

**Effekt einer 12-Wochen-Low-Carb-Kostform mit
oder ohne Trainingsbetreuung auf ausgewählte
anthropometrische Parameter bei Frauen**

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung des akademischen Grades eines

Doktors der Sportwissenschaft

Hirschler Mario
aus Knittelfeld / Österreich

Akademia Wyochowania Fizycznego
we Wrocławiu
2019

Inhaltsverzeichnis

1	EINLEITUNG UND PROBLEMSTELLUNG	6
1.1	Adipositas-Epidemie	6
1.2	Wirkung von Präventionsprogrammen	7
1.3	Coaching und Personaltraining im Rahmen von Abnehmprogrammen	8
1.4	Fitnessstraining als Antwort auf ubiquitäres Aktivitätsdefizit	11
2	GEGENWÄRTIGER KENNTNISSTAND	15
2.1	Adipositas-Prävalenz	15
2.2	Mögliche Übergewichtsursachen	17
2.3	Grundsätzliche Ansätze der Gewichtsreduktion	19
2.4	Das Energiebilanzmodell	21
2.5	Alltagspraktikable Diät-Konzepte – Beispiel low carb	23
3	GRUNDANNAHMEN UND HYPOTHESE	28
3.1	Individualtraining versus strukturiertem Personaltraining – Kosten versus Effizienz	28
3.2	Hypokalorische Ernährungsmodifikation meist zentrale Maßnahme vieler Gewichtsreduktionsprogramme	30
3.3	Low carb-Ernährung als dauerhafte Ernährungsweise gewichtsreduktiv?	30
3.4	Hypothesen	31
3.5	Studienkonzeption	33
4	STUDIENVERLAUF	36
4.1	Übersicht	36
4.2	Teilnehmerinnen	37

4.3	Tagebuch	39
4.4	Gruppensitzungen, Vorträge	39
4.5	Psychomenteales Coaching	42
4.6	Diätetische Intervention	42
4.6.1	Kohlenhydratreduzierte Ernährung mit Bevorzugung von Lebensmitteln mit niedrigem glykämischen Index (low glycemic index)	42
4.6.2	Lebensmittel-Restriktionen/-Empfehlungen	45
4.6.3	Ernährungsplan	46
4.6.4	Kalorienrestriktion	47
4.7	Sport-Intervention	48
4.7.1	Krafttraining	50
4.7.2	Ausdauertraining	55
4.8	Follow-up	55
5	UNTERSUCHUNGS- UND MONITORINGMETHODEN	57
5.1	Bioimpedanzanalyse	57
5.1.1	Untersuchungstermine	57
5.1.2	Grundlagen	58
5.1.3	Grenzwerte	61
5.1.4	BIA-Gerät BIACORPUS RX 4000	61
5.1.5	Erfasste Parameter	62
5.2	Messung des Körpergewichts	64
5.2.1	Untersuchungstermine	64
5.2.2	Probleme	65
5.2.3	Säulenwaage SECA 700	65
5.3	Messverfahren zur Adipositas-Klassifikation	66
5.3.1	BMI	66
5.3.2	Probleme der BMI-Klassifikation	68
5.3.3	BMI vs. Taillenumfang	70
5.3.4	Untersuchungstermine (Taillenumfang)	72
5.4	Ernährungsberatungs-Software	73
5.5	Statistische Auswertung	73

6	ERGEBNISSE	75
6.1	Veränderung des Körpergewichtes	76
6.2	Veränderung der Fettmasse	78
6.3	Veränderung der Körperzellmasse (BCM)	80
6.4	Veränderung des Gesamtkörperwassers (TBW)	82
6.5	Veränderung des Taillenumfangs	83
6.6	Adhärenz	85
6.7	Follow-up	86
7	DISKUSSION	88
7.1	low carb, Kalorienrestriktion	89
7.2	Fitnesssport	90
7.3	BIA, Fettmasse	90
7.4	Nachhaltigkeit, Set-Point-Theorie	91
7.5	Ausdauer- und Krafttraining	93
7.6	Alltagstauglichkeit	94
7.7	Gruppenarbeit, psychomenteales Coaching	95
7.8	Kritikpunkte, Besonderheiten	96
7.9	Vergleiche mit ähnlichen Studien	97
7.10	Resümee	99
8	LITERATURVERZEICHNIS	102
9	ABBILDUNGS- UND TABELLENVERZEICHNIS	125
9.1	Abbildungen	125
9.2	Tabellen	125

9.3	Abkürzungen	126
10	TABELLARISCHE ROHDATEN	127

1 Einleitung und Problemstellung

1.1 Adipositas-Epidemie

Die Adipositas-Epidemie, die sich seit über 40 Jahren über die USA ausbreitet, wie die US-amerikanischen Centers of Disease Control and Prevention und andere Institutionen kontinuierlich berichten (MOKDAD *et al.*, 1999), hat längst auch Europa und die Bundesrepublik Deutschland erreicht, wie zuletzt die „Studie zur Gesundheit Erwachsener in Deutschland“ zeigte (MENSINK *et al.*, 2013). Übergewicht ist demzufolge – neben dem Rauchen und Autounfällen – das bedeutendste Gesundheitsrisiko und erhöht die Gefahr vor allem an Herz-Kreislaufkrankungen oder Diabetes mellitus Typ II und dessen Konsequenzen („metabolisches Syndrom“, Hypertonie, Nephropathie, Erblindung, Amputationen) zu erkranken (RETTENMAIER *et al.*, 2013). Allein die diabetesassoziierten Gesamtkosten beziffern sich in Deutschland auf rund 60 Milliarden Euro pro Jahr (KÖSTER *et al.*, 2013). Weltweit wird mit explodierenden, „katastrophalen“ Kosten durch die Erwachsenen-Zuckerkrankheit gerechnet, die viele nationale Wirtschaftssysteme an ihre Leistungsgrenzen führen könnten. Dies ist besonders erschreckend, da es sich bei Diabetes um eine überwiegend primärpräventable Erkrankung handelt (SUHRCKE *et al.*, 2006; GREEN *et al.*, 2012).

Öffentliche Hand, Kostenträger nach SGB V, zahlreiche medizinische, sport- und ernährungsmedizinische Versorgungseinrichtungen, Groß-Unternehmen oder kommerzielle Anbieter aus dem ersten und zweiten Gesundheitsmarkt entwickeln, fördern oder offerieren deshalb eine Vielzahl von Präventionsprogrammen mit unterschiedlicher Schwerpunktsetzung auf Bewegungsförderung, Ernährungsmodifikationen

und/oder psychomenteales Training („Deutschland bewegt sich!“, „Bewegung und Gesundheit“, „Spot fit! – Clever essen und bewegen“, „Kieler Adipositaspräventionsstudie (KOPS)“, „M.O.B.I.L.I.S.“, „Ich nehme ab“, „Optifast-Programm“, u. v. a. m.).

1.2 Wirkung von Präventionsprogrammen

Doch erweist sich kaum eines dieser, oft zeit- und auf eine Einzelmaßnahme begrenzten Programme in der Breite als nachhaltig wirksam, zumal die meisten Maßnahmenpakete zur Sekundär- und nicht zur Primärprävention zum Beispiel von Übergewicht und Krankheitsfolgen angelegt sind (WIRTH *et al.*, 2013). Auch politisch scheitert das Umdenken des Gesundheitsmarktes in Richtung Prävention kontinuierlich. 2014 wurden pro gesetzlich Versichertem gerade mal insgesamt € 4,16 für Primärprävention oder betriebliche Gesundheitsförderung ausgegeben (Vergleich Pro-Kopf-Jahresgesamtausgabe 2013: € 3.910) (SCHEMPP *et al.*, 2016). Deshalb sind und bleiben individuelle Initiativen der Betroffenen am wichtigsten – sie stehen nach der Nationalen Verzehrsstudie II. 2008 ohnehin im Vordergrund aller Aktivitäten: Etwa 12 Prozent aller Deutschen machen aktuell irgendeine Form von Diät, rund fünf Prozent alleine zur Gewichtsreduktion (BELL *et al.*, 2008).

Nachhaltig positive Resultate singulärer therapeutischer Interventionen bei chronischem Übergewicht oder Adipositas sind nach aktueller wissenschaftlicher Bewertung zumeist unbefriedigend oder fehlen weitgehend. Wie bei der hier vorgelegten Studie konzentriert sich deshalb die wissenschaftliche Suche nach wirksamen Behandlungskonzepten heute auf multidisziplinäre Kombinationsstrategien, bei denen Aspekte wie Ernährungsmodifikation, körperliche

Aktivierung/Sport oder psychomenteales Coaching und Monitoring in unterschiedlichem Umfang Elemente strukturierter – aber im Rahmen von Personal-Fitnesstraining dennoch individualisierter – Interventionen sind.

1.3 Coaching und Personaltraining im Rahmen von Abnehmprogrammen

Der Begriff Coaching kommt ursprünglich aus dem Leistungssport und bezeichnete zunächst die Zuständigkeit eines Coaches für Leistungstraining und „menschlich-mentale Verfassung seines Schützlings“. Der Begriff leitet sich von „Coach“ bzw. „Kutscher“ her und umschreibt die Person mit der Aufgabe, die Pferde sicher und schnell ans Ziel zu lenken. Gutes Coaching erfüllt zwei wesentliche Erfordernisse: erstens das Training von Erfolgsstrategien und die Stabilisierung vorhandener Fähigkeiten und zweitens die gezielte Förderung der aktiven Persönlichkeit (FALLNER *et al.*, 2005). Das Wesen des Coaching besteht nach *Timothy Gallwey* (The Inner Game of Tennis) darin, das Potential eines Menschen zur Maximierung seiner eigenen Leistung freizusetzen. Es hilft ihm eher zu lernen, als das es ihn etwas lehrt (WHITMORE, 1997).

Die Bedeutung von Coaching in seinen präventivmedizinischen Auswirkungen wurde wissenschaftlich lange vernachlässigt. Mittlerweile werden jedoch kritische Stimmen immer lauter, die eine hinreichende Evaluation der Wirksamkeit von Gesundheits-Coaching fordern, da alleine die Nachfrage nicht reicht (GREIF, 2014). Hierzu gehört zunächst, die definitorischen Unklarheiten sowohl zum Begriff Gesundheit als zum Begriff Coaching zu verstehen (Saller *et al.*, 2011), damit auch die Grenzen zwischen der reinen Konsultation z. B. eines Gesundheitsberaters und dem aktiv-steuernden Eingriffen z. B. eines qualifizierten Personal-

Fitnesstrainers zu erkennen (LIPPMANN, 2007). Gesundheitscoaching ist demzufolge sowohl als Maßnahme zu verstehen, die darauf gerichtet ist, Menschen über eine gesündere Lebensweise aufzuklären und Kenntnisse zu vermitteln über die gesundheitsbeeinflussenden Faktoren der physisch-psychischen, sozialen und ökologischen Umwelt, um unter anderem Erkrankungen zu vermeiden. Ein Gesundheitscoach hat dabei die Rolle des Beraters, der die Menschen auf der Basis ihrer selbst definierten Gesundheitsbedürfnisse unterstützt. Gesundheitscoaching zielt demnach auf die Erhöhung des Gesundheitsbewusstseins und befähigt Menschen, gesundheitsrelevante Entscheidungen zu treffen. Anders ausgedrückt: Es zielt auf „Empowerment“ des Einzelnen – eine Strategie, die es Menschen ermöglicht, ihr Leben selbst in der Hand zu nehmen und ihr Verhalten zu ändern durch Vermittlung der Fähigkeiten und des Selbstvertrauens zu mehr Selbstbestimmung über ihre Gesundheit (OSTERMANN, 2010).

Darüber hinaus gehören zum Gesundheitscoaching auch Maßnahmen bei denen der Coach, auf Grundlage der Kenntnis der individuellen Fähigkeiten und Möglichkeiten seines Klienten, aktiv steuernd in den Trainingsablauf (GIMBEL, 2014) oder die Lebensführung, z. B. Diät, eingreifen kann (MALZFELDT, 2014). Nach Ansicht zahlreicher Autoren sind bei solch multimodalem Coaching (mögliche Dimensionen: psycho-mental, motivationell, sportlich-physisch, informationell, diätetisch, Schlaf, Lebensführung etc.) nur noch graduelle Unterschiede zwischen Gesundheits-Coaching und Sport-Coaching vorhanden. Die mentalen und körperlichen Trainingsaspekte überschneiden sich vergleichsweise stark. Auch wenn es beim Sport-Coaching vor allem um die körperliche Leistungsfähigkeit und um die dafür erforderliche mentale Verfassung – die „mental toughness“ geht

(BÖNING *et al.*, 2015), und vordergründig weniger um Primär- oder Sekundärprävention von partiell oder vollständig vermeidbaren Erkrankungen.

Sportwissenschaftlich wurde bereits in zahlreichen Studien festgestellt, dass Coaching nicht nur signifikant sportliche Leistungen verbessern kann, sondern sich auch vorteilhaft auf die psychomentele Verfassung von Sportlern auswirkt (GROSU *et al.*, 2013; ADIE *et al.*, 2008). In allen gehobenen Sportkadem weltweit wird heute demzufolge auch mit gezieltem Coaching gearbeitet, oftmals bei olympischen Kaderathleten sogar mit individuell zugeschnittenen Programmen (HERMANN *et al.*, 2012). Gesundheits-Coaching, wie bereits erwähnt, fristete in der wissenschaftlichen Evaluation lange ein Dasein als Mauerblümchen. Mittlerweile konnten aber erhebliche Effekte eines lebensbegleitenden Coachings gezeigt werden, mit dem beispielsweise im Rahmen einer kontrollierten Studie die Umsetzung von Lebensstil-Interventionen bei der Diabetes mellitus-Prävention optimiert werden sollte. Die persönliche Interaktion von Coaches und Studienteilnehmern zögerte das Auftreten der Zuckerkrankheit signifikant wirksamer hinaus als typische Medikationen oder Placebo (im Mittel um 3,2 Jahre) (VENDITTI *et al.*, 2014). Ähnlich gute Effekte konnten in jüngster Zeit auch bei übergewichtigen Teilnehmern von Gewichtsreduktions-Programmen gezeigt werden. Hier zeigte sich, dass die komplexen Lebensstil-Änderungen, die notwendig sind, um eine medizinisch wünschenswerte und nachhaltige Verringerung des Körpergewichts zu erreichen, durch Coaching leichter umzusetzen und Hindernisse besser zu überwinden sind. Zudem hilft Coaching erheblich dabei, die Motivation der Patienten/Klienten zu erhalten. Entsprechend der Erfahrungen vieler Personal-Fitnesstrainer sind die Coaching-Hilfestellungen

bei allen Aspekten der Trainingsoptimierung am wirkungsvollsten (RUTTEN *et al.*, 2014). Zunehmend werden solche Einsichten in ganzheitliche Coaching-Konzepte umgesetzt, bei denen erfahrene Leistungssportler, Mediziner, Psychologen und andere Fachkompetenzen den Input liefern, und die realitätsnah im Alltag unter Anleitung von entsprechend qualifizierten Personal-Fitnesstrainern umgesetzt werden können (FEIL *et al.*, 2008; NIXDORFF, 2009).

1.4 Fitnesstraining als Antwort auf ubiquitäres Aktivitätsdefizit

Das „Health Promotion Paradigm“ der Weltgesundheitsorganisation (WHO), postulierte mit der Ottawa Charta im Jahre 1986 eine Stärkung der Gesundheitsressourcen als zentrale Aufgabe jeder Gesundheitsförderung, insbesondere auch solcher Ressourcen, die das Gesundheitsverhalten sowie die Gesundheitsverhältnisse (bzw. Settings) betreffen (KICKBUSCH, 2003). Ein solcher Ansatz von Gesundheitsförderung führt die unterschiedlichen Perspektiven auf Gesundheit und Krankheit zusammen und bündelt die Ziele einer Gesundheitsförderung auf verschiedenen, multipel miteinander vernetzten Ebenen (Gesundheitswirkungen, Gesundheitsverhalten, gesunde Verhältnisse) (BREHM, 1998). Im Rahmen dieser Perspektiven lassen sich sechs Kernziele für „Gesundheitssport“ konkretisieren:

1. Stärkung physischer Ressourcen: Ausdauer-, Kraft-, Dehn-, Koordinations- und Entspannungsfähigkeit
2. Prävention von Risikofaktoren, vor allem des metabolischen Syndroms (Syndrom X)
3. Stärkung psychosozialer Ressourcen: Wissen, Körperkonzept, Stimmung, soziale Kompetenz und Einbindung

4. Bewältigung von Beschwerden und Missbefinden
5. Bindung an gesundheitssportliches Verhalten, Einbau in den Lebensalltag
6. Schaffung und Optimierung unterstützender Settings (gesundheitsförderliche Verhältnisse) (BREHM, 2006)

Diese Kernziele können als Grundlage für strukturierte, zielgruppenbezogene Interventionsmaßnahmen dienen (Gesundheitssportprogramme, Fitnesstraining). Die Kernziele 1 bis 4 sind dabei auf die salutogenetische (entsprechend *Aaron Antonovsky*, 1997) und präventive Gesundheitsdimensionen ausgerichtet, die Kernziele 5 und 6 orientieren sich an den Verhaltens- sowie Verhältnisdimensionen von Gesundheit (BREHM, 2006). Dieses Kernziel-Konzept von Gesundheitssport wurde schon vor Jahren ebenso von den großen deutschen Sportverbänden in ihren Qualitätssiegeln übernommen (DSB, 2000, DTB, 2003) wie von den Spitzenverbänden der Krankenkassen zur Festlegung von Qualitätskriterien (ARBEITSGEMEINSCHAFT DER SPITZENVERBÄNDE DER KRANKENKASSEN, 2003). Entsprechend ist gesundheitsorientiertes Fitnesstraining mittlerweile Bestandteil der Curricula im Bereich Sport-, Pflege- und vieler anderer Wissenschaften geworden (GÜLLICH *et al.*, 2013; BEISE *et al.*, 2013).

Der Bedarf an motorischem Fitnesstraining ist jedenfalls, wie oben schon angedeutet, enorm: Berechnungen zum Bewegungsumfang noch vor 150 Jahren versus dem 21. Jahrhundert – 25-30 km/Tag versus 600 m/Tag – unterstreichen die Dramatik des hochpathogenen Bewegungsverlustes in der technischen Zivilisation genauso wie die konsekutive globale Adipositas-Epidemie. Bezogen auf die Muskelaktivität zeigen die Berechnungen ähnliches: Noch zu Beginn des 20. Jahrhunderts

brachte menschliche Muskelkraft im täglichen Arbeitsprozess rund 90 % der im Arbeitsprozess notwendigen Energie hervor. Heute – in der industrialisierten Welt – liegt dieser Wert bei 1 % (BUCHENAU, 2015). Zumindest in Befragungen zeigt sich vor diesem Hintergrund in der deutschen Bevölkerung ein deutliches Interesse an sportlichen Fitness-Aktivitäten: Rund 40-50 % der befragten erwachsenen Nicht-Sporttreibenden würden Fitnessstraining gegenüber anderen sportlichen Aktivitäten bevorzugen (RÜTTEN *et al.*, 2009).

Der Kern eines, auf den Praxisalltag von Personal-Fitnesstrainern oder Fitnessstudios heruntergebrochenen Fitnessstrainings ist demzufolge (TIEMANN, 1997): Optimale Aktivierung und Förderung von Bewegungsleistungen (Ausdauer) in Kombination mit Aufbau und Training der Muskulatur (Kraft) (BACHL *et al.*, 2006). Natürlich sind, wenn auch im Studioalltag eher zweitrangig, die weiter oben vorgestellten anderen sportlichen, psychomentalen, gesundheitspräventiven oder salutogenetischen Coaching-Aspekte beim Fitnesssport zu berücksichtigen. Dabei führen bereits einfache, aber regelmäßige Aktivitäten zu signifikanten Effekten: So hat eine unspezifische, moderate sportliche Aktivität von zwei Stunden pro Woche bei Erwachsenen – neben den vielfältigen bekannten gesundheitlichen Effekten (LAVIE *et al.*, 2015; AUNE *et al.*, 2015; JURASCHEK *et al.*, 2014; TIBANA *et al.*, 2014; DOMBROWSKI *et al.*, 2014) – erhebliche Auswirkungen auf die drei motorischen Hauptbeanspruchungsformen Ausdauer, isometrische Maximalkraft und Gleichgewichtsfähigkeit. Diese Aktivität führt zu signifikanten Leistungsunterschieden zwischen sportlich Aktiven und Inaktiven derselben Altersklasse (LAST *et al.*, 2015), wie sie jedes geleitete Fitnessstraining auch erzielen sollte. Genauso unmissverständlich lieferte vor 150 Jahren *Moritz*

Schreber (1808-1861, „Schrebergärten“) die argumentative Grundlage des modernen Fitnessstrainings:

„Für die Erhaltung und Verlängerung des Lebens hat die Muskelbewegung die wohltätigsten Wirkungen. [...] Durch Muskeltätigkeit endlich werden das Atmen, der Blutumlauf, alle Absonderungen, die Verdauung, mit einem Worte alle Lebensprocesse erhöht und angefeuert; es ist folglich nichts, was dem Leben, Kraft, Sicherheit und Dauer in dem Maße verschaffen könnte, als freiwillige Muskelbewegung“
(HARTMANN, 1861).

2 Gegenwärtiger Kenntnisstand

Aktuelle Metaanalysen zeigen, dass selbst multidisziplinäre Adipositas-Interventionsprogramme bei Kindern und Jugendlichen oft nur schwache Effekte zeigen (VASQUES *et al.*, 2013). Auch bei Erwachsenen bleiben sie oft unbefriedigend, besonders dann wenn kognitive und verhaltensändernde Interventionen ausgespart sind (GÖHNER *et al.*, 2012). Einigen wenigen positiven Metaanalysen-Aussagen wurde entgegengehalten, dass die Qualität der durchgeführten Reviews ungenügend ist (SUMMERBELL *et al.*, 1998). Höherwertige Metaanalysen zu Einzelmaßnahmen zeigen meist nur wenig bis fehlende Effektivität, zum Beispiel aerobes Training (THOROGOOD *et al.*, 2011) oder Nahrungsergänzungsmittel (PITTLER *et al.*, 2004). Etliche Arbeitsgruppen bemängeln zudem die weitgehend fehlende Translation akademischer Forschungsergebnisse in die Praxis der symptomatisch-therapeutischen Gewichtsreduktion (genau wie bei der Adipositas-Prävention auch). Notwendig erscheinen vielen Autoren, auch wenn dies in Metaanalysen noch nicht ausreichend belegt ist, multidisziplinäre, integrative „Triple“-Behandlungsansätze bei Übergewicht und Adipositas, die zumindest zu Modifikationen von Ernährung, körperlicher Aktivität und Verhalten beitragen (VRANEŠIĆ *et al.*, 2011).

2.1 Adipositas-Prävalenz

Der Bundes-Gesundheitssurvey 1998 (BGS98), von 1997 bis 1999 in Deutschland durchgeführt, war die erste repräsentative gesamtdeutsche Untersuchung zum Gesundheitszustand der Erwachsenenbevölkerung in der Bundesrepublik Deutschland. Bereits diese Studie bestätigte beunruhigende internationale Trends zur Adipositas-Prävalenz (BELLACH *et al.*, 1999): Übergewicht (BMI ≥ 25 kg/m²) wurde bei insgesamt 52 %

(westdeutsche Frauen) bis 67 % (westdeutsche Männer) der Bevölkerung festgestellt, starkes Übergewicht oder Adipositas ($\text{BMI} \geq 30 \text{ kg/m}^2$) war mit 18 % unter den westdeutschen Männern am seltensten und mit 24,5 % bei ostdeutschen Frauen am häufigsten (BERGMANN *et al.*, 1999). Dieser alarmierende Trend zeigte sich auch 2008 in der bevölkerungsbasierten „Nationalen Verzehrsstudie II“: 66 % der Männer und 51 % der Frauen in Deutschland sind übergewichtig ($\text{BMI} \geq 25$) und jede fünfte Person ist adipös ($\text{BMI} \geq 30$) (BELL *et al.*, 2008). Vergleichbare Prävalenzen bestätigte die von 2008 bis 2011 durchgeführte „Studie zur Gesundheit Erwachsener in Deutschland“ (DEGS1) weitgehend, wobei die Übergewichtsprävalenz in den letzten Jahren nicht weiter gestiegen ist, die Adipositasprävalenz aber sehr wohl (vor allem bei den jüngeren Altersgruppen) (MENSINK *et al.*, 2013). Dies deckt sich mit den Auswertungen der Weltgesundheitsorganisation WHO, die für die Staaten der europäischen Union eine Häufigkeit von Übergewicht bei Erwachsenen im Bereich von 30-70 % und Adipositas von 10-30 % beschreibt (ALWAN *et al.*, 2011), wobei die WHO die Zunahme der Übergewichts- und Adipositas-Prävalenzraten bei Kindern und Jugendlichen als besonders bedrohlich einschätzt. Die globalen epidemiologischen Analysen werden durch eine Fülle regionaler resp. nationaler Untersuchungen bestätigt, beispielsweise aus Polen (MILEWICZ A *et al.*, 2005).

Übergewicht und Adipositas

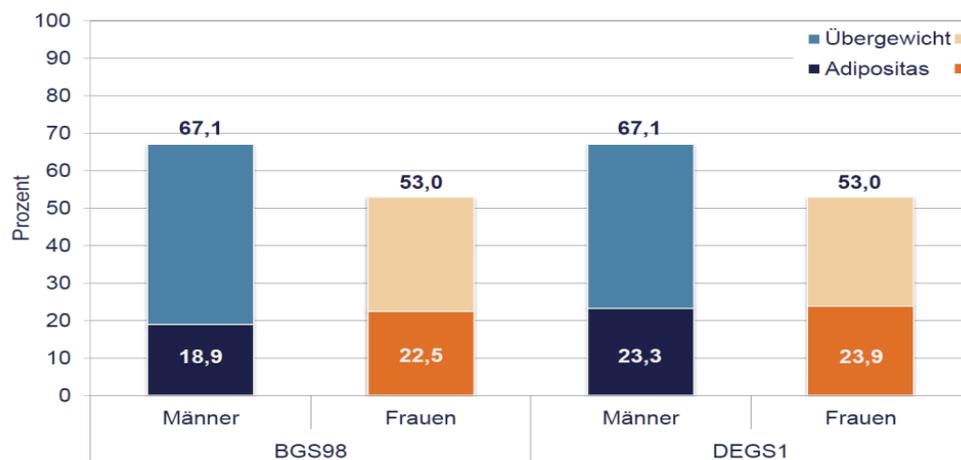


Abbildung 1: Mensink 2013 G: Übergewicht und Adipositas in Deutschland

2.2 Mögliche Übergewichtsursachen

Die Zunahme von Übergewicht (BMI 25 bis $< 30 \text{ kg/m}^2$), Adipositas (BMI 30 bis < 35) oder morbider Adipositas (BMI > 35) ist – obwohl die epidemische Natur weitgehend akzeptiert wird (OLIVER *et al.*, 2006) – kausal nicht valide begründet, schon gar nicht monokausal (KEITH *et al.*, 2006). Als potentielle Ursachen werden hauptsächlich diskutiert: Eine positive Energiebilanz (hyperkalorische Ernährung) (HILL *et al.*, 2006; ASTRUP *et al.*, 2006), Lebensstil-Modifikationen (ERLANSON-ALBERTSSON *et al.*, 2005; BRANTLEY *et al.*, 2005), erleichterter Zugang zu Fast-Food-Restaurants (PEARCE *et al.*, 2007), negative Bewegungsbilanz/Bewegungsarmut am Arbeitsplatz) (LEVINE *et al.*, 2006, LAJUNEN *et al.*, 2007) oder beim Fernsehen (ERIK *et al.*, 2008) etc., chemisch-toxische Ursachen (zum Beispiel hormonähnlich wirkende Toxine im Trinkwasser) (NEWBOLD *et al.*, 2007; GISKES *et al.*, 2007), Kindesmissbrauch (DANESE *et al.*, 2013), vermehrte „Umami“-/„Lecker“-Geschmacksstoffe in industriell hergestellter Nahrung (MAFFEIS *et al.*, 2008), zunehmende Süßstoffverwendung (NN *et al.*, 2006), Stillverzicht (SAVINO *et al.*, 2009), Pharmakotherapie (MALONE *et al.*, 2005),

Umweltgifte (SUADICANI *et al.*, 2005), virale Infektionen (TURNBAUGH *et al.*, 2006, WHIGHAM *et al.*, 2006), Zunahme von Angsterkrankungen (GARIEPY *et al.*, 2010), Mikronährstoffmangel (KIMMONS *et al.*, 2006), genetische Ursachen (NEWELL *et al.*, 2007, MARTI *et al.*, 2008), die durch langfristige Verschiebungen des Erkrankungs- und Todesarten-Spektrums vermehrt in den Vordergrund rücken (JANSSEN *et al.*, 2005) oder bislang nur wenig charakterisierte Störungen von gastralen und intestinalen Adipozyten- und anderen Hormonen (Ghrelin, Leptin, Adipokine etc. (PORIES *et al.*, 2001; CHAUDHRI *et al.*, 2008; HEIMAN *et al.*, 2006; VALASSI *et al.*, 2008; ANTUNA-PUENTE *et al.*, 2008), die alle – mehr oder weniger – den Sollwert des Körpergewichts entsprechend der Set Point-Theorie beeinflussen können (CABANAC *et al.*, 2001). Auch das Ausmaß von oxidativem Stress konnte in zahlreichen Studien signifikant mit relevanten Adipositas-Parametern korreliert werden (LWOW *et al.*, 2007). Dabei wurde auch der Mythos des „metabolisch gesunden Fettleibigen“ hinterfragt. Diese Gruppe unterscheidet sich hinsichtlich chronischer Inflammation, oxidativem Stress oder Insulinresistenz kaum von Adipösen mit manifester Stoffwechsellentgleisung (CĂTOI *et al.*, 2018; JUNG *et al.*, 2017). Die einfache Kombination von Lipidakkumulationsprodukt (*lipid accumulation product* – LAP) und Blutdruck erlaubt dennoch bei Fettleibigen aussagekräftige Prognosen zur Entwicklung eines metabolischen Syndrom (LWOW *et al.*, 2016).

In den letzten Jahren sind weitere mögliche Ursachen öffentlichkeitswirksam in den Vordergrund gerückt: So führt Fernsehen nicht nur durch körperliche Immobilität (CHAPUT *et al.*, 2009) oder Verkürzung der Schlafdauer zu Übergewicht (SEKINE *et al.*, 2002), sondern durch generische Mechanismen

(HANCOX *et al.*, 2004; SIGMAN *et al.*, 2007). Chronodisruption, also eine gestörte Synchronisierung der inneren Uhr durch das Sonnenlicht, soll ebenfalls ein kausales Potential bei Übergewicht haben (REITER *et al.*, 20012). Die intensive Erforschung des Mikrobioms während der letzten Jahren, vor allem der Darmflora, hat die überragende kausale Bedeutung der Speziesverteilung des Mikrobioms für die Entstehung von chronischem Übergewicht herausgearbeitet (DEVARAJ *et al.*, 2013). Ein möglicher Adipogenese-Mechanismus könnte das mikrobiombedingte Auftreten von Peptiden im Darm sein, die als erster pathogener Schritt eine zunächst lokale, dann systemische chronische Inflammation bedingen, die schließlich bis zu Adipositas, metabolischen Erkrankungen und Typ-2-Diabetes führt (BLEAU *et al.*, 2015). In Deutschland wurde schließlich die Theorie des selbstsüchtigen Gehirns („*selfish brain*“) als Kausalfaktor von Adipositas entwickelt (PETERS *et al.*, 2013). Die Vielzahl der Theorien zu den Ursachen von Übergewicht – unter Prädominanz der lifestyle-assoziierten Konzepte zur Ernährung mit positiver Energiebilanz und zu körperlicher Aktivität mit negativer Bewegungsbilanz – können jedoch nicht darüber hinwegtäuschen, dass die theoretische Basis beim Verständnis der Adipositas nicht ausreichend ist (zum Beispiel die Integration des Ponderostat-Paradigmas (CABANAC *et al.*, 2001; TREMBLAY *et al.*, 2001), um die massiven übergewichtsbezogenen präventiven oder therapeutischen Probleme in der Patientenwirklichkeit auch nur annähernd lösen zu können (PAGOTO *et al.*, 2013).

2.3 Grundsätzliche Ansätze der Gewichtsreduktion

Zahlreiche Studien zum Adipositas-Paradoxon (d. h., die Sterblichkeit bei Menschen mit geringem Body Mass Index

(BMI) erscheint höher als bei Übergewichtigen oder stark Adipösen) verdeutlichen vermutlich methodische Probleme bei der Bestimmung der relevanten pathogenen und mortalitätsbestimmenden Körperkomponenten bei Übergewicht. Nicht der BMI ist entscheidend, sondern einzelne Elemente der Körperzusammensetzung, vor allem die fettfreie Körpermasse und/oder der Körperfettanteil (LEE *et al.*, 2018). Die wesentlichen, bislang eingesetzten präventiven resp. symptomatisch-therapeutischen Einzelkonzepte zur Reduktion von Übergewicht und adipositasassoziiierter Mortalität bestehen aus mehr oder weniger radikalen Ernährungs-Modifikationen (MA *et al.*, 2007; WECHSLER *et al.*, 2007) und/oder Erhöhung der körperlichen Aktivität (LUÍS GRIERA *et al.*, 2007; KATZMARZYK *et al.*, 2012). Therapeutisch werden diese Maßnahmen ergänzt durch bariatrische Adipositas-Chirurgie, Magen-Ballon, chirurgische Liposuktion, den Einsatz von Medikamenten (zum Beispiel Appetitzügler, Fettresorptions-Hemmstoffe, Quellstoffe) sowie psychotherapeutische, sozialmedizinische und andere Verfahren (HAINER *et al.*, 2008). Weitere Therapien folgen den jeweils vermuteten Kausalfaktoren: Beispielsweise soll eine antibiotische oder eine Präbiotika-Therapie das enterale Mikrobiom so verändern, dass die Menge übergewichtsfördernder Bakterienspezies verringert wird (MURPHY *et al.*, 2013; DELZENNE *et al.*, 2013), auch die Transplantation von Darmflora schlanker Lebewesen auf Adipöse wird in Betracht gezogen (BELL, 2015). Gegen virale Adipositasverursacher wie Adenovirus 36 könn(t)en Impfungen eingesetzt werden (HUR *et al.*, 2013). Bei Schlafstörungen durch Chronodisruption wird die Anwendung von Melatonin empfohlen, sowie eine strikte Lebensführung, die pathogene Einflüsse wie „light-at-night“ reduzieren soll (VINOGRADOVA *et al.*, 2013). Daneben gibt es

noch eine Unzahl selten evaluierter Alternativ-Verfahren zur Adipositasprävention/-therapie mit meist wenig signifikanten Ergebnissen wie Hypnose, Akupunktur, Homöopathie, Naturheilkunde (STEYER *et al.*, 2009), Yoga (LEWANDOWSKA *et al.*, 2018).

Das Spektrum der Interventionsziele variiert bei den bislang vorgelegten Studien erheblich: Während als medizinische Endpunkte vor allem präventive oder therapeutische Behandlungsziele definiert werden, stehen bei den individuellen Gewichtsreduktions-Zielsetzungen von übergewichtigen Patienten/Probanden eher Lebensqualitätsparameter wie Ästhetik, Selbstwertgefühl, Hygiene oder Beweglichkeit im Vordergrund (RUBINSTEIN *et al.*, 2006; DUVAL *et al.*, 2006; MCMILLAN-PRICE *et al.*, 2006). Immer wesentlicher wird das Grundmotiv „Lebensqualität“ für Gewichtsreduktionsprogramme (ALLEGRI *et al.*, 2008).

2.4 Das Energiebilanzmodell

Lebende Menschen sind offene Systeme, die sich letztlich an die Gesetze der Thermodynamik halten müssen. Dennoch wird in den letzten Jahren zunehmend hinterfragt, ob die Übersimplifizierung des Tonnen-Modells („*calorie in, calorie out*“) gerade in Hinsicht auf Entstehung und Behandlung von Adipositas theoretisch und praktisch sinnvoll ist (FEINMAN, 2003; BUCHHOLZ *et al.*, 2004). Nicht zuletzt in Hinsicht auf Abnehm-Diäten erscheint der primäre Fokus von Antiadipositas Konzepten auf das „Kalorienzählen“ sogar kontraproduktiv (LUCAN *et al.*, 2015), da eine kalorimetrisch bestimmte Kalorie eben nicht einer metabolisch umgesetzten resp. nutzbaren Kalorie entsprechen muss (MOZAFFARIAN, 2017). Trotz bestechender Einfachheit des Modells mit dem dabei zugrunde gelegten linear-mechanistischen

Bild des Menschen als „biologische Dampfmaschine“ werden Modelle nicht-linearer Parametrisierung der zentralen physiologischen Regulationssysteme den Phänomenen des menschlichen Organismus besser gerecht (YATES, 2008).

Diesen Überlegungen folgen beispielsweise einige (wenige) Abnehm-Konzepte, die nicht das Kalorienzählen, sondern die unterschiedlichen Qualitäten von Lebensmittelgruppen (Fetten, Eiweißen, Kohlenhydrate) hinsichtlich ihrer „nicht-linearen“ metabolischen Reaktionsmuster berücksichtigen (trotz vielleicht quantitativ isokalorischen Energiegehalts), zum Beispiel Intervallfasten oder die low-carb-Ernährung.

Umgekehrt wird seit einigen Jahren immer deutlicher, dass auch der oft angenommene lineare Zusammenhang zwischen Muskelaktivität und Energieverbrauch nicht in der erhofften Weise existiert, ein mehr an sportlicher Aktivität also nicht automatisch zum Beispiel mit entsprechend vermehrter Gewichtsreduktion einhergeht (PONTZER *et al.*, 2016). Oder eben Übergewicht nicht kausal durch Bewegungsarmut begründet ist, wie alle neueren (Meta-)Analysen zeigen (BIDDLE *et al.*, 2017). Sowohl der Körperfettgehalt als auch die Aktivitätsintensität scheinen demzufolge die metabolischen Antworten auf körperliche Aktivität zu modulieren, zum Beispiel den Grundumsatz, und zwar nicht nur bei Jägern und Sammlern. Eine Erfahrung, die Abnehmwillige übrigens bestens kennen: Ihr Gewicht sinkt eben nicht linear zu ihrer sportliche Ausdauerleistung pro Tag oder pro Woche. Auf die Spitze getrieben wurde diese Erkenntnis in einer gerade veröffentlichten, internationalen Studie, die zu dem Schluss kommt, dass nicht das individuelle Aktivitätsniveau der eigentliche Risikofaktor für das Auftreten von Adipositas ist, sondern die tägliche Sitzdauer (unabhängig von körperlicher Aktivität) (BULLOCK *et al.*, 2017).

Nicht zuletzt diese Einsichten unterstützen die Annahme, dass erst ein multimodales Antiadipositas-Management ausreichend therapeutisches Potential hat, um nachhaltig die angestrebten Gewichtsziele von Klienten/Patienten zu erreichen und zu erhalten.

2.5 Alltagspraktikable Diät-Konzepte – Beispiel low carb

Vor dem Hintergrund des Versagens der bariatrischen Chirurgie – trotz erfreulicher Akutergebnisse kaum Auswirkungen auf Morbidität und Mortalität sowie fehlende Langzeitkostensparnisse (MAGGARD *et al.*, 2013; WEINER *et al.*, 2013) – bleiben die klassischen symptomatischen Konzepte – nämlich Senkung der Kalorienaufnahme und Erhöhung des Kalorienverbrauchs – fundamental für einen wirkungsvollen, lebensbegleitenden Umgang mit Übergewicht und Adipositas (HO *et al.*, 2013; SHAW *et al.*, 2006). Hierfür spricht, dass sich mit zunehmendem Wissen diätetische Konzepte entwickelt haben, die nicht allein eine wirksame Gewichtsreduktion während primärer Interventionsphasen ermöglichen, sondern auch als nachhaltig verwendbare Standardnahrung in der nachfolgenden Erhaltungsphase geeignet sind. Eine hiervon ist die low carb-Diät nach David Ludwig (SPIETH *et al.*, 2000). Trotz noch ausstehender großer kontrollierter Studien deuten die bisher vorgelegten Publikationen eine Überlegenheit der low carb-Diät bei der Gewichtsreduktion gegenüber anderen Gewichtsreduktionsdiäten an (THOMAS *et al.*, 2007).

Diätetische Strategien werden üblicherweise als low carb-Diäten bezeichnet, wenn sie einen Verzehr von maximal 100 g verwertbaren Kohlenhydraten pro Tag erlauben. Zumindest wird dies aktuell von vielen Autoren als Grenze angesetzt, denn eine gültige Definition fehlt international bisher (ELLROTT, 2005).

Bekannt geworden sind kohlenhydratarme Diäten durch den US-amerikanischen Arzt Robert C. Atkins (1930-2003). Sie basieren auf der Annahme, dass bestimmte Menschen eine Stoffwechselstörung mit Unverträglichkeit für Kohlenhydrate haben (ATKINS, 1974). Die wissenschaftliche Erklärung geht heute davon aus, dass es durch den Konsum von einfachen Kohlenhydraten zu einer überschießenden Insulinausschüttung kommt, die den Blutzuckerspiegel übermäßig senken kann. Beim prädisponierten Menschen kommt es konsekutiv zu einer Hypoglykämie mit anschließendem Hungergefühl. Ein hoher Insulinspiegel hemmt die Lipolyse und fördert die Lipogenese und der Körper kann die Energiereserven aus den Fettspeichern nicht nutzen. Der Mensch isst trotz vorhandener Energiespeicher erneut. Es entsteht ein *Circulus vitiosus*.

Durch den anfänglichen Verzicht und die folgende Beschränkung der Kohlenhydrate in einer kohlenhydratarmen Diät soll die Insulinausschüttung vermindert werden. Ein niedriger Insulinspiegel vermindert das Hungergefühl und die Einlagerung der aufgenommenen Fettsäuren ins Fettgewebe. Gleichzeitig wird durch den niedrigen Insulinspiegel die Lipolyse gefördert und Fettgewebe abgebaut. Letzteres kann am Erscheinen von Ketonkörpern in Blut und Urin gemessen werden. Darüber hinaus führen die Ketonkörper vermutlich zu einem gedämpften Appetit, wodurch die Verminderung der Nahrungsaufnahme unterstützt wird. Diesen Mechanismen schreibt man eine tragende Rolle bei der Gewichtsabnahme unter low carb-Diäten zu.

Die tatsächliche Effektivität von kohlenhydratarmen Diäten zur Gewichtsreduktion konnte in den letzten Jahren in mehreren wissenschaftlichen Untersuchungen und Metaanalysen belegt werden (BRAVATA *et al.*, 2003).

Allerdings hat sich auch gezeigt, dass Menschen durchschnittlich während einer kohlenhydratarmer Ernährungsweise deutlich weniger Kalorien verzehren als unter anderen zum Vergleich eingesetzten Diätregimen. Deshalb könnte die vermehrte Gewichtsreduktion bei kohlenhydratarmer Ernährung in den genannten Untersuchungen hierdurch ebenfalls erklärt werden. Interessanterweise zeigte sich jedoch, dass überwiegend nur die initiale Gewichtsabnahme mit low carb-Diäten gegenüber low-fat- oder konventionellen Diäten signifikant besser war, wenn überhaupt (MECKLING *et al.*, 2004). Wurden die Studienteilnehmer über einen längeren Zeitraum von 12 statt 6 Monaten beobachtet, nahmen die Menschen unter kohlenhydratarmer Ernährung schneller und deutlicher wieder zu, so dass sich am Ende des verlängerten Beobachtungszeitraums kein signifikanter Gewichtsunterschied mehr ergab. Die genauen Gründe dafür sind nicht klar. Mögliche Antworten sind der anfänglich größere Körperwasserverlust unter kohlenhydratarmer Ernährung, der reversibel ist, oder eine schlechtere Langzeitcompliance durch die limitierte Lebensmittelauswahl (FOSTER *et al.*, 2003; STERN *et al.*, 2004).

Selbst wenn die Bedingungen für das nachhaltige Gewichtsreduktions-Potential von low carb-Diäten noch endgültig bewertet werden muss (PHILIPPOU *et al.*, 2009), ist die Bedeutung der Ernährungsform bei der Normalisierung von diabetischen Stoffwechselstörungen belegt. Zum Beispiel die Senkung von HBA₁-Spiegeln (JENKINS *et al.*, 2008) oder die grundlegende Verbesserung einer diabetischen Stoffwechsellage (RICCARDI *et al.*, 2008; KREBS *et al.*, 2013). Eine Diät mit niedrigem glykämischen Index beeinflusst auch zahlreiche systemische Entzündungsparameter vorteilhaft (HEGGEN *et al.*, 2012; OLSZANECKA *et al.*, 2012), was angesichts wachsender

Einsichten in den kausalen Zusammenhang adipositasassoziierter, niedriggradiger Entzündungen mit fatalen metabolischen Konsequenzen von Übergewicht besonders bedeutsam ist (NEELS *et al.*, 2013). Zudem werden auch pathogene Fettstoffwechselfparameter günstig beeinflusst, was ebenfalls hinsichtlich der Prävention und Therapie von Fettstoffwechselstörungen und Arteriosklerose als vorteilhaft eingeschätzt wird (MAKI *et al.*, 2007). Schließlich zeigte sich, dass die therapeutischen Effekte selbst dann erzielt werden, wenn eine Gewichtsreduktion ausbleibt oder es zu einer Gewichtszunahme kommt. Ursache sollen diätbedingte Veränderungen der Genexpression von abdominalen Adipozyten sein (KALLIO *et al.*, 2007).

Dass eine Kalorienrestriktion bei Erwachsenen – ob in Kombination mit einer low carb-Ernährung oder nicht – zu einer Gewichtsreduktion beitragen kann, steht heute außer Frage (DAS *et al.*, 2007). Bei Kindern und Jugendlichen ist die Evidenzlage der nachhaltig gewichtsreduktiven Effekte von Diäten ungeklärt (GIBSON *et al.*, 2006), was auch für Heranwachsende gilt (FRANÇA *et al.*, 2013). Dass eine angemessene körperliche Aktivität nicht nur gesund ist, sondern bei Erwachsenen auch zur Gewichtsreduktion beitragen kann, ist ebenfalls unstrittig. Unklar ist nur, welche Aktivitäten und in welchem Umfang tatsächlich zur Gewichtsreduktion beitragen oder einer anschließenden Gewichtszunahme vorbeugen (DONNELLY *et al.*, 2009). Wie bei anderen Kombinationsstrategien gilt auch: Körperliches Training in Kombination mit kohlenhydratreduzierter Ernährung können synergistische Effekte auf eine diabetische Stoffwechsellage haben und sind somit – selbst bei Ausbleiben einer ausgeprägten Gewichtsreduktion – bei Erwachsenen gesundheitsfördernd (KIRWAN *et al.*, 2009; SCHWINGSHACKL *et al.*, 2013).

Kombinierte, multidisziplinäre Versorgungsmodelle zeigen die vielversprechendsten Möglichkeiten für nachhaltiges, gesundheits- und fitnessorientiertes Gewichtsmanagement (ROSENBERGER *et al.*, 2011; BUSCEMI *et al.*, 2013). Zumindest bei erwachsenen Übergewichtigen – für Kinder und Jugendliche fehlen aussagekräftige Studien und Metaanalysen weitgehend (WILLIAMS *et al.*, 2013; SHOWELL *et al.*, 2013).

Entscheidend für den nachhaltigen Erfolg eines Gewichtsreduktionsprogrammes mit Unterstützung durch Ernährungsmodifikationen – wie der in der vorgelegten Studie eingesetzten kohlenhydratreduzierten Ernährungsweise – ist die Umsetzbarkeit aller Maßnahmen im Lebensalltag übergewichtiger oder adipöser Menschen (WIRTH, 2015; GUDZUNE *et al.*, 2015). Selbst wenn die gewichtsreduktiven Effekte von kohlenhydratreduzierter Ernährung nicht die anderer Diäten übersteigen sollten (MAKRIS, 2011), haben sie aus derzeitiger Sicht einen entscheidenden Vorteil, nämlich die eigentlich von jeder nachhaltigen Ernährungsumstellung zu fordernde hohe Praktikabilität und Umsetzbarkeit im Lebensalltag (WORM, 2003). Auch und vor allem in Kombination mit sportlichen oder anderen Lifestyle-Modifikationen (SANTARPIA *et al.*, 2013).

3 Grundannahmen und Hypothese

Die Kurzzeit-Erfolge von Gewichtsreduktionsprogrammen sind oftmals begrenzt und erreichen oft kaum mehr als 5 % des ursprünglichen Körpergewichts von Übergewichtigen oder Adipösen. Die Langzeit-Erfolge, die in nur wenigen Studien und Metaanalysen erfasst wurden, zeigen hingegen das gesamte Ausmaß der Problematik. Im besten Fall kann ein verringertes Körpergewicht nur bei ca. 20 % der Patienten über Jahre aufrechterhalten werden (wenn auch nicht im initialen Umfang). Die biologischen Bedingungen für den Wiederanstieg sind weitgehend unklar (JEFFERY *et al.*, 2000; ANDERSON *et al.*, 2001; MACLEAN *et al.*, 2011; SOLEYMANI *et al.*, 2016). Selbst bei den initial effektivsten adipositaschirurgischen Verfahren, den hoch-invasiven bariatrischen Operationen wie Gastroplastik oder Roux-en-Y-Magenbypass, zeigt mittlerweile die Langzeit-Nachbeobachtung, dass sich bei einem erheblichen Anteil der Patienten wieder, teilweise exzessives Übergewicht entwickelt (COOPER *et al.*, 2015). Diese Befunde deuten darauf hin, dass ein wesentlicher Anteil des theoretischen Konstrukts der Adipositas-Wissenschaft entweder von unzureichenden Thesen ausgeht (Energiebilanz-Modell, *body mass index* als Pathogenitäts-Indikator etc.) oder die gewählten präventiven und therapeutischen Methoden nur begrenzt nachhaltige Effekte zeigen.

3.1 Individualtraining versus strukturiertem Personaltraining – Kosten versus Effizienz

Ohne Frage sind jedoch jene Programme am erfolgreichsten, bei denen strukturierte körperliche Aktivität über lange Zeit kombiniert mit professioneller Motivation und Trainingslenkung (Personal-Fitnesstrainer-Coaching) praktiziert und – am besten – durch Langzeit-Modifikationen der Ernährung ergänzt wird

(HEMETEK *et al.*, 2015; JAKICIC *et al.*, 2001; NN, 1998). Bislang nicht systematisch geprüft ist die Frage, welche der vielen denkbaren Aktionen, Interaktionen und Lifestyle-Modifikationen wirksamer sind als andere. Aus gesundheitsökonomischer Sicht erscheinen wenig individualisierte, dafür jedoch hoch automatisierte, IT-gestützte Trainings- und Beratungssysteme, wie sie in einigen Fitness-Centern oder über neue Smartphone-Apps Einzug in den Trainingsalltag vieler Menschen gefunden haben, besonders attraktiv (da weniger kostenintensiv). Keines dieser Trainingssysteme hat jedoch, trotz der Generation von teilweise enormen Datenmengen durch die Klienten, auch nur ansatzweise wissenschaftlich fundierte, nachhaltige Effizienz der neuen Hightech-Verfahren zeigen können, z. B. beim Erfolg von Gewichtsreduktionsprogrammen.

Ein höherer Aufwand und damit höhere Kosten gehen mit einem ganzheitlichen, individuell ausgerichteten Personal-Fitness-training einher. Dieses bietet, so zeigen erste Untersuchungen, Chancen zur nachhaltigen Gewichtsreduktion oder zum Gewichtserhalt, die bei Gruppen- oder ungeleiteten Individualprogrammen oft nicht möglich sind (WYCHERLEY *et al.*, 2012; JENNINGS *et al.*, 2013). Egal ob dabei im einzelnen Verhaltens- oder Lifestyle-Modifikationen, Diät- oder Ernährungsumstellungen, psychomentale oder psychosoziale Interventionen, Aktivitätssteigerung oder Sport, medikamentöse Konzepte oder bariatrische Eingriffe im Vordergrund stehen. Im Rahmen von Personal-Fitnessstraining ist gleichzeitig ein – am individuellen Klientenbedarf ausgerichtetes – Kraft- und Ausdauertraining, mit persönlich erarbeiteter, gesundheitsorientierter Ernährungsmodifikation und einem psychomentalen, programmbegleitenden Coaching möglich (jeweils unter kontinuierlichem Monitoring und Dokumentation)

(HUTCHESSON *et al.*, 2013; WIRTH *et al.*, 2012). Kurzum: Nur mit einer sinnvollen Kombination von Diät und Training können, besonders auf lange Sicht, signifikante, gesundheitsfördernde Ergebnisse erzielt werden (LWOW *et al.*, 2007).

3.2 Hypokalorische Ernährungsmodifikation meist zentrale Maßnahme vieler Gewichtsreduktionsprogramme

Die Energiebilanz-Theorie der Adipositas (Übergewichts-Ursachen: negative Bewegungs-, positive Energiebilanz) ist im Bewusstsein vieler Menschen tief verankert. Ein zentrales Thema bei vielen Beratungsgesprächen ist deshalb der Wunsch nach einer Ernährungsmodifikation als Parameter einer erfolgreichen – und möglichst einfach umsetzbaren! – Gewichtsreduktionsstrategie. Hinsichtlich der Nachhaltigkeit von übergewichtspräventiven resp. gewichtsreduktiven Ernährungsumstellungen ohne schädliche Auswirkungen auf die Gesundheit im Zeitverlauf steht vor allem die Umsetzbarkeit im Lebensalltag der Klienten im Vordergrund. Einseitige Mangeldiäten, wie sie von Medien und gerne auch von vielen Ärzten vorgeschlagen werden, und im Einzelfall durchaus zu initialen Erfolgen führen können, kommen wegen ihrer abträglichen Langzeit-Effekte auf die Gesundheit nicht in Frage.

3.3 Low carb-Ernährung als dauerhafte Ernährungsweise gewichtsreduktiv?

Bereits im 19. Jahrhundert wurde die vegetarische Ernährung – neben sonstigen Inhalten des Konzepts – als Antiadipositas-Konzept propagiert, das bis heute von großen Bevölkerungsgruppen angewandt wird und wissenschaftlich ausführlich evaluiert wurde (JAPAS, *et al.*, 2014). Für viele Menschen ist diese Ernährungsform jedoch inakzeptabel, zudem

kann es lange dauern, bis die zu erwartenden Effekte auf das Körpergewicht sichtbar werden. Als dauerhaft realisierbare und alltagstaugliche Ernährungsweise hat sich die Reduktion des Kohlenhydrate anteils der täglichen Ernährung erwiesen („low carb-Diät“), wobei auch hierbei verschiedene Modifikationen der verwendeten Kohlenhydrate zum Beispiel hinsichtlich ihres glykämischen Indexes vorgeschlagen wurden. Klar ist, dass low carb-Diät bei der Integration in die tägliche Ernährungspraxis mindestens ebenso gesundheitlich wirksam ist und lang anhaltend Körpergewicht reduzieren kann, wie die häufig zitierte Mittelmeerdiät (die jedoch im Lebensalltag Mittel- und Nordeuropas weitaus schwerer umzusetzen ist) (SHAI *et al.*, 2008; MANCINI *et al.*, 2015).

3.4 Hypothesen

Trotz der allgemein akzeptierten Annahme, dass multimodale Adipositas-Interventionskonzepte, zum Beispiel kombiniert aus erhöhter körperlicher Aktivität, Gruppensport, Kalorienrestriktion, Ernährungsveränderungen, Anorektika, Lifestyle-Modifikationen, Gruppen- oder Individual-Coaching, Stressreduktion, Motivationstraining oder anderen Aktivitäten, präventive oder therapeutische Potentiale haben kann, besteht keine Klarheit darüber, welche Modalitäten im Einzelnen spezifisch-wirksame Hilfen zur Lösung des weltweiten Adipositas-Problems sind oder ob überhaupt.

Ja, es toben hierüber in der Wissenschaft seit Jahrzehnten teilweise heftig ausgefochtene Methodenstreitigkeiten. Beispielsweise zwischen den Vertretern des von Ancel Keys angestoßenen *Low-Fat-Paradigmas* (KEYS, 1953) (als möglichem Startpunkt der Adipositas-Epidemie (LA BERGE, 2008) in den USA) und den Anhängern des *Low-Carb-Paradigmas* (SACKNER-BERNSTEIN, *et al.*, 2015). Tiefe Uneinigkeit besteht auch bei der Bewertung der modernen Bewegungsverarmung, die – unter der Annahme, dass die mittlere tägliche Gehstrecke in

Deutschland zwischen 1910 und 2010 von 20 km auf 400 Meter pro Tag gesunken ist (HOFMEISTER, 2012) – ein zentrales pathogenes Element moderner „Zivilisationskrankheiten“ darstellt (JOUNG, *et al.*, 2016). Während andere Gruppen darauf hinweisen, dass relevante Stoffwechselfparameter wie Grundumsatz oder Energieverbrauch kaum von einem erhöhten oder erniedrigten Bewegungsumfang resp. körperlicher Aktivität tangiert werden, zum Beispiel beim Vergleich von Wildbeutern mit Menschen im industrialisierten Westen (PONTZER, *et al.*, 2012) oder – wie oben erwähnt – Menschen in Europa und den USA, bei denen die Länge des täglichen Sitzens, nicht aber ihre körperliche Aktivität mit Adipositas korrelieren (BULLOCK, *et al.*, 2017).

Neben schon vor Jahrzehnten nicht korrigierten methodischen Problemen wissenschaftlicher Analysen und Schlussfolgerungen, zum Beispiel hat Keys niemals die Kausalität der beobachteten Korrelation zwischen Blutfetten und Herz-Kreislaufkrankungen belegt (BLACKBURN, *et al.*, 2012), oder grundsätzlichen Problemen der großen epidemiologischen Studien wie der Framingham-Herz-Studie oder der Women's Health Initiative (ROTHSTEIN, 2006), und kontraproduktiven Schlussfolgerungen für die öffentliche Gesundheit daraus (RAVENSKOV, 2014), steht der evidenzbasierte Beleg für die Wirkung von multimodalen Präventions- und Therapiekonzepten bei Adipositas aus, vor allem hinsichtlich der Lebensperspektive der Betroffenen (LOVEMAN, *et al.*, 2011). In Anbetracht der multimodalen, aber im Einzelfall meist nur unzureichend zu diagnostizierenden Genese von Adipositas (*siehe* „2. Gegenwärtiger Kenntnisstand“), ist heute davon auszugehen, dass eine signifikante und sowohl zeitlich als auch gesundheitlich nachhaltige Wirkung von präventiven resp. therapeutischen Maßnahmen erst entsteht, wenn ein sinnvoller Methodenmix eingesetzt wird (HASSAN, *et al.*, 2016; NORRIS, *et al.*, 2005).

Unter dieser Annahme, und der langjährig im weltweiten Erfahrungspool von institutionell arbeitenden Personal-

Fitnesstrainern gemachten Beobachtung, dass angeleitetes, intensiviertes körperliches Training und psychomenteles Coaching einen nachhaltigen Beitrag zur Gewichtsreduktion von Klienten leistet, wurde die Hypothese aufgestellt, dass eine Kombination eines standardisierten und gewichtswirksamen körperlich-mentalenen Trainingsprogramms bei einer eng umschriebenen Personengruppe (übergewichtige Frauen mittleren Alters) mit einer spezifischen Ernährungsmodifikation deutlich die Gewichtsveränderungen im Verlauf des Trainingszeitraums beeinflusst. Obwohl die Studienlage hinsichtlich der nachhaltig gewichtsreduktiven Wirkung einer *low carb-/low glycemie*-Index-Ernährung bei gesunden Übergewichtigen nicht zweifelsfrei dokumentiert ist (ARMENDARIZ-ANGUIANO, *et al.*, 2011), wird angenommen, dass gerade diese Ernährungsform geeignet ist, den erreichbaren Gewichtsverlust zu erhöhen. Selbst unter dem gängigen Paradigma, bei sportlicher Aktivität eher eine individuell titrierte Kohlenhydrat-Aufladung zu empfehlen (JORKENDRUP, 2014). Einfach weil eine solche Ernährung für Menschen logisch nachvollziehbar und im Lebensalltag – also auch auf lange Sicht – gut integrierbar ist, auch von Nicht-Diabetikern (BURANI, *et al.*, 2006). Entsprechend dieser Hypothese wurde folgendes praktisch umsetzbare Konzept entwickelt.

3.5 Studienkonzeption

Ausgangspunkt der hier vorgestellten Studie war also die, nach Ergebnissen anderer Autoren (LOMBARD *et al.*, 2016; JOHNS *et al.*, 2014; KOUVELIOTI *et al.*, 2014) vermutbare Hypothese, dass sich mit einer *low carb*-Ernährung in Kombination mit strukturierter sportlicher Aktivität und psychomentelem Coaching durch qualifizierte Personal-Fitnesstrainer in einem Fitnessstudio („Tripleintervention“) vorteilhafte Effekte auf das Körpergewicht zeigen lassen. Also genau dort, wo die globale Adipositas-Epidemie tagtäglich sichtbar und spürbar wird und

wohin vor allem jene Betroffenen gehen, die hinreichend Motivation mitbringen, um nachhaltige Maßnahmen und Lifestyle-Modifikationen in ihrem Lebensalltag zu realisieren. Besonders interessant erscheint zudem die Annahme, dass das hier vorgeschlagene, realitätsnahe Interventionskonzept mit den personellen und infrastrukturellen Kapazitäten eines gehobenen Fitnessstudios realisierbar ist. Für die Zielsetzungen der öffentlichen Gesundheitspflege ist es zudem sinnvoll, neben dem institutionalisierten, vereinsgebundenen Sport gerade in kommerziellen Studios (10.000 in Deutschland, 11 Mio. Mitglieder; DSSV *et al.*, 2019) einen niedrig-schweligen Einstieg aller Bevölkerungsgruppen in nachhaltige Lebensstil-Modifikationen zu realisieren, wie dies vielfach gefordert wird, z. B. mittels Kostenübernahme der Fitnessstudios durch die öffentliche Hand (Beispiel „Fit für Österreich“ - GLENN, 2006) oder die Kostenträger der jeweiligen Gesundheitssysteme (YANCEY *et al.*, 2006). Die hier vorgelegte Arbeit gehört zu den ersten Untersuchungen, die mit dem Ansatz eines „*real world*-Szenarios“ die Effekte einer standardisierten Intervention außerhalb des akademischen Settings studiert (BEEDIE *et al.*, 2014). Die abschließende Hypothese der vorgelegten Studie betraf die Nachhaltigkeit der Effekte, nämlich dass auch 9 Monate nach Ende der Interventionsphase noch gewichtsreduktive Effekte der low carb-Ernährungsweise nachweisbar sind und/oder die Effekte nachhaltig erhalten bleiben. Hieraus könnten sich entweder Hinweise darauf ergeben, ob die vorgeschlagene Tripleintervention nur im Rahmen universitär durchgeführter Großstudien oder auch im Arbeitsalltag normaler Fitnessstudios mit ihrem normalen, heterogenen Publikum realisiert werden kann, um dort einen Beitrag im Kampf gegen die Adipositas-Epidemie und ihre

weitreichenden Folgen zu leisten. Zudem sollte klarer werden – entsprechend der Erfahrung vieler mit Übergewichtigen und Adipösen arbeitenden Fitnesstrainer –, ob vor allem motivationsorientierter Kraft- und Ausdauersport mit Personal-Fitnesstrainern in Kombination mit psychomentalem Coaching primär zu den evtl. vorteilhaften Effekten multimodaler Interventionen beitragen kann.

Im Rahmen der 12-wöchigen Intervention wurden deshalb 100 weibliche, übergewichtige Studienteilnehmerinnen von herkömmlicher Mischkost auf eine kohlenhydratreduzierte Ernährung mit individuell definierter Kalorienzahl bei einem durchgängig gleichbleibenden kalorienrestriktiven Faktor umgestellt. Eine Hälfte der Studienteilnehmerinnen absolvierte im Studienzeitraum ein spezielles Sportprogramm aus einer Kombination von individuell angeleitetem Kraft- sowie moderatem Ausdauertraining. Die andere Hälfte diente als Kontrollgruppe ohne sportliche Aktivität. Teilnehmerinnen beider Gruppen nahmen regelmäßig an fachlich betreuten Gruppen- und Einzelsitzungen teil. Wesentliche Parameter, die vor, während und nach der Studie sowie beim Follow-up neun Monate später geprüft wurden, betrafen Körpergewicht, Body Mass Index, Fettmasse, Muskelmasse, Wasser sowie Fettverteilung.

4 Studienverlauf

Die im Folgenden vorgelegte, 12-wöchige Studie untersuchte die Möglichkeiten eines multimodalen Triplekonzeptes zur Gewichtsreduktion, bestehend aus einer Umstellung von normaler Ernährungsweise auf eine kohlenhydratreduzierte Diät und psychomentalem Coaching in Kombination mit entweder durch einen Personal-Fitnesstrainer angeleiteter Sportaktivität in einem Fitnessstudio versus Sportverzicht.

4.1 Übersicht

Bei einer Gruppe von 100 übergewichtigen Frauen (durchschn. Alter 43,4 Jahre, mittlerer Taillenumfang 106,6 cm) wurde nach initialer Evaluation die untersuchten Eingangs- und Verlaufparameter (Fitness- und Gesundheitsstatus, Körpergewicht, Bioimpedanzanalyse) durch einen qualifizierten Personal-Fitnesstrainer dokumentiert. Die Zuteilung erfolgte randomisiert in eine Gruppe mit 12-wöchigem kombiniertem Kraft- und Ausdauertraining unter Personal-Fitnesstrainer-Anleitung und -Monitoring dreimal wöchentlich und einer Kontrollgruppe ohne Sportaktivität. Alle Teilnehmerinnen in beiden Gruppen wurden mittels Informationsmaterial, Vorträgen und Einzelgesprächen zur individualisierten Umstellung ihrer Ernährung entsprechend des low carb-Konzeptes der Harvard-Universität (SPIETH *et al.*, 2000) angeleitet. Schließlich bearbeiteten alle Teilnehmerinnen im Rahmen einer strukturierten psychomentalen Betreuung in Gruppen- und Einzelgesprächen wesentliche Aspekte ihres Übergewichts. Die gesamte Studienphase wurde durch ein regelmäßiges Monitoring der untersuchten Vital- und Übergewichts-Parameter begleitet, einschließlich einer vollständigen digitalen Dokumentation. In

einer Follow-Up-Untersuchung 52 Wochen nach Studieneinschluss wurden alle Untersuchungen und Befragungen nochmals wiederholt, um die Nachhaltigkeit der Intervention zu analysieren. Die Studie lief zwischen 1. Januar 2008 und Dezember 2012. Pro Jahr wurden drei Kurse durchgeführt, bei denen jeweils 6-8 Studienteilnehmerinnen von qualifizierten Ernährungsexperten grundlegendes Wissen zur Ernährung und Adipositas vermittelt wurde.

4.2 Teilnehmerinnen

In die zwölfwöchige Studie wurden 100 Frauen eingeschlossen, bei denen alle der im folgenden genannten Einschlusskriterien erfüllt waren und keine Ausschlusskriterien vorlagen.

- * In den örtlichen Medien (Tageszeitung, Wochenzeitung, öffentliche Aushang) einer rund 30.000 Menschen umfassenden Stadt mit umliegenden Einzugsgebieten wurde zur Teilnahme an einem Gewichtsreduktions-Programm in dem durchführenden Personal-Fitness-Zentrum aufgerufen. Dabei wurde das grundsätzliche Studienkonzept (Diät, Coaching, Sport) sowie wesentliche Ein- und Ausschlusskriterien kommuniziert.
- * Alle eingeschlossenen Studienteilnehmerinnen meldeten sich innerhalb eines Zeitraums von acht Wochen konsekutiv zur Teilnahme an, entweder per email, Telefonat oder persönlichen Studiobesuch.
- * Die Einschlusskriterien waren: Weibliches Geschlecht (das durchführende Zentrum betreut ausschließlich Frauen), Alter >18 Jahre, Taillenumfang > 80 cm und BMI >25.
- * Weitere Voraussetzung waren: Bereitschaft, eine mehrmonatige kalorienreduzierte Diät mit wöchentlicher

Gruppenbetreuung einzuhalten und die Bereitschaft über den Studienzeitraum an einem Sport- und Bewegungsprogramm dreimal pro Woche teilzunehmen.

- * Die Ausschlusskriterien betrafen: Bekannte, manifeste Krankheiten mit ausgeprägten Stoffwechselkomponenten (Krebserkrankung, Diabetes mellitus Typ II, Herz-Kreislauf-Erkrankung, arterielle Hypertonie ab Grad 2 (WHO), einschränkende orthopädische/rheumatische Erkrankungen), größere Operationen während der letzten sechs Monate, Einnahme von ärztlich verordneten Medikamenten, Schwangerschaft, Stillphase und Neigung zu Krampfanfällen.
- * Um Ergebnisse möglichst von allen Probandinnen zu erreichen, wurden Studienteilnehmerinnen bei nicht anders zu bewältigenden Terminproblemen mit einem Fahrservice geholt und zurückgebracht. In Einzelfällen konnten auch die Trainingseinheiten beziehungsweise das Ernährungscoaching zeitlich kurz verschoben werden. Somit stehen gut reproduzierbare Daten von allen Teilnehmerinnen zur Verfügung.

4.3 Tagebuch

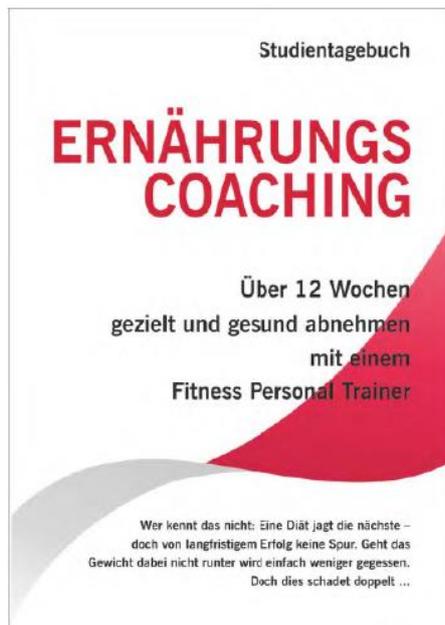


Abbildung 2: Studententagebuch

Bei der Aufnahme in die Studie wurde an alle Studienteilnehmerinnen ein Studententagebuch ausgeteilt (siehe Abbildung 3). Es diente vor allem der Protokollierung des Körpergewichts im Verlauf der Intervention. Zudem enthält es zusammen neben einer Abbildung der Ernährungspyramide nach Ludwig kurze orientierende Hinweise zur low carb-Ernährung, den hierfür primär geeigneten Lebensmitteln sowie Kalorienangaben je 100 Gramm. Selbst-Monitoring mithilfe von Tagebüchern (Nahrungsaufnahme, sportliche Aktivitäten, Körpergewicht) ist in zahlreichen Settings von Gewichtsreduktionsprogrammen ein unabhängiger, prädiktiver Parameter für den Erfolg der Programme (JOHNSON *et al.*, 2011).

4.4 Gruppensitzungen, Vorträge

Jeden Mittwochabend wurde eine einstündige Gruppensitzung abgehalten, bei der die Studienteilnehmerinnen (6 bis 8 Teilnehmerinnen pro Kurs) erscheinen sollten. Im Rahmen dieser

Sitzungen wurde das aktuelle Körpergewicht aller Teilnehmerinnen gemessen, aufgetretene Probleme individuell unter Gruppenbeteiligung besprochen, sowie strukturierte Informationen zu Ernährung und Adipositas von Ernährungsexperten vorgetragen und besprochen (siehe Tabelle 1).

Woche	Betreuung – beide Gruppen (jeweils 60 Minuten)
0	Begrüßung, gemeinsames Wiegen, 1. Bioimpedanz-Analyse, Messung des Körpergewichts zu Anfang der Studie, „Erklärung Tagebuch“, Vortrag „Was ist kohlenhydratreduzierte Ernährung“, Handout
1	Gemeinsames Wiegen, Fragen beantworten, Ernährungsprotokolle durchgehen, Vortrag: „Kohlenhydrate“, Handout
2	Gemeinsames Wiegen, Fragen beantworten, Ernährungsprotokolle durchgehen, Vortrag: „Hunger“, Handout
3	Gemeinsames Wiegen, Fragen beantworten, Ernährungsprotokolle durchgehen, Vortrag: „Fette“, Handout
4	Gemeinsames Wiegen, Fragen beantworten, Ernährungsprotokolle durchgehen, 2. Bioimpedanz-Analyse, Vortrag: „Zucker“, Handout
5	Gemeinsames Wiegen, Fragen beantworten, Ernährungsprotokolle durchgehen, Vortrag: „low carb-Stars“, Handout
6	Gemeinsames Wiegen, Fragen beantworten, Ernährungsprotokolle durchgehen, Vortrag: „Trinken“, Handout
7	Gemeinsames Wiegen, Fragen beantworten, Ernährungsprotokolle durchgehen, Vortrag: „Schwierige Situationen“, Handout
8	Gemeinsames Wiegen, Fragen beantworten, Ernährungsprotokolle durchgehen, 3. Bioimpedanz-Analyse, Vortrag: „Rezepte“, Handout
9	Gemeinsames Wiegen, Fragen beantworten, Ernährungsprotokolle durchgehen, Vortrag: „Kohlenhydratreduzierte Ernährung im Alltag dauerhaft umsetzen“, Handout
10	Gemeinsames Wiegen, Fragen beantworten, Ernährungsprotokolle

	durchgehen, Vortrag: „Zentrale low carb-Botschaften: Wiederholungen“
11	Gemeinsames Wiegen, Fragen beantworten, Ernährungsprotokolle durchgehen, Vortrag: „low carb – die wichtigsten Elemente – Wiederholungen“
12	Abschluss: 4. Bioimpedanz-Analyse, Messung des Körpergewichts zum Ende der Studie, Erfahrungsaustausch beim gemeinsamen kohlenhydratreduzierten Essen, Vorlesen und Fach-Diskussion der Ergebnisse.

Tabelle 1: Betreuungsprogramm (alle Teilnehmerinnen)

4.5 Psychomentrales Coaching

Hauptaktivitäten des psychomentalen Coaching bei der vorgelegten Gewichtsreduktionsstudie fokussierten der Bedeutung nach

- * vor allem motivierendes Coaching durch die auch psychosomatisch qualifizierten Personal-Fitnesstrainer direkt vor, während und direkt nach dem Personal-Fitnesstraining
- * Beratungsgespräche am Rande der Gruppensitzungen und Fortbildungsseminare
- * telefonische oder email-Beratung

Da diese Art des Coachings – die zwar zum Arbeitsalltag vieler Personal-Fitnesstrainer gehört – infolge ihrer äußerst individuellen und wegen ihrer oft auf zentrale körperliche Funktionen bezogenen Inhalte sehr intimen Natur kaum im Rahmen einer Dokumentation quantifiziert werden kann, gibt es keine numerisch erfassten Studienergebnisse hierzu. Der Studienablauf bestätigte jedoch die Erfahrung von Personal-Fitnesstrainern mit motivierten Klienten, dass Fragen, Probleme, Sorgen oder Motivationshemmnisse regelmäßig, spätestens bei der persönlichen Begegnung während des Trainings thematisiert werden.

4.6 Diätetische Intervention

4.6.1 Kohlenhydratreduzierte Ernährung mit Bevorzugung von Lebensmitteln mit niedrigem glykämischen Index (low glycemic index)

Forscher der Harvard-Universitätsklinik in Boston/USA, einer der weltweit einflussreichsten Forschungsinstitution in Sachen Gesundheit, haben auf der Basis aktueller wissenschaftlicher Erkenntnisse ein mittlerweile vielfach etabliertes Ernährungskonzept entwickelt – die „low

glycemic index-diet“, die andere, allein kohlenhydratreduzierte Diät optimieren soll (SHOWELL *et al.*, 2000). Die Methode stellt ein zu etlichen etablierten Vorstellungen der Ernährungswissenschaft alternatives, aber wissenschaftlich abgesichertes Ernährungskonzept dar und ist insbesondere für übergewichtige Menschen mit viszeraler Adipositas und den damit zusammenhängenden Stoffwechselstörungen empfehlenswert (EBBELING *et al.*, 2007; FABRICATORE *et al.*, 2011).

Das Konzept des glykämischen Index (GI) wurde bereits in den 1980er Jahren entwickelt und unterscheidet kohlenhydrathaltige Lebensmittel nach ihrer Wirksamkeit auf den Blutzuckerspiegel (JENKINS *et al.*, 1981). Zur Ermittlung des GI werden Dauer und Höhe des Blutzuckeranstieges nach Verzehr von 50 g verwertbaren Kohlenhydraten aus einem Lebensmittel mit dem Blutzuckeranstieg nach Aufnahme von 50 g Glukose verglichen. Die Angabe erfolgt in Prozent bezogen auf die Fläche unter der Blutglukosekurve (CHEW *et al.*, 1988). Kohlenhydrathaltige Lebensmittel, die einen schnellen und/oder hohen Blutzuckeranstieg auslösen, haben einen hohen glykämischen Index. Um auch die Menge des verzehrten kohlenhydrathaltigen Lebensmittels zu berücksichtigen, wurde zudem der Begriff der glykämischen Last (GL) eingeführt (SALMERÓN *et al.*, 1997), der sich auf die glykämische Gesamtbelastung der tatsächlich verzehrten Portion bezieht (Beispiel: 1 Scheibe Weißbrot (GI: 73) enthält 14 g Kohlenhydrate, das heißt ihre GL ist $73/100 \times 14 \text{ g} = 10,2 \text{ g}$).

In den letzten Jahren haben zahlreiche Kurzzeitstudien an Kindern, Jugendlichen und Erwachsenen einen Zusammenhang zwischen einer hohen GL einer Mahlzeit und geringerer Sättigung bzw. gesteigerter Nahrungsaufnahme in der Folgemahlzeit gezeigt (LUSCOMBE *et al.*, 1999). Zudem zeigten eine Reihe aktueller epidemiologischer Studien an Frauen und Männern mittleren Alters, dass eine Kost mit hohem GI bzw. hoher GL – neben der Gewichtsreduktion – auch das Risiko für Diabetes mellitus Typ 2 und koronare Herzkrankheiten erhöht (HODGE *et al.*, 2004; LIU *et al.*, 2002; SCHULZE *et al.*, 2004), auch unabhängig von der Höhe der Ballaststoffzufuhr.

Die Nahrungszusammensetzung folgt im wesentlichen also dem Ziel, die „glykämische Last“ zu senken (und damit auch den Insulinspiegel niedrig zu halten). Neben der Kohlenhydratrestriktion („low carb“) spielt auch die gezielte Auswahl von kohlenhydrathaltigen Lebensmitteln eine wichtige Rolle („zucker- und stärke-reduzierte Kost“). Nach Auffassung vieler Protagonisten von kohlenhydratreduzierter Ernährung mit niedrigem glykämischen Index, ist eine solche Ernährungsweise keine kurzfristige „Diät“, sondern ist als lebenslange Ernährungsweise konzipiert, die alles umfasst, was nach heutigen wissenschaftlichen Erkenntnissen in einer gesunden Ernährung enthalten sein soll (WORM, 2003). Die grundsätzliche Zusammensetzung der Nahrungsmittelgruppen folgt mit einem deutlich reduzierten Kohlenhydratanteil nicht ganz den gängigen Empfehlungen der Deutschen Gesellschaft für Ernährung (DGE).

	DGE	low carb
Kohlenhydrate	50 %	30 %
Fette	30 %	40 %
Proteine	20 %	30 %
jeweils prozentualer Anteil der Nährstoffgruppen an der Energielieferung		

Tabelle 2: Zusammensetzung der Nahrungsmittelgruppen

4.6.2 Lebensmittel-Restriktionen/-Empfehlungen

Eine allgemeine Übersicht von Lebensmitteln mit einem hohen glykämischen Index zeigt einige wenige, einfach zu erinnernde Nährstoffe (wie die Harvard-Lebensmittelpyramide gut zeigt). Diese Lebensmittel sollten nach Möglichkeit vermieden oder im Verbrauch deutlich reduziert werden.

- * Getreideprodukte (zum Beispiel Brot und Backwaren aus hoch raffiniertem Weißmehl mit hohem Ausmahlungsgrad)
- * Kartoffeln
- * zuckerhaltige Süßigkeiten jeder Art
- * alle mit Zucker gesüßten Getränke und Limonaden

Zu den Lebensmitteln mit niedrigerem glykämischen Index, die – wenn auch nur in Maßen – verzehrt werden dürfen, gehören:

- * Vollkornprodukte (Vollkornbrot, Müsli)
- * Basmati- und brauner Reis
- * Nudeln und Teigwaren aus (Vollkorn-)Hartweizen

Wichtig und erlaubt bei der low carb-Ernährung sind Eiweißlieferanten wie Fisch, Geflügel und Fleisch, Eier, Milch oder Milchprodukte sowie Nüsse oder Hülsenfrüchte. Bei Fleisch und Fleischwaren, Milch und

Milchprodukten sind die fettarmen Varianten zu bevorzugen.

Ohne Restriktionen sind Obst und stärkefreies Gemüse erlaubt, z. B. mit „gesundem“ Öl (hoher Anteil ungesättigter Fettsäuren) zubereitet. Sie sind die Basis der low carb-Ernährung und können reichlich gegessen werden. Dies gilt im Prinzip für jedes Obst, bei süßen Früchten ist es jedoch geschickter, wegen des metabolisch wirksamen Fruktoseanteils jeweils nur kleinere Portionen zu verzehren. Wichtig für die Energieversorgung sind Oliven-, Rapsöl und andere Pflanzenöle, wobei auf den Anteil von hoch-/ungesättigten Fettsäuren zu achten ist. Diese Öle sind notwendig und können durchaus in moderaten Mengen verwendet werden.



Abbildung 3: Die Ernährungspyramide

4.6.3 Ernährungsplan

Bei der vorgestellten Studie wurde mit jeder Teilnehmerin bei einem initialen Einführungsgespräch der grundsätzlich zu befolgende Ernährungsplan besprochen – drei Mahlzeiten pro Tag (Frühstück, Mittagessen,

Abendessen) mit jeweils einem Drittel der individuell empfohlenen Tageskalorienmenge. Die Umsetzbarkeit der Ernährungsempfehlung entsprechend der empfohlenen kalorienreduzierten Tagesenergiemenge wurde durch individuell erstellte und ausgedruckte Ernährungspläne („DGE-PC professional“) garantiert. Entsprechend der Gewichtsveränderungen wurden nach 4 und 8 Wochen, wenn nötig, neue Empfehlungen zur Tagesenergiemenge berechnet sowie individuelle Ernährungspläne ausgedruckt. Alle 100 Studienteilnehmerinnen stellten sich anschließend von ihrer normalen Mischkosternährung auf eine kohlenhydratreduzierte Ernährung unter besonderer Berücksichtigung von Lebensmitteln mit niedrigem glykämischen Index um.

4.6.4 Kalorienrestriktion

Der individuelle Energiebedarf (siehe Tabelle 2) wurde berechnet auf Grundlage des Grundumsatzes unter Verwendung der prädiktiven Formel von FAO / WHO / UNU (ENERGY AND PROTEIN REQUIREMENTS, 1985), unter Berücksichtigung von Geschlecht, Alter und Körpergewicht, multipliziert entsprechend der D-A-CH-Referenzwerte für die Nährstoffzufuhr (DGE, ÖGE, SGE; 2000) mit einem durchschnittlichen PAL (*physical activity level*) von 1,5. Dieser Wert setzt sich zusammen aus einem PAL-Wert von 1,4 für „ausschließlich sitzende Tätigkeit mit wenig oder keiner anstrengenden Freizeitaktivität“ und zusätzlichen PAL-Einheiten von 3 x 0,3 pro Woche für das im Rahmen der Studie realisierte Kraft- und Ausdauertraining der sportlich aktiven

Probandinnen. Die tägliche Kalorienrestriktion zur Gewichtsreduktion wurde auf 15 Prozent festgelegt, um die Empfehlungsadhärenz zu erhalten und vorzeitige Studienabbrüche zu verhindern.

D-A-CH-Referenzwerte für die Nährstoffzufuhr [DGE, ÖGE; 2000], Frauen	Grundumsatz (kcal/kg KG/Tag)	Grundumsatz* PAL (kcal/kg KG/Tag)	Studienempfehlung zur Gewichtsreduktion (kcal/kg KG/Tag), -15 %
19 bis < 25 Jahre	23,2	34,8	29,6
25 bis < 51 Jahre	22,7	34,1	29,0
51 bis unter 65 Jahre	22,3	33,5	28,5
Beispiel			
Probandin, übergewichtig, 32 Jahre, 86,3 kg	1.960 kcal/Tag	2.940 kcal/Tag	2.500 kcal/Tag

Tabelle 3: Berechnung Energiebedarf

4.7 Sport-Intervention

50 Studienteilnehmerinnen nahmen an dem interventionsbegleitenden Sport- und Bewegungsprogramm teil (siehe Tabelle 4), die anderen 50 Frauen gehörten zur Kontrollgruppe ohne sportliche Aktivitäten. Die Zuordnung der Studienteilnehmerinnen in die eine oder die andere Gruppe erfolgte beim Studieneinschluss konsekutiv jeweils abwechselnd. Das Sport- und Bewegungsprogramm umfasste grundsätzlich

zwei Komponenten – Krafttraining in Kombination mit Personal-Fitnessstraining sowie Ausdauersport.

Woche	Übungen
1	2 x wöchentlich Fitnessgeräte, Kraftausdauer WH 20 30 min, Personal- Fitnessstraining 3 x wöchentlich 60 min Walking am Laufband
2	2 x wöchentlich Fitnessgeräte, Kraftausdauer WH 20 30 min, Personal- Fitnessstraining 3 x wöchentlich 60 min Walking am Laufband
3	2 x wöchentlich Fitnessgeräte, Kraftausdauer WH 20 30 min, Personal- Fitnessstraining 3 x wöchentlich 60 min Walking am Laufband
4	2 x wöchentlich Fitnessgeräte, Kraftausdauer WH 20 30 min, Personal- Fitnessstraining 3 x wöchentlich 60 min Walking am Laufband
5	2 x wöchentlich Fitnessgeräte, Kraftausdauer WH 20 30 min, Personal- Fitnessstraining 3 x wöchentlich 60 min Walking am Laufband
6	2 x wöchentlich Fitnessgeräte, Kraftausdauer WH 20 30 min, Personal- Fitnessstraining 3 x wöchentlich 60 min Walking am Laufband
7	2 x wöchentlich Fitnessgeräte, Hypertrophie WH 12 30 min, Personal- Fitnessstraining 3 x wöchentlich 60 min Walking am Laufband
8	2 x wöchentlich Fitnessgeräte, Hypertrophie WH 12 30 min, Personal- Fitnessstraining 3 x wöchentlich 60 min Walking am Laufband
9	2 x wöchentlich Fitnessgeräte, Hypertrophie WH 12 30 min, Personal- Fitnessstraining 3 x wöchentlich 60 min Walking am Laufband
10	2 x wöchentlich Fitnessgeräte, Hypertrophie WH 12

	30 min, Personal- Fitnessstraining 3 x wöchentlich 60 min Walking am Laufband
11	2 x wöchentlich Fitnessgeräte, Hypertrophie WH 12 30 min, Personaltraining 3 x wöchentlich 60 min Walking am Laufband
12	2 x wöchentlich Fitnessgeräte, Hypertrophie WH 12 30 min, Personaltraining 3 x wöchentlich 60 min Walking am Laufband

Tabelle 4: Trainingsprogramm (nur Sport- und Bewegungsgruppe)

4.7.1 Krafttraining

Das zweimal wöchentlich, mit mindestens 48 Stunden Abstand von den einzelnen Trainingsblöcken (zur Regeneration zwischen den Krafttrainingseinheiten) durchgeführte Krafttraining dauerte jeweils 30 Minuten. Alle Trainingseinheiten wurden durch einen erfahrenen, qualifizierten Personal-Fitnesstrainer angeleitet und kontinuierlich supervisiert. Das Ganzkörpertrainingsprogramm umfasste jeweils folgende Übungen:

- * Rumpfbeugen an der Bauchmaschine
- * Rückenstrecken an der 45°-Bank
- * Bankdrücken an der Multipresse
- * Zug horizontal eng am Kabelzug (OG)
- * Beinpresse horizontal sitzend
- * Hüftabduktion sitzend an der Maschine
- * Hüftadduktion sitzend an der Maschine

Die Individuelle-Leistungsbild-Methode (ILB-Methode)

Ausgehend von der Problematik der Intensitätsbestimmung im gerätegestützten Krafttraining

soll hier die Individuelle Leistungsbild-Methode dargestellt werden. Diese Krafttrainingsmethode zeichnet sich vor allem durch ihr breites Anwendungsspektrum aus, was sie letztendlich speziell für den Fitness- und Gesundheitssport als Steuerinstrument des Krafttrainings interessant macht.

Viele Kraftsportler wählen ihre Trainingsgewichte (= Intensität) nach Lust und Laune bzw. nach dem Instinktprinzip aus. Kurz vor einer Übung legen sie in Gedanken fest, mit welchen Gewichten sie in der folgenden Übung trainieren wollen. Die Praxis zeigt, dass eine solche Vorgehensweise für Leistungssportler, die schon jahrelang trainieren, durchaus erfolgreich sein kann, aber bei Beginnern und selbst bei Fortgeschrittenen nicht zu den optimalen Erfolgen führt.

In der sportwissenschaftlichen Literatur finden sich nahezu ausschließlich Intensitätsangaben, die sich auf das 1-RM beziehen. Für jede Wiederholungszahl, die im Training durchgeführt wird, wird die Trainingsintensität an Hand der vorgegebenen Prozentwerte des 1-RM berechnet. Diese Vorgehensweise hat sich aber gerade im Fitness- und Gesundheitssport als wenig praktikabel erwiesen. Auch die Intensitätsbestimmung über den induktiven Ansatz (subjektives Belastungsempfinden) hat jedoch ihre Nachteile (Gefahr der Über- oder Unterforderung).

Um eine der individuellen Leistungsfähigkeit und weiteren individuellen Faktoren angepasste Intensitätsbestimmung zu gewährleisten, ist es sinnvoll, die aktuelle Leistungsfähigkeit genau mit der

Wiederholungszahl zu testen, mit der später im eigentlichen Training auch trainiert werden soll.

Die ILB-Methode basiert auf diesem Ansatz und ermöglicht eine individuelle Auswahl und Festlegung der Parameter, aus denen sich der Trainingsplan zusammensetzt (Trainingsintensität, Wiederholungszahl, Satzzahl). Gerade für die Bestimmung der Trainingsintensität im Fitness und Gesundheitssport bietet die ILB-Methode optimale Möglichkeiten

Vorgehensweise bei der Umsetzung der ILB-Methode

Festlegung der Trainingszielsetzung, der entsprechenden Wiederholungszahl und der Übungen:Kraftausdauer: 15 - 30 Wdh. Hypertrophie: 8 - 15 Wdh. Maximalkraft: 5 - 8 Wdh. Unsere Probanden absolvieren ein 12 Wochen Krafrtraining 6 Wochen Kraftausdauer, 6 Wochen Hypertropie

	Mesozyklus 1	Mesozyklus 2
Dauer	6 Wochen	6 Wochen
Trainingsziel	Kraftausdauer	Hypertrophie
Trainingssystem	GK	GK
WH	20	12
Intensität	50-70 %	50-70 %
Sätze/Übungen	2	2
Übungen Muskelgruppe	1	1
Häufigkeit/Woche	2	2

Tabelle 5: ILB-Trainingsplanung Makrozyklus

Testung des Trainingsgewichtes allgemeines Aufwärmen, spezielles Aufwärmen danach erster Satz mit der geforderten Wiederholungszahl (maximal sollten höchstens drei Testsätze absolviert werden)

		Gewicht	Gewicht	Gewicht	Gewicht
	WH	1 Test	2 Test	3 Test	Ergebnis
Rumpfbeugen an der Bauchmaschine	20	10	12,5	15	15
Rückenstrecken an der Rückenmaschine	20	20	22,5	25	25
Bankdrücken an der Multipresse	20	10	12,5	15	15
Rückenzug zur Brust sitzend	20	40	42,5	45	45
Beinpresse horizontal sitzend	20	50	55	60	60
Hüftabduktion sitzend an der Maschine	20	20	22,5	25	25
Hüftadduktion sitzend an der Maschine	20	30	32,5	35	35

Tabelle 6: Testung nach der ILB-Methode

Umsetzung der Testergebnisse unserer Probanden in die Trainingsplanung

Mesozyklus Woche 1 und Woche 2 50%, Woche 3 und 4 Woche 60%, Woche 5 und Woche 6 70%

	Woche 1 MZ 1	Woche 2 MZ 2	Woche 3 MZ 3	Woche 4 MZ 4	Woche 5 MZ 5	Woche 6 MZ 6
WH	20	20	20	20	20	20
Intensität	50 % ILB	50 % ILB	60 % ILB	60 % ILB	70 % ILB	70 % ILB
Sätze/Übungen	2	2	2	2	2	2
Übungen/Muskel	1	1	1	1	1	1
Häufigkeit/Woche	2	2	2	2	2	2

Tabelle 7: Beispielhafte ILB Trainingsplanung Mesozyklus

Trainingsplan unsere Probanden Kraftausdauer für die ersten 6 Wochen mit genauer Gewichtsangabe,

Wiederholungszahl, Satzzahl Pro Übung 2 und Satzpause

60 sec

Übung	WH	ILB Test	1W 50 %	2 W 50 %	3 W 60 %	4 W 60 %	5 W 70 %	6 W 70 %
Rumpfbeugen an der Bauchmaschine	20	15	7,5	7,5	9	9	10,5	10,5
Rückenstrecken an der Rückenmaschine	20	25	12,5	12,5	15	15	17,5	17,5
Bankdrücken an der Multipresse	20	15	7,5	7,5	9	9	10,5	10,5
Rückenzug zur Brust sitzend	20	45	22,5	22,5	27	27	31,5	31,5
Beinpresse horizontal sitzend	20	60	30	30	36	36	42	42
Hüftabduktion sitzend an der Maschine	20	25	12,5	12,5	15	15	17,5	17,5
Hüftadduktion sitzend an der Maschine	20	35	17,5	17,5	21	21	24,5	24,5

Tabelle 8: Trainingsplan Trainingsziel Kraftausdauer

4.7.2 Ausdauertraining

Das Ausdauertraining der Studienteilnehmerinnen in der Sport- und Bewegungsgruppe bestand aus wöchentlich dreimal jeweils 60 Minuten Laufband-Training mit Herzfrequenz-Monitoring. Entsprechend der Faustformel zur Vorhersage der maximalen Herzfrequenz (FOX *et al.*, 1970; TANAKA *et al.*, 2001)

$$\text{Maximalpuls} = \text{ca. } 220 - \text{Lebensalter}$$

wurde die individuelle Herzfrequenz der Probanden für das Ausdauertraining auf 60-70 % der maximalen Herzfrequenz festgelegt.

4.8 Follow-up

Neun Monaten nach Ende der 12-wöchigen Intervention wurde nach telefonischer resp. postalischer Einladung an die Studienteilnehmerinnen eine BIA-Messung und eine Körpergewichtsbestimmung durchgeführt, sowie ein strukturierter Fragebogen ausgefüllt, der die weiteren sportlichen Aktivitäten der Probandinnen nach Ende des Studienzeitraums abfragte. Grundlage des Fragebogens waren die Bewegungsempfehlungen der Weltgesundheitsorganisation (WHO) für Erwachsene (18-65 Jahre):

- * mindestens 150 min (2½ h) pro Woche Bewegung mit mittlerer Intensität oder 75 min (1¼ h) pro Woche mit höherer Intensität. Jede Einheit sollte mindestens 10 min durchgehend dauern.
- * An zwei oder mehr Tagen der Woche muskelkräftigende Bewegung mit mittlerer oder höherer Intensität (große Muskelgruppen).

Zudem wurde abgefragt, ob die low carb-Ernährung während des Interventionszeitraum weiter praktiziert wurde, ob wieder die vorherigen Ernährungsgewohnheiten aufgenommen wurden oder ob neue diätetische Elemente in die täglichen Ernährungsmuster integriert wurden (z. B. Intervallfasten nach HIRSCHLER *et al.*, 2013).

5 Untersuchungs- und Monitoringmethoden

5.1 Bioimpedanzanalyse

5.1.1 Untersuchungstermine

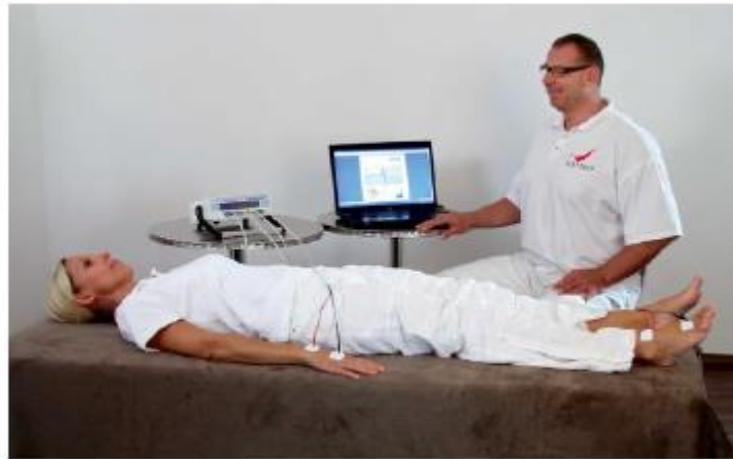


Abbildung 4: BIA-Messung

Die Bioimpedanz (BIA) misst bei einer einzelnen oder auch bei mehreren Frequenzen (i.e. mono- oder multifrequent) die Leitfähigkeit der elektrolythaltigen Körperflüssigkeit für elektrischen Wechselstrom, in der Regel ist die Messung monofrequent bei 50 kHz (WABITSCH *et al.*, 2005). Die Messung erfolgt z. B. über 4 Elektroden an Hand und Fuß. Folgende standardisierte Messbedingungen wurden bei allen Studienteilnehmerinnen hergestellt: Abwinkeln der Extremitäten um 30°, Elektrodenabstand von mindestens 5 cm, keine kalten Hände und Füße, entleerte Blase, in Ruhe und liegend (ca. 10 min), sowie 3-4 h Abstand zur letzten größeren Mahlzeit. Bioimpedanzanalysen wurden bei Aufnahme in die Studie, nach vier, acht, zwölf Wochen und zum Studienabschluss nach 52 Wochen durchgeführt.

5.1.2 Grundlagen

Die Impedanz ist der Widerstand gegenüber dem Wechselstrom, dieser setzt sich zusammen aus den primären Messgrößen der BIA, dem resistiven und dem kapazitiven Widerstand (R, Resistance und Xc, Reactance oder kapazitiver Widerstand). Die Widerstände zeigen eine statistische Beziehung zu den „sekundären“ Parametern wie dem Gesamtkörperwasser, dem extrazellulären Körperwasser und der Körperzellmasse. Es besteht ein enger inverser Zusammenhang zwischen der Resistance bzw. dem sog. Resistance Index (Größe²/R) bei 50 kHz und dem Gesamtkörperwasser. Weitere sekundäre Zielgrößen der BIA sind die FFM (welche nach Gesamtkörperwasser/0,732 berechnet wird), die Fettmasse (Differenz zwischen Körpergewicht und FFM) und die Körperzellmasse (Berechnung mit Hilfe von Xc). Bei niedrigeren Frequenzen (z. B. 5 kHz) ist der elektrische Wechselstrom kaum in der Lage, die Zellmembranen zu durchdringen, in diesem Fall ist der Widerstand proportional zum extrazellulären Flüssigkeitsvolumen. Die Widerstände können mit einer hohen Präzision gemessen werden. Zur Berechnung der Körperzusammensetzung werden Algorithmen verwendet, deren Herkunft und Validität gelegentlich unklar sind. Bei den Formeln der BIA wird zwischen populationsspezifischen und allgemein anwendbaren Algorithmen unterschieden. Es gibt heute mehr als 100 meist populationsspezifische Gleichungen und es kommen fortlaufend neue Algorithmen hinzu. Die zur Berechnung der Körperzusammensetzung verwandten

Algorithmen der BIA sind empirisch, sie wurden durch den Vergleich der gemessenen Widerstände mit der, mithilfe von Referenzmethoden charakterisierten Körperzusammensetzung (z. B. Bestimmung des Körperwassers mit Isotopendilution oder Densitometrie zur Bestimmung der Körperdichte) in ausgewählten Populationen und mit multivariater Statistik errechnet. Für die Anwendung sollten die Charakteristika der Referenzpopulation und die Methodik selbst (z. B. Gerätetyp, Protokoll der Untersuchung) mit denen der Untersuchungsgruppe übereinstimmen. Bei der Auswahl eines Algorithmus werden folgende Charakteristika der Referenzgruppe hinterfragt: Alter, Geschlecht, ethnische Herkunft, mittlere prozentuale Fettmasse, körperliche Aktivität und die Referenzmethode selbst. Algorithmen werden in der Regel an Gesunden generiert und validiert, bei kranken Menschen und einer veränderten Körperzusammensetzung bleibt ihre Güte häufig unklar (JAFFRIN, 2009; MOON, 2013; GERARD *et al.*, 1991; PICHLER *et al.*, 2013).

Bei „multifrequenter“ Analyse (sog. „Multifrequenz-BIA“) oder Bioimpedanz-Spektroskopie (BIS) werden mehrere Frequenzen bzw. wird ein Spektrum aller Frequenzen bis zu 1 MHz erfasst. Das Ergebnis von BIS basiert auf einem physiologischen Modell, sowie einer Mischgleichung (Cole-Cole Plot und Formel nach Hanai), welche zunächst die elektrischen Widerstände von extra- und intrazellulärem Wasser bestimmen und anschließend die Volumina dieser Kompartimente berechnen. Der Vorteil der BIS ist, dass das Ergebnis nicht von einem populationsspezifischen Algorithmus abhängt (der meist

nur für gesunde und gut „hydrierte“ Probanden generiert wurde), und eine genauere Berechnung der Flüssigkeitsräume auch bei Patienten mit Störungen der Flüssigkeitshomöostase, z. B. Dialysepatienten oder Patienten mit einer Herzinsuffizienz, möglich ist. BIS-Geräte werden daher auch bevorzugt für die Messung der „Überwässerung“ eingesetzt (DAVENPORT, 2013; HEGARTY *et al.*, 1998).

Die Grenzen der BIA bestehen in der Wahl eines möglicherweise für die spezielle Anwendung ungeeigneten Algorithmus sowie in der Messung selbst wie z. B. in einer nicht ausreichenden Erfassung des ganzen Körpers durch ausschließliche Verwendung von Fuß- oder Handelektroden, einen unvollständigen Elektrodenkontakt, eine schlecht reproduzierbare Körperhaltung. Die Untersuchung adipöser Patienten ist ein besonderes Problem: Da der Rumpf aufgrund des hohen Durchmessers (hier kann der Strom ungehindert fließen) nur zu ca. 10 % des Gesamtkörperwiderstandes beiträgt, obwohl er den größten Anteil am Körpergewicht ausmacht, wird das Körperwasser anhand von BIA besonders bei bauchbetonter Adipositas über- und so gleichzeitig die Fettmasse unterschätzt (WIRTH *et al.*, 2013).

Die physikalischen Messwerte der Widerstände R und Xc können auch Zielgröße der Untersuchung sein. Das Ergebnis ist unabhängig von einem Algorithmus. Der Phasenwinkel der Impedanz ($\arctan(Xc/R) \times 180^\circ/\rho$) ist ein Indikator der Körperzellmasse, der Zellmembranintegrität und Hydratation der Gewebe. Er hat prognostische Bedeutung für die Mortalität z. B. von

chronisch Kranken oder Tumorpatienten. Bei der „Bioelektrischen Impedanzvektoranalyse“ (BIVA) wird die Impedanz als bivariater Vektor von R und X_c , jeweils korrigiert für die Körpergröße, abgebildet. Diese Darstellung erlaubt im Einzelfall die Beurteilung von Veränderungen der Gewebehdratation und der Zellmasse. Geschlecht, Alter und BMI beeinflussen das Ergebnis und sollten daher bei der Interpretation der BIVA berücksichtigt werden.

5.1.3 Grenzwerte

Es gibt aktuelle BIA-Referenzwerte für Kinder und Jugendliche in Deutschland; für Erwachsene bestehen größere Referenzdatenbanken in der Schweiz und in Deutschland. Aus den in den USA im Rahmen von NHANES erfassten Daten wurden BIA-Referenzwerte für die Körperzusammensetzung errechnet. Bei der Nutzung dieser Referenzwerte ist auf eine Übereinstimmung der Gerätetypen, die Ethnien und auch des mittleren BMIs der Populationen zu achten (WIRTH *et al.*, 2013).

5.1.4 BIA-Gerät BIACORPUS RX 4000

Das in der Studie verwendete BIA-Gerät BIACORPUS RX 4000 ist ein volldigitales, phasensensitives 4-Kanal-Impedanzmessgerät. Auf allen 4 Kanälen misst das BIACORPUS RX 4000 bei 50 kHz Wechselstromfrequenz den resistiven Widerstand (R_z), den kapazitiven Widerstand X_c und den Phasenwinkel (PA). Die Segmentmessungen erfolgen über vier separate Kabeleingänge. Dies ermöglicht das automatische Messen

von Ganzkörper, Rumpf, Armen und Beinen innerhalb von ca. 25 Sekunden. So können lokale Wassereinlagerungen in den Extremitäten leicht erkannt werden und es können Rückschlüsse auf den segmentalen Körperbau gezogen werden. Die gemessenen Parameter (Resistanz und Reaktanz) werden zusammen mit den anthropometrischen Daten direkt analysiert – oder in einen Computer eingegeben und entsprechend ausgewertet. Die Ergebnisse der Analyse wurden in einem Bericht mit folgende Werten erfasst:

5.1.5 Erfasste Parameter

Gesamtes Körperwasser in Liter und Prozent (TBW/Total Body Water)

Das in den Geweben enthaltene Wasser wird bei der Impedanzmessung sehr genau bestimmt. Eingelagerte Flüssigkeit und Wasser, das noch nicht vom Körper aufgenommen wurde, wird durch die Messung nicht erfasst.

Verteilung des Ganzkörperwassers TBW

extrazellulär: 43 % des TBW

intrazellulär: 57 % des TBW

Normalwerte Männer: 50-60 %

Normalwerte Frauen 55-65 %

sehr muskulös 70-80 %

adipös 45-50 %

Körperzellmasse in kg und Prozent (BCM) /Body Cell Mass BCM (Körperzellmasse)

Die BCM ist die zentrale Größe bei der Beurteilung des Ernährungszustandes, da sie alle Zellen umfasst, die für den Stoffwechsel verantwortlich sind. Die Erhaltung der BCM ist deshalb zentrale Aufgabe aller Ernährungstherapien.

Norm-/Idealwerte für Männer: 53-60 % der Magermasse

Norm-/Idealwerte für Frauen 51-58 % der Magermasse

Fettfreie Masse in Kilogramm und Prozent/Lean Body Mass LBM (Magermasse)

Die Magermasse ist der „Ergänzungswert“ zur gemessenen Fettmenge des Körpers. Da sie einen Wassergehalt von ca. 73 % hat, wird die Magermasse auf der Grundlage des bestimmten Körperwassers errechnet.

Die Magermasse wird in Body Cell Mass (Körperzellmasse) und Extra Cellular Mass (extrazelluläre Masse) unterteilt.

Gesamtkörperfett in Kilogramm und Prozent (TBF/Total Body Fat)

Auf Grund seiner Dichte von $0,9 \text{ g/cm}^3$ wirkt das Fett als Isolator für den Wechselstrom. Die Fettmasse errechnet sich aus der Differenz von Magermasse und Körpergewicht.

Normalwerte Männer: 10-15 % des Gesamtkörpergewichtes

Normalwerte Frauen: 20-25 % des Gesamtkörpergewichtes

Index

Der ECM/BCM-Index ist bei gesunden Menschen deutlich kleiner als 1, da die Body Cell Mass BCM stets größer als die extrazelluläre Masse ECM ist. Ein steigender ECM/BCM-Index ist daher ein frühzeitiger Warnhinweis auf eine Verschlechterung des Ernährungszustandes.

Phasenwinkel

Der Phasenwinkel dient zur Unterscheidung der beiden Komponenten Resistance und Reactance. Der Phasenwinkel lässt Aussagen über den Zustand der Zelle und den Gesundheitszustand des Organismus zu. Ein hoher Phasenwinkel sprechen für gut ernährte Zellen, ein niedriger für schlecht ernährte Zellen.

Normwerte: $5,0^\circ$ bis $9,0^\circ$

Hinweis: Die Angaben in diesem Abschnitt nach NN: B.I.A. Bioelektrische Impedanz Analyse. CharitéCentrum für Innere Medizin und Dermatologie, Berlin, 2012.

5.2 Messung des Körpergewichts

5.2.1 Untersuchungstermine

Mit der Aufnahme in die Studie beginnend wurde wöchentlich das aktuelle Körpergewicht der Probandinnen gemessen und protokolliert. Von den wöchentlich gemessenen Körpergewichts-Werten wurden jedoch nur die Daten der Wochen 0, 4, 8, 12 und 52 in die Protokoll-Software aufgenommen.

5.2.2 Probleme

Wohl kein Verlaufsparameter bei Gewichtsverlustprogrammen spiegelt aus Sicht der Klienten und vieler Untersucher Erfolge und Misserfolge der jeweiligen Bemühungen um die Normalisierung des Körpergewichtes besser wider als die Bestimmung des Körpergewichts mit einer Waage. Wohl keine andere Methode ist jedoch so fehleranfällig wie diese, vor allem im Setting von Fitness- und Sporteinrichtungen, aber auch vielen Arztpraxen. Oftmals fehlen eichbare Präzisionswaagen und es kommt Billigersatz mit häufigen, hoch variablen, jedoch meist nicht reproduzierbaren Messfehlern zum Einsatz, besonders bei der Selbstmessung zu Hause. Zudem fehlt oft jede Standardisierung nach gleichbleibender Tageszeit, Bekleidungsstatus, Nahrungsaufnahme vor dem Wiegen etc. Deshalb sind stärker schwankende Gewichtsverläufe nach Erkenntnissen moderner Biofeedbackforschung jedoch kontraproduktiv für jedes motivationsgesteuertes Gewichtsreduktionsprogramm. Aus diesem Grund wurden im Rahmen der vorgelegten Studie regelmäßige Körpergewichtsmessungen unter standardisierten Bedingungen durchgeführt.

5.2.3 Säulenwaage SECA 700

Die Tragkraft dieser geeichten, bis 220 kg reichenden mechanischen Säulen-Personenwaage sowie eine niedrige und großzügige Trittpläche bietet genügend Kapazität auch für schwergewichtige Personen. Dank der feinen

Teilung von nur 50 g der großen Skala lassen sich selbst feinste Gewichtsschwankungen einwandfrei ermitteln.

5.3 Messverfahren zur Adipositasklassifikation

5.3.1 BMI

Die Definition von Übergewicht resp. Adipositas basiert auf Körpermaßen, die zumeist auf dem Körpergewicht in Relation zur Körpergröße gründen. Beide Parameter sind zwar einfach zu erfassen und erlauben eine rasche Klassifizierung. Für eine korrekte Bewertung sind wie erwähnt standardisiert erhobene Messwerte erforderlich. Zudem sind Algorithmen einzusetzen, die epidemiologischen, gesundheitlich-prognostischen Anforderungen eher Genüge tun (Taillenumfang) als versicherungsmathematischen Wünschen (BMI).

Zur Klassifikation des Körpergewichts hat sich der Body Mass Index (BMI) international durchgesetzt und den früher in Deutschland oft üblichen Broca-Index abgelöst, trotz zunehmender Kritik am BMI. Der Broca-Index definierte als Ideal- resp. Normalgewicht den Betrag in Kilogramm, den die Körpergröße einen Meter übersteigt. Damit kam es zu Fehleinschätzungen bei eher klein gewachsenen, aber auch großen Menschen. Zudem wurde das Normalgewicht scheinbar exakt, aber unsinnigerweise auf das Kilogramm genau festgeschrieben. Viele der seither vorgeschlagenen korrigierten Indices zur Idealgewichtbestimmungen, z. B. der in den USA noch weit verbreitete Devine-Index, erlauben in der Praxis hinreichend hilfreiche Aussagen bei der Bewertung von Unter- oder Übergewicht. Die Unschärfen aller dieser

Indices z. B. hinsichtlich Alter, Geschlecht, Körperbau, Trainingszustand oder Ethnie sind jedoch erheblich. Viele dieser Formeln sollten in der Praxis eher durch eine Fettfaltenmessung mithilfe Kalipermetrie und gesunden Menschenverstandes ersetzt werden.

Der Körpermasseindex errechnet sich als Quotient aus Körpergewicht in kg und der Körpergröße in Metern im Quadrat:

$$\text{BMI} = \frac{\text{Körpergewicht (kg)}}{\text{Körpergröße}^2 (\text{m}^2)}$$

z. B. hat ein Mann mit einem Gewicht von 80 kg und einer Körperlänge von 1,80 m

$$\text{einen BMI von } \frac{80}{1,80 \times 1,80} = \frac{80}{3,24} = 24,7 \text{ kg/m}^2.$$

Bei einem Gewicht dieses Mannes von 100 kg beträgt der BMI hingegen 30,9 kg/m².

Die von der WHO im Jahr 2000 vorgeschlagene Definition und Klassifikation der Adipositas (WHO, 2000) auf der Grundlage des BMI wird heute weltweit verwendet.

BMI	Bewertung
unter 18,5	Untergewicht
18,5-24,9	Normalgewicht
25,0-29,9	Übergewicht
30,0-34,9	Adipositas Grad I
35,0-39,9	Adipositas Grad II

über 40,0	Adipositas Grad III
-----------	---------------------

Tabelle 9: Bewertung des Body Mass Index (nach WHO)

Der Normalgewichtsbereich ist als BMI zwischen 18,5 und 24,9 kg/m² definiert. Ab einem BMI von 25 kg/m² wird von Übergewicht gesprochen. Ein BMI von 30 kg/m² kennzeichnet die Schwelle zur Adipositas, die weiter in 3 Schweregrade unterteilt wird. Von Seiten der Adipositaschirurgie wird derzeit eine zusätzliche Differenzierung bei einem BMI ≥ 40 kg/m² diskutiert. Diese Klassifikation gilt für die weiße europäische Bevölkerung („Kaukasier“). Für Angehörige anderer ethnischer Zugehörigkeit gelten andere, meist niedrigere Grenzwerte (WHO, 2000). Als wichtiger Vorteil der BMI-Klassifikation nach WHO wird angegeben, dass Bereiche definiert sind, die den unterschiedlichen Körperbau- oder Konstitutionstypen besser gerecht werden. Geschlechtsspezifische Differenzierungen existieren jedoch nicht.

5.3.2 Probleme der BMI-Klassifikation

Der BMI stellt aus heutiger Sicht lediglich ein indirektes anthropometrisches Maß der Körperfettmasse dar. Der Korrelationsquotient zwischen BMI und exakteren Methoden zur Erfassung des Körperfettanteils schwankt je nach Untersuchung zwischen 0,4 und 0,7. Damit besitzt der BMI nur einen begrenzten Wert zur Abschätzung des Körperfetts, da er nicht zwischen Körperfett und fettfreier Körpermasse differenzieren kann. Personen mit erhöhtem Körpergewicht aufgrund einer größeren Muskelmasse, z. B. Kraftsportler, haben ebenfalls einen höheren BMI, was möglicherweise zu falschen Schlussfolgerungen verleitet.

Dementsprechend ist der prädiktive Wert des BMI für das Auftreten Adipositas-assoziiierter Komplikationen begrenzt und im Einzelfall oft wenig aussagefähig (WIRTH *et al.*, 2013).

Auch die „Altersblindheit“ des BMI wird häufig nicht berücksichtigt. Es ist unstrittig, dass der Fettanteil des Körpers mit zunehmendem Alter ansteigt. Daher gilt im höheren Lebensalter ein BMI >25 aus medizinischer Sicht als „wünschenswert“ (DGE, 1992; KUCZMARSKI, 2000). Davon unbeeindruckt halten die Weltgesundheitsorganisation (WHO), Gesundheitsministerien weltweit sowie globale Organisationen, die sich den Kampf gegen Adipositas auf ihre Fahnen geschrieben haben, an den einheitlichen Grenzwerten fest, was dazu führt, dass Millionen älterer Menschen, obwohl sie aus medizinischer Sicht idealgewichtig sind, als übergewichtig klassifiziert werden. Nur insofern ist ein BMI >25 tatsächlich Übergewicht und ein BMI >30 Adipositas, wenn auch weniger in einem streng medizinischen, als eben in einem normativ faktischen Sinn (SCHORB, 2008). Die Schwächen des BMI ist schon lange bekannt, vor seiner unreflektierten Anwendung wird von Anfang an gewarnt (CHRISTENSEN, 2015).

Gleichwohl gibt es eine Vielzahl von Kohortenstudien, in denen der Zusammenhang zwischen BMI und Erkrankungsrisiko bzw. Sterblichkeit untersucht und in denen zumindest auf Bevölkerungsebene konsistente Beziehungen gefunden wurden (Prospective Studies Collaboration, 2009). Eine Auswertung von 5 US-amerikanischen Kohortenstudien berechnete den

durchschnittlichen Verlust an Lebensjahren in Abhängigkeit von BMI und Alter (FONTAINE *et al.*, 2003). Daraus wird deutlich, dass ein früher Beginn von Übergewicht/Adipositas und ein steigender BMI mit einer wachsenden Verkürzung an Lebenszeit verbunden sind (WIRTH *et al.*, 2013).

5.3.3 BMI vs. Taillenumfang

Der BMI reicht als alleiniges Kriterium zur Indikationsstellung für therapeutische Maßnahmen nicht aus, es muss stets eine Abschätzung des Gesamtrisikos unter Einbeziehung weiterer Risikofaktoren erfolgen. Bei einem BMI ≥ 35 kg/m² ist allerdings grundsätzlich davon auszugehen, dass ein deutlich erhöhtes Risiko für Begleiterkrankungen und damit eine Behandlungsindikation besteht. Bei einem BMI unter 35 kg/m² liefert der Taillen- oder Bauchumfang als Maß einer abdominalen Fettverteilung eine wichtige Zusatzinformation. Der Taillenumfang gilt als Parameter der viszeralen Fettdepots, die für das Komplikationsrisiko bedeutsamer zu sein scheinen als der BMI. Ein Taillenumfang >94 cm bzw. >102 cm beim Mann sowie >80 cm bzw. >88 cm bei der Frau weist auf ein mäßig (1,5- bis 2-fach) bzw. deutlich erhöhtes Risiko (relatives Risiko 2-4) für metabolische und kardiovaskuläre Komplikationen hin (WIRTH *et al.*, 2013).

Der Taillenumfang als Indikator der viszeralen Adipositas kann einen wichtigen Beitrag zur Risikostratifizierung in Bezug auf die Mortalität gerade auch bei normalgewichtigen und leicht übergewichtigen Personen

leisten (SAHAKYAN *et al.*, 2015). Ein erhöhter Taillenumfang, bei Frauen von über 80 cm, bei Männern von über 94 cm, gilt als wichtiger Risikofaktor für das Auftreten von Krankheiten, wie Koronare Herzkrankheit, Schlaganfall und Diabetes mellitus Typ 2. Bei über 88 cm bei Frauen und 102 cm bei Männern besteht ein deutlich erhöhtes Risiko (LEAN *et al.*, 1995). Obwohl der Taillenumfang nur auf das Geschlecht, nicht aber auf Alter, Körpergröße oder andere individuell unterschiedliche Parameter bezogen wird, erlaubt er aus heutiger Sicht eine weitaus bessere orientierende Abschätzung der statistischen Risikoerhöhung durch Übergewicht und Adipositas als der BMI. Daher sollte neben der Erfassung des Körpergewichts immer auch die Messung des Taillenumfangs in die gesundheitsbezogene Routinediagnostik integriert werden, da erst die synoptische Betrachtung beider Größen eine genauere Prognose des Sterblichkeitsrisikos erlaubt und somit einen Beitrag leisten kann, begünstigende Faktoren für ein längeres und gesünderes Leben besser zu verstehen (PISCHON *et al.*, 2008).

5.3.4 Untersuchungstermine (Taillenumfang)



Abbildung 5: Taillenumfang-Messgerät

Der Taillenumfang wurde bei allen Studienteilnehmerinnen zu den Zeitpunkten 0, 12 und 52 Wochen mit dem folgend dargestellten, einfachen und leicht reproduzierbaren Verfahren gemessen und protokolliert. Der Taillenumfang wird meist am stehenden Patienten in der Mitte zwischen dem unteren Rippenbogen und der Oberkante des Hüftknochens bei leichter In- und Expiration mit Hilfe eines einfachen Maßbands mit einer Genauigkeit von 1 cm bzw. 0,5 cm bestimmt. Beim adipösen Menschen kann die genannte Höhe für die Messung gut in der Axillarlinie gefunden und ggf. markiert werden. Das Maßband wird horizontal angelegt und darf nicht einschnüren. Bei Verlaufsmessungen ist auf eine gute Standardisierung der Messmethode zu achten. Um eine valide Bestimmung des Taillenumfangs durchzuführen, ist es entscheidend, die

Stelle der ersten Messung bei den Folgemessungen jeweils exakt wiederzufinden. Dazu wurde ein höhenverstellbarer Korb entwickelt mit einer zusätzlichen vertikalen Skala für die Messhöhe, die besonders gute Reproduzierbarkeit der Messergebnisse gewährleistet (siehe Abbildung 5).

5.4 Ernährungsberatungs-Software

Für die individuelle Auswertung sowie die Ernährungsplanerstellung wurde die Ernährungssoftware der Deutschen Gesellschaft für Ernährung „DGE-PC professional, Version 3.2“ verwendet (<http://www.dge.de>). Die Bewertungsparameter wurden entsprechend der Vorgaben der Ernährungsvorschläge zu einer kohlenhydratreduzierten Diät mit erniedrigtem glykämischen Index angepasst, was die Software als optionale Möglichkeit vorsieht. Die hierbei verwendeten Ernährungsempfehlungen haben im Gegensatz zu den Standardvorgaben der DGE, wie erwähnt, folgende Grundzusammensetzung: Eiweiß: 30 %; Kohlenhydrate: 30 %; Fett: 40 %.

5.5 Statistische Auswertung

Die statistische Datenanalyse wurde mit dem Programm „Statistical Package for the Social Sciences“ (SPSS-21.0) (SPSS Inc., Chicago, Illinois, USA) durchgeführt.

Zur Überprüfung der Wirksamkeit der durchgeführten Programme wurde eine einfaktorielle Varianzanalyse mit Messwiederholung (ANOVA) durchgeführt. Das Signifikanzniveau beträgt dabei $p=0,05$. Zur Verdeutlichung der

Relevanz der (signifikanten) Ergebnisse wird hierbei die Effektstärke über das partielle Eta-Quadrat angegeben.

Aufgrund der Fragestellung nach der Effektivität und Nachhaltigkeit der verschiedenen Interventionen wurde im zweiten Schritt ein T-Test mit unabhängigen Stichproben durchgeführt. Dementsprechend waren ausschließlich die Messzeitpunkte 12 Wochen, als auch 52 Wochen nach Studienbeginn von Interesse. Hierbei beträgt das Signifikanzniveau ebenfalls einen Wert von $p=0,05$. Zur Beurteilung der praktischen Relevanz wird die Effektstärke nach Cohen (Cohen's d) zusätzlich angegeben.

6 Ergebnisse

Untersucht wurden 100 Frauen mit einem Durchschnittsalter von 43,4 Jahren ($\pm 9,7$ Jahre) mit einem Ausgangskörpergewicht von im Mittel 89,2 kg ($\pm 15,4$ kg). Die Frauen der Nur low carb-Gruppe hatten ein Durchschnittsalter von 44,0 Jahren ($\pm 10,8$ Jahre), die der low carb- und Sportgruppe von 42,9 Jahren ($\pm 8,8$ Jahre), bei einem Ausgangskörpergewicht von 89,2 kg ($\pm 15,4$ kg), 89,2 kg ($\pm 17,2$) und 89,2 kg ($\pm 8,8$ kg) respektive. Auch hinsichtlich des Taillenumfangs ähnelten sich die Studienteilnehmer in der Gesamtgruppe, der nur low carb-Gruppe und in der low carb- und Sportgruppe weitgehend mit 106,7 cm ($\pm 12,2$ cm), 106,8 cm ($\pm 13,3$ cm) und 106,6 cm ($\pm 11,1$ cm) respektive. Hinsichtlich der BMI-Charakteristika zu Beginn der Untersuchung zeigten sich ebenfalls nur geringe Intergruppen-Differenzen (siehe Tabelle 11, 12 und 13).

Parameter	Einheit	arithmet. Mittel	Std.abw.	Min.	Max.	Median
Alter	Jahre	43,4	$\pm 9,7$	23,5	68,9	45,3
Gewicht	Kg	89,2	$\pm 15,4$	65,0	157,5	87,6
Taillenumfang	Cm	106,7	$\pm 12,2$	88,0	148,0	105,5
TBW	L	38,5	$\pm 4,2$	29,3	52,6	38,3
BCM	Kg	25,7	$\pm 3,3$	17,2	34,7	25,6
FM	Kg	35,7	$\pm 10,8$	17,0	85,6	33,8

Tabelle 10: Charakteristika Gesamtgruppe (n=100)

Parameter	Einheit	arithmet. Mittel	Std.abw.	Min.	Max.	Median
Alter	Jahre	44,0	± 10,8	23,5	68,9	45,2
Gewicht	Kg	89,2	± 17,2	65,2	157,5	86,7
Taillenumfang	Cm	106,8	± 13,3	91,0	148,0	105,0
TBW	L	38,6	± 4,5	29,3	52,6	38,2
BCM	Kg	25,9	± 3,1	19,6	34,7	25,6
FM	Kg	35,5	± 12,2	17,2	85,6	33,5

Tabelle 11: Charakteristika low carb-Gruppe (n=50)

Parameter	Einheit	arithmet. Mittel	Std.abw.	Min.	Max.	Median
Alter	Jahre	42,9	± 8,8	27,8	61,6	45,8
Gewicht	Kg	89,2	± 13,4	65,0	126,8	88,2
Taillenumfang	Cm	106,6	± 11,1	88,0	139,0	107,5
TBW	L	38,4	± 3,9	29,4	49,0	38,3
BCM	Kg	25,5	± 3,5	17,2	34,3	25,4
FM	Kg	35,8	± 9,4	17,0	64,6	34,7

Tabelle 12: Charakteristika low carb-Ernährung- plus Sport-Gruppe (n=50)

6.1 Veränderung des Körpergewichtes

Beide aktiven Interventionen - alleinige low carb-Ernährung ($p \leq 0,001$; $\eta^2 = 0,681$) sowie low carb-Ernährung mit sportlicher Aktivität ($p \leq 0,001$; $\eta^2 = 0,666$) unter Personal-Fitnesstraining – in Kombination mit Coaching reduzierten signifikant im Untersuchungszeitraum von 12 Wochen das Körpergewicht in Kilogramm. Und zwar in der Nur low carb-Gruppe um 4,6 kg ($\pm 16,7$ kg, -5,1 %) und in der Low carb-Gruppe inkl. angeleitetem Fitnessport um 9,1 kg ($\pm 12,6$ kg, -10,2 %) (Gesamtgruppe 6,8 kg ($\pm 13,7$ kg, -7,7 %)). Die Langzeit-Nachbeobachtung 52 Wochen nach Studieneinschluss zeigt zudem, dass der Wiederanstieg des

Körpergewichts in der Gruppe der Kombinations-Intervention (Ernährung, Sport) am geringsten ausfällt. Die Teilnehmerinnen dieser Gruppe zeigen auch ein Jahr nach dem Studieneinschluss noch ein um 8,2 % niedrigeres Körpergewicht als zu Beginn. Bei den Teilnehmerinnen der nur low carb-Gruppe ist hingegen nur noch eine 1,3-prozentige Gewichtsreduktion gegenüber dem Ausgangsbefund feststellbar (Gesamtgruppe -4,9 %).

12 Wochen nach Studienbeginn konnten keine signifikanten Gruppenunterschiede festgestellt werden ($p=0,129$; $d=0,307$). In der Follow-up Untersuchung zeigte der T-Test signifikante Unterschiede zwischen den verschiedenen Gruppen auf ($p=0,049$; $d=0,383$).

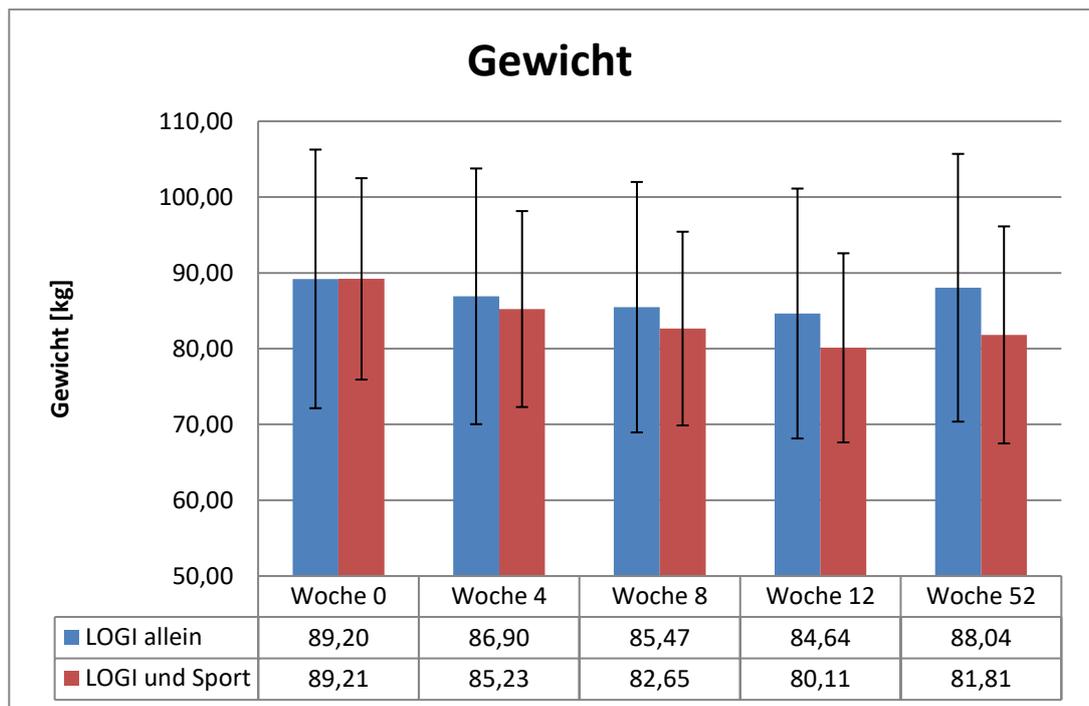


Abbildung 6: Veränderung der Gewichtsentwicklung über 12 Wochen sowie bis zur Nachbeobachtung nach 52 Wochen

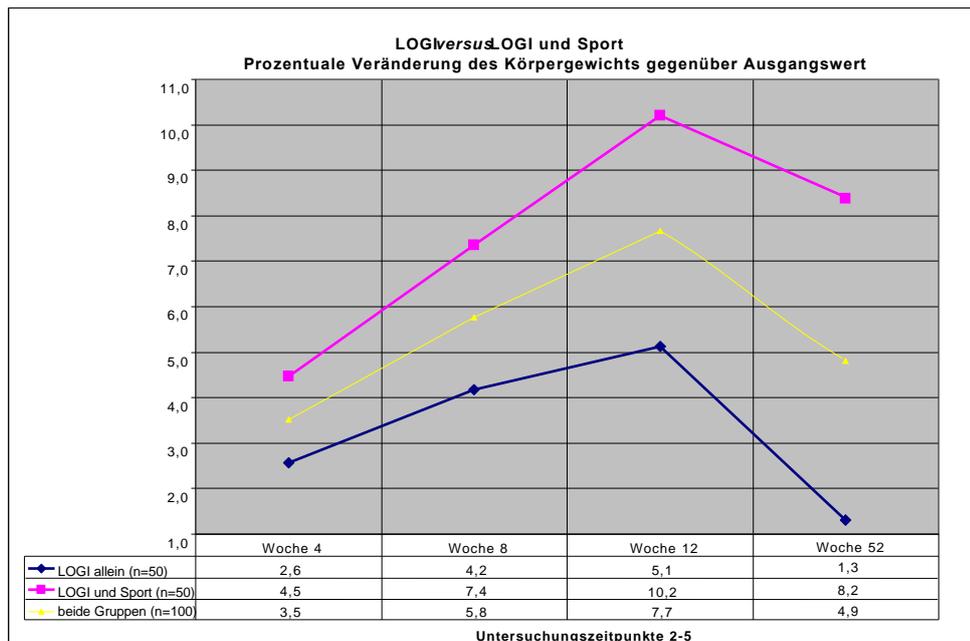


Abbildung 7: Prozentuale Veränderung der Gewichtsentwicklung über 12 Wochen sowie bis zur Nachbeobachtung nach 52 Wochen im Vergleich zum Studienbeginn

6.2 Veränderung der Fettmasse

Der Gruppenvergleich zeigt eine deutliche Abnahme der mittels Bioimpedanzmessung bestimmten Fettmasse (FM) in Kilogramm bei beiden Gruppen. Die ANOVA zeigte einen signifikanten Unterschied zu den verschiedenen Messzeitpunkten für die low-carb Gruppe ($p \leq 0,001$; $\eta^2 = 0,630$), als auch für die low-carb Gruppe mit Sportintervention ($p \leq 0,001$; $\eta^2 = 0,731$). Die Fettmasse reduzierte sich in der Nur low carb-Gruppe um 3,6 kg ($\pm 11,5$ kg, -10,1 %), in der Kombinationsinterventions-Gruppe mit zusätzlichem Personal-Fitnesstraining jedoch um -7,4 kg ($\pm 8,7$ kg, -20,6 %) (Gesamtgruppe 5,5 kg ($\pm 9,7$ kg, -15,4 %)). Der T-Test für unabhängige Stichproben ergab jedoch keinen signifikanten Unterschied zwischen den Gruppen nach 12 Wochen ($p = 0,086$; $d = 0,347$).

Die Langzeit-Nachbeobachtung verdeutlicht, dass vor allem die Kombinations-Intervention lang anhaltende Effekte hat. In dieser

Gruppe nimmt die Fettmasse nach Ende der Intervention bis zur 52. Nachbeobachtungswoche nur wenig zu. In der Gruppe mit alleiniger low carb-Ernährung erreicht die Fettmasse jedoch nahezu wieder den Ausgangswert.

In der Follow-up Messung nach 52 Wochen konnte ein signifikanter Unterschied zwischen beiden Gruppen festgestellt werden ($p=0,02$; $d=0,474$).

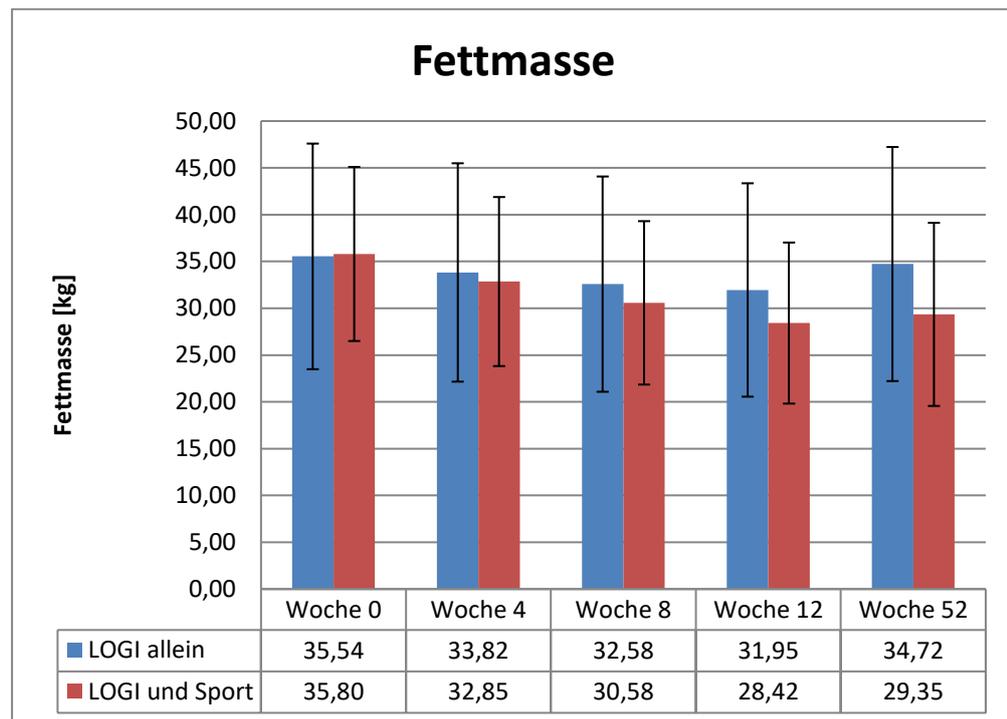


Abbildung 8: Veränderung der mittels Bioimpedanzmessung bestimmten Fettmasse über 12 Wochen sowie bis zur Nachbeobachtung nach 52 Wochen

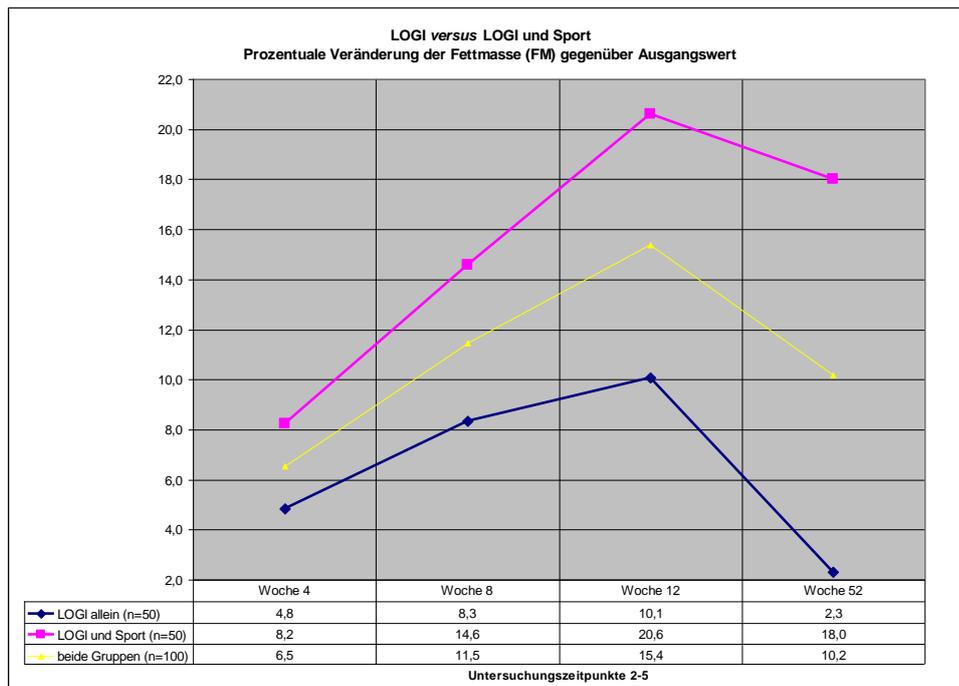


Abbildung 9: Prozentuale Veränderung der mittels Bioimpedanzmessung bestimmten Fettmasse über 12 Wochen sowie bis zur Nachbeobachtung nach 52 Wochen im Vergleich zum Studienbeginn

6.3 Veränderung der Körperzellmasse (BCM)

Die Körperzellmasse (BCM) in Kilogramm reduziert sich in beiden Interventionsgruppen deutlich und ohne relevante Gruppenunterschiede um im Mittel 2,4 %. Die ANOVA ergab einen signifikanten Unterschied der Messergebnisse zu den verschiedenen Testzeitpunkten für die low-carb Gruppe ($p \leq 0,001$; $\eta^2 = 0,291$), als auch für die low-carb Gruppe mit Sportintervention ($p \leq 0,001$; $\eta^2 = 0,123$). Auch der vergleichsweise geringe BCM-Wiederanstieg nach Ende der aktiven Intervention bis zum Ablauf eines Jahres nach Studieneinschluss erfolgt ohne deutliche Gruppenunterschiede.

Der T-Test für unabhängige Stichproben ergab keine signifikanten Unterschiede der Gruppen nach 12 Wochen ($p = 0,915$; $d = 0,021$), bzw. nach 52 Wochen ($p = 0,704$; $d = 0,076$).

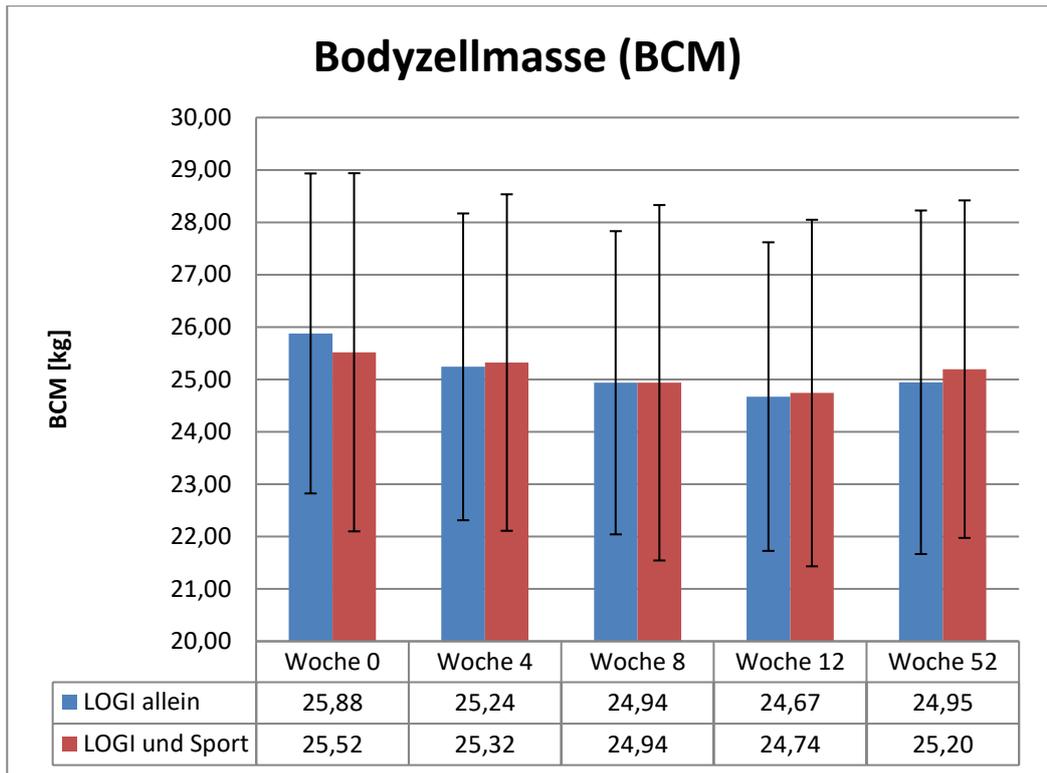


Abbildung 10: Veränderung der mittels Bioimpedanzmessung bestimmten Körperzellmasse über 12 Wochen sowie bis zur Nachbeobachtung nach 52 Wochen

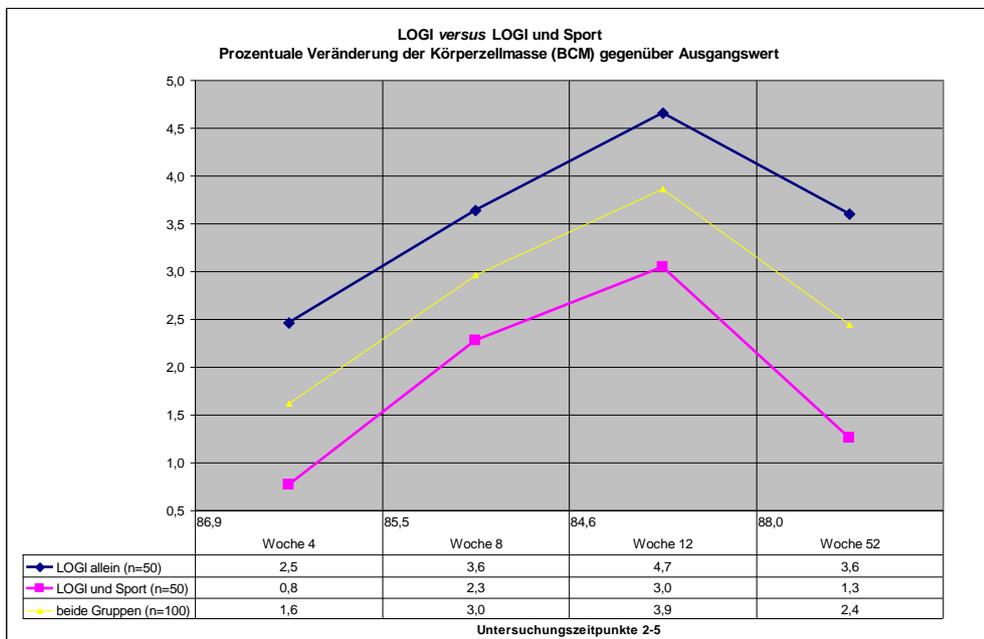


Abbildung 11: Prozentuale Veränderung der mittels Bioimpedanzmessung bestimmten Körperzellmasse über 12 Wochen sowie bis zur Nachbeobachtung nach 52 Wochen im Vergleich zum Studienbeginn

6.4 Veränderung des Gesamtkörperwassers (TBW)

Das mittels BIA erfasste Gesamtkörperwasser in Litern reduziert sich in beiden Interventionsgruppen vergleichbar, im Mittel um - 3,6 %. Die ANOVA ergab einen signifikanten Unterschied der Ergebnisse zu den verschiedenen Messzeitpunkten für beide Gruppen (low-carb Gruppe: $p \leq 0,001$; $\eta^2 = 0,484$; low-carb mit Sport-Gruppe: $p \leq 0,001$; $\eta^2 = 0,368$). Auch der in beiden Gruppen ähnlich verlaufende Wiederanstieg bis zum Ende der Nachbeobachtung ist gering.

Auch der T-Test für unabhängige Stichproben zeigte weder nach 12 Wochen ($p = 0,760$; $d = 0,061$), noch nach 52 Wochen ($p = 0,479$; $d = 0,142$) Gruppenunterschiede auf.

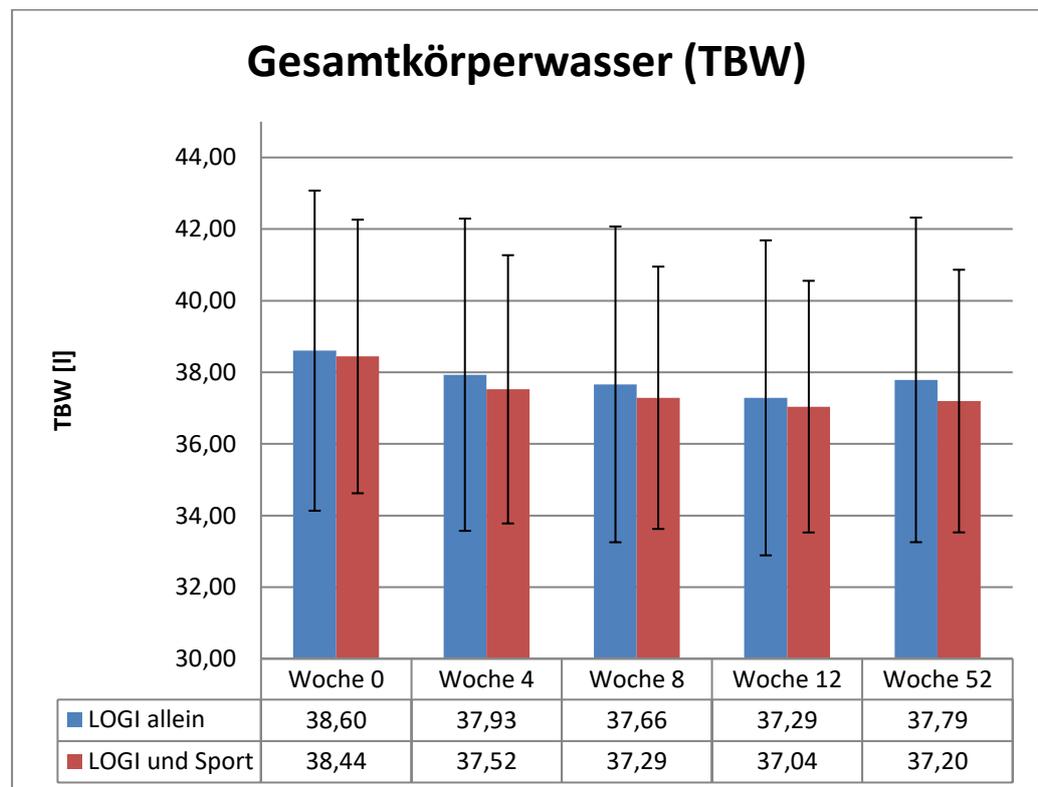


Abbildung 12: Veränderung des mittels Bioimpedanzmessung bestimmten Gesamtkörperwassers über 12 Wochen sowie bis zur Nachbeobachtung nach 52 Wochen

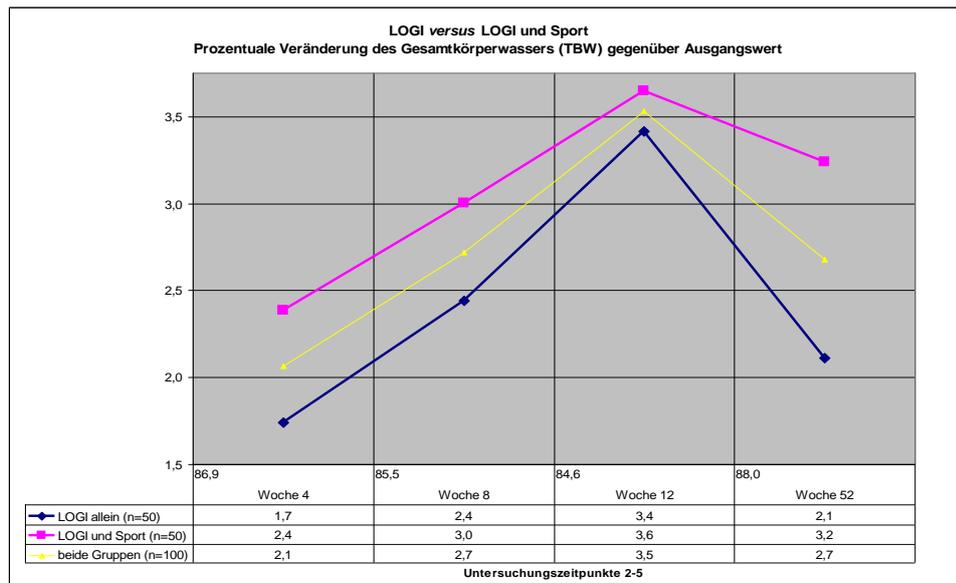


Abbildung 13: Prozentuale Veränderung des mittels Bioimpedanzmessung bestimmten Gesamtkörperwassers über 12 Wochen sowie bis zur Nachbeobachtung nach 52 Wochen im Vergleich zum Studienbeginn

6.5 Veränderung des Taillenumfangs

Die einfaktorielle Varianzanalyse ergab sowohl für die low-carb Gruppe ($p \leq 0,001$; $\eta^2 = 0,741$), als auch für die low-carb-Kombinationsgruppe ($p \leq 0,001$; $\eta^2 = 0,940$) einen signifikanten Unterschied des Taillenumfangs zu den verschiedenen Messzeitpunkten.

Vergleichbar zum Körpergewicht reduziert sich der Taillenumfang in Zentimetern bei den Studienteilnehmerinnen der Kombinations-Interventionsgruppe (low carb-Ernährung plus Sport) am deutlichsten. Dieser verringerte sich nach 12 Wochen in der Nur low carb-Gruppe um 6,0 cm ($\pm 14,2$ cm, -5,6 %) und in der Low carb-Gruppe inkl. angeleitetem Fitness-sport um 12,2 cm ($\pm 13,4$ cm, -11,4 %) (Gesamtgruppe 9,1 cm ($\pm 29,9$ cm, -8,5 %)). Der T-Test ergab zum Zeitpunkt 12 Wochen nach Interventionsbeginn einen signifikanten Unterschied zwischen beiden Gruppen ($p = 0,006$; $d = 0,557$). 52 Wochen nach Einschluss

in die Studie war der in der Interventionsphase erreichte Taillenumfang bei den Teilnehmerinnen mit Nur low carb-Ernährung wieder weitgehend verschwunden. Die Differenz zum Ausgangsbefund betrug nur noch -1,3 cm. In der Gruppe mit zusätzlichem Personal-Fitnessstraining war die Reduktion des Taillenumfangs hingegen mit -10,2 cm weitgehend erhalten geblieben (Gesamtgruppe -5,7 cm). Auch nach 52 Wochen konnte somit ein signifikanter Gruppenunterschied nachgewiesen werden ($p=0,001$; $d=0,713$).

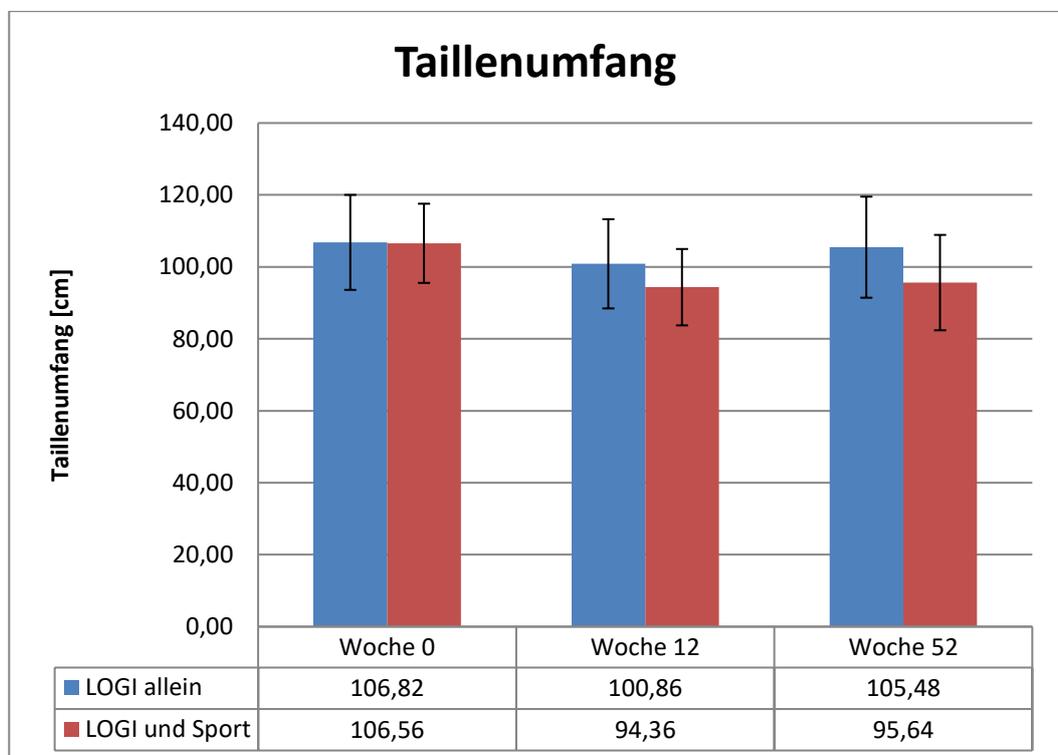


Abbildung 14: Veränderung des Taillenumfangs über 12 Wochen sowie bis zur Nachbeobachtung nach 52 Wochen

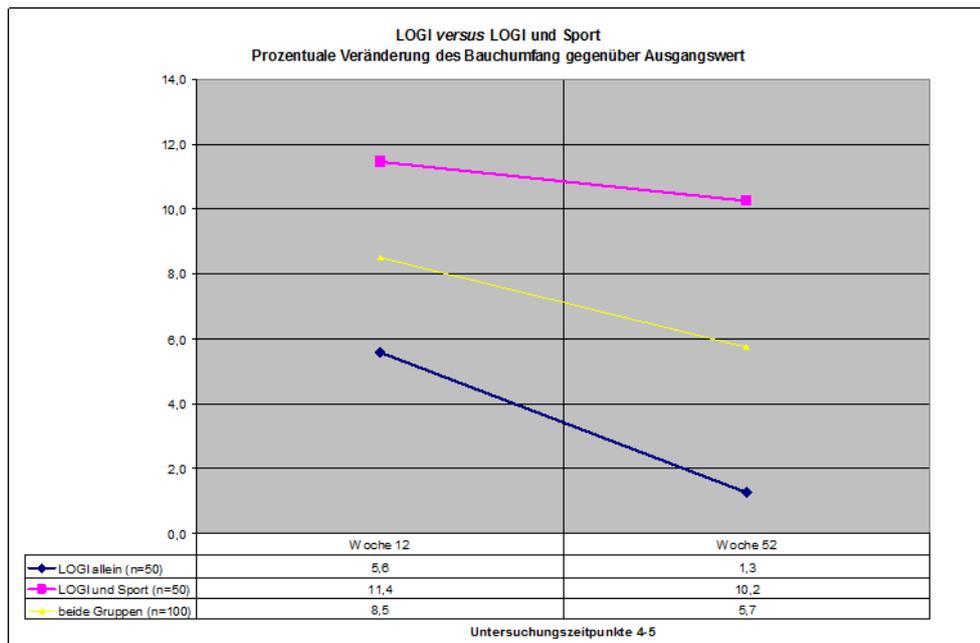


Abbildung 15: Prozentuale Veränderung des Taillenumfangs über 12 Wochen sowie bis zur Nachbeobachtung nach 52 Wochen im Vergleich zum Studienbeginn

6.6 Adhärenz

Die Studienplanung- und Durchführung in kleineren Gruppen war auf einen Zeitraum von mehreren Jahren angelegt, damit die Studienteilnehmerinnen im normalen Kontext eines mittelgroßen Fitnessstudios mitbetreut werden konnten ohne dort die normalen Abläufe zu stören. Durch die jeweils geringe Gruppengröße und die engmaschige Betreuung gab es in keinem Interventionsblock Drop-outs. Alles initial eingeschlossenen Probandinnen absolvierten die vorgeschlagene low carb-Ernährungsumstellung, die Kalorienrestriktion und, jeweils zur Hälfte, das individuelle geleitete Personal-Fitnesstraining.

22 % der Studienteilnehmerinnen berichteten von Problemen bei der Umsetzung der 12-wöchigen Ernährungsumstellung. In jedem zweiten dieser Fälle gab es nach Aufgabe der gewohnten Ernährung vorübergehende, reversible Probleme mit

Hungergefühlen und Sättigung durch die ungewohnte Nahrung und die Kalorienrestriktion. Gelegentlich entstanden auch Probleme innerhalb der Familien, wenn z. B. Familienangehörige die Umstellung auf low carb nicht mitmachen wollten. Vermutlich in Folge des erhöhten Ballaststoff- und Kohlenhydratanteils der nach low carb-Lebensmittelpyramide präferentiell ausgewählten Nahrungsmittel berichtete jede vierte Teilnehmerin über eine anfänglich gesteigerte Darmaktivität mit vermehrten Flatulenzen. Dem konnte fast immer durch eine leichte Umstellung der Lebensmittelauswahl entgegengewirkt werden.

6.7 Follow-up

Beim Follow-up zwölf Monate nach Studieneinschluss berichteten 12 % der Studienteilnehmerinnen davon, dass sie die low carb-Ernährung im wesentlichen beibehalten hätten. Über die Motive wurden im Einzelnen keine Angaben gemacht. Insbesondere der empfohlene Verzicht auf Produkte aus hoch ausgemahlene Mehlen und auf starke Zuckerverwendung sowie der erhöhte Einsatz von Obst und Gemüse, was jeweils elementare Anteile der low carb-Ernährung sind, wurde mehrfach als attraktive Lebensstilmodifikation eingeschätzt. Nicht zuletzt, weil dies seit Jahren häufig in vielen gesundheitsbezogenen Medien-Publikationen propagiert wird. Die anderen Teilnehmerinnen setzten in nicht genauer quantifizierbarem Umfang einige Elemente der low carb-Ernährungsvorschläge weiterhin um, ohne jedoch konsequent diese Ernährungsweise zu befolgen.

Weitaus nachhaltigere Ergebnisse zeigten sich bei der sportlichen Aktivität der Probandinnen der Sportgruppe. 75 % der Befragten

gaben an, weiterhin sportlich aktiv geblieben zu sein. Zu jeweils einem Drittel bestanden diese Aktivitäten aus geleitetem Personal-Fitnesstraining dreimal wöchentlich (wie im Studienverlauf), oder schwerpunktmäßig aus Ausdauersportarten (v. a. Laufen und Fahrradfahren) sowie Nutzung heimischer Fitnessressourcen (Laufband, Crosstrainer, Ergometer u. a.). Unregelmäßig praktizierten Teilnehmerinnen aus diesen drei Gruppen auch Übungsfolgen nach Yoga-, Pilates-, Rückenschule- oder traditionellen Bodengymnastik-Konzepten. Alle Frauen, die nicht im Fitnessstudio trainierten, berichteten unisono von kürzeren oder längeren Phasen mit mangelnder oder eingeschränkter Motivation, die mehrfach wöchentlich geplanten Trainingsumfänge zu absolvieren. Frauen der Nur low carb-Gruppe hatten für den Nachbeobachtungszeitraum nur in 20 % der Fälle über sportliche Aktivitäten berichtet (die zudem meist nur sehr unregelmäßig realisiert wurde).

Eine Reihe weiterer Wissens Elemente, die während der Interventionsphase vermittelt wurden, so die follow up-Befragung, waren in den Alltag etlicher ehemaliger Studienteilnehmerinnen übergegangen (obwohl dies nicht systematisch abgefragt wurde). Vor allem die regelmäßige Bestimmung des Körpergewichts unter definierten Bedingungen wurde – quasi als Biofeedback-Möglichkeit – von rund einem Drittel der Frauen mit in den Lebensalltag eingebaut.

Etwa jede zweite Frau hatte sich, angeregt durch die Studienseminare, spezielle Beratungs- und Kochbücher zu low carb-Ernährung angeschafft, um so die rudimentären Angaben der Schulungsmaterials ausführlicher kennenzulernen.

Alle Frauen gaben bei der Befragung an, dass das sportlich individuell gelenkte und psychomental unterstützende Personal-Fitnesstraining sowohl während des zwölfwöchigen

Studienzeitraums in hohem Maße motivierend gewesen sei, als auch darüber hinaus anregend gewesen sei, die eine oder andere Lebensstilmodifikation durchzuführen. Als ähnlich positiv und unterstützend wurden auch die Gruppenaktivitäten eingeschätzt.

7 Diskussion

Die Ergebnisse der hier vorgelegten Untersuchung spiegelt die komplexe Wirklichkeit bei der Personal-Fitnesstrainer-Beratung und Betreuung von übergewichtigen Menschen in Fitnessstudios inklusive psychomentalem (Gruppen-) Coaching wider. Bezogen auf die jeweilige Intervention stellte sich bei allen 100 übergewichtigen Probandinnen im Durchschnitt ein erheblicher Gewichtsverlust ein (Gesamtgruppe 6,8 kg ($\pm 13,7$ kg)). Dieser betrug nach 12 Wochen in der Nur low carb-Gruppe 4,6 kg ($\pm 16,7$ kg) ($p \leq 0,001$; $\eta^2 = 0,681$) und in der Low carb-Gruppe inkl. angeleitetem Fitnesssport 9,1 kg ($\pm 12,6$ kg) ($p \leq 0,001$; $\eta^2 = 0,666$). Im Hinblick auf die langfristige Veränderung des Körpergewichts konnte gezeigt werden, dass die Kombinationsintervention deutliche Vorteile gegenüber der alleinigen Ernährungsumstellung aufzeigt ($p = 0,049$; $d = 0,383$).

Ähnlich große Effektstärken zeigen die interventionsbedingten Veränderungen bei dem zweiten anthropometrischen Parameter Taillenumfang. Dieser verringerte sich nach 12 Wochen in der Nur low carb-Gruppe um 6,0 cm ($\pm 14,2$ cm) ($p \leq 0,001$; $\eta^2 = 0,741$) und in der Low carb-Gruppe inkl. angeleitetem Fitnesssport um immerhin 12,2 cm ($\pm 13,4$ cm) ($p \leq 0,001$; $\eta^2 = 0,940$) (Gesamtgruppe 9,1 cm ($\pm 29,9$ cm)).

Bezogen auf die Gruppenunterschiede zeigt sich somit die Kombinationsintervention auch hierbei deutlich effektiver, sowohl zum Zeitpunkt 12 Wochen nach Interventionsbeginn ($p = 0,006$; $d = 0,557$), als auch in der Follow-up Untersuchung ($p \leq 0,001$; $d = 0,713$).

Dass es sich hierbei im wesentlichen wahrscheinlich um eine substantielle Änderung in der Zusammensetzung der Körperkompartimente handelt, zeigen die Ergebnisse der mit Bioimpedanzanalyse erfassten durchschnittlichen Fettmasse. Diese reduzierte sich in der Nur low carb-Gruppe um 3,6 kg (\pm 11,5 kg, -10,1 %) ($p \leq 0,001$; $\eta^2 = 0,630$), in der Gruppe mit zusätzlichem Fitnessstraining jedoch um 7,4 kg (\pm 8,7 kg, -20,6 %) ($p \leq 0,001$; $\eta^2 = 0,731$) (Gesamtgruppe 5,5 kg (\pm 9,7 kg, -15,4 %)). Auch innerhalb dieses Parameters kann die größere Effektivität der Kombinationsintervention gegenüber der alleinigen Ernährungsumstellung gezeigt werden. Vor allem im Hinblick auf die Langzeit Nachuntersuchung konnte ein Gruppenunterschied mit großem Effekt nachgewiesen werden ($p = 0,02$; $\eta^2 = 0,474$). Die anderen BIA-Parameter Körperzellmasse und Gesamtkörperwasser veränderten sich zwar unter der Intervention ebenfalls signifikant, jedoch waren die Abweichungen der Gruppen voneinander minimal, wodurch keinerlei signifikante Gruppenunterschiede zu den jeweiligen Testzeitpunkten festgestellt werden konnten.

7.1 low carb, Kalorienrestriktion

Die Effektstärke der alleinigen low carb-Ernährungsumstellung auf die Übergewichtsentwicklung entspricht im Wesentlichen den Beobachtungen anderer Autoren, die jedoch in ihren Studienresümees überwiegend die vorteilhaften metabolischen Effekte und die Auswirkungen auf die kardiovaskulären Risikofaktoren als wesentliche Argumente für diese Ernährungsform betrachten (DUNFORD *et al.*, 2008; OBERBEIL *et al.*, 2005; HAUNER *et al.*, 2006; WORM *et al.*, 2011; PAVLICEK *et al.*, 2014). Neben der low carb-Ernährungsweise dürfte natürlich auch die Energierestriktion in dieser Gruppe (-15 % des

empfohlenen Tagesbedarfs) zur beobachteten Gewichtsreduktion beigetragen haben. Allerdings wurde in der vorgelegten Studie darauf verzichtet, die Ernährungsmodifikationen im heimischen Setting zu protokollieren. Zu viele Studien haben nämlich in den letzten Jahren gezeigt, dass sehr viele Übergewichtige und Adipöse ihre Nahrungs- und Kalorienaufnahme in Folge eines inhärenten, kulturell geprägten „Schlankheitswunsches“ als zu gering einschätzen (SUBAR *et al.*, 2003; HERPERTZ *et al.*, 2015). Möglicherweise werden in Zukunft die bereits eingesetzten Telefon- und derzeit noch in Entwicklung befindlichen mobilen Monitoringsysteme diese Dokumentationslücke auffüllen können, worauf erste vielversprechende Untersuchungen hinweisen (BLOCK *et al.*, 2015).

7.2 Fitnesssport

Der ausgesprochen hohe additive Effekt der sportlichen Intervention (3x wöchentlich Personal-Fitnesstrainer-geleitetes Fitnesstraining) entspricht den von vielen Autoren geäußerten gewichtsreduktiven Erwartungen moderater bis erhöhter körperlicher Aktivität gegenüber (VÁZQUEZ *et al.*, 1994; WIRTH *et al.*, 2014), wie sie sich heute auch in vielen Empfehlungen und Richtlinien zur Adipositas-Prävention und -Therapie ausdrücken (TEGTBUR, 2000; HAUNER *et al.*, 2000).

7.3 BIA, Fettmasse

Die oft kontrovers diskutierten prognostischen Aussagen von Bioimpedanzanalyse- Parametern und die mehrfach vorgelegten Vergleichsanalysen der unterschiedlichen Algorithmen, einschließlich der Vergleiche mit Dual-Röntgen-Absorptiometrie

und anderen Strahlungsmessverfahren zur Bestimmung des Körperfettanteils, bestätigen sich in den erfassten BIA-Parametern der vorgelegten Studie (HENDEL *et al.*, 1996; WAN *et al.*, 2014). Der einzige BIA-Parameter, der die Veränderungen von Körpergewicht und Bauchumfang qualitativ und quantitativ, auf einfache und alltagstaugliche Weise widerspiegelt, ist die Fettmasse (BORGES *et al.*, 2012; ASLAM *et al.*, 2009). Auch hier zeigte sich, dass nur in der Sportgruppe die nach 12-wöchiger Intervention eingetretenen Effekte nachhaltig auch nach 52 Wochen erhalten geblieben waren. Als Monitoring-Möglichkeit neben Körpergewicht und Taillenumfang steht in Fitnessanlagen mit der Bioimpedanzanalyse eine dritte, gut ausführbare und unter standardisierten Untersuchungsbedingungen reproduzierbare Methode zur Verfügung, den Erfolg von Gewichtsreduktionsmaßnahmen zu dokumentieren (wobei gerade die technischen Aspekte der BIA bei vielen Probandinnen eine überzeugende Motivationshilfe ist).

7.4 Nachhaltigkeit, Set-Point-Theorie

Die ausgeprägt fehlende Nachhaltigkeit der Effekte des Nur low carb-Regimes ist im Rahmen bestehender Theorien nur schlecht zu begründen. Allerdings gibt es mehrfach die Beobachtung, dass eine alleinige Begrenzung der Nahrungsmenge resp. der aufgenommenen Kalorienzahl pro Tag erhebliche adaptive Gegenregulationsmechanismen von Appetit und Hungergefühl auslöst, die bei sportlicher Aktivität – bei gleicher kalorienbezogener Energiebilanz – nicht zu vermehrten Hungergefühlen oder einem gesteigerten Appetit führen (DEIGHTON *et al.*, 2014). Die Gegenregulation („Jojo-Effekt“) wird am schlüssigsten durch die schon vor Jahrzehnten

vorgeschlagene Set-Point-Theorie des Übergewichts erklärbar (WEINSIER *et al.*, 2000). Wobei der hypothetische „Ponderostat“ (CABANAC, 2001) unter, auch extremen Ernährungsmodifikation keine oder nur sehr langsame Absenkungen des Körpergewichtszielwertes zu zeigen scheint (FARIAS *et al.*, 2011). Dieses Model erklärt jedoch nicht schlüssig, warum sportliche Aktivitäten so nachhaltige Effekte haben (könnten), wie die hier vorgelegten Ergebnisse andeuten. Neue Theorien, z. B. die im Umfeld der Antiaging-Forschung wiederbelebte, klassische Hormesistheorie, gehen davon aus, dass intermittierende sportliche Aktivitäten jenseits des reinen Energiebilanzeffektes hormetische Reize auf den Gesamtorganismus und seinen Metabolismus ausüben, die dann langanhaltend gesundheitsfördernde Wirkungen haben, wie beispielsweise ein dauerhaft gesenktes Körpergewicht (MATTSON, 2014). Über welche neurohumoralen oder anderen Steuer- und Signaltransduktionsmechanismen diese hormetischen Effekte vermittelt werden (könnten), ist derzeit Gegenstand zahlreicher Untersuchungen (NUNN *et al.*, 2010).

Ein Teil der weitgehend erhalten gebliebenen, nachhaltigen Gewichtsreduktion nach einem Jahr in der Gruppe mit zusätzlichem Fitnesssport dürfte darauf zurückzuführen sein, dass die initiale sportliche Intervention bei rund $\frac{3}{4}$ der Probandinnen, wenn auch in hoch variabler Quantität, fortgesetzt wurde. Obwohl dies heute kaum noch in Frage gestellt wird, bestätigt dies, dass sportliche, körperliche Aktivität mit die wichtigste gesundheitsfördernde Maßnahme mit adipositaspräventivem resp. gewichtsreduktivem Effekt ist (CHAPUT *et al.*, 2011).

7.5 Ausdauer- und Krafttraining

Die Integration von Krafttraining in den gesundheitsorientierten Fitnesssport wird derzeit eher selten praktiziert, obwohl viele, auch neueste Studien zeigen, dass dies unerlässlich ist, um z. B. bei metabolischem Syndrom oder Diabetes mellitus Typ II von Übergewichtigen oder Adipösen nachhaltig das Gewicht senken zu können (CLARK, 2015). Auch hinsichtlich des Proteinerhalts bei beschleunigtem Gewichtsverlust wirkt Krafttraining prophylaktisch, worauf zahlreiche Autoren seit Jahren hinweisen (FIGUEROA *et al.*, 2013; MURPHY *et al.*, 2015). Sportphysiologisch ist die Argumentation für das mit Ausdauersport kombinierte Krafttraining gradlinig: Je mehr Muskulatur im Körper vorhanden ist, um so mehr Muskeln können auch bei Ausdauerleistung aktiviert werden (wodurch sie dem Energiebilanzmodell der Adipositas folgend mehr Energie verbrauchen können). Zudem wird die aerobe Ausdauerleistung auf dem Laufband, am Crosstrainer oder beim Joggen kontinuierlich verbessert (KRAEMER *et al.*, 2004). Allerdings ist bei der Steigerung vor allem des Krafttrainings zu beachten, dass durch Zunahme der Muskelmasse das Körpergewicht ansteigen kann (SILLANPÄÄ *et al.*, 2009), was durch wiederholte Bioimpedanzmessungen (Fettmasse) belegbar ist. Zunehmend werden, in Studien erarbeitete Ergebnisse gerade zur Kombination von aeroben Ausdauer- und Krafttraining im gesundheitsorientierten Fitnesssport, auch als qualifizierte Empfehlungen ausgesprochen (BURICH *et al.*, 2015; FAUDE *et al.*, 2015).

7.6 Alltagstauglichkeit

Solche Publikationen zeigen auch, dass es auf die Frage nach, in Fitnesszentren mit qualifizierten Personal-Fitnesstrainern nachhaltig wirksame Gewichtsreduktionskonzepte gut umsetzbare, alltagstaugliche Antworten gibt. Ohne dass dies in der vorgelegten Studie untersucht wurde, ist anzunehmen, dass die Learning Curve für die Mitarbeiter von Finesseinrichtungen der geschilderten Art nur anfänglich hoch ist, dann aber mit wachsender Erfahrung rasch abfällt. Dies senkt dann auch die Aus- und Weiterbildungskosten, die ansonsten beim Personal-Fitnesstraining in verantwortungsbewusst arbeitenden, klientenorientierten Einrichtungen einen erheblichen Kostenanteil ausmachen können. Offen ist die Problematik der Schnittstellen Klient ~ Hausarzt, Hausarzt ~ Personal-Fitnesstrainer und Klient ~ Lifestylemodifikation jenseits der Finesseinrichtung. Die kursorischen Erfahrungen im Rahmen der vorgelegten Studie haben gezeigt, dass das höhere Ausmaß der sozialen Vernetzung in kleineren Gemeinden und Städten den Austausch und Kommunikation z. B. zwischen behandelndem Arzt und Personaltrainer fördert und erleichtert. Kritisch ist jedoch anzumerken, dass insbesondere Ärzte nahezu aller Disziplinen eine wenig sportaffine Empfehlungspraxis haben (HONG *et al.*, 2012; PATRA *et al.*, 2015; MATHESON *et al.*, 2011), selbst wenn alle ärztlichen Richtlinien sich dafür aussprechen (HASKELL *et al.*, 2007) oder es sich um lebensbedrohliche Indikationen wie Tumorerkrankungen handelt (BOURKE *et al.*, 2013).

Die gute Gewichtsreduktion unter beiden Regimen lässt hoffen, dass solche Konzepte nicht nur bei einer anfänglich sehr befriedigenden Gewichtsreduktion helfen, sondern auch den

Erhalt des erzielten Körpergewichtes über lange Zeit unterstützen. Moderne gewichtsreduktive bzw. Erhaltungs-Strategien setzen zunehmend auf alltagstaugliche Ernährungsformen in Kombination mit ebenfalls alltagstauglichen Sportverfahren.

7.7 Gruppenarbeit, psychomenteles Coaching

Die Bedeutung von Bezugsgruppen gleichartig Betroffener für Gewichtsreduktion wurde vielfach belegt (TEIXEIRA *et al.*, 2010; MITCHELL *et al.*, 2013). Die Zusammenführung vieler relevanter Betreuungs-Aspekte in einer wöchentlichen Gruppensitzung (zum Beispiel zur Vermittlung von Ernährungs-Informationen, Gruppen-Diskussionen von interventionsbegleitenden Problemen und anderem) erscheint demzufolge als eine der Hauptdeterminanten einer nachhaltigen Gewichtsreduktion. Die Integration eines anspruchsvollen, von Personal-Fitnesstraining begleiteten, aufbauenden Sportprogramms unterstützt nicht nur die Nachhaltigkeit des Gewichtsverlustes, sondern motiviert zusätzlich zu einer gesünderen, aktiveren Lebensweise (KHODAEI *et al.*, 2015).

Die Bedeutung von individueller Betreuung durch entsprechend qualifizierte Personal-Fitnesstrainer für den Erfolg von Gewichtsreduktionsprogrammen ist nur unzureichend dokumentiert (VENDITTI *et al.*, 2014). Offenbar, weil überwiegend telemedizinische Ideen als potentiell kostensenkender Ersatz für reales Lifestyle- und Sportcoaching in breiter Testanwendung ist. Allerdings, ohne so die erhofften nachhaltigen Effekte auf Gewichtsreduktion wirklich zu erreichen (SVETKEY *et al.*, 2015; MODAVE *et al.*, 2015; DENNISON *et al.*, 2014). Überzeugender sind hingegen die

wenigen (Einzelfall-)Berichte zu persönlichem Adipositascoaching (STELTER, 2015; FRATES *et al.*, 2016; HERRING *et al.*, 2014), die – wie die in der vorgelegten Studie ebenfalls beobachtet – von einer deutlichen Wirksamkeit von Angesicht zu Angesicht-/Lifestyle-Coaching berichten. Dass Klienten durchaus bereit sind, für solche wirksame Betreuung Geld zu bezahlen (JEROME *et al.*, 2015), sei nur am Rande bemerkt.

7.8 Kritikpunkte, Besonderheiten

Im Rahmen einer randomisierten klinischen Studie mit einem signifikant höheren Aufwand wären auch typische Kofaktoren mit Einfluss auf das Körpergewicht im Verlauf dokumentiert worden, wie zum Beispiel Nikotin- und Alkoholgebrauch, Schlafgewohnheiten, Stressbelastung, Fernsehgewohnheiten, soziale Einbindung, familiäre Adipositas-Disposition oder kognitive Parameter. Trotzdem dokumentieren die Verlaufstrends die wesentlichen Veränderungen, die mit modernen Ernährungs- und Sport-Interventionen möglich sind und von anderen Autoren ähnlich dargestellt werden. Anders als in den meisten kontrollierten Studien bildet sich in der vorgestellten Untersuchung ein wesentliches Stück Lebensalltag der Studienteilnehmerinnen und von Fitnessseinrichtung resp. Personal-Fitnesstrainern ab. Und bietet damit eine realistischere Sicht auf die Möglichkeiten einer multidisziplinären, integrativen Vorbeugungs- oder Behandlungsstrategie bei Übergewicht und Adipositas sowohl im zweiten als auch im ersten Gesundheitsmarkt.

Die in dieser Studie gewählte kalorische Restriktion (-15 %/Tag) entspricht der moderaten Untergrenze der Energiebeschränkung

in gängigen Gewichtsinterventionsprogrammen. Diese Begrenzung wurde zum einen gewählt, um die Vergleichbarkeit zu anderen Studienergebnisse zu erreichen. Gleichzeitig hat die langjährige Erfahrung gezeigt, dass die gewählte Energiebegrenzung (-15 % kcal/Tag) von den meisten Probandinnen akzeptiert wird (zumal sie, besonders bei stark übergewichtigen, rasche – und überaus motivierende – Abnehmerfolge in Kombination mit anderen Maßnahme ermöglicht). Eine Energierestriktion wurde auch deshalb gewählt, weil bei nahezu allen abnehmwilligen, übergewichtigen Frauen eine, vor allem durch Medieneinfluss entstandene, feste Vorstellungen von der überragenden Bedeutung von („falscher“) Ernährung bei Entstehung und Erhalt von Übergewicht und Adipositas vorliegen. Hier verstärkt jede Empfehlung zu einer Ernährungsmodifikation, und sei sie noch so klein, die individuelle Motivation, „ab jetzt das Richtige zu tun“. Studien zum Intervallfasten zeigen im übrigen, dass ein Fastentag pro Woche (bei vollständigem Nahrungsverzicht, aber unter Wasserzufuhr) erfolgreich beim akuten Abnehmen und dem dauerhaften Gewichtserhalt nachher ist. Die auf eine Woche bezogene Kalorienrestriktion beträgt ziemlich genau 15 % (HIRSCHLER *et al.*, 2013).

7.9 Vergleiche mit ähnlichen Studien

Zahlreiche Untersuchungen haben herausgearbeitet, dass durch Kalorienrestriktion bewirkter Gewichtsverlust durch sportliche Aktivität, wenn nicht zu einer Verbesserung der Gewichtsreduktion, doch immerhin zu einer signifikanten Verbesserung der (prädiabetischen) Stoffwechsellage führt („metabolische Fitness“) (LARSON *et al.*, 2010). Dies begründet

im Wesentlichen die, manchen publizierten Programmen widersprechende Forderung (z. B. „Weight Watchers“), Gewichtsreduktionskonzepte nach Möglichkeit mit körperlicher Aktivierung/Sport zu kombinieren.

Die Frage, ob eine low carb-/low glycemic index-Ernährung neben der erhofften „metabolischen Fitness“ nach dem Abnehmen auch nachhaltig gewichtserhaltend wirkt, ist – wie bereits erwähnt – nicht abschließend geklärt (PHILIPPOU *et al.*, 2009). Die metabolischen Vorteile irgendeiner speziellen Diät bei Diabetes mellitus Typ II werden in aktuellen Metaanalysen im übrigen grundsätzlich angezweifelt (DAVIS *et al.*, 2009). An dieser Stelle sei ein Zitat von Prof. Dr. *Sherry L. Pagoto*, University of Massachusetts Medical School, Worcester, und Prof. Dr. *Bradley M. Appelhans*, Rush University Medical Center, Chicago, erlaubt, das ihrer in JAMA erschienen Bewertung der US-amerikanischen Diät-Debatte entnommen ist („A Call for an End to the Diet Debates“), (JAMA, 2013; PAGOTO *et al.*, 2013). Da die Adipositas-Epidemie weiterhin besteht, ist die Zeit gekommen, die Suche nach einer ‚idealen‘ Diät zur Gewichtsreduktion und Krankheitsprävention zu beenden. Bei der Diät-Debatte in der wissenschaftlichen Welt über eine optimale, auf Makronährstoffe bezogene Gewichtsverlust-Ernährung, über die dann auch die Medien berichten, wirft wenig Licht auf die Behandlung von Übergewicht und kann die Öffentlichkeit bezüglich des korrekten Gewichtsmanagements in die Irre führen. Zahllose randomisierte Studien, die Diäten mit unterschiedlichster Makronährstoff-Zusammensetzung vergleichen (zum Beispiel wenig Kohlenhydrate, wenig Fette, mediterrane Diät), haben Unterschiede beim erzielten Gewichtsverlust und metabolischen

Risikofaktoren gezeigt, die nur sehr gering (also unter 1 kg liegen) und zudem sehr inkonsistent sind.“ (PAGOTO *et al.*, 2013) Die im Rahmen des hier vorgestellten Programmes erzielte Gewichtsreduktion dürfte demzufolge neben der angeleiteten sportlichen Aktivität, des psychomentalen Coachings und einer starken Gruppen-Motivierung nicht zuletzt durch die mittels individualisierter Ernährungspläne realisierte Kalorienrestriktion bedingt sein. Der Einsatz des low carb-/low glycemie index-Konzeptes in diesem Zusammenhang bietet sich vor allem wegen der nachhaltigen Umsetzung im Lebensalltag an, ohne dass potentielle Mangelsituationen anderer Diätformen zu erwarten sind.

7.10 Resümee

Übergewicht ist eine Geißel der modernen Zeit, an der mittlerweile mehr als eine Milliarde Menschen weltweit leiden. Immer drängender wird deshalb die Suche nach wirksamen Konzepten der präventiven Gewichtsreduktion. Einzelmaßnahmen sind dabei weniger wirksam als Kombinationsstrategien, die neben diätetischen Interventionen auch körperliche Bewegung, psychosoziale Gruppen-Meetings oder psychomentale Experten-Coachings umfassen. Die vorgelegte Arbeit zeigt, dass eine bestimmte Kombination solcher multimodal angelegten Konzepte bessere Ergebnisse beim Gewichtsverlust möglich macht, als manche solitäre Aktivitäten. Es wurde gezeigt, dass eine tief greifende Ernährungsumstellung entsprechend der low carb-/low glycemie index-Ernährung mit zusätzlicher Kalorienbegrenzung den mit angeleiteten sportlichen Kraft- und Ausdauer-Aktivitäten und einer psychosozialen Betreuung sowie wöchentlichen

Gruppentreffen erreichbaren Gewichtsverlust deutlich verbessert. Die Ernährungsumstellung verdoppelt den in drei Monaten erreichten Gewichtsverlust, die Reduktion des Bauchumfangs sowie den Fettmasse-Verlust (Bioimpedanzanalyse). Idealerweise sollten die gut alltagstauglichen Elemente des vorgestellten Kombinationskonzeptes (low carb-/low glycemis index-Ernährung, Kraft- und Ausdauertraining) noch mit Optionen zur körperlichen Aktivierung vor allem an Büroarbeitsplätzen kombiniert werden (LEVINE *et al.*, 2006, KOEPP *et al.*, 2013).

Multimodale Strategien unter Einbeziehung psychomentaler und Verhaltensänderungen unter persönlichem Monitoring durch qualifizierte Personal-Fitnesstrainer können Behandlungsergebnisse von Einzeltherapien verbessern und Ergebnisse über längere Zeit sichern. In ihrem hohen Individualisierungsbedarf bestätigt die praktische Versorgungsrealität dieser Studie mit übergewichtigen Klienten moderne Forschungen zur Adipositas, die zunehmend eine heterogene, individuell hoch unterschiedliche Pathogenese postulieren (was individuelle Therapiekonzepte erfordert). Möglicherweise ist das – teilweise – Versagen vieler Adipositas-Therapieansätze mit einem Zuviel an unpersönlicher Maßnahmen-Strukturierung und mit einem Zuwenig an individueller Lebenssituations-Berücksichtigung begründbar. Besonders multidisziplinäre Interventionsstrategien, deren Einzelmaßnahmen ein hohes Potential an nachhaltiger Anwendbarkeit zeigen, könnten Klienten durch temporäres Personal-Fitnesstraining eine Fülle an Möglichkeiten zum lebensbegleitenden Gewichtsmanagement eröffnen. Und damit realisierbare Chancen zum selbstverantwortlichen Umgang mit einem der aktuell wichtigsten gesundheits- und

lebensqualitätsfördernden Individualziele bieten – der Normalisierung des Körpergewichts.

Die 12-wöchige Umstellung auf eine kalorienreduzierte (-15 %) low carb-Ernährung führte zu einer deutlichen, mittleren Gewichtsreduktion um 4,6 kg (\pm 16,7 kg, -5,1 %). Bei zusätzlichem Kraft- und Ausdauertraining dreimal wöchentlich unter Personal-Fitnesstraineranleitung verdoppelte sich die Gewichtsreduktion um 9,1 kg (\pm 12,6 kg, -10,2 %). Beide Gruppen absolvierten psychomenteales Coaching, Gruppensitzungen und Fortbildungsseminare. Wie in anderen Studien zu verschiedensten Adipositas-Interventionen kehrten Körpergewicht, Taillenumfang und BIA-Fettmasse in der Nur low carb-Gruppe 52 Wochen nach Studieneinschluss fast wieder zu den Anfangswerten zurück. In der Gruppe mit zusätzlichem Sport blieb die erzielte Gewichtsreduktion auch 52 Wochen nach Studieneinschluss allerdings weitgehend erhalten. Das gleiche galt für die nachhaltig erhaltene Absenkung von Taillenumfang und BIA-Fettmasse in dieser Gruppe. Dies bestätigt die Erfahrung, dass eine Antiadipositas-Strategie unter Einschluss von körperlicher Aktivierung und Sport besonders und nachhaltig erfolgreich ist (GRUBBS *et al.*, 1993; MEKARY *et al.*, 2010), nicht zuletzt im Setting von Fitnessseinrichtungen bei der Breitenversorgung von übergewichtigen Klienten. Schließlich konnte gezeigt werden, dass auch in der Arbeitswirklichkeit kommerzieller Fitness-Studios Interventions-Studien mit versorgungsrelevanten Aussagen durchführbar sind, sofern die Rahmenbedingungen methodisch reproduzierbar definiert sind (BEEDIE *et al.*, 2014).

8 Literaturverzeichnis

ADIE, J.W., DUDA, J.L. & NTOUMANIS, N. (2008). Autonomy support, basic need satisfaction and the optimal functioning of adult male and female sport participants: A test of basic needs theory. *Motiv Emot.* 2008;32(3):189-199.

ALLEGRI C, RUSSO E, ROGGI C, CENA H: Quality of life (QoL) and motivation for treatment: a female issue? *Eat Weight Disord.* 2008 Mar;13(1):e8-e13.

ALWAN A (ed.): Global status report on noncommunicable diseases 2010. World Health Organization, Genf, 2011 (und Aktualisierungen, www.who.int/nmh/publications/ncd_report2010/en/).

ANDERSON JW, KONZ EC, FREDERICH RC, WOOD CL: Long-term weight-loss maintenance: a meta-analysis of US studies. *Am J Clin Nutr.* 2001 Nov;74(5):579-584.

ANTUNA-PUENTE B, FEVE B, FELLAHI S, BASTARD JP: Adipokines: the missing link between insulin resistance and obesity. *Diabetes Metab.* 2008 Feb;34(1):2-11.

ARBEITSGEMEINSCHAFT DER SPITZENVERBÄNDE DER KRANKENKASSEN (Hrsg.): Gemeinsame und einheitliche Handlungsfelder und Kriterien der Spitzenverbände der gesetzlichen Krankenkassen zur Umsetzung von § 20 Abs.1 und 2 SGB V vom 21. Juni 2000 in der Fassung vom 12. September 2003.

ARMENDÁRIZ-ANGUIANO AL, JIMÉNEZ-CRUZ A, BACARDÍ-GASCÓN M, HURTADO-AYALA L: Effect of a low glycemic load on body composition and Homeostasis Model Assessment (HOMA) in overweight and obese subjects. *Nutr Hosp.* 2011 Jan-Feb;26(1):170-175.

ASLAM M, ECKHAUSER AW, DORMINY CA, DOSSETT CM, CHOI L, BUCHOWSKI MS: Assessing Body Fat Changes during Moderate Weight Loss with Anthropometry and Bioelectrical Impedance. *Obes Res Clin Pract.* 2009 Nov 1;3(4):209.

ASTRUP A, BOVY MW, NACKENHORST K, POPOVA AE: Food for thought or thought for food?--a stakeholder dialogue around the role of the snacking industry in addressing the obesity epidemic. *Obes Rev.* 2006 Aug;7(3):303-312.

ATKINS RC, HERWOOD RW: Dr. Atkins Diät-Revolution. Gouverts Krüger Stahlberg Verlag GmbH, Frankfurt/M., 1974.

AUNE D, NORAT T, LEITZMANN M, TONSTAD S, VATTEN LJ: Physical activity and the risk of type 2 diabetes: a systematic review and dose-response meta-analysis. *Eur J Epidemiol.* 2015 Jul;30(7):529-542.

BACHL N, SCHWARZ W, ZEIBIG J: Fit ins Alter – Mit richtiger Bewegung jung bleiben. Springer, Heidelberg, 2006.

BEEDIE C, MANN S, JIMENEZ A: Community fitness center-based physical activity interventions: a brief review. *Curr Sports Med Rep.* 2014 Jul-Aug;13(4):267-74.

BEISE U, HEIMES S, SCHWARZ W: Gesundheits- und Krankheitslehre. Lehrbuch für die Gesundheits-, Kranken- und Altenpflege. Springer, Heidelberg, 2013.

BELL DS: Changes seen in gut bacteria content and distribution with obesity: causation or association? *Postgrad Med.* 2015 Nov;127(8):863-868.

BELL S, BRAUN G, BROMBACH C, EISINGER-WATZL M, GÖTZ A, HARTMANN B, HEUER T, HEYER A, HILBIG A, HUTH R, KREMS C, MÖSENER J, OLTERS DORF U, PFAU C, PUST S, RICHTER A, SIEWE-REINKE A, STRASSBURG A, TSCHIDA A, WAGNER U, VÁSQUEZ-CAICEDO AL, KORN L: Nationale Verzehrsstudie II. Max Rubner-Institut, Bundesforschungsinstitut für Ernährung und Lebensmittel. Karlsruhe, 2008.

BELLACH BM: Der Bundes-Gesundheitssurvey 1998 - Erfahrungen, Ergebnisse, Perspektiven. *Gesundheitswesen* 1999;61(Sonderheft 2):S55-S56.

BERGMANN KE, MENSINK GBM: Körpermaße und Übergewicht. *Gesundheitswesen.* 1999;61(Sonderheft 2): S115-S120.

BIDDLE SJH, BENGOCHEA GARCÍA E, PEDISIC Z, BENNIE J, VERGEER I, WIESNER G: Screen Time, Other Sedentary Behaviours, and Obesity Risk in Adults: A Review of Reviews. *Curr Obes Rep.* 2017 Jun;6(2):134-147.

BLACKBURN H, LABARTHE D: Stories from the evolution of guidelines for causal inference in epidemiologic associations: 1953-1965. *Am J Epidemiol.* 2012 Dec 15;176(12):1071-1077.

BLEAU C, KARELIS AD, ST-PIERRE DH, LAMONTAGNE L: Crosstalk between intestinal microbiota, adipose tissue and skeletal muscle as an early event in systemic low-grade inflammation and the development of obesity and diabetes. *Diabetes Metab Res Rev.* 2015 Sep;31(6):545-561.

BLOCK G, AZAR KM, ROMANELLI RJ, BLOCK TJ, HOPKINS D, CARPENTER HA, DOLGINSKY MS, HUDES ML, PALANIAPPAN LP, BLOCK CH: Diabetes Prevention and Weight Loss with a Fully Automated Behavioral Intervention by Email, Web, and Mobile Phone: A Randomized Controlled Trial Among Persons with Prediabetes. *J Med Internet Res.* 2015 Oct 23;17(10):e240.

BÖNING U, KEGEL C: Ergebnisse der Coaching-Forschung. Springer, Heidelberg, 2015.

BORGES NC, VASCONCELLOS RS, CARCIOFI AC, GONÇALVES KN, PAULA FJ, FILHO DE, CANOLA JC: DXA, bioelectrical impedance, ultrasonography and biometry for the estimation of fat and lean mass in cats during weight loss. *BMC Vet Res.* 2012 Jul 10;8:111.

BOURKE L, HOMER KE, THAHA MA, STEED L, ROSARIO DJ, ROBB KA, SAXTON JM, TAYLOR SJ: Interventions for promoting habitual exercise in people living with and beyond cancer. *Cochrane Database Syst Rev.* 2013 Sep 24;9:CD010192.

BRANTLEY PJ, MYERS VH, ROY HJ: Environmental and lifestyle influences on obesity. *J La State Med Soc.* 2005 Jan;157 Spec No 1:S19-S27.

BRAVATA DEM, SANDERS L, HUANG J, KRUMHOLZ HM, OLKIN I, GARDNER CD, BRAVATA DAM: Efficacy and safety of low-carbohydrate diets. *JAMA.* 2003;289:1837-1850.

BREHM W: Qualitäten und deren Sicherung im Gesundheitssport. *In: Rütten A (Hrsg.): Public Health und Sport.* Nagelschmid, Stuttgart, 1998.

BREHM W: Gesundheitssport – Kernziele, Programme, Evidenzen. *In: Kirch W, Badura B (Hrsg.): Prävention.* Springer, Heidelberg, 2006.

BUBENZER RH, HIRSCHLER M: Abnehmen mit iFasten - Wissenschaft und Anwendung. *multi MED vision,* Berlin, 2013.

BUCHENAU P (Hrsg.): Chefsache Prävention II. Mit Vorsorgemaßnahmen zum persönlichen und unternehmerischen Erfolg. *Gabler,* Heidelberg, 2015.

BUCHHOLZ AC1, SCHOELLER DA: Is a calorie a calorie? *Am J Clin Nutr.* 2004 May;79(5):899S-906S.

BULLOCK VE, GRIFFITHS P, SHERAR LB, CLEMES SA: Sitting time and obesity in a sample of adults from Europe and the USA. *Ann Hum Biol.* 2017 May;44(3):230-236.

BURANI J, LONGO PJ: Low-glycemic index carbohydrates: an effective behavioral change for glycemic control and weight management in patients with type 1 and 2 diabetes. *Diabetes Educ.* 2006 Jan-Feb;32(1):78-88.

BURICH R, TELJIGOVIĆ S, BOYLE E, SJØGAARD G: Aerobic training alone or combined with strength training affects fitness in elderly: Randomized trial. *Eur J Sport Sci.* 2015 Nov;15(8):773-783.

BUSCEMI S, CASTELLINI G, BATSIS JA, RICCA V, SPRINI D, GALVANO F, GROSSO G, ROSAFIO G, CARAVELLO M, RINI GB: Psychological and behavioural factors associated with long-term weight maintenance after a multidisciplinary treatment of uncomplicated obesity. *Eat Weight Disord.* 2013 Dec;18(4):351-358.

CABANAC M: Regulation and the ponderostat. *Int J Obes Relat Metab Disord*. 2001 Dec;25 Suppl 5:S7-S12.

CATOI AF, PARVU AE, ANDREICUT AD, MIRONIUC A, CRACIUN A, CATOI C, POP ID: Metabolically Healthy versus Unhealthy Morbidly Obese: Chronic Inflammation, Nitro-Oxidative Stress, and Insulin Resistance. *Nutrients*. 2018 Sep 1;10(9). pii: E1199.

CHAPUT JP, TREMBLAY A: Obesity and physical inactivity: the relevance of reconsidering the notion of sedentariness. *Obes Facts*. 2009;2(4):249-254.

CHAPUT JP, KLINGENBERG L, ROSENKILDE M, GILBERT JA, TREMBLAY A, SJÖDIN A: Physical activity plays an important role in body weight regulation. *J Obes*. 2011;2011. pii: 360257.

CHAUDHRI OB, WYNNE K, BLOOM SR: Can gut hormones control appetite and prevent obesity? *Diabetes Care*. 2008 Feb;31 Suppl 2:S284-S289.

CHEW I, BRAND JC, THORBURN AW, TRUSWELL AS: Application of glycemic index to mixed meals. *Am J Clin Nutr*. 1988 Jan;47(1):53-56.

CLARK JE: Diet, exercise or diet with exercise: comparing the effectiveness of treatment options for weight-loss and changes in fitness for adults (18-65 years old) who are overfat, or obese; systematic review and meta-analysis. *J Diabetes Metab Disord*. 2015 Apr 17;14:31.

COOPER TC, SIMMONS EB, WEBB K, BURNS JL, KUSHNER RF: Trends in Weight Regain Following Roux-en-Y Gastric Bypass (RYGB) Bariatric Surgery. *Obes Surg*. 2015 Aug;25(8):1474-1481.

DANESE A, TAN M: Childhood maltreatment and obesity: systematic review and meta-analysis. *Mol Psychiatry*. 2013 May;19(5):544-554.

DAS SK, GILHOOLY CH, GOLDEN JK, PITTAS AG, FUSS PJ, CHEATHAM RA, TYLER S, TSAY M, MCCRORY MA, LICHTENSTEIN AH, DALLAL GE, DUTTA C, BHAPKAR MV, DELANY JP, SALTZMAN E, ROBERTS SB: Long-term effects of 2 energy-restricted diets differing in glycemic load on dietary adherence, body composition, and metabolism in CALERIE: a 1-y randomized controlled trial. *Am J Clin Nutr*. 2007 Apr;85(4):1023-1030.

DAVENPORT A: Does peritoneal dialysate affect body composition assessments using multi-frequency bioimpedance in peritoneal dialysis patients? *Eur J Clin Nutr*. 2013 Feb;67(2):223-225.

DAVIS N, FORBES B, WYLIE-ROSETT J: Nutritional strategies in type 2 diabetes mellitus. *Mt Sinai J Med*. 2009 Jun;76(3):257-268.

DEIGHTON K, BATTERHAM RL, STENSEL DJ: Appetite and gut peptide responses to exercise and calorie restriction. The effect of modest energy deficits. *Appetite*. 2014 Oct;81:52-59.

DELZENNE NM, NEYRINCK AM, CANI PD: Gut microbiota and metabolic disorders: How prebiotic can work? *Br J Nutr.* 2013 Jan;109 Suppl 2:S81-S85.

DENNISON L, MORRISON L, LLOYD S, PHILLIPS D, STUART B, WILLIAMS S, BRADBURY K, RODERICK P, MURRAY E, MICHIE S, LITTLE P, YARDLEY L: Does brief telephone support improve engagement with a web-based weight management intervention? Randomized controlled trial. *J Med Internet Res.* 2014 Mar 28;16(3):e95.

DEUTSCHER SPORTBUND (DSB): Qualitätssiegel „Sport pro Gesundheit“. DSB, Frankfurt/Main, 2000.

DEUTSCHER TURNERBUND (DTB): Pluspunkt Gesundheit. DTB, Frankfurt, 2003.

DEVARAJ S, HEMARAJATA P, VERSALOVIC J: The human gut microbiome and body metabolism: implications for obesity and diabetes. *Clin Chem.* 2013 Apr;59(4):617-628.

DOMBROWSKI SU, KNITTLE K, AVENELL A, ARAÚJO-SOARES V, SNIEHOTTA FF: Long term maintenance of weight loss with non-surgical interventions in obese adults: systematic review and meta-analyses of randomised controlled trials. *BMJ.* 2014 May 14;348:g2646.

DONNELLY JE, BLAIR SN, JAKICIC JM, MANORE MM, RANKIN JW, SMITH BK: American College of Sports Medicine: 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.* 2009 Feb;41(2):459-471.

ARBEITGEBERVERBAND DEUTSCHER FITNESS- UND GESUNDHEITSANLAGEN (DSSV), DEUTSCHE HOCHSCHULE FÜR PRÄVENTION UND GESUNDHEITSMANAGEMENT (DHFP), WIRTSCHAFTSPRÜFUNGS- UND BERATUNGSUNTERNEHMEN DELOITTE: DSVV Eckdaten 2019 der deutschen Fitness-Wirtschaft. Sportstudio-Verlag, Hamburg, 2019.

DUNFORD M, DOYLE JA: Nutrition for Sport and Exercise. Thomson Wadsworth, Belmont, 2008.

DUVAL K, MARCEAU P, LESCELLEUR O, HOULD FS, MARCEAU S, BIRON S, LEBEL S, PÉRUSSE L, LACASSE Y: Health-related quality of life in morbid obesity. *Obes Surg.* 2006 May;16(5):574-579.

EBBELING CB, LEIDIG MM, FELDMAN HA, LOVESKY MM, LUDWIG DS: Effects of a low-glycemic load vs low-fat diet in obese young adults: a randomized trial. *JAMA.* 2007 May 16;297(19):2092-2102.

EL HAJJ BOUTROS G, MORAIS JA, KARELIS AD: Current Concepts in Healthy Aging and Physical Activity: A Viewpoint. *J Aging Phys Act.* 2019 Mar 27:1-7.

ELLROTT T, PUDEL V: Kohlenhydratarme Diäten (Low-Carb) zur Gewichtsreduktion. *Ernährungsumschau*. 2005;52:48-51.

ERIK LANDHUIS C, POULTON R, WELCH D, HANCOX RJ: Programming Obesity and Poor Fitness: The Long-term Impact of Childhood Television. *Obesity* (Silver Spring). 2008 Jun;16(6):1457-1459.

ERLANSON-ALBERTSSON C, ZETTERSTRÖM R: The global obesity epidemic: snacking and obesity may start with free meals during infant feeding. *Acta Paediatr*. 2005 Nov;94(11):1523-1531.

FABRICATORE AN, WADDEN TA, EBBELING CB, THOMAS JG, STALLINGS VA, SCHWARTZ S, LUDWIG DS: Targeting dietary fat or glycemic load in the treatment of obesity and type 2 diabetes: a randomized controlled trial. *Diabetes Res Clin Pract*. 2011 Apr;92(1):37-45.

FALLNER H, POHL M: Coaching mit System – Die Kunst nachhaltiger Beratung. Verlag für Sozialwissenschaften, Wiesbaden, 2005.

FARIAS MM, CUEVAS AM, RODRIGUEZ F: Set-point theory and obesity. *Metab Syndr Relat Disord*. 2011 Apr;9(2):85-89.

FAUDE O, ZAHNER L, DONATH L: Trainingsprinzipien im gesundheitsorientierten Freizeitsport. *Ther Umsch*. 2015 May;72(5):327-334.

FEIL W, WESSINGHAGE T, REICHENAUER-FEIL A, FEIL V: Body-Coach: Mach das Beste aus dir!: Wie Sie durch richtiges Zusammenspiel von Ernährung, Bewegung & Co. Ihren Traum von sich selbst verwirklichen. Trias, Stuttgart, 2008.

FEINMAN RD, FINE EJ: Thermodynamics and metabolic advantage of weight loss diets. *Metab Syndr Relat Disord*. 2003 Sep;1(3):209-219.

FIGUEROA A, VICIL F, SANCHEZ-GONZALEZ MA, WONG A, ORMSBEE MJ, HOOSHMAND S, DAGGY B: Effects of diet and/or low-intensity resistance exercise training on arterial stiffness, adiposity, and lean mass in obese postmenopausal women. *Am J Hypertens*. 2013 Mar; 26(3):416-423.

FOSTER GD, WYATT HR, HILL JO, MCGUCKIN BG, BRILL C, MOHAMMED S, SZAPARY PO, RADER DJ, EDMAN JS, KLEIN S: A randomized trial of low-carbohydrate diet for obesity. *N Engl J Med*. 2003;348:2082-2090.

FOX SM, HASKELL WL: The exercise stress test: needs for standardization. In: Eliakim M, Neufeld HN (eds). *Cardiology: Current Topics and Progress* (6th ed). Academic Press, New York, 1970 (pp 149-154).

FRANÇA SL, SAHADE V, NUNES M, ADAN LF: Adherence to nutritional therapy in obese adolescents; a review. *Nutr Hosp*. 2013 Jul-Aug;28(4):988-998.

FRATES EP, CRANE ME: Lifestyle medicine consulting walking meetings for sustained weight loss. *BMJ Case Rep.* 2016 Feb 1;2016. pii: bcr2015213218.

GARIEPY G, NITKA D, SCHMITZ N: The association between obesity and anxiety disorders in the population: a systematic review and meta-analysis. *Int J Obes (Lond).* 2010 Mar;34(3):407-419.

GERARD EL, SNOW RC, KENNEDY DN, FRISCH RE, GUIMARAES AR, BARBIERI RL, SORENSEN AG, EGGLIN TK, ROSEN BR: Overall body fat and regional fat distribution in young women: quantification with MR imaging. *AJR Am J Roentgenol.* 1991 Jul;157(1):99-104.

GIBSON LJ, PETO J, WARREN JM, DOS SANTOS SILVA I: Lack of evidence on diets for obesity for children: a systematic review. *Int J Epidemiol.* 2006 Dec;35(6):1544-1552.

GIMBEL B (Hrsg.): *Körpermanagement – Handbuch für Trainer und Experten in der betrieblichen Gesundheitsförderung.* Springer, Heidelberg, 2014.

GISKES K, KAMPHUIS CB, VAN LENTHE FJ, KREMERS S, DROOMERS M, BRUG J: A systematic review of associations between environmental factors, energy and fat intakes among adults: is there evidence for environments that encourage obesogenic dietary intakes? *Public Health Nutr.* 2007 Oct;10(10):1005-1017.

GLENN J: Austria plans gym discounts to help citizens get fit. *Lancet.* 2006 May 13;367(9522):1563.

GÖHNER W, SCHLATTERER M, SEELIG H, FREY I, BERG A, FUCHS R: Two-year follow-up of an interdisciplinary cognitive-behavioral intervention program for obese adults. *J Psychol.* 2012 Jul-Aug;146(4):371-391.

GREEN LW, BRANCATI FL, ALBRIGHT A: Primary Prevention of Diabetes Working Group: Primary prevention of type 2 diabetes: integrative public health and primary care opportunities, challenges and strategies. *Fam Pract.* 2012 Apr;29 Suppl 1:i13-i23.

GREIF S: Wie wirksam ist Coaching? - Ein umfassendes Evaluationsmodell für Praxis und Forschung. *In: Wegener R, Loebbert M, Fritze A (Hrsg.): Coaching-Praxisfelder. Forschung und Praxis im Dialog.* Springer VS, Wiesbaden, 2013.

GROSU EF, GROSU VT, DELIA NB: The Relation between Mental Training and the Physiological Index in Artistic Gymnastics. *Int J Sports Science.* 2013;3(4):97-101.

GRUBBS L: The critical role of exercise in weight control. *Nurse Pract.* 1993 Apr;18(4):20-2, 25-6, 29.

GUDZUNE KA, DOSHI RS, MEHTA AK, CHAUDHRY ZW, JACOBS DK, VAKIL RM, LEE CJ, BLEICH SN, CLARK JM: Efficacy of commercial weight-

loss programs: an updated systematic review. *Ann Intern Med.* 2015 Apr 7;162(7):501-512.

GÜLLICH A, KRÜGER M (Hrsg.): Sport - Das Lehrbuch für das Sportstudium. Spektrum, Heidelberg, 2013.

HAINER V, TOPLAK H, MITRAKOU A: Treatment modalities of obesity: what fits whom? *Diabetes Care.* 2008 Feb;31 Suppl 2:S269-S277.

HANCOX RJ, MILNE BJ, POULTON R: Association between child and adolescent television viewing and adult health: a longitudinal birth cohort study. *Lancet.* 2004 Jul 17-23;364(9430):257-262.

HARTMANN PK: Glückseligkeitslehre für das physische Leben des Menschen: Ein diätetischer Führer durch das Leben. 4. Aufl., gänzlich umgearb. u. verm. v. Moritz Schreber. Geibel, Leipzig, 1861.

HASKELL WL, LEE IM, PATE RR, POWELL KE, BLAIR SN, FRANKLIN BA, MACERA CA, HEATH GW, THOMPSON PD, BAUMAN A: Physical activity and public health: updated recommendation for adults from the American College of Sports Medicine and the American Heart Association. *Med Sci Sports Exerc.* 2007 Aug;39(8):1423-1434.

HASSAN Y, HEAD V, JACOB D, BACHMANN MO, DIU S, FORD J: Lifestyle interventions for weight loss in adults with severe obesity: a systematic review. *Clin Obes.* 2016 Dec;6(6):395-403.

HAUNER D, HAUNER H: Übergewicht – endlich gesund abnehmen. Trias, Stuttgart, 2006.

HAUNER H, BERG A: Körperliche Bewegung zur Prävention und Behandlung der Adipositas. *Dtsch Arztebl.* 2000 Mar 24;97(12):A-768 / B-649 / C-617.

HEGARTY RS, MCPHEE MJ, ODDY VH, THOMAS BJ, WARD LC: Prediction of the chemical composition of lamb carcasses from multi-frequency impedance data. *Br J Nutr.* 1998 Feb;79(2):169-176.

HEGGEN E, KLEMSDAL TO, HAUGEN F, HOLME I, TONSTAD S: Effect of a low-fat versus a low-glycemic-load diet on inflammatory biomarker and adipokine concentrations. *Metab Syndr Relat Disord.* 2012 Dec;10(6):437-442.

HEIMAN ML, WITCHER DR: Ghrelin in obesity. *Metab Syndr Relat Disord.* 2006 Spring;4(1):37-42.

HEMETEK U, ERNERT A, WIEGAND S, BAU AM: Welche Faktoren beeinflussen die Gewichtsstabilisierung nachhaltig? Eine qualitative Befragung von Kindern und Jugendlichen sowie deren Eltern, nach Teilnahme an einem Gewichtsreduktionsprogramm. *Gesundheitswesen.* 2015 Nov;77(11):888-894.

HENDEL HW, GOTFREDSEN A, HØJGAARD L, ANDERSEN T, HILSTED J: Change in fat-free mass assessed by bioelectrical impedance, total body potassium

and dual energy X-ray absorptiometry during prolonged weight loss. *Scand J Clin Lab Invest.* 1996 Dec;56(8):671-679.

HERMANN HD, MAYER J: Sportpsychologische Praxis im Fußball. *In:* Beckmann-Waldenmeyer D, Beckmann J (Hrsg.): *Handbuch sportpsychologischer Praxis – Mentales Training in den olympischen Sportarten.* Spitta, Balingen, 2012.

HERPERTZ S, DE ZWAAN M, ZIPFEL S (Hrsg.): *Handbuch Essstörungen und Adipositas.* Springer, Heidelberg, 2015.

HERRING LY, WAGSTAFF C, SCOTT A: The efficacy of 12 weeks supervised exercise in obesity management. *Clin Obes.* 2014 Aug;4(4):220-7.

HILL JO: Understanding and addressing the epidemic of obesity: an energy balance perspective. *Endocr Rev.* 2006 Dec;27(7):750-761.

HO M, GARNETT SP, BAUR LA, BURROWS T, STEWART L, NEVE M, COLLINS C: Impact of dietary and exercise interventions on weight change and metabolic outcomes in obese children and adolescents: a systematic review and meta-analysis of randomized trials. *JAMA Pediatr.* 2013 Aug 1;167(8):759-768.

HODGE AM, ENGLISH DR, O'DEA K, GILES GG: Glycemic index and dietary fiber and the risk of type 2 diabetes. *Diabetes Care.* 2004 Nov;27(11):2701-2706.

HOFMEISTER M: Wer waren die Begründer des Medikamentes ‚Bewegung‘? *ZKM.* 2012;3:14-18.

HONG Y, ORY MG, LEE C, WANG S, PULCZINKSI J, FORJUOH SN: Walking and neighborhood environments for obese and overweight patients: perspectives from family physicians. *Fam Med.* 2012 May;44(5):336-341.

HUR SJ, KIM DH, CHUN SC, LEE SK: Effect of adenovirus and influenza virus infection on obesity. *Life Sci.* 2013 Oct 11;93(16):531-535.

HUTCHESSON MJ, COLLINS CE, MORGAN PJ, CALLISTER R: An 8-week web-based weight loss challenge with celebrity endorsement and enhanced social support: observational study. *J Med Internet Res.* 2013 Jul 4;15(7):e129.

JAFFRIN MY: Body composition determination by bioimpedance: an update. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care.* 2009 Sep;12(5):482-486.

JAKICIC JM, CLARK K, COLEMAN E, DONNELLY JE, FOREYT J, MELANSON E, VOLEK J, VOLPE SL; AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE: American College of Sports Medicine position stand. Appropriate intervention strategies for weight loss and prevention of weight regain for adults. *Med Sci Sports Exerc.* 2001 Dec;33(12):2145-2156.

JAKICIC JM, DAVIS KK, ROGERS RJ, KING WC, MARCUS MD, HELSEL D, RICKMAN AD, WAHED AS, BELLE SH: Effect of Wearable Technology

Combined With a Lifestyle Intervention on Long-term Weight Loss: The IDEA Randomized Clinical Trial. *JAMA*. 2016 Sep 20;316(11):1161-1171.

JANSSEN F, KUNST AE: The Netherlands Epidemiology and Demography Compression of Morbidity research group: Cohort patterns in mortality trends among the elderly in seven European countries, 1950-99. *Int J Epidemiol*. 2005 Oct;34(5):1149-1159.

JAPAS C, KNUTSEN S, DEHOM S, DOS SANTOS H, TONSTAD S: Body mass index gain between ages 20 and 40 years and lifestyle characteristics of men at ages 40-60 years: the Adventist Health Study-2. *Obes Res Clin Pract*. 2014 Nov-Dec;8(6):e549-e557.

JEFFERY RW, DREWNOWSKI A, EPSTEIN LH, STUNKARD AJ, WILSON GT, WING RR, HILL DR: Long-term maintenance of weight loss: current status. *Health Psychol*. 2000 Jan;19(1 Suppl):5-16.

JENKINS DJ, KENDALL CW, MCKEOWN-EYSSEN G, JOSSE RG, SILVERBERG J, BOOTH GL, VIDGEN E, JOSSE AR, NGUYEN TH, CORRIGAN S, BANACH MS, ARES S, MITCHELL S, EMAM A, AUGUSTIN LS, PARKER TL, LEITER LA: Effect of a low-glycemic index or a high-cereal fiber diet on type 2 diabetes: a randomized trial. *JAMA*. 2008 Dec 17;300(23):2742-2753.

JENKINS DJ, WOLEVER TM, TAYLOR RH, BARKER H, FIELDEN H, BALDWIN JM, BOWLING AC, NEWMAN HC, JENKINS AL, GOFF DV: Glycemic index of foods: a physiological basis for carbohydrate exchange. *Am J Clin Nutr*. 1981 Mar;34(3):362-366.

JENNINGS A, BARNES S, OKEREKE U, WELCH A: Successful weight management and health behaviour change using a health trainer model. *Perspect Public Health*. 2013 Jul;133(4):221-226.

JEROME GJ, ALAVI R, DAUMIT GL, WANG NY, DURKIN N, YEH HC, CLARK JM, DALCIN A, COUGHLIN JW, CHARLESTON J, LOUIS TA, APPEL LJ: Willingness to pay for continued delivery of a lifestyle-based weight loss program: The Hopkins POWER trial. *Obesity (Silver Spring)*. 2015 Feb;23(2):282-285.

JEUKENDRUP A: A step towards personalized sports nutrition: carbohydrate intake during exercise. *Sports Med*. 2014 May;44 Suppl 1:S25-S33.

JOHNS DJ, HARTMANN-BOYCE J, JEBB SA, AVEYARD P; BEHAVIOURAL WEIGHT MANAGEMENT REVIEW GROUP: Diet or exercise interventions vs combined behavioral weight management programs: a systematic review and meta-analysis of direct comparisons. *J Acad Nutr Diet*. 2014 Oct;114(10):1557-1568.

JOHNSON F, WARDLE J: The association between weight loss and engagement with a web-based food and exercise diary in a commercial weight loss programme: a retrospective analysis. *Int J Behav Nutr Phys Act*. 2011 Aug 2;8:83.

JUNG CH, LEE WJ, SONG KH: Metabolically healthy obesity: a friend or foe? *Korean J Intern Med.* 2017 Jul;32(4):611-621.

JURASCHEK SP, BLAHA MJ, WHELTON SP, BLUMENTHAL R, JONES SR, KETEVIAN SJ, SCHAIRER J, BRAUNER CA, AL-MALLAH MH: Physical fitness and hypertension in a population at risk for cardiovascular disease: the Henry Ford Exercise Testing (FIT) Project. *J Am Heart Assoc.* 2014 Dec;3(6):e001268.

KATZMARZYK PT, LEAR SA: Physical activity for obese individuals: a systematic review of effects on chronic disease risk factors. *Obes Rev.* 2012 Feb;13(2):95-105.

KALLIO P, KOLEHMAINEN M, LAAKSONEN DE, KEKÄLÄINEN J, SALOPURO T, SIVENIUS K, PULKKINEN L, MYKKÄNEN HM, NISKANEN L, UUSITUPA M, POUTANEN KS: Dietary carbohydrate modification induces alterations in gene expression in abdominal subcutaneous adipose tissue in persons with the metabolic syndrome: the FUNGENUT Study. *Am J Clin Nutr.* 2007 May;85(5):1417-1427.

KEITH SW, REDDEN DT, KATZMARZYK PT, BOGGIANO MM, HANLON EC, BENCA RM, RUDEN D, PIETROBELLI A, BARGER JL, FONTAINE KR, WANG C, ARONNE LJ, WRIGHT SM, BASKIN M, DHURANDHAR NV, LIJOI MC, GRILO CM, DELUCA M, WESTFALL AO, ALLISON DB: Putative contributors to the secular increase in obesity: exploring the roads less traveled. *Int J Obes (Lond).* 2006 Nov;30(11):1585-1594.

KEYS A: Atherosclerosis: a problem in newer public health. *J Mt Sinai Hosp.* 1953;20(2):118-139.

KHODAEI M, OLEWINSKI L, SHADGAN B, KININGHAM RR: RAPID Weight Loss in Sports with Weight Classes. *Curr Sports Med Rep.* 2015 Nov-Dec;14(6):435-441.

KICKBUSCH I: Gesundheitsförderung. *In: Schwartz FW, Badura B, Busse R, Leidl R, Raspe H, Siegrist J, Walter U (Hrsg.): Public Health. Gesundheit und Gesundheitswesen.* Urban & Fischer, München & Jena, 2003.

KIMMONS JE, BLANCK HM, TOHILL BC, ZHANG J, KHAN LK: Associations between body mass index and the prevalence of low micronutrient levels among US adults. *MedGenMed.* 2006 Dec 19;8(4):59.

KIRWAN JP, BARKOUKIS H, BROOKS LM, MARCHETTI CM, STETZER BP, GONZALEZ F: Exercise training and dietary glycemic load may have synergistic effects on insulin resistance in older obese adults. *Ann Nutr Metab.* 2009;55(4):326-333.

KOEPF GA, MANOHAR CU, MCCRADY-SPITZER SK, BEN-NER A, HAMANN DJ, RUNGE CF, LEVINE JA: Treadmill desks: A 1-year prospective trial. *Obesity (Silver Spring).* 2013 Apr;21(4):705-711.

KÖSTER I, VON FERBER L, HAUNER H: Die Kosten des Diabetes mellitus – Ergebnisse der KoDiM-Studie. PMV Forschungsgruppe, Köln, 2005.

KOUVELIOTI R, VAGENAS G, LANGLEY-EVANS S: Effects of exercise and diet on weight loss maintenance in overweight and obese adults: a systematic review. *J Sports Med Phys Fitness*. 2014 Aug;54(4):456-474.

KRAEMER WJ, VESCOVI JD, VOLEK JS, NINDL BC, NEWTON RU, PATTON JF, DZIADOS JE, FRENCH DN, HÄKKINEN K: Effects of concurrent resistance and aerobic training on load-bearing performance and the Army physical fitness test. *Mil Med*. 2004 Dec;169(12):994-999.

KREBS JD, BELL D, HALL R, PARRY-STRONG A, DOCHERTY PD, CLARKE K, CHASE JG: Improvements in glucose metabolism and insulin sensitivity with a low-carbohydrate diet in obese patients with type 2 diabetes. *J Am Coll Nutr*. 2013;32(1):11-17.

LA BERGE AF: How the ideology of low fat conquered america. *J Hist Med Allied Sci*. 2008 Apr;63(2):139-77.

LAJUNEN HR, KESKI-RAHKONEN A, PULKKINEN L, ROSE RJ, RISSANEN A, KAPRIO J: Are computer and cell phone use associated with body mass index and overweight? A population study among twin adolescents. *BMC Public Health*. 2007 Feb 26;7(147):24.

LARSON-MEYER DE, REDMAN L, HEILBRONN LK, MARTIN CK, RAVUSSIN E: Caloric restriction with or without exercise: the fitness versus fatness debate. *Med Sci Sports Exerc*. 2010 Jan;42(1):152-159.

LAST J, WEISSER B: Der Einfluss von moderater sportlicher Aktivität und Alter auf Kraft, Ausdauer und Gleichgewicht im Erwachsenenalter. *Dtsch Z Sportmed*. 2015; 66: 5-11.

LAVIE CJ, ARENA R, SWIFT DL, JOHANNSEN NM, SUI X, LEE DC, EARNEST CP, CHURCH TS, O'KEEFE JH, MILANI RV, BLAIR SN: Exercise and the cardiovascular system: clinical science and cardiovascular outcomes. *Circ Res*. 2015 Jul 3;117(2):207-219.

LEAN ME, HAN TS, MORRISON CE: Waist circumference as a measure for indicating need for weight management. *BMJ*. 1995 Jul 15;311(6998):158-161.

LEE DH, GIOVANNUCCI EL: Body composition and mortality in the general population: A review of epidemiologic studies. *Exp Biol Med (Maywood)*. 2018 Dec;243(17-18):1275-1285.

LEVINE JA, VANDER WEG MW, HILL JO, KLESGES RC: Non-exercise activity thermogenesis: the crouching tiger hidden dragon of societal weight gain. *Arterioscler Thromb Vasc Biol*. 2006 Apr;26(4):729-736.

LEWANDOWSKA J, PAWIK L, PAWIK M, FINK-LWOW F, KALUZNY K, KALUZNA A, ZUKOW W: Regular yoga exercises and quality of life in women with low back pain - a pilot study. *Journal of Education, Health and Sport*. 2018;8(12):882-896.

LIPPMANN E (Hrsg.): *Coaching – Angewandte Psychologie für die Beratungspraxis*. Springer, Heidelberg, 2009.

LIU S, WILLETT WC: Dietary glycemic load and atherothrombotic risk. *Curr Atheroscler Rep*. 2002 Nov;4(6):454-461.

LOMBARD C, HARRISON C, KOZICA S, ZOUNGAS S, RANASINHA S, TEEDE H: Preventing Weight Gain in Women in Rural Communities: A Cluster Randomised Controlled Trial. *PLoS Med*. 2016 Jan 19;13(1):e1001941.

LOVEMAN E, FRAMPTON GK, SHEPHERD J, PICOT J, COOPER K, BRYANT J, WELCH K, CLEGG A: The clinical effectiveness and cost-effectiveness of long-term weight management schemes for adults: a systematic review. *Health Technol Assess*. 2011 Jan;15(2):1-182.

LUCAN SC, DINICOLANTONIO JJ: How calorie-focused thinking about obesity and related diseases may mislead and harm public health. An alternative. *Public Health Nutr*. 2015 Mar;18(4):571-581.

LUDWIG DS: Dietary glycemic index and obesity. *J Nutr*. 2000 Feb;130(2S Suppl):280S-283S.

LUÍS GRIERA J, MARÍA MANZANARES J, BARBANY M, CONTRERAS J, AMIGÓ P, SALAS-SALVADÓ J: Physical activity, energy balance and obesity. *Public Health Nutr*. 2007 Oct;10(10A):1194-1199.

LUSCOMBE ND, NOAKES M, CLIFTON PM: Diets high and low in glycemic index versus high monounsaturated fat diets: effects on glucose and lipid metabolism in NIDDM. *Eur J Clin Nutr*. 1999 Jun;53(6):473-478.

LWOW F, DUNAJSKA K, TWOROWSKA U, JEDRZEJUK D, LACZMANSKI L, MILEWICZ A, SZMIGIERO L: Post-exercise oxidative stress and obesity in postmenopausal women: the role of beta3-adrenergic receptor polymorphism. *Gynecol Endocrinol*. 2007 Oct;23(10):597-603.

LWOW F, JEDRZEJUK D, MILEWICZ A, SZMIGIERO L: Lipid accumulation product (LAP) as a criterion for the identification of the healthy obesity phenotype in postmenopausal women. *Experimental Gerontology*. 2016 Sept;82:81-87.

MA Y, PAGOTO SL, GRIFFITH JA, MERRIAM PA, OCKENE IS, HAFNER AR, OLENDZKI BC: A dietary quality comparison of popular weight-loss plans. *J Am Diet Assoc*. 2007 Oct;107(10):1786-1791.

MACLEAN PS, BERGOUIGNAN A, CORNIER MA, JACKMAN MR: Biology's response to dieting: the impetus for weight regain. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol*. 2011 Sep;301(3):R581-R600.

MAFFEIS C, GREZZANI A, PERRONE L, DEL GIUDICE EM, SAGGESE G, TATÒ L: Could the savory taste of snacks be a further risk factor for overweight in children? *J Pediatr Gastroenterol Nutr.* 2008 Apr;46(4):429-437.

MAGGARD-GIBBONS M, MAGLIONE M, LIVHITS M, EWING B, MAHER AR, HU J, LI Z, SHEKELLE PG: Bariatric surgery for weight loss and glycemic control in nonmorbidly obese adults with diabetes: a systematic review. *JAMA.* 2013 Jun 5;309(21):2250-2261.

MAKI KC, RAINS TM, KADEN VN, RANERI KR, DAVIDSON MH: Effects of a reduced-glycemic-load diet on body weight, body composition, and cardiovascular disease risk markers in overweight and obese adults. *Am J Clin Nutr.* 2007 Mar;85(3):724-734.

MAKRIS A, FOSTER GD: Dietary approaches to the treatment of obesity. *Psychiatr Clin North Am.* 2011 Dec;34(4):813-827.

MALONE M, ALGER-MAYER SA, ANDERSON DA: Medication associated with weight gain may influence outcome in a weight management program. *Ann Pharmacother.* 2005 Jul-Aug;39(7-8):1204-1208.

MALZFELDT E: Ernährungstraining für bessere Leistungsfähigkeit. *In:* Gimbel B (Hrsg.): Körpermanagement – Handbuch für Trainer und Experten in der betrieblichen Gesundheitsförderung. Springer, Heidelberg, 2014.

MANCINI JG, FILION KB, ATALLAH R, EISENBERG MJ: Systematic Review of the Mediterranean Diet for Long-Term Weight Loss. *Am J Med.* 2015 Dec 22. pii: S0002-9343(15)30027-9.

MARTI A, MARTINEZ-GONZÁLEZ MA, MARTINEZ JA: Interaction between genes and lifestyle factors on obesity. *Proc Nutr Soc.* 2008 Feb;67(1):1-8.

MATHESON GO, KLÜGL M, DVORAK J, ENGBRETSSEN L, MEEUWISSE WH, SCHWELLNUS M, BLAIR SN, VAN MECHELEN W, DERMAN W, BÖRJESSON M, BENDIKSEN F, WEILER R: Responsibility of sport and exercise medicine in preventing and managing chronic disease: applying our knowledge and skill is overdue. *Br J Sports Med.* 2011 Dec;45(16):1272-1282.

MATTSON MP: Challenging oneself intermittently to improve health. *Dose Response.* 2014 Oct 20;12(4):600-618.

MCMILLAN-PRICE J, PETOCZ P, ATKINSON F, O'NEILL K, SAMMAN S, STEINBECK K, CATERSON I, BRAND-MILLER J: Comparison of 4 diets of varying glycemic load on weight loss and cardiovascular risk reduction in overweight and obese young adults: a randomized controlled trial. *Arch Intern Med.* 2006 Jul 24;166(14):1466-1475.

MECKLING KA, O'SULLIVAN C, SAARI D: Comparison of a low-fat diet to a low-carbohydrate diet on weight loss, body composition, and risk factors for

diabetes and cardiovascular disease in freelifving, overweight men and women. *J Clin Endocrinol Metab.* 2004;89:2717-2723.

MEKARY RA, FESKANICH D, HU FB, WILLETT WC, FIELD AE: Physical activity in relation to long-term weight maintenance after intentional weight loss in premenopausal women. *Obesity (Silver Spring).* 2010 Jan;18(1):167-174.

MENSINK GBM, SCHIENKIEWITZ A, HAFTENBERGER M, LAMPERT T, ZIESE T, SCHEIDT-NAVE C: Übergewicht und Adipositas in Deutschland - Ergebnisse der Studie zur Gesundheit Erwachsener in Deutschland (DEGS1). *Bundesgesundheitsbl.* 2013;56(5/6):786-794.

MILEWICZ A, JEDRZEJUK D, LWOW F, BIALYNICKA AS, LOPATYNSKI J, MARDAROWICZ G, ZAHORSKA-MARKIEWICZ B: Prevalence of obesity in Poland. *Obes Rev.* 2005 May;6(2):113-134.

MILLER WC, KOCEJA DM, HAMILTON EJ: A meta-analysis of the past 25 years of weight loss research using diet, exercise or diet plus exercise intervention. *Int J Obes Relat Metab Disord.* 1997 Oct;21(10):941-947.

MITCHELL NS, ELLISON MC, HILL JO, TSAI AG: Evaluation of the effectiveness of making Weight Watchers available to Tennessee Medicaid (TennCare) recipients. *J Gen Intern Med.* 2013 Jan;28(1):12-17.

MODAVE F, BIAN J, LEAVITT T, BROMWELL J, HARRIS III C, VINCENT H: Low Quality of Free Coaching Apps With Respect to the American College of Sports Medicine Guidelines: A Review of Current Mobile Apps. *JMIR Mhealth Uhealth.* 2015 Jul 24;3(3):e77.

MOKDAD AH, SERDULA MK, DIETZ WH, BOWMAN BA, MARKS JS, KOPLAN JP: The spread of the obesity epidemic in the United States, 1991-1998. *JAMA.* 1999 Oct 27;282(16):1519-1522.

MOON JR: Body composition in athletes and sports nutrition: an examination of the bioimpedance analysis technique. *Eur J Clin Nutr.* 2013 Jan;67 Suppl 1:S54-S59.

MOZAFFARIAN D: Foods, obesity, and diabetes-are all calories created equal? *Nutr Rev.* 2017 Jan;75(suppl 1):19-31.

MURPHY EF, CLARKE SF, MARQUES TM, HILL C, STANTON C, ROSS RP, O'DOHERTY RM, SHANAHAN F, COTTER PD: Antimicrobials: Strategies for targeting obesity and metabolic health? *Gut Microbes.* 2013 Jan-Feb;4(1):48-53.

MURPHY CH, CHURCHWARD-VENNE TA, MITCHELL CJ, KOLAR NM, KASSIS A, KARAGOUNIS LG, BURKE LM, HAWLEY JA, PHILLIPS SM: Hypoenergetic diet-induced reductions in myofibrillar protein synthesis are restored with resistance training and balanced daily protein ingestion in older men. *Am J Physiol Endocrinol Metab.* 2015 May 1;308(9):E734-E743.

NEELS JG: A role for 5-lipoxygenase products in obesity-associated inflammation and insulin resistance. *Adipocyte*. 2013 Oct 1;2(4):262-265.

NEWBOLD RR, PADILLA-BANKS E, SNYDER RJ, PHILLIPS TM, JEFFERSON WN: Developmental exposure to endocrine disruptors and the obesity epidemic. *Reprod Toxicol*. 2007 Apr-May;23(3):290-296.

NEWELL A, ZLOT A, SILVEY K, ARAIL K: Addressing the obesity epidemic: a genomics perspective. *Prev Chronic Dis*. 2007 Apr;4(2):A31.

NIXDORFF U: Check-Up-Medizin – Prävention von Krankheiten – Evidenzbasierte Empfehlungen für die Praxis. Thieme, Stuttgart, 2009.

NN: Added sweeteners. Are high-fructose corn syrup and other sweeteners fueling the American obesity epidemic? *Harv Health Lett*. 2006 Oct;31(12):1-3.

OLIVER JE: The politics of pathology: how obesity became an epidemic disease. *Perspect Biol Med*. 2006 Autumn;49(4):611-627.

NN: Clinical Guidelines on the Identification, Evaluation, and Treatment of Overweight and Obesity in Adults--The Evidence Report. National Institutes of Health. *Obes Res*. 1998 Sep;6 Suppl 2:51S-209S.

NN: Energy and protein requirements. Report of a joint FAO/WHO/UNU Expert Consultation. *World Health Organ Tech Rep Ser*. 1985;724:1-206.

NORRIS SL, ZHANG X, AVENELL A, GREGG E, BROWN TJ, SCHMID CH, LAU J: Long-term non-pharmacologic weight loss interventions for adults with type 2 diabetes. *Cochrane Database Syst Rev*. 2005 Apr 18;(2):CD004095.

NUNN AV, GUY GW, BRODIE JS, BELL JD: Inflammatory modulation of exercise salience: using hormesis to return to a healthy lifestyle. *Nutr Metab (Lond)*. 2010 Dec 9;7:87.

OBERBEIL K: Die Carb-Diät. Herbig, München, 2005.

OLSZANECKA-GLINIANOWICZ M, CHUDEK J, SZROMEK A, ZAHORSKA-MARKIEWICZ B: Changes of systemic microinflammation after weight loss and regain - a five-year follow up study. *Endokrynol Pol*. 2012;63(6):432-438.

OSTERMANN D: Gesundheitscoaching. VS Verlag für Sozialwissenschaften, Wiesbaden, 2010.

PAGOTO SL, APPELHANS BM: A call for an end to the diet debates. *JAMA*. 2013 Aug 21;310(7):687-688.

PATRA L, MINI GK, MATHEWS E, THANKAPPAN KR: Doctors' self-reported physical activity, their counselling practices and their correlates in urban Trivandrum, South India: should a full-service doctor be a physically active doctor? *Br J Sports Med*. 2015 Mar;49(6):413-416.

PAVLICEK V: Ist eine Low-Carb-Diät besser als eine Low-Fat-Diät? *Diabetologe*. 2014;7(10):587-588.

PEARCE J, BLAKELY T, WITTEN K, BARTIE P: Neighborhood deprivation and access to fast-food retailing: a national study. *Am J Prev Med*. 2007 May;32(5):375-382.

PETERS A, KUBERA B, HUBOLD C, LANGEMANN D: The corpulent phenotype-how the brain maximizes survival in stressful environments. *Front Neurosci*. 2013;7:47.

PHILIPPOU E, BOVILL-TAYLOR C, RAJKUMAR C, VAMPA ML, NTATSAKI E, BRYNES AE, HICKSON M, FROST GS: Preliminary report: the effect of a 6-month dietary glycemic index manipulation in addition to healthy eating advice and weight loss on arterial compliance and 24-hour ambulatory blood pressure in men: a pilot study. *Metabolism*. 2009 Dec;58(12):1703-1708.

PHILIPPOU E, NEARY NM, CHAUDHRI O, BRYNES AE, DORNHORST A, LEEDS AR, HICKSON M, FROST GS: The effect of dietary glycemic index on weight maintenance in overweight subjects: a pilot study. *Obesity (Silver Spring)*. 2009 Feb;17(2):396-401.

PICHLER GP, AMOUZADEH-GHADIKOLAI O, LEIS A, SKRABAL F: A critical analysis of whole body bioimpedance spectroscopy (BIS) for the estimation of body compartments in health and disease. *Med Eng Phys*. 2013 May;35(5):616-625.

PITTLER MH, ERNST E: Dietary supplements for body-weight reduction: a systematic review. *Am J Clin Nutr*. 2004 Apr;79(4):529-536.

PONTZER H, DURAZO-ARVIZU R, DUGAS LR, PLANGE-RHULE J, BOVET P, FORRESTER TE, LAMBERT EV, COOPER RS, SCHOELLER DA, LUKE A: Constrained Total Energy Expenditure and Metabolic Adaptation to Physical Activity in Adult Humans. *Curr Biol*. 2016 Feb 8;26(3):410-417.

PONTZER H, RAICHLIN DA, WOOD BM, MABULLA AZ, RACETTE SB, MARLOWE FW: Hunter-gatherer energetics and human obesity. *PLoS One*. 2012;7(7):e40503.

PORIES WJ, ALBRECHT RJ: Etiology of type II diabetes mellitus: role of the foregut. *World J Surg*. 2001 Apr;25(4):527-531.

RAVNSKOV U: Lack of evidence that saturated fat causes cardiovascular disease. *BMJ*. 2014 May 14;348:g3205.

REITER RJ, TAN DX, KORKMAZ A, MA S: Obesity and metabolic syndrome: association with chronodisruption, sleep deprivation, and melatonin suppression. *Ann Med*. 2012 Sep;44(6):564-577.

RETTENMAIER AJ, WANG Z: What determines health: a causal analysis using county level data. *Eur J Health Econ*. 2013 Oct;14(5):821-834.

RICCARDI G, RIVELLESE AA, GIACCO R: Role of glycemic index and glycemic load in the healthy state, in prediabetes, and in diabetes. *Am J Clin Nutr.* 2008 Jan;87(1):269S-274S.

ROSENBERGER PH, RUSER C, KASHAF S: MOVE! multidisciplinary programs: Challenges and resources for weight management treatment in VHA. *Transl Behav Med.* 2011 Dec;1(4):629-634.

ROTHSTEIN WG: Dietary fat, coronary heart disease, and cancer: a historical review. *Prev Med.* 2006 Nov;43(5):356-360.

RUBINSTEIN G: The big five and self-esteem among overweight dieting and non-dieting women. *Eat Behav.* 2006 Nov;7(4):355-361.

RÜTTEN A, ABU-OMAR K, MEIERJÜRGEN R, LUTZ A, ADLWARTH W: Was bewegt die Nicht-Beweger? Gründe für Inaktivität und Bewegungsinteressen von Personen mit einem bewegungsarmen Lebensstil. *Präv. Gesundheitsf.* 2009;4:24550.

RUTTEN GM, MEIS JJ, HENDRIKS MR, HAMERS FJ, VEENHOF C, KREMERS SP: The contribution of lifestyle coaching of overweight patients in primary care to more autonomous motivation for physical activity and healthy dietary behaviour: results of a longitudinal study. *Int J Behav Nutr Phys Act.* 2014 Jul 16;11:86.

SACKNER-BERNSTEIN J, KANTER D, KAUL S: Dietary Intervention for Overweight and Obese Adults: Comparison of Low-Carbohydrate and Low-Fat Diets. A Meta-Analysis. *PLoS One.* 2015 Oct 20;10(10):e0139817.

SAHAKYAN KR, SOMERS VK, RODRIGUEZ-ESCUADERO JP, HODGE DO, CARTER RE, SOCHOR O, COUTINHO T, JENSEN MD, ROGER VL, SINGH P, LOPEZ-JIMENEZ F: Normal-Weight Central Obesity: Implications for Total and Cardiovascular Mortality. *Ann Intern Med.* 2015 Dec 1;163(11):827-835.

SALLER T, SATTLER J, FÖRSTER L: Beraten, Trainieren, Coachen. Haufe, Freiburg, 2011.

SALMERÓN J, MANSON JE, STAMPFER MJ, COLDITZ GA, WING AL, WILLETT WC: Dietary fiber, glycemic load, and risk of non-insulin-dependent diabetes mellitus in women. *JAMA.* 1997 Feb 12;277(6):472-477.

SANTARPIA L, CONTALDO F, PASANISI F: Body composition changes after weight-loss interventions for overweight and obesity. *Clin Nutr.* 2013 Apr;32(2):157-161.

SAVINO F, LIGUORI SA, FISSORE MF, OGGERO R: Breast milk hormones and their protective effect on obesity. *Int J Pediatr Endocrinol.* 2009;2009:327505.

SCHEMPP N, STRIPPEL H: Präventionsbericht 2015. Medizinischer Dienst des Spitzenverbandes Bund der Krankenkassen e. V. (MDS), Essen, 2016.

SCHWINGSHACKL L, HOFFMANN G: Long-term effects of low glycemic index/load vs. high glycemic index/load diets on parameters of obesity and obesity-associated risks: a systematic review and meta-analysis. *Nutr Metab Cardiovasc Dis.* 2013 Aug;23(8):699-706.

Schulze MB, Liu S, Rimm EB, Manson JE, Willett WC, Hu FB: Glycemic index, glycemic load, and dietary fiber intake and incidence of type 2 diabetes in younger and middle-aged women. *Am J Clin Nutr.* 2004 Aug;80(2):348-356.

SEKINE M, YAMAGAMI T, HANDA K, SAITO T, NANRI S, KAWAMINAMI K, TOKUI N, YOSHIDA K, KAGAMIMORI S: A dose-response relationship between short sleeping hours and childhood obesity: results of the Toyama Birth Cohort Study. *Child Care Health Dev.* 2002 Mar; 28(2):163-170.

SHAI I, SCHWARZFUCHS D, HENKIN Y, SHAHAR DR, WITKOW S, GREENBERG I, GOLAN R, FRASER D, BOLOTIN A, VARDI H, TANGIROZENTAL O, ZUK-RAMOT R, SARUSI B, BRICKNER D, SCHWARTZ Z, SHEINER E, MARKO R, KATORZA E, THIERY J, FIEDLER GM, BLÜHER M, STUMVOLL M, STAMPFER MJ; DIETARY INTERVENTION RANDOMIZED CONTROLLED TRIAL (DIRECT) GROUP, WEITZMAN S, GOLDBOURT U, LEITERSDORF E: Weight loss with a low-carbohydrate, Mediterranean, or low-fat diet. *N Engl J Med.* 2008 Jul 17;359(3):229-241.

SHAW K, GENNAT H, O'ROURKE P, DEL MAR C: Exercise for overweight or obesity. *Cochrane Database Syst Rev.* 2006 Oct 18;(4):CD003817.

SHOWELL NN, FAWOLE O, SEGAL J, WILSON RF, CHESKIN LJ, BLEICH SN, WU Y, LAU B, WANG Y: A systematic review of home-based childhood obesity prevention studies. *Pediatrics.* 2013 Jul;132(1):e193-e200.

SIGMAN S: *Remotely Controlled: How Television is Damaging Our Lives.* Ebury Press (Random House), London, 2007.

SILLANPÄÄ E, LAAKSONEN DE, HÄKKINEN A, KARAVIRTA L, JENSEN B, KRAEMER WJ, NYMAN K, HÄKKINEN K: Body composition, fitness, and metabolic health during strength and endurance training and their combination in middle-aged and older women. *Eur J Appl Physiol.* 2009 May;106(2):285-296.

SOLEYMANI T, DANIEL S, GARVEY WT: Weight maintenance: challenges, tools and strategies for primary care physicians. *Obes Rev.* 2016 Jan;17(1):81-93.

SPIETH LE, HARNISH JD, LENDERS CM, RAEZER LB, PEREIRA MA, HANGEN SJ, LUDWIG DS: A low-glycemic index diet in the treatment of pediatric obesity. *Arch Pediatr Adolesc Med.* 2000 Sep;154(9):947-951.

STELTER R: „I tried so many diets, now I want to do it differently“ - A single case study on coaching for weight loss. *Int J Qual Stud Health Well-being.* 2015 Aug 14;10:26925.

STERN L, IQBAL N, SESHADRI P, CHICANO KL, DAILY DA, MCGRORY J, WILLIAMS M, GRACEY EJ, SAMAHA FF: The effect of low-carbohydrate versus conventional weight loss diets in severely obese adults: One year of follow-up of a randomized trial. *Ann Intern Med.* 2004;140:778-785.

STEYER TE, ABLES A: Complementary and alternative therapies for weight loss. *Prim Care.* 2009 Jun;36(2):395-406.

SUADICANI P, HEIN HO, GYNTELBERG F: Airborne occupational exposure, ABO phenotype, and risk of obesity. *Int J Obes (Lond).* 2005 Jun;29(6):689-696.

SUHRCKE M, NUGENT RA, STUCKLER D, ROCCO L: *Chronic Disease: An Economic Perspective.* Oxford Health Alliance, London, 2006.

SUBAR AF1, KIPNIS V, TROIANO RP, MIDTHUNE D, SCHOELLER DA, BINGHAM S, SHARBAUGH CO, TRABULSI J, RUNSWICK S, BALLARD-BARBASH R, SUNSHINE J, SCHATZKIN A: Using intake biomarkers to evaluate the extent of dietary misreporting in a large sample of adults: the OPEN study. *Am J Epidemiol.* 2003 Jul 1;158(1):1-13.

SUMMERBELL C, HIGGINS J, GARROW J: Poor systematic reviews and meta-analyses may be misleading. *Int J Obes Relat Metab Disord.* 1998 Aug;22(8):825.

SVETKEY LP, BATCH BC, LIN PH, INTILLE SS, CORSINO L, TYSON CC, BOSWORTH HB, GRAMBOW SC, VOILS C, LORIA C, GALLIS JA, SCHWAGER J, BENNETT GB: Cell phone intervention for you (CITY): A randomized, controlled trial of behavioral weight loss intervention for young adults using mobile technology. *Obesity (Silver Spring).* 2015 Nov;23(11):2133-2141.

TANAKA H, MONAHAN KD, SEALS DR: Age-predicted maximal heart rate revisited. *J Am Coll Cardiol.* 2001 Jan;37(1):153-156.

TEGTBUR U: Fettstoffwechsel, Gewichtsreduktion und körperliche Aktivität. *Klin Sportmed.* 2000;1(12):40-45.

TEIXEIRA PJ, SILVA MN, COUTINHO SR, PALMEIRA AL, MATA J, VIEIRA PN, CARRAÇA EV, SANTOS TC, SARDINHA LB: Mediators of weight loss and weight loss maintenance in middle-aged women. *Obesity (Silver Spring).* 2010 Apr;18(4):725-735.

THOMAS DE, ELLIOTT EJ, BAUR L: Low glycaemic index or low glycaemic load diets for overweight and obesity. *Cochrane Database Syst Rev.* 2007 Jul 18;(3):CD005105.

THOROGOOD A, MOTTILLO S, SHIMONY A, FILION KB, JOSEPH L, GENEST J, PILOTE L, POIRIER P, SCHIFFRIN EL, EISENBERG MJ: Isolated aerobic exercise and weight loss: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Am J Med.* 2011 Aug;124(8):747-755.

TIBANA RA, NASCIMENTO DDA C, DE SOUSA NM, DE SOUZA VC, DURIGAN J, VIEIRA A, BOTTARO M, NÓBREGA ODE T, DE ALMEIDA JA, NAVALTA JW, FRANCO OL, PRESTES J: Enhancing of women functional status with metabolic syndrome by cardioprotective and anti-inflammatory effects of combined aerobic and resistance training. *PLoS One*. 2014 Nov 7;9(11):e110160.

TIEMANN M: Fitneßtraining als Gesundheitstraining (Beiträge zur Lehre und Forschung im Sport Bd. 116). Hofmann, Schorndorf, 1997.

TREMBLAY A: Clinical implications of the ponderostat concept: view from the chair. *Int J Obes Relat Metab Disord*. 2001 Dec;25 Suppl 5:S4-S6.

TURNBAUGH PJ, LEY RE, MAHOWALD MA, MAGRINI V, MARDIS ER, GORDON JI: An obesity-associated gut microbiome with increased capacity for energy harvest. *Nature*. 2006 Dec 21;444(7122):1027-1031.

VALASSI E, SCACCHI M, CAVAGNINI F: Neuroendocrine control of food intake. *Nutr Metab Cardiovasc Dis*. 2008 Feb;18(2):158-68.

VASQUES C, MAGALHÃES P, CORTINHAS A, MOTA P, LEITÃO J, LOPES VP: Effects of Intervention Programs on Child and Adolescent BMI: A Meta-Analysis Study. *J Phys Act Health*. 2014 Feb;11(2):426-444.

VÁZQUEZ ALTUNA J, GALARDI ANDONEGI E, ARBONÍES ORTIZ JC, IBARRONDO URIARTE I: Evaluación de la efectividad de un programa de ejercicio físico en la disminución del peso graso. *Aten Primaria*. 1994 Sep 15;14(4):711-716.

VENDITTI EM, WYLIE-ROSETT J, DELAHANTY LM, MELE L, HOSKIN MA, EDELSTEIN SL; Diabetes Prevention Program Research GROUP: Short and long-term lifestyle coaching approaches used to address diverse participant barriers to weight loss and physical activity adherence. *Int J Behav Nutr Phys Act*. 2014 Feb 12;11:16.

VINOGRADOVA I, ANISIMOV V: Melatonin prevents the development of the metabolic syndrome in male rats exposed to different light/dark regimens. *Biogerontology*. 2013 Aug;14(4):401-409.

VRANEŠIĆ BENDER D, KRZNARIĆ Z: Nutritional and behavioral modification therapies of obesity: facts and fiction. *Dig Dis*. 2012;30(2):163-167.

WECHSLER JG: Stellenwert der Ernährung bei Adipositas. *Internist (Berl)*. 2007 Oct;48(10):1093-1099.

WABITSCH M, KIESS W, HEBEBRAND J, ZWIAUER K: Adipositas bei Kindern und Jugendlichen. *Grundlagen und Klinik*. Springer, Heidelberg, 2005.

WAN CS, WARD LC, HALIM J, GOW ML, HO M, BRIODY JN, LEUNG K, COWELL CT, GARNETT SP: Bioelectrical impedance analysis to estimate body composition, and change in adiposity, in overweight and obese adolescents:

comparison with dual-energy x-ray absorptiometry. *BMC Pediatr.* 2014 Oct 3;14:249.

WEINER JP, GOODWIN SM, CHANG HY, BOLEN SD, RICHARDS TM, JOHNS RA, MOMIN SR, CLARK JM: Impact of bariatric surgery on health care costs of obese persons: a 6-year follow-up of surgical and comparison cohorts using health plan data. *JAMA Surg.* 2013 Jun;148(6):555-562.

WEINSIER RL, NAGY TR, HUNTER GR, DARNELL BE, HENSRUD DD, WEISS HL: Do adaptive changes in metabolic rate favor weight regain in weight-reduced individuals? An examination of the set-point theory. *Am J Clin Nutr.* 2000 Nov;72(5):1088-1094.

WHIGHAM LD, ISRAEL BA, ATKINSON RL: Adipogenic potential of multiple human adenoviruses in vivo and in vitro in animals. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol.* 2006 Jan;290(1):R190-R194.

WHITMORE J: *Coaching für die Praxis.* Heyne-Verlag, München, 1997.

WILLIAMS AJ, HENLEY WE, WILLIAMS CA, HURST AJ, LOGAN S, WYATT KM: Systematic review and meta-analysis of the association between childhood overweight and obesity and primary school diet and physical activity policies. *Int J Behav Nutr Phys Act.* 2013 Aug 22;10(1):101.

WIRTH A, NITSCHMANN S: *Coaching in Praxen verbessert langfristig die Gewichtsreduktion.* *Internist (Berl).* 2012 Aug;53(8):1002-1004.

WIRTH A: *Adipositas - Ätiologie, Folgekrankheiten, Diagnose, Therapie (4. Aufl.).* Springer Medizin-Verlag, Heidelberg, 2013.

WIRTH A, WABITSCH M, HAUNER H: The prevention and treatment of obesity. *Dtsch Arztebl Int.* 2014 Oct 17;111(42):705-713.

WORM N: *LOGI-Methode: Glücklich und schlank.* Systemed Verlag, Lünen, 2003.

WORM N, MULIAR D: *Low-Carb – schnell und sicher abnehmen.* Riva, München, 2011.

WYCHERLEY TP, MOHR P, NOAKES M, CLIFTON PM, BRINKWORTH GD: Self-reported facilitators of, and impediments to maintenance of healthy lifestyle behaviours following a supervised research-based lifestyle intervention programme in patients with type 2 diabetes. *Diabet Med.* 2012 May;29(5):632-639.

YANCEY AK, MCCARTHY WJ, HARRISON GG, WONG WK, SIEGEL JM, LESLIE J: Challenges in improving fitness: results of a community-based, randomized, controlled lifestyle change intervention. *J Womens Health (Larchmt).* 2006 May;15(4):412-429.

YATES FE: Homeokinetics/homeodynamics: A physical heuristic for life and complexity. *Ecological Psychology*. 2008;20(2):148-179.

YOUNG DR, HIVERT MF, ALHASSAN S, CAMHI SM, FERGUSON JF, KATZMARZYK PT, LEWIS CE, OWEN N, PERRY CK, SIDDIQUE J, YONG CM; PHYSICAL ACTIVITY COMMITTEE OF THE COUNCIL ON LIFESTYLE AND CARDIOMETABOLIC HEALTH; COUNCIL ON CLINICAL CARDIOLOGY; COUNCIL ON EPIDEMIOLOGY AND PREVENTION; COUNCIL ON FUNCTIONAL GENOMICS AND TRANSLATIONAL BIOLOGY; AND STROKE COUNCIL: Sedentary Behavior and Cardiovascular Morbidity and Mortality: A Science Advisory From the American Heart Association. *Circulation*. 2016 Sep 27;134(13):e262-279.

9 Abbildungs- und Tabellenverzeichnis

9.1 Abbildungen

Abbildung 1: Mensink G: Übergewicht und Adipositas in Deutschland	16
Abbildung 2: Studenttagebuch	36
Abbildung 3: Die Ernährungspyramide	43
Abbildung 4: BIA-Messung	53
Abbildung 5: Taillenumfang-Messgerät	67
Abbildung 6: Veränderung der Gewichtsentwicklung über 12 Wochen sowie bis zur Nachbeobachtung nach 52 Wochen	72
Abbildung 7: Prozentuale Veränderung der Gewichtsentwicklung über 12 Wochen sowie bis zur Nachbeobachtung nach 52 Wochen im Vergleich zum Studienbeginn	73
Abbildung 8: Veränderung der mittels Bioimpedanzmessung bestimmten Fettmasse über 12 Wochen sowie bis zur Nachbeobachtung nach 52 Wochen	74
Abbildung 9: Prozentuale Veränderung der mittels Bioimpedanzmessung bestimmten Fettmasse über 12 Wochen sowie bis zur Nachbeobachtung nach 52 Wochen im Vergleich zum Studienbeginn	75
Abbildung 10: Veränderung der mittels Bioimpedanzmessung bestimmten Körperzellmasse über 12 Wochen sowie bis zur Nachbeobachtung nach 52 Wochen	76
Abbildung 11: Prozentuale Veränderung der mittels Bioimpedanzmessung bestimmten Körperzellmasse über 12 Wochen sowie bis zur Nachbeobachtung nach 52 Wochen im Vergleich zum Studienbeginn	76
Abbildung 12: Veränderung des mittels Bioimpedanzmessung bestimmten Gesamtkörperwassers über 12 Wochen sowie bis zur Nachbeobachtung nach 52 Wochen	77
Abbildung 13: Prozentuale Veränderung des mittels Bioimpedanzmessung bestimmten Gesamtkörperwassers über 12 Wochen sowie bis zur Nachbeobachtung nach 52 Wochen im Vergleich zum Studienbeginn	78
Abbildung 14: Veränderung des Taillenumfangs über 12 Wochen sowie bis zur Nachbeobachtung nach 52 Wochen	79
Abbildung 15: Prozentuale Veränderung des Taillenumfangs über 12 Wochen sowie bis zur Nachbeobachtung nach 52 Wochen im Vergleich zum Studienbeginn	80

9.2 Tabellen

Tabelle 1: Betreuungsprogramm (alle Teilnehmerinnen)	37
Tabelle 2: Zusammensetzung der Nahrungsmittelgruppen	41
Tabelle 3: Berechnung Energiebedarf	45
Tabelle 4: Trainingsprogramm (nur Sport- und Bewegungsgruppe)	45
Tabelle 5: ILB-Trainingsplanung Makrozyklus	49
Tabelle 6: Testung nach der ILB-Methode	49
Tabelle 7: Beispielhafte ILB Trainingsplanung Mesozyklus	50
Tabelle 8: Trainingsplan Trainingsziel Kraftausdauer.	50
Tabelle 9: Bewertung des Body Mass Index (nach WHO)	63
Tabelle 10: Charakteristika Gesamtgruppe (n=100)	70
Tabelle 11: Charakteristika low carb-Gruppe (n=50)	71
Tabelle 12: Charakteristika low carb-Ernährung - plus Sport-Gruppe (n=50)	71

9.3 Abkürzungen

D-A-CH-Referenzwerte	Deutschland, Österreich und Schweiz
DGE	Deutsche Gesellschaft für Ernährung
FAO	Food and Agriculture Organization
LOGI	Low Glycemic and Insulinemic
ÖGE	Österreichische Gesellschaft für Ernährung
PAL	Physical Activity Level
UNU	United Nations University
WHO	World Health Organization

10 Tabellarische Rohdaten

Alter (nur LOGI-Diät, LOGI-Diät plus Sport)

nur LOGI-Diät			LOGI-Diät plus Sport		
Teilnehmerin	Geburtsdatum	Alter (Jahre)	Teilnehmerin	Geburtsdatum	Alter (Jahre)
A01	14.04.1975	37,3	B01	31.08.1962	50,0
A02	14.06.1954	58,2	B02	09.09.1978	33,9
A03	21.08.1981	31,0	B03	27.06.1981	31,2
A04	03.09.1965	46,9	B04	19.02.1962	50,5
A05	23.03.1978	34,4	B05	31.08.1947	65,0
A06	12.01.1966	46,6	B06	01.04.1962	50,4
A07	15.04.1960	52,3	B07	20.01.1969	43,6
A08	10.12.1953	58,7	B08	08.07.1966	46,1
A09	19.04.1961	51,3	B09	21.01.1970	42,6
A10	18.05.1952	60,3	B10	07.02.1980	32,5
A11	28.01.1962	50,6	B11	26.08.1972	40,0
A12	27.04.1981	31,3	B12	29.07.1967	45,1
A13	28.11.1962	49,8	B13	20.07.1980	32,1
A14	05.05.1983	29,3	B14	23.06.1962	50,2
A15	23.08.1976	36,0	B15	02.10.1958	53,8
A16	30.06.1951	61,2	B16	14.08.1959	53,0
A17	25.02.1961	51,5	B17	26.07.1960	52,1
A18	14.07.1961	51,1	B18	22.04.1964	48,3
A19	16.01.1976	36,6	B19	13.04.1960	52,3
A20	09.08.1964	48,0	B20	07.08.1959	53,0

A21	06.09.1968	43,9	B21	06.03.1961	51,4
A22	24.08.1961	51,0	B22	08.11.1951	60,8
A23	20.04.1971	41,3	B23	25.08.1958	54,0
A24	10.09.1979	32,9	B24	21.08.1955	57,0
A25	14.04.1940	72,3	B25	30.03.1964	48,4
A26	12.06.1963	49,2	B26	28.05.1982	30,3
A27	01.09.1985	27,0	B27	04.04.1966	46,3
A28	01.10.1959	52,9	B28	21.06.1974	38,2
A29	09.10.1970	41,8	B29	25.08.1959	53,0
A30	21.06.1982	30,2	B30	04.10.1981	30,8
A31	05.11.1957	54,8	B31	08.12.1986	25,7
A32	01.10.1952	59,9	B32	20.10.1970	41,8
A33	05.08.1963	49,0	B33	28.10.1964	47,8
A34	08.09.1967	44,9	B34	12.02.1986	26,5
A35	18.06.1964	48,2	B35	19.09.1953	58,9
A36	07.04.1962	50,3	B36	28.06.1963	49,2
A37	01.07.1978	34,2	B37	15.04.1979	33,3
A38	06.10.1984	27,8	B38	11.01.1990	22,6
A39	19.09.1969	42,9	B39	05.05.1961	51,3
A40	29.11.1965	46,8	B40	20.07.1951	61,1
A41	14.04.1984	28,3	B41	18.09.1955	56,9
A42	22.12.1956	55,7	B42	05.10.1955	56,8
A43	25.03.1960	52,4	B43	25.11.1961	50,8
A44	13.02.1977	35,5	B44	15.05.1976	36,3
A45	06.06.1990	22,2	B45	13.05.1953	59,3
A46	06.06.1962	50,2	B46	19.06.1979	33,2

A47	22.09.1953	58,9	B47	31.05.1962	50,3
A48	21.12.1958	53,7	B48	26.06.1981	31,2
A49	02.07.1952	60,1	B49	14.03.1968	44,4
A50	23.09.1959	52,9	B50	16.05.1961	51,3

Körpergewicht (nur LOGI-Diät)

nur LOGI-Diät	kg Woche	kg Woche	kg Woche	kg Woche	kg Woche
Teilnehmerin	0	4	8	12	52
A01	95,6	93,2	91,6	90,6	90,3
A02	82,0	78,9	75,7	74,2	83,2
A03	96,9	95,0	92,9	91,9	97,4
A04	92,2	89,5	89,1	88,0	89,5
A05	94,3	92,0	90,8	90,2	92,2
A06	68,4	65,3	64,8	64,5	69,6
A07	69,0	64,3	63,7	62,3	63,0
A08	96,1	93,7	91,9	90,4	92,1
A09	70,3	67,9	67,1	66,7	70,8
A10	98,9	97,4	96,1	94,0	97,4
A11	69,3	68,0	66,9	65,4	70,0
A12	83,5	81,3	80,9	79,5	79,1
A13	73,9	72,5	72,0	71,5	73,9
A14	83,9	81,0	80,5	79,3	84,3
A15	95,0	92,1	89,7	88,0	90,1
A16	70,4	68,0	67,8	65,5	64,9
A17	77,7	76,2	75,9	75,3	77,8

A18	92,6	90,5	89,9	89,5	92,7
A19	86,3	84,0	82,4	82,3	84,3
A20	86,8	85,1	84,2	83,3	83,0
A21	74,7	74,1	73,0	71,5	73,7
A22	157,5	154,3	151,0	150,5	159,4
A23	79,0	77,1	76,9	76,8	79,5
A24	94,5	94,6	92,0	91,3	92,9
A25	81,7	77,0	76,9	75,2	82,0
A26	81,4	79,9	76,8	76,5	75,8
A27	84,5	82,1	81,9	81,0	83,4
A28	94,4	94,0	92,0	92,6	95,6
A29	112,7	111,0	109,8	109,8	114,0
A30	80,8	80,7	78,0	78,0	77,1
A31	86,5	85,6	82,9	83,4	87,2
A32	72,8	71,7	69,0	68,9	73,3
A33	70,6	67,8	66,9	66,5	70,7
A34	77,1	74,0	72,1	72,0	74,5
A35	90,1	87,0	86,1	86,2	86,0
A36	90,6	88,0	86,1	86,1	90,4
A37	121,3	117,1	114,0	113,2	123,0
A38	110,2	108,0	107,0	106,4	111,4
A39	65,2	63,9	62,0	61,2	63,2
A40	81,6	78,9	77,1	75,9	81,8
A41	117,5	113,9	111,4	109,4	115,1
A42	81,5	79,1	78,0	77,5	77,4
A43	95,6	92,8	91,0	90,5	96,3

A44	91,4	89,5	88,9	88,0	91,9
A45	69,8	67,5	66,0	65,5	70,5
A46	106,4	104,1	101,8	100,1	103,2
A47	88,1	85,7	85,0	83,5	84,9
A48	98,2	95,3	93,7	92,4	99,0
A49	94,3	90,6	89,6	88,4	96,0
A50	127,1	124,0	122,7	121,2	127,1

Körpergewicht (LOGI-Diät plus Sport)

LOGI-Diät plus Sport	kg Woche				
Teilnehmerin	0	4	8	12	52
B01	76,5	70,8	70,2	68,4	75,8
B02	101,2	96,6	94,0	90,2	101,3
B03	105,4	100,9	98,4	95,6	106,0
B04	88,0	86,4	82,1	80,1	86,3
B05	78,5	74,9	71,6	68,6	68,0
B06	97,9	94,4	91,3	86,9	88,0
B07	86,7	82,8	81,7	79,0	78,9
B08	84,8	82,9	77,4	76,0	75,4
B09	92,4	86,7	82,4	80,1	89,7
B10	83,0	80,1	77,0	72,9	72,5
B11	93,4	88,1	85,2	83,5	92,4
B12	93,1	89,4	87,4	85,2	85,0
B13	83,8	78,0	74,7	70,7	72,1
B14	77,5	74,1	71,5	70,0	69,6

B15	79,2	75,0	73,2	70,0	70,7
B16	87,1	82,3	78,1	73,9	73,2
B17	78,8	75,0	73,0	70,1	70,8
B18	81,0	76,7	72,2	70,3	70,3
B19	100,0	96,2	94,0	90,0	93,1
B20	84,0	81,7	77,0	74,3	75,0
B21	90,5	86,0	86,0	82,8	93,1
B22	95,7	91,5	89,2	87,0	85,9
B23	70,0	67,0	65,4	63,4	63,2
B24	98,5	94,8	93,2	90,7	101,0
B25	68,8	65,9	63,9	62,5	62,3
B26	84,0	81,0	79,0	76,5	77,3
B27	74,3	72,5	71,4	69,6	69,0
B28	84,2	80,0	79,4	76,2	75,6
B29	94,7	87,6	84,5	80,1	79,4
B30	126,8	120,4	116,0	111,5	110,0
B31	109,7	107,8	105,2	103,0	103,1
B32	65,0	62,5	60,5	60,6	60,5
B33	81,3	77,2	74,0	71,0	69,6
B34	112,5	106,5	102,3	98,8	89,0
B35	81,0	78,3	75,7	73,5	84,7
B36	96,1	91,4	88,5	86,0	83,4
B37	91,8	88,9	86,7	84,9	94,1
B38	111,4	106,2	104,0	101,9	101,0
B39	88,3	85,3	83,0	81,1	83,0
B40	98,3	94,4	91,8	89,3	89,5

B41	94,2	89,9	86,7	84,7	81,3
B42	121,7	117,0	115,0	112,6	126,2
B43	95,3	91,0	89,6	87,5	84,9
B44	81,4	75,5	73,0	70,7	67,6
B45	96,4	92,7	90,2	87,3	84,0
B46	92,7	89,4	87,6	84,5	82,5
B47	94,7	91,6	89,6	89,2	96,1
B48	68,7	65,8	63,6	62,3	61,0
B49	69,2	63,8	61,3	59,0	58,8
B50	70,9	66,4	63,8	61,5	59,5

Bauchumfang (nur LOGI-Diät)

LOGI-Diät	cm Woche	cm Woche	cm Woche
Teilnehmerin	0	12	52
A01	110	104	104
A02	105	100	106
A03	113	107	114
A04	114	109	110
A05	110	105	108
A06	92	88	94
A07	93	87	88
A08	114	107	109
A09	93	87	94
A10	114	107	111
A11	92	87	93
A12	92	86	86

A13	95	90	95
A14	93	87	93
A15	111	105	107
A16	97	92	91
A17	101	96	101
A18	111	105	111
A19	116	110	113
A20	117	112	111
A21	97	92	95
A22	148	135	150
A23	97	91	98
A24	115	109	112
A25	105	99	106
A26	93	87	86
A27	92	87	90
A28	110	104	111
A29	122	115	124
A30	91	86	86
A31	101	95	102
A32	99	94	100
A33	93	87	94
A34	98	92	95
A35	102	97	97
A36	105	99	106
A37	143	137	145
A38	130	123	132

A39	94	89	92
A40	102	95	103
A41	128	122	126
A42	102	96	96
A43	112	105	112
A44	108	103	109
A45	96	92	97
A46	126	119	123
A47	101	96	97
A48	109	102	110
A49	111	104	112
A50	128	120	129

Bauchumfang (nur LOGI-Diät plus Sport)

LOGI-Diät plus Sport	cm Woche	cm Woche	cm Woche
Teilnehmerin	0	12	52
B01	97	84	84
B02	117	102	102
B03	125	109	126
B04	117	106	112
B05	99	87	86
B06	113	99	100
B07	101	92	91
B08	92	83	82
B09	110	97	111

B10	93	82	82
B11	108	96	101
B12	112	101	100
B13	91	82	83
B14	98	87	86
B15	103	94	94
B16	107	93	92
B17	96	85	86
B18	101	87	87
B19	111	96	100
B20	98	85	85
B21	118	112	120
B22	114	108	106
B23	93	82	82
B24	115	101	117
B25	96	86	86
B26	94	85	84
B27	96	84	83
B28	93	81	81
B29	110	90	89
B30	129	112	109
B31	127	121	120
B32	92	83	83
B33	98	86	85
B34	114	98	91
B35	108	97	110

B36	114	99	96
B37	109	98	111
B38	121	100	97
B39	100	91	94
B40	118	104	103
B41	112	97	94
B42	139	126	134
B43	110	98	95
B44	104	92	89
B45	109	98	94
B46	106	95	91
B47	111	101	107
B48	99	88	86
B49	88	72	71
B50	102	86	84

Fettmasse (nur LOGI-Diät)

nur LOGI-Diät	FM Woche				
Teilnehmerin	FM 0	FM 4	FM 8	FM 12	FM 52
A01	40,3	37,8	37,4	36,4	36,2
A02	35,4	33,1	31,6	30,4	36,4
A03	42,2	40,1	39,5	38,5	42,6
A04	42,1	39,9	38,7	37,9	39,2
A05	39,7	38,0	37,8	37,3	38,5
A06	22,5	21,0	20,9	20,3	23,1

A07	23,7	21,7	20,3	18,6	19,2
A08	39,2	37,5	37,1	35,7	36,8
A09	22,9	21,8	20,4	19,9	23,3
A10	42,4	40,7	40,1	39,1	41,4
A11	21,8	20,0	19,5	18,6	22,2
A12	31,7	29,9	29,2	28,3	28,2
A13	23,9	23,0	22,4	22,0	24,1
A14	31,5	28,9	28,3	27,3	31,6
A15	34,2	32,7	21,8	30,5	31,6
A16	22,5	21,4	21,0	20,1	19,8
A17	33,3	32,4	31,7	31,2	34,0
A18	37,5	35,8	34,9	32,3	37,7
A19	35,5	34,8	33,7	33,1	34,3
A20	36,6	35,7	33,9	33,5	33,2
A21	26,6	26,0	25,8	24,9	26,0
A22	85,6	83,8	80,2	79,8	86,7
A23	28,7	27,5	26,8	26,0	28,9
A24	33,2	32,4	32,0	31,2	32,2
A25	33,6	31,8	30,4	29,5	33,8
A26	31,0	29,1	28,4	27,4	26,9
A27	29,7	28,1	27,5	27,0	28,9
A28	39,8	39,0	37,5	37,0	40,1
A29	55,5	54,2	53,7	53,3	56,7
A30	28,0	27,2	26,4	26,1	25,7
A31	28,6	27,9	26,5	26,2	28,6
A32	27,5	27,1	25,2	24,0	28,0

A33	22,7	21,7	20,4	19,8	22,8
A34	26,3	24,9	22,3	21,2	23,7
A35	34,0	32,1	31,5	31,0	31,8
A36	39,3	37,9	36,8	35,5	40,1
A37	59,5	55,4	53,6	52,2	60,7
A38	48,6	46,2	45,6	45,0	49,8
A39	17,2	15,7	14,9	14,3	15,8
A40	27,7	26,0	24,1	23,1	28,2
A41	49,0	45,8	44,0	43,7	47,4
A42	29,3	27,1	26,3	26,1	26,0
A43	31,0	29,4	28,2	27,4	31,3
A44	33,9	31,7	31,0	30,4	34,1
A45	22,6	22,0	21,3	20,5	22,9
A46	49,4	46,5	44,7	43,9	46,6
A47	32,6	29,9	29,1	28,9	30,1
A48	45,2	42,7	41,5	40,6	45,7
A49	41,2	38,6	36,8	35,7	42,8
A50	60,8	57,3	56,2	55,0	60,5

Fettmasse (LOGI-Diät plus Sport)

LOGI-Diät plus Sport	FM Woche				
Teilnehmerin	FM 0	FM 4	FM 8	FM 12	FM 52
B01	25,3	22,0	20,4	18,2	18,9
B02	45,9	41,9	38,6	35,6	35,5
B03	47,6	44,6	40,2	37,3	47,5

B04	37,8	36,6	31,7	31,3	36,5
B05	29,6	26,1	22,6	20,2	19,7
B06	39,5	36,1	32,6	29,0	30,1
B07	32,5	30,3	28,9	27,9	27,4
B08	30,1	27,6	24,7	23,1	22,3
B09	38,5	33,9	30,3	30,5	38,9
B10	30,1	27,1	24,8	21,5	21,8
B11	37,0	32,6	30,0	28,8	32,9
B12	41,1	38,0	36,0	33,6	33,1
B13	31,3	28,1	26,2	21,5	22,6
B14	29,3	26,9	24,4	21,7	21,5
B15	32,8	29,4	27,9	25,5	25,3
B16	40,3	35,4	31,7	29,1	30,2
B17	27,0	24,1	22,8	21,5	22,1
B18	28,5	26,1	22,4	19,4	19,7
B19	44,1	41,0	39,7	34,4	37,0
B20	35,0	34,0	28,5	25,4	25,4
B21	39,2	36,3	34,7	31,4	40,6
B22	39,5	37,2	34,2	32,3	31,0
B23	22,6	20,3	19,0	17,6	17,5
B24	42,0	39,4	38,0	35,3	42,9
B25	21,3	18,9	17,3	16,3	16,1
B26	32,2	29,7	27,6	25,4	25,9
B27	24,3	22,9	22,4	20,1	19,7
B28	31,8	27,6	27,7	24,2	23,8
B29	34,4	31,9	30,1	27,2	26,4

B30	64,6	59,6	56,9	54,0	52,6
B31	48,5	46,1	43,9	41,6	41,5
B32	17,0	15,5	14,1	13,6	13,3
B33	27,4	23,5	22,6	20,1	19,3
B34	44,0	41,3	37,0	35,7	28,0
B35	28,8	27,6	24,7	24,4	30,4
B36	31,5	28,7	26,1	25,0	23,5
B37	33,6	31,2	29,9	28,0	34,6
B38	54,4	51,2	49,0	47,6	45,9
B39	32,8	30,3	28,0	25,7	27,7
B40	45,3	41,6	40,1	39,0	38,8
B41	41,1	36,8	34,7	32,0	30,2
B42	55,6	52,6	50,1	48,3	57,5
B43	40,0	37,4	35,0	32,7	30,8
B44	35,0	31,1	28,5	26,8	24,2
B45	41,7	39,2	37,0	35,2	32,7
B46	42,6	39,3	37,8	34,9	32,6
B47	40,1	38,5	36,9	35,9	38,3
B48	22,8	21,2	20,0	18,2	17,1
B49	23,9	19,5	18,1	16,0	15,9
B50	28,6	24,5	23,1	20,9	20,1

Gesamtkörperwasser (nur LOGI-Diät)

nur LOGI-Diät	TBW Woche				
Teilnehmerin	0	4	8	12	52

A01	34,6	35,0	34,8	33,1	33,8
A02	40,4	39,7	38,0	38,5	39,5
A03	36,3	36,1	35,9	34,7	35,7
A04	39,0	38,8	37,8	37,2	37,7
A05	31,1	30,0	29,6	29,5	29,9
A06	33,3	32,6	31,4	31,7	32,5
A07	29,3	30,0	29,1	27,7	28,0
A08	40,2	40,0	39,7	38,7	38,8
A09	33,5	33,1	33,6	33,8	33,6
A10	40,4	39,2	39,0	39,0	39,7
A11	34,3	33,8	33,2	32,8	33,1
A12	36,1	36,0	35,5	34,9	35,0
A13	35,3	34,7	34,7	34,1	34,9
A14	36,3	35,0	34,9	34,6	35,9
A15	42,8	42,5	41,0	40,7	40,9
A16	35,1	33,3	33,0	32,7	32,5
A17	32,5	32,0	31,7	32,3	32,7
A18	40,3	40,7	40,9	41,9	41,1
A19	37,2	36,9	36,3	36,0	36,5
A20	36,8	36,2	36,8	36,4	36,0
A21	35,2	34,6	34,6	33,7	33,8
A22	52,6	51,0	52,1	51,7	53,0
A23	36,8	35,1	35,4	35,3	35,9
A24	44,8	44,9	44,1	43,2	43,8
A25	38,5	37,6	37,5	36,6	37,2
A26	36,9	35,9	36,7	35,9	35,8

A27	40,1	39,0	39,1	39,5	39,6
A28	39,9	40,1	39,6	39,2	39,5
A29	41,8	41,5	41,0	41,3	41,7
A30	38,7	38,1	38,4	37,2	37,9
A31	42,3	42,1	42,8	41,2	42,0
A32	33,1	32,9	33,0	32,9	33,1
A33	35,1	34,7	33,1	33,6	35,0
A34	37,2	37,5	37,9	37,2	37,3
A35	41,0	40,0	40,5	40,4	40,2
A36	36,9	36,4	36,8	37,1	37,4
A37	43,8	43,1	42,8	42,5	44,0
A38	43,2	42,3	41,9	41,8	42,5
A39	34,9	33,4	32,7	32,8	33,0
A40	38,6	37,9	36,4	36,9	38,1
A41	49,4	48,1	47,7	47,5	48,1
A42	36,8	35,2	36,0	35,1	34,7
A43	45,5	44,0	43,5	43,0	44,2
A44	40,8	40,3	39,7	38,9	39,8
A45	40,0	39,6	39,6	38,4	39,3
A46	40,3	39,2	38,5	38,0	38,2
A47	37,2	37,1	37,0	35,7	36,2
A48	37,8	36,0	36,1	35,8	36,9
A49	47,6	46,4	45,2	44,6	45,4
A50	38,6	37,0	36,5	37,0	38,0

Gesamtkörperwasser (LOGI-Diät plus Sport)

LOGI-Diät plus Sport	TBW Woche	TBW Woche	TBW Woche	TBW Woche	TBW Woche
Teilnehmerin	0	4	8	12	52
B01	37,5	35,7	36,5	36,7	36,3
B02	40,5	40,0	40,6	40,0	40,1
B03	42,3	41,2	42,6	42,7	42,5
B04	36,8	36,4	36,9	35,7	36,3
B05	35,8	35,7	35,9	35,4	35,9
B06	42,7	42,7	43,0	44,4	43,7
B07	39,7	38,4	38,7	37,4	37,2
B08	40,0	40,4	38,6	38,7	37,8
B09	39,5	38,6	38,1	38,5	39,3
B10	38,7	38,8	38,2	37,6	37,8
B11	41,3	40,6	40,4	40,0	40,5
B12	38,1	37,6	37,7	37,8	37,4
B13	38,4	36,5	35,5	36,0	35,8
B14	35,3	34,6	34,5	35,3	35,1
B15	34,0	33,4	33,1	32,6	32,6
B16	34,2	34,3	34,0	32,8	32,5
B17	37,9	37,3	36,8	35,6	36,0
B18	38,4	37,1	36,5	37,3	36,8
B19	40,9	40,4	39,7	40,7	40,1
B20	35,8	34,9	35,5	35,8	36,2
B21	36,8	35,5	36,9	37,2	37,5
B22	40,0	38,5	39,3	39,0	38,7

B23	33,2	32,7	32,5	32,0	32,1
B24	40,1	39,2	39,2	39,4	40,5
B25	33,8	33,5	33,2	32,9	32,9
B26	36,6	36,4	36,6	36,4	36,3
B27	35,7	35,4	34,9	35,4	35,0
B28	36,5	36,7	36,1	36,5	36,2
B29	43,0	39,3	38,2	37,1	36,9
B30	43,9	42,9	41,6	40,3	40,3
B31	43,1	42,0	40,7	39,6	39,7
B32	34,7	33,6	33,4	33,9	33,4
B33	38,3	37,8	36,3	36,0	35,5
B34	49,0	46,6	46,8	45,1	44,7
B35	36,3	35,0	35,5	34,7	36,8
B36	46,0	44,5	44,3	43,3	43,9
B37	41,2	40,9	39,4	38,7	42,0
B38	40,3	38,7	39,1	38,3	38,5
B39	40,5	39,9	39,1	38,7	39,5
B40	37,3	36,4	34,5	35,0	34,9
B41	37,7	37,9	37,4	37,8	36,6
B42	47,4	46,2	44,9	43,5	46,9
B43	38,3	36,9	38,0	37,9	36,8
B44	34,2	30,8	31,0	32,0	31,7
B45	39,9	38,6	37,9	37,3	37,1
B46	36,8	36,6	36,4	36,1	36,0
B47	39,4	38,7	38,5	38,0	39,0
B48	31,4	30,8	30,0	29,3	29,4

B49	33,5	31,6	31,8	31,4	31,2
B50	29,4	28,0	28,1	28,2	29,9

Bodyzellmasse (nur LOGI-Diät)

nur LOGI-Diät	BCM Woche				
Teilnehmerin	0	4	8	12	52
A01	23,8	23,9	24,2	24,7	24,6
A02	28,1	27,0	27,0	26,6	27,0
A03	28,0	27,4	26,8	26,8	26,9
A04	27,5	26,5	26,0	25,9	25,9
A05	24,8	23,9	23,9	23,7	23,6
A06	22,1	21,7	21,3	21,0	21,3
A07	19,6	19,0	18,6	18,2	18,0
A08	27,2	26,0	25,6	25,1	25,4
A09	23,5	22,2	21,5	21,4	21,8
A10	26,5	25,3	24,7	24,7	24,6
A11	25,6	24,8	24,0	23,6	23,8
A12	25,5	25,1	25,0	23,9	23,7
A13	22,6	22,6	21,8	21,1	21,2
A14	28,8	27,8	27,5	27,3	27,5
A15	27,5	26,5	26,8	26,0	25,7
A16	23,1	22,5	22,8	22,0	21,7
A17	23,0	22,1	22,7	22,2	22,5
A18	26,7	25,9	26,1	27,5	27,0
A19	22,0	22,2	21,9	21,4	21,7

A20	21,4	21,1	20,7	20,9	20,6
A21	25,9	25,6	25,8	25,6	25,4
A22	33,2	33,1	32,8	32,4	32,5
A23	25,9	24,9	25,5	25,0	25,2
A24	28,6	28,0	27,2	27,9	28,0
A25	20,2	20,1	19,8	19,5	19,6
A26	27,1	26,3	26,5	25,9	25,5
A27	22,5	22,0	21,8	21,3	21,4
A28	26,1	26,0	24,9	25,4	25,1
A29	25,1	24,9	24,0	24,0	24,2
A30	26,4	26,9	25,7	26,1	25,9
A31	23,2	22,9	21,9	22,1	22,3
A32	23,1	22,8	22,7	21,4	21,7
A33	23,4	23,0	22,7	22,8	22,5
A34	23,6	23,9	23,1	22,8	22,7
A35	29,6	29,1	29,1	28,9	28,5
A36	25,1	24,7	23,8	23,2	23,6
A37	31,0	30,2	29,6	28,9	30,0
A38	27,1	26,8	27,0	26,5	27,0
A39	25,3	24,9	24,7	24,1	24,3
A40	25,5	24,1	24,1	24,0	24,1
A41	34,7	33,2	32,4	32,2	33,0
A42	24,5	23,0	23,5	22,7	22,5
A43	30,1	29,5	28,9	28,5	28,6
A44	29,4	28,0	28,1	27,8	28,0
A45	26,8	25,3	25,0	24,6	24,8

A46	25,5	25,1	24,8	24,3	24,3
A47	25,5	24,3	24,0	23,9	34,0
A48	25,9	24,8	24,6	24,4	24,4
A49	31,0	30,4	29,7	29,3	29,5
A50	25,3	24,7	24,2	24,1	24,2

Bodyzellmasse (LOGI-Diät plus Sport)

LOGI-Diät plus Sport	BCM Woche	BCM Woche	BCM Woche	BCM Woche	BCM Woche
Teilnehmerin	0	4	8	12	52
B01	25,0	23,5	23,7	23,0	23,7
B02	26,9	26,8	26,4	24,4	24,6
B03	23,4	23,3	25,2	25,0	25,8
B04	27,2	28,3	27,7	28,4	28,5
B05	21,8	21,6	21,8	22,0	22,2
B06	28,0	26,5	26,8	27,4	27,8
B07	23,7	23,5	24,3	24,2	24,3
B08	27,4	27,8	28,8	27,5	28,0
B09	19,2	19,1	18,2	18,2	19,5
B10	17,2	20,2	21,6	20,2	20,3
B11	23,2	24,4	23,0	22,5	23,7
B12	23,9	23,2	22,4	22,3	22,5
B13	22,8	23,9	21,9	22,7	22,9
B14	27,1	25,6	25,4	25,5	25,8
B15	23,6	22,2	22,3	22,4	22,0
B16	21,2	21,5	19,8	20,1	21,1

B17	30,9	28,2	28,9	28,4	28,6
B18	18,1	18,0	17,4	16,7	17,0
B19	27,9	28,5	28,1	27,9	28,9
B20	21,5	23,3	22,6	22,7	23,0
B21	25,0	24,6	24,2	23,2	25,9
B22	27,0	25,0	26,0	25,9	26,2
B23	23,2	22,6	21,4	22,1	22,4
B24	26,1	25,9	24,9	25,3	26,4
B25	25,1	24,2	23,9	24,1	24,5
B26	26,1	25,4	23,9	23,8	24,4
B27	23,0	23,1	22,6	23,0	23,2
B28	29,1	27,9	28,1	26,4	26,7
B29	27,7	28,5	29,4	26,2	26,3
B30	31,1	31,6	30,1	27,2	26,9
B31	27,0	25,9	23,8	23,0	23,2
B32	25,1	23,5	24,0	26,4	26,7
B33	25,2	25,0	25,1	25,1	25,0
B34	34,3	34,1	34,8	34,6	33,8
B35	24,0	23,2	23,2	22,8	24,8
B36	30,6	29,2	29,1	31,7	30,7
B37	29,8	30,7	29,6	28,6	29,9
B38	27,1	26,7	26,9	27,0	27,1
B39	27,7	27,8	26,0	26,8	26,5
B40	25,6	25,6	25,6	24,7	24,9
B41	25,8	26,5	26,0	26,3	26,9
B42	30,8	31,8	30,7	30,2	32,0

B43	25,0	24,8	22,7	23,5	23,4
B44	23,4	23,3	23,5	21,7	22,8
B45	27,6	27,3	27,7	26,6	26,5
B46	28,5	29,0	28,4	28,5	28,9
B47	27,9	25,8	25,9	26,7	28,1
B48	25,1	23,5	22,3	22,7	23,8
B49	22,3	23,2	21,3	21,9	22,0
B50	19,7	21,0	19,4	19,5	19,7