyatt, H.R., Peters, J.C., Reed, G.W., Barry, M., and Hill, J.O. (2005). A Colorado statewide survey of walking and its relation to excessive weight. *Med. Sci. Sports Exerc.* *37*, 724–730.

Zhang, Y., Proenca, R., Maffei, M., Barone, M., Leopold, L., and Friedman, J.M. (1994). Positional cloning of the mouse obese gene and its human homologue. *Nature* *372*, 425–432.

(1990). Healthy people 2000: National health promotion, disease prevention objectives for the year 2000. *JAMA* *264*, 2057–2060.

(2006). *Obesity: The Prevention, Identification, Assessment and Management of Overweight and Obesity in Adults and Children* (London: National Institute for Health and Clinical Excellence (UK)).

(2014). *Körperliche Aktivität. Faktenblatt zu GEDA 2012: Ergebnisse der Studie "Gesundheit in Deutschland aktuell 2012."*

Beliebtste Elektro-Kaufhäuser/-Fachmärkte nach Anzahl der Kunden 2015 | Umfrage | Handelsdaten.de | Statistik-Portal zum Handel.

9 Anhang

Dr. Maximilian v. Feilitzsch
Tel.: 07071 2986620
Universitätsklinik für Allgemein-, Viszeral-
und Transplantationschirurgie
Hoppe-Seyler-Straße 3
72076 Tübingen



PATIENTENAUFKLÄRUNG

Telemedizinisch geführte Bewegungstherapie bei morbidem Adipositas

AP 2/3: Kontrollgruppe

Sehr geehrte Patientin
Sehr geehrter Patient,

Die Universitätsklinik Tübingen versucht nicht nur Patienten im Rahmen ihres stationären Aufenthaltes optimal zu versorgen. Im Rahmen von Studien werden kontinuierlich nach Therapieverbesserungen und neuen Behandlungsmethoden gesucht. Dafür sind wir auf Ihre Hilfe angewiesen.

Die morbidem Adipositas (Fettleibigkeit, Fettsucht) ist eine chronische Erkrankung, die viele Komplikationen und Folgeerkrankungen nach sich ziehen kann. Neben Schädigungen des Herz-Kreislauf-Systems und des Bewegungsapparates ist auch bekannt, dass ein Zusammenhang zwischen starkem Übergewicht und dem Auftreten von verschiedenen Tumorerkrankungen besteht. Oft treten auch psychische Erkrankungen im Rahmen der Adipositas auf. Bei der Entstehung der Krankheit spielen sowohl Umwelteinflüsse als auch genetische, d.h. angeborene Eigenschaften eine Rolle. Die genauen Ursachen können dadurch im Einzelnen sehr verschieden sein. Letztlich kommt es aber stets zu einem Ungleichgewicht von Nahrungsaufnahme und Energieverbrauch, was dann zur Zunahme des Körperfetts führt. In Deutschland leiden ca. 23% der Bevölkerung an Adipositas. Die therapeutischen Möglichkeiten beschränken sich auf Ernährungsumstellung, Bewegungs- und Verhaltenstherapieprogramme und die in schweren Fällen angezeigte Adipositaschirurgie.

Die verfügbaren konservativen Therapiemaßnahmen jedoch unzureichend. Oft ist es für die Patienten nicht möglich, regelmäßig ärztliche Betreuung und Beratung in Anspruch zu nehmen. Genau das aber fordern die Fachgesellschaften.

Die Universitätsklinik Tübingen möchte die Therapiemöglichkeiten verbessern und die Anbindung der Patienten an die behandelnde Klinik verstärken. Dazu wollen wir Probanden unserer Studie mit modernen Fitness-/Sportuhren ausstatten, die uns ermöglichen Daten zu Mobilität, Herz-Kreislauf-Funktion und Kalorienverbrauch aufzuzeichnen. Diese Daten sollen dazu dienen, die Therapie individuell anzupassen, die bestmögliche Beratung geben und so den Therapieerfolg zu maximieren.

Von diesem Programm erwarten wir, dass es die tägliche Aktivität steigert und den Gewichtsverlauf positiv beeinflusst, also das Abnehmen erleichtert.

Infolge dessen kommt es zur Verbesserung der körperlichen Belastbarkeit und einer höheren Lebensqualität.

Die Studie wird vom Fachbereich Allgemein-, Viszeral- und Transplantationschirurgie durchgeführt. Unterstützt sind Ernährungsexperten des U.D.O. und Mitarbeiter der Klinik für Sportmedizin beteiligt.

Beschreibung der Studie

Im Verlauf der Studie soll der Einsatz der erwähnten Sportuhren mit Möglichkeit der Datenübertragung via Internet in der Patientenbetreuung getestet werden. Mit Hilfe dieser Geräte soll den Patienten ein detailliertes Feedback zum jeweiligen Trainings-Stand gegeben werden. Über einen Zeitraum von sechs Monaten werden Daten zu Compliance, Einfluss der Therapie auf Gesundheit und Psyche sowie Umfang der körperlichen Aktivität erhoben. Eine Interventionsgruppe wird dabei mit einer Kontrollgruppe verglichen, welche lediglich der konventionellen Vorgehensweise unterzogen werden. Beide Gruppen werden aus etwa 30 Teilnehmern bestehen.

Ziel des Projektes ist es, ein ärztlich geführtes, telemedizinisches, konservatives Therapieprotokoll für adipöse Patienten zu etablieren, welches eine enge Anbindung an die behandelnde Gesundheitsinstitution ermöglicht, ohne eine engmaschige Präsenz des Patienten zu erfordern.

Es soll nun zunächst ein rein konservatives Therapiekonzept etabliert werden. Dieses wird sich aus monatlichen Ernährungsberatungen, trainingstechnischer Beratung und einem wöchentlichen, telemedizinischen Monitoring mit monatlichen Visiten zusammensetzen.

Anschließend ist die Ausweitung der telemedizinischen, konservativen Therapie auf bariatrisch operierte Patienten geplant.

Studienablauf

Sie wurden der Kontrollgruppe zugewiesen. Das bedeutet Sie erhalten nicht die experimentelle Therapie, sondern Sie werden nach konventionellem Vorgehen behandelt.

Um eine Aussage über Ihr psychisches Befinden und den Umfang Ihrer körperlichen Aktivität während des Studienzeitraums treffen zu können, werden Sie im **Abstand von sechs Monaten** zwei Fragebögen zu Ihrer Situation ausfüllen.

Im Folgenden wird kurz skizziert, welche Daten von Ihnen erhoben und gespeichert werden und wer in welcher Form Einsicht in die Daten nehmen darf. Bitte zögern Sie nicht, alle Punkte anzusprechen, die Ihnen unklar sind.

Wir bitten Sie herzlich um Ihre Mitarbeit und Ihr Einverständnis, Ihre Daten im Rahmen der Bewegungstherapie Studie sammeln zu dürfen.

Ihre Einwilligung zur Teilnahme an unserer Studie ist freiwillig und kann jederzeit widerrufen werden. Obwohl wir uns über Ihre Mithilfe bei diesem Forschungsprojekt freuen würden, hat eine nicht gegebene oder widerrufenen Einwilligung - wann auch immer und ohne Angaben von Gründen - keinerlei nachteilige Folgen für Sie und Ihre medizinische Behandlung.

Sollten Sie weitere Fragen zu diesem Forschungsprojekt haben, so stehen wir Ihnen gerne zur Verfügung.

Welche Daten werden in der Bewegungstherapie Studie hinterlegt?

Einerseits werden Daten erhoben, die im Rahmen des normalen Routineablaufs der Adipositas therapie dokumentiert werden. Dazu kommen im Rahmen der Studienteilnahme zusätzlich Angaben, die Sie bei Fragebogenerfassungen machen. Diese betreffen die Lebensqualität und Ihr Aktivitätsverhalten.

Wie werden die Daten in der Datenbank hinterlegt und wer darf Einsicht nehmen?

Ihre Daten werden pseudonymisiert in der Adipositasdatenbank der Klinik für Allgemeine, Viszeral- und Transplantationschirurgie gespeichert. Dabei werden alle technischen und organisatorischen Maßnahmen getroffen, damit keine Unbefugten an Informationen zu Ihrer Person gelangen können.

Pseudonymisiert bedeutet, dass keine Angaben von Namen oder Initialen verwendet werden, sondern nur ein Nummern- oder Buchstabencode. Lediglich über eine vertrauliche Liste, welche verschlossen ist und zu der nur die Studienverantwortlichen Zugang haben, kann eine Zuordnung zwischen Patientennamen und -daten erfolgen. Die Auswertungen erfolgen vollständig pseudonymisiert. Zugriff auf die Daten erhalten nur die Studienverantwortlichen, Ihre behandelnden Ärzte, unsere eigenen wissenschaftlichen und ärztlichen Mitarbeiter, oder von uns

beauftragte beziehungsweise mit uns kooperierende Wissenschaftler, z.B. Statistiker und Bioinformatiker. Diese sind alle zur Schweigepflicht verpflichtet.

Andere Personen erhalten auf die Information nur in der Form Zugriff, dass ein Bezug zu Ihrer Person nicht mehr erkennbar ist.

Daten werden im Rahmen des Projektes maximal für einen Zeitraum von 30 Jahren gespeichert. Danach erfolgt eine Anonymisierung der Daten.

Die Abgabe der unten stehenden Erklärung erfolgt vollkommen freiwillig. Sie können diese Einwilligung jederzeit widerrufen. In diesem Fall werden Ihre für dieses Projekt gespeicherten personenbezogenen Daten umgehend gelöscht.

PATIENTENAUFKLÄRUNG

Telemedizinisch geführte Bewegungstherapie bei morbidem Adipositas

AP 2/3: Interventionsgruppe

Sehr geehrte Patientin
Sehr geehrter Patient,

Die Universitätsklinik Tübingen versucht nicht nur Patienten im Rahmen ihres stationären Aufenthaltes optimal zu versorgen. Im Rahmen von Studien werden kontinuierlich nach Therapieverbesserungen und neuen Behandlungsmethoden gesucht. Dafür sind wir auf Ihre Hilfe angewiesen.

Die morbid Adipositas (Fettleibigkeit, Fettsucht) ist eine chronische Erkrankung, die viele Komplikationen und Folgeerkrankungen nach sich ziehen kann. Neben Schädigungen des Herz-Kreislauf-Systems und des Bewegungsapparates ist auch bekannt, dass ein Zusammenhang zwischen starkem Übergewicht und dem Auftreten von verschiedenen Tumorerkrankungen besteht. Oft treten auch psychische Erkrankungen im Rahmen der Adipositas auf. Bei der Entstehung der Krankheit spielen sowohl Umwelteinflüsse als auch genetische, d.h. angeborene Eigenschaften eine Rolle. Die genauen Ursachen können dadurch im Einzelnen sehr verschieden sein. Letztlich kommt es aber stets zu einem Ungleichgewicht von Nahrungsaufnahme und Energieverbrauch, was dann zur Zunahme des Körperfetts führt. In Deutschland leiden ca. 23% der Bevölkerung an Adipositas.

Die therapeutischen Möglichkeiten beschränken sich auf Ernährungsumstellung, Bewegungs- und Verhaltenstherapieprogramme und die in schweren Fällen angezeigte Adipositaschirurgie.

Die verfügbaren konservativen Therapiemaßnahmen jedoch unzureichend. Oft ist es für die Patienten nicht möglich, regelmäßig ärztliche Betreuung und Beratung in Anspruch zu nehmen. Genau das aber fordern die Fachgesellschaften.

Die Universitätsklinik Tübingen möchte die Therapiemöglichkeiten verbessern und die Anbindung der Patienten an die behandelnde Klinik verstärken. Dazu wollen wir Sie als Probanden unserer Studie mit modernen Fitness-/Sportuhren ausstatten, die uns ermöglichen Daten zu Mobilität, Herz-Kreislauf-Funktion und Kalorienverbrauch aufzuzeichnen. Diese Daten sollen dazu dienen, die Therapie individuell anzupassen, die bestmögliche Beratung geben und so den Therapieerfolg zu maximieren.

Die Studie wird vom Fachbereich Allgemein-, Viszeral- und Transplantationschirurgie durchgeführt. Unterstützend sind Ernährungsexperten des U.D.O. und Mitarbeiter der Klinik für Sportmedizin beteiligt.

Beschreibung der Studie

Im Verlauf der Studie soll der Einsatz dieser modernen Sportuhren mit Möglichkeit der Datenübertragung via Internet in der Patientenbetreuung getestet werden. Mit Hilfe dieser Geräte soll den Patienten ein detailliertes Feedback zum jeweiligen Trainings-Stand gegeben werden. Über einen Zeitraum von sechs Monaten werden Daten zu Compliance, Einfluss der Therapie auf Gesundheit und Psyche sowie Umfang der körperlichen Aktivität erhoben. Eine Interventionsgruppe wird dabei mit einer Kontrollgruppe verglichen, welche lediglich der konventionellen Vorgehensweise unterzogen werden. Beide Gruppen werden aus etwa 30 Teilnehmern bestehen.

Ziel des Projektes ist es, ein ärztlich geführtes, telemedizinisches, konservatives Therapieprotokoll für adipöse Patienten zu etablieren, welches eine enge Anbindung an die behandelnde Gesundheitsinstitution ermöglicht, ohne eine engmaschige Präsenz des Patienten zu erfordern.

Es soll nun zunächst ein rein konservatives Therapiekonzept etabliert werden. Dieses wird sich aus monatlichen Ernährungsberatungen, trainingstechnischer Beratung und einem wöchentlichen, telemedizinischen Monitoring mit monatlichen Visiten zusammensetzen.

Anschließend ist die Ausweitung der telemedizinischen, konservativen Therapie auf bariatrisch operierte Patienten geplant.

Studienablauf

1. Zu Beginn beraten wir Sie ausführlich auf den Gebieten Ernährung, Bewegung und Trainingsplanung. Durchgeführt werden diese Beratungen von Ernährungsexperten des U.D.O. und den Kollegen der Sportmedizinischen Klinik.
2. Über einen Zeitraum von **sechs Monaten** werden Sie dann kontinuierlich ein elektronisches Armband tragen, das automatisch Daten zu Schrittzahl, Aktivität, Schlafverhalten und Herzfrequenz aufzeichnet. Dieses Gerät ist vergleichbar mit einer Sportuhr und misst die Herzfrequenz über eine Leuchtdiode und einen optischen Sensor. (Weitere Informationen zu dem verwendeten Gerät finden Sie im beiliegenden Informationsblatt). Einmal pro Woche werden diese Daten an uns übermittelt.
3. Zusätzlich finden **im Abstand von zwei Monaten** persönliche Beratungsgespräche statt, bei denen wir gegebenenfalls Diät und Bewegungsprogramm anpassen können. Im Rahmen dieser Treffen füllen Sie einen Fragebogen aus, der Ihr psychisches Befinden, sowie den Umfang Ihrer körperlichen Aktivität betrifft.

Von diesem Programm erwarten wir, dass es die tägliche Aktivität steigert und den Gewichtsverlauf positiv beeinflusst, also das Abnehmen erleichtert.

Infolge dessen kommt es zur Verbesserung der körperlichen Belastbarkeit und einer höheren Lebensqualität.

Um eine Aussage über Ihr psychisches Befinden während des Studienzeitraums treffen zu können, werden Sie in regelmäßigen Abständen Fragebögen zu Ihrer Situation ausfüllen.

Im Folgenden wird kurz skizziert, welche Daten von Ihnen erhoben und gespeichert werden und wer in welcher Form Einsicht in die Daten nehmen darf. Bitte zögern Sie nicht, alle Punkte anzusprechen, die Ihnen unklar sind.

Wir bitten Sie herzlich um Ihre Mitarbeit und Ihr Einverständnis, Ihre Daten im Rahmen der Bewegungstherapie Studie sammeln zu dürfen.

Ihre Einwilligung zur Teilnahme an unserer Studie ist freiwillig und kann jederzeit widerrufen werden. Obwohl wir uns über Ihre Mithilfe bei diesem Forschungsprojekt freuen würden, hat eine nicht gegebene oder widerrufenen Einwilligung - wann auch immer und ohne Angaben von Gründen - keinerlei nachteilige Folgen für Sie und Ihre medizinische Behandlung.

Sollten Sie weitere Fragen zu diesem Forschungsprojekt haben, so stehen wir Ihnen gerne zur Verfügung.

Welche Daten werden in der Bewegungstherapie Studie hinterlegt?

Einerseits werden Daten erhoben, die im Rahmen des normalen Routineablaufs der Adipositas therapie dokumentiert werden. Dazu kommen im Rahmen der Studienteilnahme zusätzlich Angaben, die Sie bei Fragebogenerfassungen machen. Diese betreffen die Lebensqualität und Ihr Aktivitätsverhalten. Außerdem werden die genannten Aktivitätsdaten der elektronischen Armbänder aufgezeichnet.

Wie werden die Daten in der Datenbank hinterlegt und wer darf Einsicht nehmen?

Ihre Daten werden pseudonymisiert in der Adipositasdatenbank der Klinik für Allgemeine, Viszeral- und Transplantationschirurgie gespeichert. Dabei werden alle technischen und organisatorischen Maßnahmen getroffen, damit keine Unbefugten an Informationen zu Ihrer Person gelangen können.

Pseudonymisiert bedeutet, dass keine Angaben von Namen oder Initialen verwendet werden, sondern nur ein Nummern- oder Buchstabencode. Lediglich über eine vertrauliche Liste, welche verschlossen ist und zu der nur die Studienverantwortlichen Zugang haben, kann eine Zuordnung zwischen Patientennamen und -daten erfolgen. Die Auswertungen erfolgen vollständig pseudonymisiert. Zugriff auf die Daten erhalten nur die Studienverantwortlichen, Ihre behandelnden Ärzte, unsere eigenen wissenschaftlichen und ärztlichen Mitarbeiter, oder von uns beauftragte beziehungsweise mit uns kooperierende Wissenschaftler, z.B. Statistiker und Bioinformatiker. Diese sind alle zur Schweigepflicht verpflichtet.

Andere Personen erhalten auf die Information nur in der Form Zugriff, dass ein Bezug zu Ihrer Person nicht mehr erkennbar ist.

Daten werden im Rahmen des Projektes maximal für einen Zeitraum von 30 Jahren gespeichert. Danach erfolgt eine Anonymisierung der Daten.

Die Abgabe der unten stehenden Erklärung erfolgt vollkommen freiwillig. Sie können diese Einwilligung jederzeit widerrufen. In diesem Fall werden Ihre für dieses Projekt gespeicherten personenbezogenen Daten umgehend gelöscht.

EINWILLIGUNGSERKLÄRUNG ZUR STUDIENTEILNAHME

Telemedizinisch geführte Bewegungstherapie bei morbidem Adipositas

.....
(Name des Patienten in Druckbuchstaben)

Geburtsdatum

..... hat mich ausführlich und verständlich über Ziele, Dauer, Ablauf und Nutzen der geplanten Studie aufgeklärt. Ich konnte dabei alle mich interessierenden Fragen stellen. Ferner hatte ich Gelegenheit, das Aufklärungsblatt und die Datenschutzerklärung genau durch zu lesen und auch dazu Fragen zu stellen. Alle meine Fragen wurden zufrieden stellend beantwortet. Ich hatte ausreichend Zeit, mich zu entscheiden.

Ich weiß, dass die Teilnahme vollkommen freiwillig ist und ich meine Einwilligung jederzeit ohne Angabe von Gründen widerrufen kann, ohne dass mir daraus Nachteile bezüglich einer laufenden oder zukünftigen Behandlung entstehen.

Datenschutz

Mir ist bekannt, dass bei der Bewegungstherapiestudie personenbezogene Daten über mich erhoben, gespeichert und ausgewertet werden. Die Verwendung der Angaben erfolgt nach gesetzlichen Bestimmungen und setzt vor der Teilnahme folgende freiwillig abgegebene Einwilligungserklärung voraus, das heißt ohne die folgende Einwilligung kann ich nicht an der Bewegungstherapiestudie teilnehmen.

1. Ich erkläre mich damit einverstanden, dass im Rahmen der Bewegungstherapiestudie personenbezogene Daten, insbesondere Angaben über meine Gesundheit erhoben und in Papierform sowie in elektronischen Datenträgern aufgezeichnet werden. Soweit erforderlich, dürfen die erhobenen Daten pseudonymisiert weitergegeben werden: an die an der Studie beteiligten Ärzte und Wissenschaftler, wissenschaftliche Kooperationspartner (z.B. Biometriker) oder eine von diesen beauftragte Stelle zum Zwecke der wissenschaftlichen Auswertung.
2. Außerdem erkläre ich mich damit einverstanden, dass autorisierte und zur Verschwiegenheit verpflichtete Beauftragte der Klinik für Allgemein, Viszeral- und Transplantationschirurgie der Universitätsklinik Tübingen sowie der Medizinische Dienst der Krankenkassen in meine personenbezogenen Daten Einsicht nehmen, soweit dies für die Überprüfung der ordnungsgemäßen Durchführung der Bewegungstherapiestudie notwendig ist.
3. Ich bin darüber aufgeklärt worden, dass ich jederzeit die Teilnahme an der Bewegungstherapiestudie beenden kann. Beim Widerruf meiner Einwilligung an der Bewegungstherapiestudie teilzunehmen, habe ich das Recht, die Löschung aller meiner bis dahin gespeicherten personenbezogenen Daten zu verlangen.
4. Ich erkläre mich damit einverstanden, dass meine Daten nach Beendigung oder Abbruch der Studie jedoch maximal für 10 Jahre aufbewahrt werden. Danach werden meine personenbezogenen Daten gelöscht, soweit nicht gesetzliche, satzungsmäßige oder vertragliche Aufbewahrungsfristen entgegenstehen.

Liebe Patientin, lieber Patient!

Wie in der von Ihnen unterzeichneten Patientenaufklärung erläutert dient unser Forschungsvorhaben „Telemedizinisch geführte Bewegungstherapie bei morbidem Adipositas“ der Verbesserung der konservativen Therapie der Adipositas durch gezielte Betreuung und Steuerung sowie Überwachung von Mobilität und Vitalparametern.

Wir würden uns sehr freuen, wenn Sie uns bei unserer Arbeit unterstützen würden!

Bitte nehmen Sie sich einige Minuten Zeit und füllen Sie den folgenden Fragebogen aus, in dem wir gerne etwas mehr über ihre Bewegungsgewohnheiten erfahren möchten. Bitte denken Sie bei den Fragen nicht zu lange über die mögliche Antwort nach. Die erste Antwort, die Ihnen einfällt, ist meistens auch die für Sie zutreffende. Der Fragebogen enthält keine Fragen, die richtig oder falsch beantwortet werden können. Wir sind an Ihrer persönlichen Antwort interessiert und die ist immer richtig.

In etwa acht Wochen und dann noch einmal in vier Monaten soll die Befragung wiederholt werden, um ggf. eingetretene Veränderungen feststellen zu können. Der Fragebogen wird **streng vertraulich** behandelt: Ihre Angaben werden **anonymisiert** weiterverarbeitet und die ausgefüllten Fragebögen nach Abschluss der Auswertungen vernichtet. Außer den Mitarbeitern des Projekts an der Universität Tübingen bekommt die Fragebögen niemand zu Gesicht. Die Fragebögen werden am Ende in einem Forschungsbericht so ausgewertet, dass nicht auf einzelne Personen zurück geschlossen werden kann.

Vielen Dank für Ihre Mithilfe!

Prof. Dr. A. Königsrainer

Dr. med. M. v. Feilitzsch

Maximilian Wolf



Bitte senden Sie den Fragebogen nach dem Ausfüllen zusammen mit der Einverständniserklärung in dem beiliegenden adressierten Umschlag so bald als möglich (ohne Angabe des Absenders) zurück.

Um die Anonymisierung Ihre Angaben zu gewährleisten, haben wir Ihnen eine zufällige Code-Nummer zugewiesen. Ihre Angaben werden nicht mit ihrem Namen versehen, sondern mit einem Codewort gekennzeichnet, um die Daten aus den verschiedenen Befragungen einander zuordnen zu können.

Teilnehmer-Code

1 Allgemeine Angaben	
Welches Geschlecht haben Sie?	<input type="checkbox"/> weiblich <input type="checkbox"/> männlich
Wie alt sind Sie?	<input type="text"/> <input type="text"/> Jahre
Wie groß und wie schwer sind Sie?	<input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> cm <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> kg
Welchen Schulabschluss haben Sie?	<input type="checkbox"/> kein Abschluss <input type="checkbox"/> Hauptschule <input type="checkbox"/> Realschule <input type="checkbox"/> (Fach-) Abitur <input type="checkbox"/> (Fach-) Hochschule <input type="checkbox"/> Sonstiges, und zwar
Welchen Beruf üben Sie aus?	<input type="checkbox"/> Arbeiter(in) <input type="checkbox"/> Angestellte(r) <input type="checkbox"/> Beamter/Beamtin <input type="checkbox"/> selbständig <input type="checkbox"/> z. Zt. arbeitslos <input type="checkbox"/> Sonstiges, und zwar
Sollten Sie erwerbstätig sein: In welchem Anstellungsverhältnis?	<input type="checkbox"/> Vollzeit <input type="checkbox"/> Teilzeit
In welcher Haltung arbeiten Sie überwiegend?	<input type="checkbox"/> sitzend (z. B. Büroarbeit) <input type="checkbox"/> stehend (z. B. Handwerksarbeit) <input type="checkbox"/> bewegt (z. B. Postzustellung)
Wie ist Ihr Familienstand?	<input type="checkbox"/> allein lebend <input type="checkbox"/> in Partnerschaft lebend

Ihr Gesundheitszustand

2 Allgemeiner Gesundheitszustand					
	sehr schlecht	schlecht	zufriedenstellend	gut	sehr gut
Wie beurteilen Sie Ihren körperlichen Zustand ?	<input type="checkbox"/>				
Wie beurteilen Sie Ihr seelisches Befinden ?	<input type="checkbox"/>				
Wie würden Sie Ihren allgemeinen Gesundheitszustand beschreiben?	<input type="checkbox"/>				

Ihre Bewegungsgewohnheiten

5 Wie oft und wie lange üben Sie normalerweise die folgenden Aktivitäten aus?			
zu Fuß zur Arbeit gehen (auch längere Teilstrecken)	anTagen pro Woche	ca. Min. pro Tag	mache ich nicht <input type="checkbox"/>
zu Fuß zum Einkaufen gehen	anTagen pro Woche	ca. Min. pro Tag	mache ich nicht <input type="checkbox"/>
Treppensteigen zuhause	anTagen pro Woche	ca. Min. pro Tag	mache ich nicht <input type="checkbox"/>
Treppensteigen am Arbeitsplatz	anTagen pro Woche	ca. Min. pro Tag	mache ich nicht <input type="checkbox"/>
Fahrradfahren zur Arbeit	anTagen pro Woche	ca. Min. pro Tag	mache ich nicht <input type="checkbox"/>
Fahrradfahren zu sonstigen Fortbewegungszwecken	anTagen pro Woche	ca. Min. pro Tag	mache ich nicht <input type="checkbox"/>
Spaziergehen	anTagen pro Woche	ca. Min. pro Tag	mache ich nicht <input type="checkbox"/>
Gartenarbeit (z.B. Rasen mähen, Hecke schneiden)	anTagen pro Woche	ca. Min. pro Tag	mache ich nicht <input type="checkbox"/>
körperlich anstrengende Hausarbeit (z.B. Putzen, Aufräumen)	anTagen pro Woche	ca. Min. pro Tag	mache ich nicht <input type="checkbox"/>
körperlich anstrengende Pflegearbeit (z.B. Kinder betreuen, Kranke pflegen)	anTagen pro Woche	ca. Min. pro Tag	mache ich nicht <input type="checkbox"/>

6 Betreiben Sie normalerweise regelmäßige sportliche Aktivität?	
<input type="checkbox"/> ja ⇒ weiter mit Frage 7	<input type="checkbox"/> nein ⇒ weiter mit Frage 8

7 Um welche sportliche(n) Aktivität(en) handelt es sich dabei?		
A	B	C
..... (bitte hier eintragen) (bitte hier eintragen) (bitte hier eintragen)
Aktivität A betreibe ich normalerweise...	Aktivität B betreibe ich normalerweise...	Aktivität C betreibe ich normalerweise...
pro Monat ca. <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> mal	pro Monat ca. <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> mal	pro Monat ca. <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> mal
und zwar bei jedem einzelnen Mal für...	und zwar bei jedem einzelnen Mal für...	und zwar bei jedem einzelnen Mal für...
<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Minuten.	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Minuten.	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Minuten.

Ihre sportliche Aktivität in den nächsten Wochen und Monaten

8	Wie stark ist Ihre Absicht, in den nächsten Wochen und Monaten regelmäßig sportlich aktiv zu sein?						
diese Absicht habe ich gar nicht	<input type="checkbox"/> 0	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5	diese Absicht habe ich sehr stark

9	Ich traue mir zu, mit einer sportlichen Aktivität <u>neu zu beginnen</u>.						
traue ich mir gar nicht zu	<input type="checkbox"/> 0	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5	traue ich mir zu 100% zu

10	Ich traue mir zu, eine einmal begonnene sportliche Aktivität über ein paar Monate hinweg <u>weiterzuführen</u>.						
traue ich mir gar nicht zu	<input type="checkbox"/> 0	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5	traue ich mir zu 100% zu

11	Ich traue mir zu, mit einer regelmäßigen sportlichen Aktivität nach einer längeren Pause <u>wieder anzufangen</u>.						
traue ich mir gar nicht zu	<input type="checkbox"/> 0	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5	traue ich mir zu 100% zu

Fragen zur Lebensqualität

12	Wie beurteilen Sie Ihre momentane Lebensqualität?				
<input type="checkbox"/> schlecht	<input type="checkbox"/> weniger gut	<input type="checkbox"/> teils/ teils	<input type="checkbox"/> gut	<input type="checkbox"/> sehr gut	

13 Fragen zur Lebensqualität					
	Stimmt über- haupt	stimmt eher nicht	teils/ teils	stimmt eher	stimmt vollkom- men
Ich bin mit meinem Gewicht zufrieden	<input type="checkbox"/>				
Ich akzeptiere mein Gewicht	<input type="checkbox"/>				
Ich treibe regelmäßig Sport	<input type="checkbox"/>				
Ich beteilige mich an gemeinschaftlichen Unternehmungen (Konzerte, Ausflüge etc.)	<input type="checkbox"/>				
Ich bin sozial aktiv (Freunde, Bekannte)	<input type="checkbox"/>				
Ich fühle mich oft ausgeschlossen	<input type="checkbox"/>				
Ich fühle mich durch mein Gewicht unter Druck gesetzt.	<input type="checkbox"/>				
Ich fühle mich manchmal depressiv	<input type="checkbox"/>				
Ich bin im Großen und Ganzen mit meinem Leben zufrieden	<input type="checkbox"/>				
Ich bin aufgrund meiner körperlichen Situation eingeschränkt					
a) Im Haushalt	<input type="checkbox"/>				
b) Im Beruf	<input type="checkbox"/>				
c) Im Privatleben	<input type="checkbox"/>				
Ich bin selbstsicher	<input type="checkbox"/>				

Bitte schicken Sie diesen Fragebogen sobald wie möglich im beigelegten Rückumschlag ab.

Wir bedanken uns sehr herzlich für Ihre Mithilfe und ermuntern Sie gleichzeitig, in einigen Wochen den zweiten Fragebogen ebenso sorgfältig auszufüllen - nur dann können Ihre Angaben verwertet werden!

10 Erklärung zum Eigenanteil

Die Arbeit wurde in der Klinik für Allgemein- Viszeral und Transplantationschirurgie des Universitätsklinikums Tübingen unter Betreuung von Prof. Dr. Alfred Königsrainer durchgeführt.

Die Konzeption der Studie erfolgte durch mich, Maximilian Erich Wolf in Zusammenarbeit mit Dr. Maximilian von Feilitzsch.

Sämtliche Versuche und Erhebungen wurden von mir eigenständig durchgeführt.

Die Fallzahlplanung und Vorabberaterung erfolgte durch das Institut für Biometrie (Frau Aline Naumann).

Die statistische Auswertung erfolgte durch mich, ebenfalls nach Beratung durch das Institut für Biometrie (Frau Inka Rösler).

Ich versichere, das Manuskript selbständig verfasst zu haben und keine weiteren als die von mir angegebenen Quellen verwendet zu haben.

Tübingen, den 24.06.20

Maximilian Wolf