

Aus dem Institut für Agrar- und Ernährungswissenschaften
(Geschäftsführender Direktor: Prof. Dr. Reinhold Jahn)

der Naturwissenschaftlichen Fakultät III
(Dekan: Prof. Dr. Peter Wycisk)

der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg

**Maßnahmen zur Gewichtsreduktion in Familien mit Adipositas: Effizienz von
finanzieller Erfolgshonorierung, einer kombinierten Diät und Telemonitoring**

Dissertation

zur Erlangung des akademischen Grades
Doktor der Trophologie (Dr. troph.)

von

Diplom-Ernährungswissenschaftlerin Alexandra Blaik

Halle/Saale 2011

Aus dem Institut für Agrar- und Ernährungswissenschaften
(Geschäftsführender Direktor: Prof. Dr. Reinhold Jahn)

der Naturwissenschaftlichen Fakultät III
(Dekan: Prof. Dr. Peter Wycisk)

der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg

**Maßnahmen zur Gewichtsreduktion in Familien mit Adipositas: Effizienz von
finanzieller Erfolgshonorierung, einer kombinierten Diät und Telemonitoring**

Dissertation

zur Erlangung des akademischen Grades
Doktor der Trophologie (Dr. troph.)

vorgelegt von
Diplom-Ernährungswissenschaftlerin Alexandra Blaik
geb. am 20.01.1983 in Neindorf

Gutachter: Frau Prof. Dr. Gabriele Stangl
Herr Juniorprofessor Dr. Andreas Müller
Herr Prof. Dr. Claus Luley

Verteidigung am: 11.04.2011

Halle/Saale 2011

Verwendete Abkürzungen und Zeichen

ACS-ACOD	Acyl-Coenzym-A-Synthetase - Acyl-Coenzym-A-Oxidase
ACSM	American College of Sports Medicine
AGA	Arbeitsgemeinschaft Adipositas im Kindes- und Jugendalter
ALAT	Alaninaminotransferase
ANCOVA	Analysis of Covariance
ASAT	Aspartataminotransferase
BMI	Body-Mass-Index
BMI-SDS	BMI-Standard-deviation-Score
CHOD-PAP	Cholesterinoxidase-4-Aminophenazon
DBD	diastolischer Blutdruck
DGE	Deutsche Gesellschaft für Ernährung
ECLIA	Elektrochemischer Lumineszenzimmunoassay
EDTA	Ethylendiamintetra-Essigsäure
ELISA	Enzyme-Linked Immuno Sorbent Assay
EPIC	European Prospective Investigation into Cancer and Nutrition
FFM	fettfreie Masse
FFS	freie Fettsäuren
FITOC	Freiburg Intervention Trial for Obese Children®
Gamma-GT	Gamma-Glutamyltransferase
GI	glykämischer Index
GPO-PAP	Glycerophosphatoxidase-4-Aminophenazon
HDL-	high-density-lipoprotein-
HOMA	Homeostasis Model Assessment
HPLC	Hochleistungs-Flüssigkeits-Chromatographie
hs-CRP	high-sensitivity C-reaktives Protein
IFCC	International Federation of Clinical Chemistry and Laboratory Medicine
IRMA	Immunoradiometrischer Assay
Kalorienrestriktion	kalorienreduzierte Mischkost
KF	Körperfettanteil
KHK	Koronare Herzkrankheit
LDL-	low-density-lipoprotein-
Look-AHEAD	Look-Action For Health in Diabetes
NAFLD	nonalcoholic fatty liver disease
PLP	Pyridoxalphosphat
RIA	Radio-Immuno-Assay

RR	Blutdruck nach Riva-Rocci
SBD	systolischer Blutdruck
WBC	white blood cells
WHO	World Health Organisation
WHR	Waist-to-Hip-Ratio
Δ-	Delta-
↑	erhöht

Inhaltsverzeichnis

Einleitung	- 7 -
1 Definition der Adipositas	- 8 -
2 Adipositas in Familien	- 8 -
3 Die Verbreitung der Adipositas und ihre Folgen	- 9 -
3.1 Adipositas und ihre Folgen bei Erwachsenen	- 9 -
3.2 Adipositas und ihre Folgen bei Kindern	- 10 -
4 Therapiemaßnahmen zur Korrektur der Adipositas	- 11 -
4.1 Adipositastherapie bei Erwachsenen	- 11 -
4.1.1 Therapiemaßnahmen zur Korrektur der Adipositas bei Erwachsenen	- 11 -
4.1.2 Effekte der Gewichtsreduktion bei Erwachsenen	- 13 -
4.2 Adipositastherapie bei Kindern	- 14 -
4.2.1 Therapiemaßnahmen zur Korrektur der Adipositas bei Kindern	- 14 -
4.2.2 Effekte der relativen Gewichtsabnahme bei Kindern	- 15 -
4.3 Therapiemöglichkeiten in Familien	- 15 -
5 Ausblick und Ziele der Arbeit	- 15 -
Probanden und Methoden	- 18 -
6 Rekrutierung und Einschlusskriterien	- 19 -
7 Studienablauf und Randomisierung	- 19 -
8 Interventionen	- 20 -
8.1 Intervention „Diät“	- 21 -
8.2 Intervention „Anreiz“	- 22 -
8.3 Intervention „Telemonitoring“	- 22 -
8.4 Kombination der Interventionen	- 24 -
9 Untersuchungen und Erhebungen	- 25 -
9.1 Körpermaße	- 25 -
9.1.1 Körpergewicht und Körpergröße	- 26 -
9.1.2 Taillen- und Hüftumfang	- 26 -
9.1.3 Messungen der Hautfaltendicken und Berechnung des Körperfettanteils	- 27 -
9.2 Blutdruck	- 28 -
9.3 Biochemische Untersuchungen	- 29 -
9.3.1 Probengewinnung und Aufarbeitung	- 29 -
9.3.2 Methodik	- 29 -
9.3.3 Ultrazentrifugation, Lipidanalytik	- 30 -
	- 3 -

9.3.4	Adipokinanalytik	- 31 -
9.3.5	Bewertung pathologischer Messwerte	- 31 -
9.4	Ernährungsanalyse	- 32 -
10	Begriffsbestimmungen	- 33 -
11	Statistik	- 33 -
Resultate		- 36 -
12	Biometrische Daten des Kollektivs	- 37 -
13	Distribution der Familien	- 39 -
14	Wirksamkeit der Interventionen	- 40 -
14.1	Wirksamkeit einzelner Interventionen	- 40 -
14.1.1	Wirksamkeit der Interventionen bei Erwachsenen	- 40 -
14.1.2	Wirksamkeit der Interventionen bei Kindern	- 42 -
14.1.3	Einfluss der einzelnen Interventionen auf die Ernährung	- 44 -
14.1.3.1	Einfluss der einzelnen Interventionen auf die Ernährung Erwachsener	- 44 -
14.1.3.2	Einfluss der einzelnen Interventionen auf die Ernährung der Kinder	- 45 -
14.2	Wirksamkeit kombinierter Interventionen	- 45 -
14.2.1	Wirksamkeit kombinierter Interventionen bei Erwachsenen	- 45 -
14.2.2	Wirksamkeit kombinierter Interventionen bei Kindern	- 46 -
14.3	Eltern-Kind-Interaktion	- 47 -
15	Einfluss der Gewichtsreduktion auf Blutdruck und Laborparameter	- 47 -
15.1	Effekte bei Erwachsenen	- 47 -
15.2	Effekte bei Kindern	- 49 -
15.3	Änderungen der Häufigkeiten pathologischer Werte	- 51 -
16	Biochemische Veränderungen in Bezug auf Fettgewebsverteilung	- 52 -
16.1	Änderungen bei Erwachsenen	- 52 -
16.2	Änderungen bei Kindern	- 55 -
17	Studienabbrecher	- 56 -
17.1	Allgemeine Determinanten des Studienabbruchs	- 56 -
17.1.1	Determinanten des Studienabbruchs nach Einzelstrategien	- 56 -
17.1.2	Determinanten des Studienabbruchs nach kombinierten Interventionen	- 57 -
Diskussion		- 59 -
18	Wirksamkeit der einzelnen Interventionen	- 60 -
18.1	Effekte der Maßnahmen bei Erwachsenen	- 60 -
18.1.1	Finanzieller Anreiz	- 60 -

18.1.2	Duale Diät	- 62 -
18.1.3	Telemonitoring	- 65 -
18.2	Effekte der Maßnahmen bei Kindern	- 67 -
18.2.1	Finanzieller Anreiz	- 68 -
18.2.2	Duale Diät	- 68 -
18.2.3	Telemonitoring	- 69 -
19	Wirksamkeit der kombinierten Interventionen auf die Gewichtsreduktion	- 70 -
19.1	Wirksamkeit der Interventionskombination bei Erwachsenen	- 70 -
19.2	Wirksamkeit der Interventionskombination bei Kindern	- 71 -
20	Eltern-Kind-Interaktion	- 72 -
21	Laborwerte und Blutdruck bei Gewichtsveränderungen	- 72 -
21.1	Laborwert- und Blutdruckänderungen bei Erwachsenen	- 72 -
21.1.1	Bei Erwachsenen des Terzils mit einer Abnahme um 13,8 kg	- 72 -
21.1.2	Bei Erwachsenen des Terzils mit einer Zunahme um 1,6 kg	- 74 -
21.1.3	Gegenüberstellung des 1. und des 3. Terzils der Gewichtsänderungen bei Erwachsenen	- 75 -
21.1.4	Bei Erwachsenen unter Berücksichtigung der Maßnahme	- 75 -
21.2	Laborwert- und Blutdruckänderungen bei Kindern	- 76 -
21.2.1	Bei Kindern des Terzils mit einer BMI-SDS-Senkung um minus 0,62	- 76 -
21.2.2	Bei Kindern des Terzils mit einem BMI-SDS-Anstieg um plus 0,11	- 77 -
21.2.3	Gegenüberstellung des 1. und des 3. Terzils der BMI-SDS-Änderungen bei Kindern	- 78 -
21.2.4	Häufigkeiten pathologischer Werte bei Kindern	- 79 -
22	Biochemische Änderungen und Änderungen in der Fettgewebsverteilung	- 79 -
22.1	Änderungen bei Erwachsenen	- 79 -
22.2	Änderungen bei Kindern	- 81 -
23	Studienabbrecher	- 81 -
24	Besondere Aspekte der Adipositas und deren Therapie bei Kindern	- 82 -
25	Limitationen	- 83 -
	Literaturverzeichnis	- 84 -
	Tabellen- und Abbildungsverzeichnis	- 101 -

Anhang	- 104 -
26 Berechnung des Körperfettanteils der Erwachsenen	- 104 -
27 Berechnung des Körperfettanteils der Kinder	- 104 -
28 Tabellen	- 104 -
Zusammenfassung	- 110 -
summary	- 113 -
Danksagung	- 116 -
Lebenslauf	- 117 -
Selbstständigkeitserklärung	- 118 -

Einleitung

1 Definition der Adipositas

Adipositas ist eine übermäßige Fettakkumulation. Sie ist eine chronische Krankheit mit eingeschränkter Lebensqualität, hohem Morbiditäts- und Mortalitätsrisiko.

Zur Klassifizierung wird der Body Mass Index (BMI) angewandt. Die World Health Organization (WHO) definiert Übergewicht ab einem BMI von 25 kg/m^2 und Adipositas ab 30 kg/m^2 bei Erwachsenen¹. Für Kinder existieren alters- und geschlechtsspezifische BMI-Referenzwerte. Übergewicht bei Kindern ist definiert bei Werten ab dem 90., Adipositas ab dem 97. BMI-Perzentil².

Die Begriffsbestimmungen von Übergewicht und Adipositas bedeuten demnach, dass alle Adipösen übergewichtig, aber nicht alle Übergewichtigen adipös sind.

2 Adipositas in Familien

Die familiäre Belastung ist ein Risikofaktor für Übergewicht im Kindesalter. Adipositas tritt häufiger bei Kindern auf, deren Mutter übergewichtig oder adipös ist³. Wenn mindestens ein Elternteil einen BMI $>30 \text{ kg/m}^2$ hat, ist das Übergewichtsrisiko des Kindes zwei- bis dreifach erhöht⁴. In der Altersgruppe der 35- bis unter 40-Jährigen, also in einer Altersgruppe, die selbst oftmals schulpflichtige Kinder hat, sind bereits 45 % übergewichtig⁵.

Übergewicht in Familien ist multikausal. Umweltfaktoren, Ernährungs- und Bewegungsverhalten sowie genetische Einflüsse sind determinierend. Die für das Körpergewicht geschätzte Heritabilität beträgt zwischen 60 % und 90 %⁶. Die genetische Veranlagung ist in Zwillings-, Adoptions- und Familienstudien vielfach untersucht worden.

Zwillingsstudien weisen dabei hohe Korrelationen des BMI zwischen monozygoten Paaren und geringere, aber signifikante Assoziationen zwischen dizygoten Paaren⁷ auf.

Aus Adoptionsstudien ist bekannt, dass das kindliche Körpergewicht enger mit dem der leiblichen Eltern als mit dem der Adoptiveltern korreliert^{8,9}.

In Studien mit Familien sind Korrelationskoeffizienten zwischen 0,1 und 0,3 für den BMI zwischen Eltern und ihren Kindern beschrieben worden⁶.

Der genetische Einfluss ist offensichtlich, erklärt aber nur zum Teil die steigende Übergewichtsprävalenz. Interaktionen von Umwelteinflüssen und das in Familien vorherrschende Ernährungs- und Bewegungsverhalten bedingen das Körpergewicht mit.

3 Die Verbreitung der Adipositas und ihre Folgen

3.1 Adipositas und ihre Folgen bei Erwachsenen

Adipositas und Übergewicht sind bei Erwachsenen zur Volkskrankheit geworden. Bereits jeder fünfte Bundesbürger ist adipös. Mehr als die Hälfte der deutschen Bevölkerung ist übergewichtig. Männer sind häufiger betroffen als Frauen (66 % respektive 51 %) ¹⁰.

In der Bevölkerung Sachsen-Anhalts ist die Prävalenz von Übergewicht und Adipositas besonders hoch. Im Bundesländervergleich von 2009 hat Sachsen-Anhalt mit 58 % Übergewichtigen den höchsten Anteil vor Mecklenburg-Vorpommern und Brandenburg ¹¹. Sachsen-Anhalt ist darüber hinaus mit einer derzeitigen Adipositasprävalenz von 28 % in Hausarztpraxen führend im Vergleich der Bundesländer ¹².

Übergewicht und Adipositas sind Risikofaktoren für eine Vielzahl von Erkrankungen. Die pathologische Zunahme des Fettgewebes führt häufig zu orthopädischen Erkrankungen, Dyslipidämien, Hypertonie und Diabetes mellitus Typ 2 und ist zentral für die Entstehung des Metabolischen Syndroms verantwortlich ^{13,14}. In der Folge können Herz-Kreislauf-Erkrankungen entstehen, die die häufigste Todesursache in den westlichen Industrienationen darstellen.

Das mit Adipositas assoziierte Gesundheitsrisiko ist in verschiedenen Studien untersucht worden. Nach der Nurses-Health-Study haben Frauen mit einem BMI > 27 kg/m² im Vergleich zu den schlanksten Frauen (BMI < 19 kg/m²) ein statistisch signifikant erhöhtes Mortalitätsrisiko nach einem Untersuchungszeitraum von 16 Jahren. Ergebnisse des Canada Fitness Surveys ¹⁵ zeigen ein erhöhtes Mortalitätsrisiko um 20-25 % bei Adipositas Grad I (BMI 30-34,9 kg/m²) und um 83-196 % ab einem BMI von 35 kg/m². Bereits bei Übergewicht (BMI 25-29,9 kg/m²) zeigt sich das Mortalitätsrisiko um 16 % erhöht. Im National Health and Nutrition Examination Survey (NHANES) ¹⁶ hingegen ist der Zusammenhang zwischen moderatem Übergewicht und Mortalität nicht bestätigt worden. Dennoch schätzen epidemiologische Studien übereinstimmend ab, dass die steigende Prävalenz der Adipositas zu einer Verkürzung der bislang stetig gestiegenen Lebenserwartung führen wird ^{17,18}.

Nicht nur die Mortalität des Einzelnen, sondern auch die gesellschaftlich-sozialen Folgen der Adipositas sind problematisch. Schätzungen zufolge sind bis zu einem Fünftel aller Gesundheitsausgaben in Industrieländern auf Adipositas zurückzuführen. Gesundheitsökonomisch entstehen direkte Kosten durch die medizinische Versorgung und indirekte Kosten durch den volkswirtschaftlichen Produktionsausfall. Die Summe beider kann – national unterschiedlich – 0,6 bis 7 %^a an den Gesamtkosten im Gesundheitswesen betragen¹⁹. Die in Deutschland direkt durch Adipositas und sonstige Überernährung entstandenen Krankheitskosten belasten das Gesundheitssystem. Die KORA-Studie (Kooperative Gesundheitsforschung in der Region Augsburg) hat durchschnittliche Ausgaben in Höhe von 1080 € pro Jahr für Patienten mit BMI 30-34,9 kg/m² ergeben²⁰. Für Normalgewichtige belaufen sich die Kosten auf 848 €. Die Autoren Knoll und Hauner haben für das Jahr 2003 die direkten Gesamtausgaben für Adipositas auf 85,7 Mio. € geschätzt. Für adipositasbedingte Erkrankungen sind 11,3 Mrd. € ausgegeben worden²¹. Bei steigender Übergewichtsprävalenz werden die direkten Ausgaben für Adipositas im Jahr 2020 das deutsche Gesundheitssystem 22,4 Mrd. € kosten.

3.2 Adipositas und ihre Folgen bei Kindern

Übergewicht und Adipositas nehmen auch im Kindesalter zu. Auf Basis der Referenzdaten von 1985-1999 sind die Prävalenzzahlen für Übergewicht um 50 % gestiegen. Die Häufigkeit von Adipositas hat sich sogar verdoppelt. In Deutschland sind derzeit 15 % der Kinder übergewichtig und 6 % adipös³, was somit zwei Millionen respektive 800000 Kinder betrifft. Die Übergewichtsprävalenz steigt im Grundschulalter an und betrifft Mädchen und Jungen gleichermaßen. Übergewicht im Kindesalter erhöht das Risiko für Übergewicht im Erwachsenenalter um das zwei- bis dreifache²².

Untersuchungen bei übergewichtigen und adipösen Kindern zeigen eine hohe Prävalenz von Komorbiditäten. Dyslipidämien treten bereits bei 25 % der adipösen Kinder und Jugendlichen auf, arterielle Hypertonie bei einem Drittel, und einen manifesten Diabetes mellitus Typ 2 haben ungefähr 1 %^{23,24}. Bei 30 % der adipösen Kinder ist eine Steatosis hepatis nachgewiesen worden. Orthopädische Folgeerkrankungen und erhebliche Störungen der psychosozialen Entwicklung und der Lebensqualität sind bei 35 % festgestellt worden²⁵.

Die auftretenden Komorbiditäten und das erhöhte Risiko für Folgeerkrankungen sind mit steigenden Gesundheitsausgaben assoziiert. Dies ist nicht nur aktuell von Bedeutung, son-

^a Hierbei sind direkte und indirekte Kosten durch Begleit- und Folgeerkrankungen berücksichtigt.

dem stellt auch ein großes zukünftiges Problem dar, denn die Bogalusa Heart Study zeigt, dass 75 % der adipösen Kinder adipöse Erwachsene werden²⁶.

4 Therapiemaßnahmen zur Korrektur der Adipositas

Das beschriebene Ausmaß von Übergewicht, die aufgezeigten Begleit- und Folgeerkrankungen und die hohen Kosten erfordern eine Adipositastherapie, die nicht nur mittelfristig wirksam ist, sondern auch langfristig effektiv bleibt und somit die Gesundheit dauerhaft verbessert. In diesem Kapitel werden daher konventionelle Therapiemaßnahmen beschrieben und ihre Grenzen aufgezeigt.

4.1 Adipositastherapie bei Erwachsenen

4.1.1 Therapiemaßnahmen zur Korrektur der Adipositas bei Erwachsenen

Die Deutsche Adipositasgesellschaft hat eine evidenzbasierte Leitlinie zur Adipositastherapie veröffentlicht²⁷. Es werden ernährungs-, bewegungs- und verhaltenstherapeutische Maßnahmen empfohlen, die auf eine Senkung des Ausgangsgewichts um 5-10 % abzielen. Dies soll in zwei Phasen erfolgen. In der 1. Phase wird das Gewicht reduziert, in der 2. Phase wird es stabilisiert. In Studien ist es üblich, nach sechs Monaten den Abnahmeerfolg und nach zwölf Monaten die Gewichtsstabilisierung zu überprüfen.

Gemäß den Leitlinien ist die Ernährungstherapie zur Erzeugung eines Energiedefizits gewünscht. Neben Formuladiäten und Mahlzeitenersatz mit Formulaprodukten, die zur raschen Gewichtsabnahme kurzzeitig eingesetzt werden können, werden die alleinige Reduktion des Fettverzehrs und die mäßig energiereduzierte Diät empfohlen. Letztere ist eine Reduktion des Verzehrs von Kohlenhydraten, Eiweiß und Fetten.

Das „Weight Watchers“-Programm ist national und international als Diätprogramm bekannt. Ernährungstherapeutischer Grundsatz ist die Reduktion der Energieaufnahme, die insbesondere durch einen verringerten Fettverzehr erfolgt. Untersuchungen zur Wirksamkeit zeigen Gewichtsabnahmen bis zu mittleren 4,8 kg in sechs Monaten²⁸ und bis 5,2 kg in zwölf Monaten^{29,30}. Andere Diätinterventionen sind ähnlich effektiv. Eine Metaanalyse von Diätstudien weist eine Gewichtsreduktion um 5 kg bzw. 6 % nach zwölf Monaten nach³¹.

Diäten mit niedrigem glykämischen Index werden in der Leitlinie aus dem Jahr 2007 zwar genannt, aber nicht ausdrücklich empfohlen. Inzwischen wurde bekannt, dass Diäten mit

niedrigem glykämischen Index (GI) in ihrer Wirksamkeit zumindest kurz- bis mittelfristig überlegen sind³². Die Gewichtsabnahme kann bis zu 1,1 kg größer sein als unter anderen Diäten.

Die Bewegungssteigerung ist eine weitere therapeutische Maßnahme. Diese wird leider noch immer als sekundäre Therapieform, begleitend zur Ernährungsmodifikation, angesehen. Es ist bekannt, dass ca. 30 % der Erwachsenen körperlich kaum bzw. nicht aktiv sind, d.h. sie bewegen sich nur unzureichend im Alltag und treiben keinen Sport³³. Dies ist einer der vielen Gründe für die bestehende Übergewichtsproblematik, der aber zugleich einen bedeutsamen Ansatzpunkt für die Adipositas therapie bietet. Auch die Empfehlungen der WHO^b zur Prävention und Therapie der Adipositas schließen die Bewegungssteigerung ein. Es wird empfohlen, an mindestens fünf Tagen der Woche mindestens 30 Minuten körperlich in moderater Intensität aktiv zu sein. Die praktische Umsetzung zeigt jedoch häufig, dass Übergewichtige für körperliche Aktivität nur schwer zu motivieren sind.

Die letzte Säule, auf die sich die Adipositas therapie stützt, ist eine psychologisch basierte Verhaltensänderung. Diese soll das modifizierte Ernährungs- und Bewegungsverhalten langfristig festigen. Selbstbeobachtungs- und Stimuluskontrolltechniken sowie Belohnungsmechanismen und Rückfallmaßnahmen sollen von möglichst psychologisch geschultem Personal vermittelt werden. Untersuchungen zeigen, dass eine Verhaltenstherapie, die mit Diät- und Bewegungsmodifikationen kombiniert wird, die Gewichtsabnahme im Vergleich zu einer alleinigen Diät- und Bewegungsintervention um bis zu 4,9 kg steigern kann³⁴.

4.1.2 Effekte der Gewichtsreduktion bei Erwachsenen

Eine Adipositas therapie bei Erwachsenen ist grundsätzlich ab einem BMI >29,9 kg/m² indiziert. Wenn zusätzliche Erkrankungen, Risikofaktoren und/oder ein psychosozialer Leidensdruck bestehen²⁷, gilt diese Indikation auch ab einem BMI >24,9 kg/m².

Es ist gut gesichert, dass eine Gewichtsreduktion um 5-10 % des Ausgangsgewichts Nüchtern-glucose, HbA1c, Blutdruckwerte und das Lipidprofil nicht nur vorübergehend³⁵, sondern auch langfristig verbessert³⁶. Die US Diabetes Prevention Program Research Group (DPP) berichtet von einer geringeren Inzidenz von Diabetes mellitus Typ 2 durch Gewichtsredukti-

^b Diese Empfehlungen basieren auf den Studienergebnissen des Centers for Disease Control and Prevention (CDC) und des American College of Sports Medicine: Centers for Disease Control and Prevention (CDC) Prevalence of regular physical activity among adults - United States, 2001 and 2005. MMWR Morb Mortal Wkly Rep. 2007; 56 (46): 1209 – 1212

on. Übergewichtige, die in sechs Monaten 7 % ihres Ausgangsgewichts abgenommen haben, haben eine um 58 % niedrigere Diabetes-Inzidenz als die Kontrollgruppe, die ihr Gewicht konstant gehalten hat³⁷. Ein vergleichbares Ergebnis legt die Finnish Diabetes Prevention Study (FDPS) vor³⁸. Mit dieser Studie wurde nachgewiesen, dass eine intensive Lifestyle-Intervention das relative Risiko eines Diabetes mellitus Typ 2 um 43 % reduziert.

Verschiedene Metaanalysen belegen Verbesserungen des kardiovaskulären Risikoprofils durch moderate Gewichtsabnahme. Danach senkt jedes abgenommene Kilogramm die Blutdruckwerte um 0,7 mmHg (systolisch) und 0,3 mmHg (diastolisch). Untersuchungen der Lipide zeigen pro abgenommenem Kilogramm ein Absinken des Gesamtcholesterins um 0,06 mmol/L bzw. um 1 %, des LDL-Cholesterins um 0,02 mmol/L bzw. 0,7 % und der Triglyzeride um 0,02 mmol/L bzw. 2 %³⁹.

Neben den zahlreichen Vorteilen steht aber auch zur Diskussion, ob eine Gewichtsreduktion negative Effekte haben kann. Myrskylä et al. zeigen in ihrer epidemiologischen Untersuchung eine erhöhte Mortalität durch Gewichtsverlust bei 13104 Personen im Alter zwischen 50 und 70 Jahren⁴⁰ und bestätigen damit frühere Studienergebnisse⁴¹. Allerdings ist fraglich, ob diese auf den ersten Blick eindeutigen Ergebnisse wirklich zutreffen. Denn oftmals werden unbeabsichtigte Gewichtsverluste durch Krankheit oder psychosoziale Probleme nicht erfasst, wodurch die Assoziation zur Mortalitätserhöhung infolge der Gewichtsreduktion verfälscht werden kann. Zudem kann der Einfluss des Übergewichts vor der Gewichtsreduktion nur unklar eingeschätzt werden. Diese Beobachtungsstudien erlauben daher keinen sicheren Nachweis der beschriebenen Assoziationen.

Hingegen gibt es auch gut gesicherte Nachteile einer Gewichtsreduktion. Ein erhöhtes Risiko besteht für Cholelithiasis. Die Gallensteinbildung ist umso häufiger, je schneller und ausgeprägter die Gewichtsabnahme ist. Ebenfalls gesichert ist eine Abnahme der Knochendichte bei Frauen, die unter drastischer Gewichtsreduktion festgestellt worden ist. Bei denjenigen Frauen, die nach dem 50. Lebensjahr mit einer Gewichtsreduktion begonnen haben, zeigt sich eine erhöhte Inzidenz von Hüftfrakturen²⁷.

Abschließend muss verdeutlicht werden, dass zwar unter den Autoren der Studien weitestgehend Konsens darüber besteht, dass durch eine Gewichtsreduktion Risikofaktoren metabolischer und kardiovaskulärer Erkrankungen vermindert werden können. Die Untersuchungen zeigen allerdings eine Verringerung der Risikofaktoren vorwiegend bei Erkrankten, beispielsweise bei Insulinresistenten oder Patienten mit Diabetes mellitus⁴². Für gesunde

Erwachsene in relativ jungem Lebensalter ist aber die Datenlage zu verringerten kardio-vaskulären Risikofaktoren unter der Adipositas therapie spärlich. Für diese Gruppe ist auch unklar, wie viel Gewicht reduziert werden muss, um Effekte auf Laborparameter feststellen zu können.

4.2 Adipositas therapie bei Kindern

4.2.1 Therapiemaßnahmen zur Korrektur der Adipositas bei Kindern

Für Kinder existiert ebenfalls eine evidenzbasierte Leitlinie zur Adipositas therapie. Die Therapie sollte grundsätzlich familienbasiert erfolgen. Ein multidisziplinärer Ansatz aus Ernährungs-, Bewegungs- und Verhaltenstherapie ist isolierten Maßnahmen vorzuziehen⁴³. In älteren Versionen der Leitlinie sind Therapieziele für die Gewichtsänderung übergewichtiger Kinder genannt worden. Diese sind abhängig vom Ausmaß des Übergewichts, dem Vorhandensein von Begleiterkrankungen und dem zu erwartenden Längenwachstum. Im Kapitel Probanden und Methoden (Seite 22) wird diese Gewichtszielempfehlung näher beschrieben. Die aktuelle Leitlinie (S3-Leitlinie Version 2009) beinhaltet hingegen keine Therapieziele mehr.

Die diätetische Therapie ist eine der drei Säulen der Adipositas therapie. Es ist gezeigt worden, dass energiereduzierte Diäten bei Kindern nur mäßig wirksam sind⁴⁴. Die Berücksichtigung des GI ist eine neue alternative Diätform. Allerdings gibt es momentan keine Evidenz für die Überlegenheit von Diäten mit niedrigem GI bei Kindern. Diese sind zur Gewichtsabnahme daher ähnlich geeignet wie konventionelle Diäten⁴⁵.

Die körperliche Aktivität ist auch bei Kindern wesentlich zur Behandlung von Übergewicht. Eine gesteigerte Bewegung kann spielerisch umgesetzt werden und bietet sich deshalb gerade bei Kindern zur Therapie an. Eine Aktivitätsintervention sollte gemäß der Leitlinie immer zusammen mit Ernährungsmodifikationen erfolgen. Primäres Ziel soll die Steigerung der körperlichen Aktivität im Alltag sein. Dies ist langfristig effektiver als die Teilnahme an zeitlich limitierten Sportprogrammen.

Verhaltenstherapeutische Maßnahmen sollten ähnlich eingesetzt werden wie bei Erwachsenen, d.h. zur Umsetzung und Aufrechterhaltung der erzielten Veränderungen des Ernährungs- und Bewegungsverhaltens. Darüber hinaus ist eine Steigerung der Compliance denkbar.

Ergänzend werden ab Seite 82 die konventionellen Therapien im Kindesalter im Kapitel „Besondere Aspekte der Adipositas und deren Therapie bei Kindern“ zusammengefasst.

4.2.2 Effekte der relativen Gewichtsabnahme bei Kindern

Eine relative Gewichtsabnahme unter Berücksichtigung des Längenwachstums bei übergewichtigen Kindern kann bereits ausreichen, um Komorbiditäten zu senken. Verbesserungen des kardiovaskulären Risikoprofils durch Reduktionen der Lipidwerte und der Insulinresistenz gelten als gut gesichert⁴⁶. Allerdings bleibt - ähnlich wie bei den Erwachsenen – fraglich, wie hoch das Ausmaß der Übergewichtsverminderung sein muss, um Komorbiditäten signifikant zu vermindern.

In der Adipositas therapie im Kindesalter sind darüber hinaus negative Auswirkungen der Gewichtsreduktion beschrieben worden. Diskutierte Effekte auf das Längenwachstum sind aber widerlegt worden⁴⁷. Hingegen sind die Bildung von Gallensteinen und die Entwicklung oder Verstärkung orthopädischer Komplikationen unter inadäquater körperlicher Bewegung gut gesichert⁴³. Zur Diskussion stehen noch die Auswirkungen einer Adipositas therapie auf die Psyche des Kindes hinsichtlich einer Destabilisierung durch die Auseinandersetzung mit dem erhöhten Körpergewicht und die Entwicklung von Essstörungen. Hier sind familienbasierte Therapien, die das destabilisierende Risiko mindern, optimal.

4.3 Therapiemöglichkeiten in Familien

In Familien können bestehende Strukturen zur Lebensmittelauswahl, Mahlzeitenaufnahme und zum Ess- und Bewegungsverhalten durch Interventionen verbessert werden. Studien von Epstein et al.⁶ zeigten, dass eine Familientherapie die Progression der Adipositas bei zehn- bis elfjährigen Kindern verzögern kann. Der Erfolg der Intervention ist am deutlichsten, wenn Kindern gemeinsam mit ihren Eltern behandelt worden sind. In der Kieler Adipositaspräventionsstudie haben bei Interventionen in den Familien die übergewichtigen Kinder weniger an Gewicht zugenommen als in einer Vergleichsgruppe ohne Therapie im Familienverband⁴⁸.

5 Ausblick und Ziele der Arbeit

Die aufgezeigten Therapieoptionen in den Kapiteln 4.1.1, 4.2.1 und 4.3 dieser Einleitung sind in ihrer Wirksamkeit nicht befriedigend. Dies trifft für Erwachsene und Kinder gleichermaßen zu. Außerdem fehlen wissenschaftliche Nachweise zu Verbesserungsoptionen und zur lang-

fristigen Wirksamkeit. Ebenso unklar ist, wie die Compliance verbessert werden kann. Diese Gründe führen dazu, neue Maßnahmen in der familiären Adipositas therapie zu entwickeln und zu überprüfen. Im Folgenden werden die Hintergründe dieser neuen Maßnahmen zusammengefasst. Anschließend folgen daraus abgeleitete Ziele dieser Arbeit.

Bisherige Diätinterventionen zielten größtenteils darauf ab, die Fett- und Energieaufnahme zu senken. Die Kommunikation zur Umsetzung solcher Diäten ist einfach, die Gewichtsabnahmen bleiben aber moderat. Neueren Untersuchungen zufolge ist der Verzehr von Lebensmitteln mit niedrigem GI gut geeignet zur Gewichtsreduktion. Daher liegt es nahe, eine Kombination beider Diäten hinsichtlich ihrer Wirksamkeit zu überprüfen.

Zur Steigerung der körperlichen Aktivität können Schrittzähler eingesetzt werden. Dies sind grundsätzlich geeignete Instrumente, um das Ausmaß der körperlichen Aktivität zu messen und ggf. zu erhöhen. Interventionen mit solchen Geräten sind bisher aber nicht erfolgreich gewesen⁴⁹. Ein Grund hierfür kann mangelnde Compliance sein. Obwohl Erwachsene und Kinder gegenüber innovativen Technologien aufgeschlossen sind, ist die langfristige Motivation oftmals unbeständig. Fortschritte der Informationstechnologie erlauben heute eine individuelle Datenübertragung und Bewertung dieser Daten durch Betreuer. Die Brauchbarkeit eines solchen telemedizinischen Konzeptes ist bislang nicht überprüft worden.

Die Schaffung von Anreizen ist aus der Suchtforschung bekannt. Anreizstrategien sind u.a. bei Nikotin- und Drogenmissbrauch angewandt worden. Auch finanzielle Anreize sind eingesetzt worden – sowohl positiv als auch negativ. Positive Anreize können zu einer entsprechenden Verhaltensänderung führen, wie finanzielle Belohnungen bei Nikotinverzicht zeigen. Hingegen wird mit einem negativen Anreiz ein Fehlverhalten bestraft, z.B. durch die Zahlung einer bestimmten Summe bei Rückfälligkeit. Überlegungen, solche Anreize in der Adipositas therapie zu nutzen, führen dazu, die positiven Anreize anzuwenden. Für finanzielle Anreize, die direkt die Gewichtsreduktion belohnen, sind größere kurzfristige Effekte bekannt⁵⁰. Langzeiteffekte sind widersprüchlich. Bei übergewichtigen Kindern ist solche Maßnahme bisher nicht überprüft worden.

Diese drei neuen Maßnahmen in der familiären Adipositas therapie werfen Fragen auf, die mit dieser Arbeit beantwortet werden sollen:

1. Erhöht ein finanzielles Erfolgshonorar die mittelfristige Gewichtsabnahme?
2. Ist ein finanzieller Anreiz langfristig wirksam?
3. Beeinflusst ein finanzielles Honorar die Compliance?

4. Ist eine kombinierte Diät, die Fettreduktion mit Berücksichtigung des glykämischen Index` (GI) vereint, mittel- und langfristig besser geeignet zur Gewichtsreduktion als eine konventionelle fettreduzierte Diät?
5. Wird die Nahrungsaufnahme unterschiedlich modifiziert unter diesen Diäten?
6. Verbessert eine telemedizinische Kontrolle von körperlicher Aktivität und Gewicht die mittel- und langfristige Gewichtsabnahme?

Darüber hinaus soll überprüft werden, wie hoch die Gewichtsreduktion sein muss, um Effekte auf Risikoparameter nachweisen zu können. Abschließend soll geklärt werden, wie sich die Risikoveränderungen unterscheiden zwischen einer Verminderung des viszeralen Fettgewebes und einer Reduktion von subkutan-peripherem Fett.

Probanden und Methoden

6 Rekrutierung und Einschlusskriterien

Die Rekrutierung der Familien erfolgte durch Aufrufe in regionalen und überregionalen Medien sowie durch Kinder- und Schulärzte des Stadtgebiets Magdeburg.

Zur Teilnahme an der Studie mussten die Einschlusskriterien

- Bereitschaft zur Teilnahme an der Studie
- BMI der Erwachsenen: mindestens 27 kg/m²
- mindestens 90. alters- und geschlechtsspezifisches BMI-Perzentil der Kinder
- Alter der Kinder zwischen sieben und zwölf Jahren

erfüllt sein.

7 Studienablauf und Randomisierung

Es wurden vier Zeitpunkte als Studienbeginn gewählt wegen beschränkter personeller Kapazitäten des Instituts. Die Familien, die zum selben Zeitpunkt die Studie begannen, werden als „Staffel“ bezeichnet. Somit ergaben sich vier Staffeln. Die Abbildung 1 zeigt die Zeitpunkte des Studienbeginns und der Folgeuntersuchungen sowie den Studienablauf der verschiedenen Staffeln.

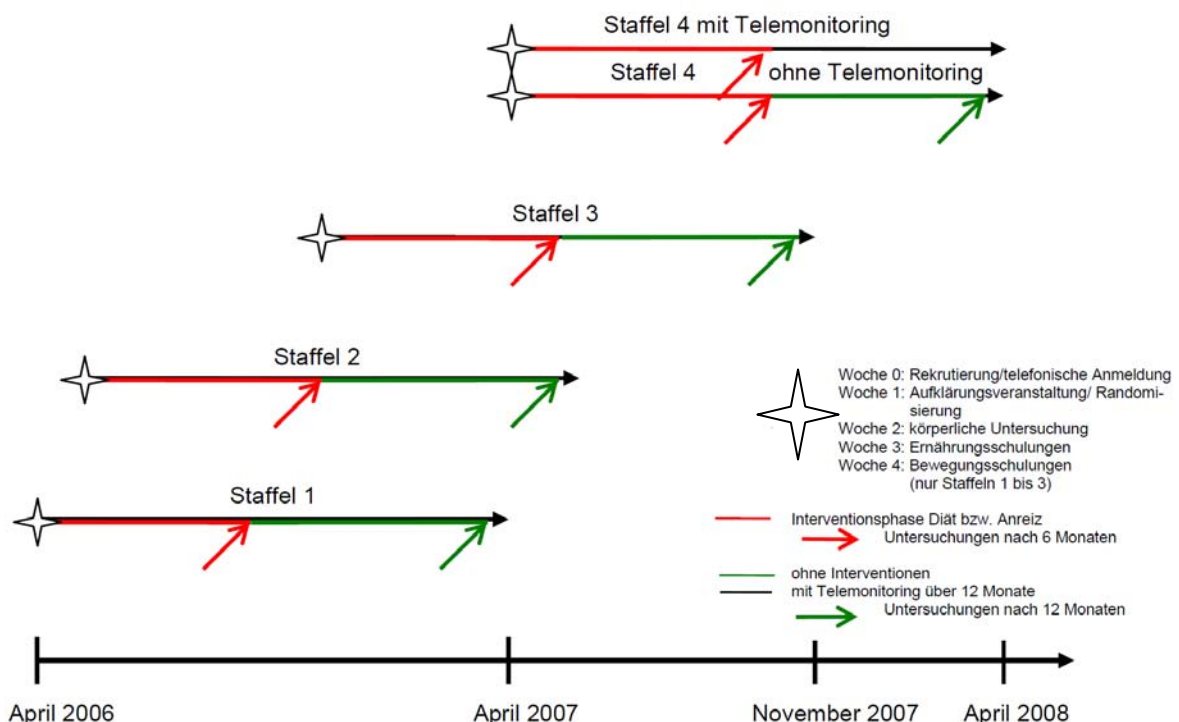


Abbildung 1: Zeitlicher Verlauf der Studie

Bei der telefonischen Anmeldung wurden die Einschlusskriterien abgefragt und der Termin der Aufklärungsveranstaltung bekannt gegeben. Während dieser wurden die Familien über

Ziele und Ablauf der Studie aufgeklärt. Ihr schriftliches Einverständnis wurde eingeholt. Die Erstattung der Fahrkosten zu den obligatorischen Terminen wurde festgelegt. Jedes Familienmitglied erhielt 3 € pro Fahrt.

Die Randomisierung erfolgte per Losverfahren. Dies geschah familienweise eine Woche vor der körperlichen Untersuchung (siehe Abbildung 1). Die Anreiz- und Diätgruppenrandomisierung wurde generell bei den Staffeln eins bis vier vorgenommen. Die randomisierte Zuweisung zur Telemonitoringgruppe erfolgte nur bei 40 Familien der Staffel vier.

Anschließend erfolgte die Einweisung zur Erhebung der Ernährung (siehe Kapitel „Ernährungsanalyse“, Seite 32).

Das Ziel der Gewichtsabnahme wurde individuell für jedes Familienmitglied festgelegt. Nach der ersten körperlichen Untersuchung (Woche 2, siehe Abbildung 1) wurden anhand der gemessenen Daten Empfehlungen zur Gewichtsreduktion definiert^{c,d}. Diese wurden den Familien schriftlich mitgeteilt. Die Familien der Staffeln eins bis drei wurden von einem regionalen Gesundheitssports-Center über dessen Angebot zur Bewegungssteigerung informiert.

8 Interventionen

Das Studiendesign war dreifaktoriell. Die Randomisierung wird in Abbildung 3 des Resultateils (Seite 40) verdeutlicht. Diese zeigt die Anzahl Erwachsener und Kinder, die Verteilung des Geschlechts sowie die Anzahl der Familien je Maßnahme. Die Familien wurden den Interventionsgruppen gleich verteilt zugewiesen. Das bedeutet beispielsweise, dass innerhalb der Gruppe, die keinen finanziellen Anreiz erhielt, 50 % der Kalorienrestriktions- und die anderen 50 % der Dualen Diätgruppe angehörten. Die Randomisierung erfolgte in der Gruppe mit finanziellem Anreiz gleichermaßen: genau die Hälfte dieser Familien befolgte die Kalorienrestriktion, d.h. in der Kalorienrestriktionsgruppe erhielten 50 % einen finanziellen Anreiz und 50 % nicht. Die Zuweisung zum Telemonitoring erfolgte dementsprechend. Der Vergleich zwischen den Gruppen „kein Anreiz“ und „Anreiz“ ist daher uneingeschränkt möglich,

^c Gewichtsreduktion der Erwachsenen um 5 bis 10 % des Körpergewichts nach den Empfehlungen der evidenzbasierten Leitlinie „Prävention und Therapie der Adipositas“ der Deutschen Adipositas-Gesellschaft

^d Relative Gewichts- bzw. Gewichtsreduktion der Kinder in Abhängigkeit der BMI-SDS-Werte nach den Leitlinien der Arbeitsgemeinschaft Adipositas im Kindes- und Jugendalter (AGA) 2006

da sich die anderen Interventionsmaßnahmen gleichermaßen verteilen. In derselben Weise kann zwischen den anderen Interventionen verglichen werden.

8.1 Intervention „Diät“

Es wurde die Wirksamkeit zweier Diäten verglichen. Die kalorienreduzierte Mischkost wird kurz mit „Kalorienrestriktion“ bezeichnet. Die Vergleichsdiät kombinierte die Kalorienrestriktion mit der Bevorzugung von Kohlenhydraten mit niedrigem glykämischen Index. Letztere wird als „Duale Diät“ bezeichnet.

Die Umsetzung der Diäten wurde in Gruppenschulungen vermittelt. Dazu nahmen die Familien an zwei obligatorischen 90-minütigen Schulungen teil. Die Themen der ersten Schulung waren Übergewichtsursachen, Energiebalance und Energierestriktion. Alle Familien nicht diätgruppenspezifisch wurden gemeinsam informiert. Es wurde eine energie-/fettreduzierte Ernährung mit einem Energiedefizit von 500 kcal pro Tag vermittelt. Die Energieaufnahme sollte anteilig gedeckt werden über 55 % Kohlenhydrate, 30 % Fett und 15 % Eiweiß. Kalorientabellen mit einer umfangreichen Übersicht über die Energiegehalte verschiedener Lebensmittel- und Lebensmittelgruppen wurden ausgegeben.

Die zweite Schulung war diätgruppenspezifisch. Das Wissen der Teilnehmer der Gruppe Kalorienrestriktion wurde anhand zahlreicher praktischer Beispiele vertieft. Die Teilnehmer der Gruppe Duale Diät wurden über die Blutzuckerwirksamkeit von Kohlenhydraten und die Präferenz von Lebensmitteln mit niedrigem glykämischen Index ($GI < 55\%$) aufgeklärt. Ziel der Schulung war die Befähigung zur Senkung des GI durch den Austausch von Nahrungsmitteln. Es wurden Tabellen mit dem glykämischen Index von Lebensmitteln ausgegeben. Alle Familien erhielten entsprechend ihrer Diätform praxisnahe und kindgerechte Rezepte.

Während der ersten sechs Monate der Studie wurden regelmäßig fakultative 60-minütige Schulungen angeboten. Es wurde diätgruppenspezifisch über die Themen Getränke, Grillen, Süßigkeiten, Fast Food sowie Urlaubszeit und Advents-/Weihnachtszeit informiert. Für Kinder fand eine diätgruppenübergreifende Veranstaltung statt. In dieser wurden Koch- und Küchentechniken vermittelt.

Jede Familie hatte außerdem die Möglichkeit, individuelle Beratungstermine zu vereinbaren. Diese wurden wie auch die Schulungen bzw. das ausgehändigte Material von Ärzten und Oecotrophologen/ Ernährungswissenschaftlern durchgeführt bzw. zusammengestellt.

Die Beschreibung der Ernährungsprotokolle und deren Auswertung erfolgt im Kapitel Ernährungsanalyse, Seite 32.

8.2 Intervention „Anreiz“

Wir haben überprüft, ob eine finanzielle Honorierung der Gewichtsreduktion effektiv ist. Dazu erhielt die Interventionsgruppe „Anreiz“ ein Erfolgshonorar bei der Gewichtsreduktion. Erwachsene erhielten nach sechs und nach zwölf Monaten 5 € pro abgenommenem Kilogramm. Die Bezahlung erfolgte stets nach der Gewichtsabnahme ausgehend vom Studienbeginn. Für die Kinder wurde wegen ihres Längenwachstums die Honorierung nach der Gewichtszielempfehlung vorgenommen. Kinder mit alters- und geschlechtsspezifischen BMI-Perzentil zwischen 90. und 97., die ihr Gewicht halten sollten⁴³, wurden für die Zieleinhaltung bezahlt. Kinder mit BMI-Perzentilen zwischen 97. und 99. respektive > 99. erhielten 5 € pro 500 g respektive pro 1000 g Gewichtsreduktion.

8.3 Intervention „Telemonitoring“

Mit dieser Intervention wurde die Wirkung der kontinuierlichen Kontrolle von Gewicht und physischer Aktivität auf die Gewichtsänderung überprüft. Zu diesem Zweck erhielten die Familien in dieser Interventionsgruppe ein telemedizinisches Set der Aipermon GmbH & Co. KG, München. Dieses bestand aus einer Personenwaage und einem Aktivitätssensor für jedes teilnehmende Familienmitglied. Die Datenübertragung erfolgte mittels einer Homebox über die Telefonleitung.

Die Waage ermöglichte die individuelle Nutzung durch die Familienmitglieder. Es wurde empfohlen, sich täglich zu wiegen.

Der Aktivitätssensor, ein 7x4,5x2 cm großer Beschleunigungsmesser, ermittelte dreidimensional die körperliche Alltagsaktivität. Dazu wurde empfohlen, das Gerät mit einer Ledertasche am Gürtel regelmäßig zu tragen. Im Aktivitätssensor ist ein Verfahren zur Distanzmessung integriert. Dies erforderte die Eingabe individueller Schrittlängen, da diese von der Geschwindigkeit der Bewegung abhängig sind. Die Ermittlung der Schrittlängen erfolgte unter Anleitung auf einer definierten Distanz im Institut. Anhand dieser und weiterer individueller Daten wie Größe, Geschlecht und Alter wurde der motorische Energieverbrauch er-

rechnet und angezeigt. Die körperliche Aktivität wurde in fünf Bewegungsklassen unterteilt: passiv^e, aktiv^f, langsam gehen^g, schnell gehen^h und sportlich aktiv seinⁱ.

Für die Teilnehmer waren die Werte unmittelbar ersichtlich. Die Untersucher konnten die Werte nach der wöchentlichen Übertragung mittels der Homebox einsehen. Anhand dieser wurden wöchentlich für zwölf Monate kommentierende und motivierende Briefe für die Teilnehmer verfasst. Jeder Brief beinhaltete die individuelle Gewichtskurve von Beginn der Studie an und eine Darstellung der körperlichen Aktivität der letzten Woche. Diese Graphik zeigte tageweise die Aktivitätsdauer als prozentualen Anteil von 24 Stunden, farblich unterschiedliche Balken, die die Anteile der Bewegungsklassen präsentierten, die zurückgelegte Strecke (in km) und den motorischen Energieverbrauch. Die Abbildung 2 ist ein Beispiel solch eines wöchentlichen Auswertungsbriefes.

^e Körperlicher Ruhezustand im Sitzen, Liegen oder Stehen


^f Körperliche Alltagsaktivität, z.B. Haus-, Büro- oder Gartenarbeit

^g Gehen bis max. 3 km/h

^h Gehen ca. 3-7 km/h

ⁱ Laufen ab 7 km/h

OTTO-VON-GUERICKE-UNIVERSITÄT MAGDEBURG
 Medizinische Fakultät
 Institut für Klinische Chemie und Pathobiochemie





Universitätsklinikum • Leipziger Straße 44 • D-39120 Magdeburg

Direktor: Prof. Dr. med. Claus Luley

Frau
 XXXXXXX XXXX
 XXXXXXXstr. 42


39XXX XXXXXXXXXXXXX

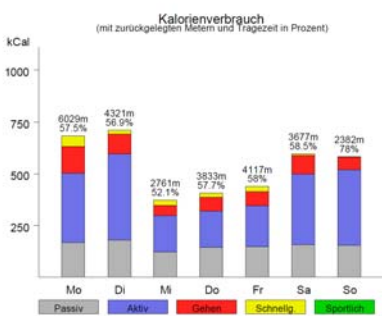
Tel. (0391) 67-13980 Magdeburg, 11.02.2008

Sehr geehrte Frau XXXX,

hiermit erhalten Sie eine Übersicht Ihrer Gewichtsentwicklung sowie Ihres Kalorienverbrauchs in der Woche vom 04.02.2008 bis zum 10.02.2008.



Gewicht



Kalorienverbrauch
(mit zurückgelegten Metern und Tragezeit in Prozent)

Tag	Passiv	Aktiv	Gehen	Schnell	Sportlich	Gesamt
Mo	~150	~300	~100	~50	~50	6029m
Di	~150	~350	~100	~50	~50	4321m
Mi	~100	~150	~50	~50	~50	2761m
Do	~100	~150	~50	~50	~50	3833m
Fr	~100	~200	~50	~50	~50	4117m
Sa	~150	~300	~100	~50	~50	3677m
So	~150	~300	~100	~50	~50	2382m

Sie führen die Gruppe aufgrund Ihrer Gewichtsabnahme von bisher 20 kg an! Prima! Gratulation zum 1. Platz.

Im Vergleich zu den anderen Tagen waren Sie am Mittwoch, Donnerstag und Freitag weniger körperlich aktiv. Auswirkungen auf den Verlauf Ihrer Gewichtskurve hatte das nicht. Wir empfehlen Ihnen, die gesamte Woche ähnlich aktiv zu sein, wie am Wochenanfang. Damit können Sie eine Gewichtszunahme vermeiden.

Wir wünschen Ihnen dabei viel Erfolg!

Mit freundlichen Grüßen

Alexandra Blaik
 (Diplom-Ernährungswissenschaftlerin)

Abbildung 2: Beispiel eines wöchentlichen Briefes an eine Studienteilnehmerin

8.4 Kombination der Interventionen

Das Studiendesign ermöglichte eine Kombination der Interventionen. Es entstanden insgesamt acht Subgruppen, die finanziellen Anreiz, Duale Diät und Telemonitoring kombinierten. Es bildeten sich Subgruppen, in denen die genannten Interventionen gestaffelt eingesetzt wurden, und zwar keine bis alle. Insbesondere die vier Kombinationsgruppen mit Telemonitoring hatten eine geringe Teilnehmeranzahl.

9 Untersuchungen und Erhebungen

Zur Basisuntersuchung (= 0 Monate) und zu den Folgeuntersuchungen nach sechs und zwölf Monaten wurden anthropometrische und biochemische Parameter bestimmt. Die Messungen und Blutentnahmen waren standardisiert. Sie erfolgten durch dieselben Untersucher am nüchternen Probanden morgens zwischen 7:00 Uhr und 10:30 Uhr. Diätetische Gewohnheiten wurden mithilfe dreitägiger Ernährungstagebücher ermittelt. Dies geschah jeweils vor der ersten Untersuchung und unmittelbar vor den Folgeuntersuchungen.

9.1 Körpermaße

Die Ermittlung wurde nach den von Schindler und Ludvik empfohlenen Methoden durchgeführt⁵¹.

9.1.1 Körpergewicht und Körpergröße

Das Körpergewicht wurde mit einer elektronischen Waage (Avery Berkel H120, Hersteller: Avery Weigh-Tronix) auf 0,1 kg genau gemessen. Die Teilnehmer waren nur mit Unterwäsche bekleidet. Die Körpergröße wurde in aufrechter Körperhaltung, mit gerader Kopfhaltung, geschlossenen Fersen und ohne Schuhwerk auf eine Genauigkeit von 0,5 cm ermittelt. Die Körpergröße Erwachsener wurde nur zur Basisuntersuchung gemessen, die der Kinder zu allen Untersuchungsterminen. Der Body-Mass-Index wurde errechnet:

$$\text{BMI} = (\text{Körpergröße in kg}) / (\text{Körpergröße in m})^2$$

Bei Kindern und Jugendlichen ist der BMI allein nicht zur absoluten und individuellen Beurteilung des Ernährungszustandes geeignet. Wegen des Körperwachstums wurde daher das alters- und geschlechtsspezifische BMI-Perzentil bestimmt. Die Referenzwerte basieren auf den Daten von Kromeyer-Hauschild². Der individuelle BMI-Perzentilwert des Kindes wurde nach jeder Untersuchung definiert. Dazu wurde die Referenz-Internetseite der AGA⁵² genutzt. Die Berechnung der BMI-Standard-deviation-Scores (BMI-SDS) erfolgte mittels der LMS-Methode von Cole⁵³. Die BMI-SDS_{LMS}-Werte geben an, um ein Wievielfaches einer Standardabweichung der individuelle BMI bei gegebenem Alter und Geschlecht ober- oder unterhalb des BMI-Medianwertes liegt. Die Parameter für L (Lambda, Box-cox-power-Transformation), M (Median) und S (Sigma, Variationskoeffizient) sind alters- und geschlechtsspezifisch.

Das Ausmaß des Übergewichts wurde mit den erhobenen Daten ermittelt. Bei Erwachsenen wurde die internationale BMI-Klassifikation der WHO⁵⁴ verwendet. Für Kinder erfolgte die

Klassifikation mittels des BMI-Perzentils. Die Tabelle 1 fasst die Klassifikationsgrenzwerte zusammen.

Tabelle 1: Klassifikationen des Körpergewichts von Erwachsenen und Kindern

	Erwachsene Referenz: BMI	Kinder Referenz: BMI-Perzentil
Normalgewicht	< 25	< 90.
Präadipositas bei Erwachsenen Übergewicht bei Kindern	25 bis < 30	90. bis < 97.
Adipositas Grad I bei Erwachsenen Adipositas bei Kindern	30 bis < 35	97. bis < 99.
Adipositas Grad II bei Erwachsenen massive Adipositas bei Kindern	35 bis < 40	≥ 99.
Adipositas Grad III	≥ 40	-

9.1.2 Taillen- und Hüftumfang

Taillen- und Hüftumfang von Erwachsenen

Der Taillen- und Hüftumfang wurde am entkleideten, stehenden und die Arme leicht abspreizenden Teilnehmer auf 0,5 cm Genauigkeit gemessen. Es wurde ein flexibles, nicht-elastisches Maßband verwendet. In der Mitte zwischen Unterrand der untersten Rippe und Beckenkamm wurde der Taillenumfang und in Höhe der Trochanter majores der Hüftumfang ermittelt. Die Waist- to- hip- ratio (WHR) wurde berechnet:

$$WHR = (\text{Taillenumfang in cm}) / (\text{Hüftumfang in cm})$$

Taillen- und Hüftumfang von Kindern

Die Messungen bei Kindern erfolgten analog den Messungen bei ihren Eltern.

Zur Erfassung der abdominalen Fettansammlung und damit zur Erkennung von Adipositas kann der Taillenumfang von Kindern verwendet werden. Die Referenzwerte Jenaer Kinder von Kromeyer-Hauschild⁵⁵ wurden zur Klassifikation herangezogen. Die Tabelle 2 zeigt diese alters- und geschlechtsspezifischen Referenzwerte.

Tabelle 2 Referenzwerte des altersabhängigen Taillenumfangs von Mädchen und Jungen

	Mädchen			Jungen		
	> 75. Taillen-perzentil	> 90. Taillen-perzentil	> 97. Taillen-perzentil	> 75. Taillen-perzentil	> 90. Taillen-perzentil	> 97. Taillen-perzentil
Alter der Kinder	Taillenumfang in cm			Taillenumfang in cm		
≥ 6,5 bis < 7,0	≥ 54,1	≥ 56,9	≥ 60,3	≥ 55,9	≥ 58,7	≥ 62,1
≥ 7,0 bis < 7,5	≥ 55,2	≥ 58,2	≥ 61,9	≥ 56,9	≥ 59,9	≥ 63,6
≥ 7,5 bis < 8,0	≥ 56,1	≥ 59,3	≥ 63,2	≥ 57,9	≥ 61,2	≥ 65,2
≥ 8,0 bis < 8,5	≥ 56,9	≥ 60,2	≥ 64,3	≥ 58,9	≥ 62,4	≥ 66,8
≥ 8,5 bis < 9,0	≥ 57,8	≥ 61,3	≥ 65,6	≥ 59,9	≥ 63,7	≥ 68,5
≥ 9,0 bis < 9,5	≥ 58,6	≥ 62,3	≥ 66,9	≥ 60,9	≥ 65,0	≥ 70,1
≥ 9,5 bis < 10,0	≥ 59,4	≥ 63,3	≥ 68,2	≥ 62,0	≥ 66,2	≥ 71,7
≥ 10,0 bis < 10,5	≥ 60,4	≥ 64,5	≥ 69,7	≥ 63,0	≥ 67,5	≥ 73,7
≥ 10,5 bis < 11,0	≥ 61,7	≥ 66,0	≥ 71,6	≥ 64,1	≥ 68,8	≥ 75,0
≥ 11,0 bis < 11,5	≥ 63,2	≥ 67,8	≥ 73,8	≥ 65,2	≥ 70,1	≥ 76,7
≥ 11,5 bis < 12,0	≥ 64,9	≥ 69,7	≥ 75,9	≥ 66,3	≥ 71,5	≥ 78,3
≥ 12,0 bis < 12,5	≥ 66,3	≥ 71,2	≥ 77,6	≥ 67,5	≥ 72,8	≥ 79,9
≥ 12,5 bis < 13,0	≥ 67,3	≥ 72,2	≥ 78,6	≥ 68,7	≥ 74,1	≥ 81,5
≥ 13,0 bis < 13,5	≥ 68,0	≥ 72,8	≥ 79,1	≥ 69,9	≥ 75,5	≥ 83,0
≥ 13,5 bis < 14,0	≥ 68,3	≥ 73,0	≥ 79,0	≥ 71,1	≥ 76,7	≥ 84,4
≥ 14,0 bis < 14,5	≥ 68,3	≥ 72,9	≥ 78,7	≥ 72,2	≥ 77,9	≥ 85,7
≥ 14,5 bis < 15,0	≥ 68,4	≥ 72,8	≥ 78,5	≥ 73,3	≥ 79,0	≥ 86,8
≥ 15,0 bis < 15,5	≥ 68,5	≥ 72,9	≥ 78,5	≥ 74,2	≥ 80,0	≥ 87,7
≥ 15,5 bis < 16,0	≥ 68,7	≥ 73,1	≥ 78,5	≥ 75,2	≥ 80,9	≥ 88,5

9.1.3 Messungen der Hautfaldendicken und Berechnung des Körperfettanteils

Es wurden vier Hautfaldendicken auf der nichtdominanten Körperseite der Erwachsenen und ihrer Kinder gemessen. Dazu wurde ein Lange-Skinfold-Kaliper der Firma Beta-Technology Incorporated (Cambridge, Maryland) von drei speziell geschulten Untersuchern verwendet. Die Hautfaldendicken bizeps (vertikal über M. bizeps brachii), trizeps (vertikal über M. trizeps brachii), subskapular (unterhalb des Angulus inferior in einem Winkel von 45° zur Vertikalen) und suprailiakaal (5-7 cm schräg über Crista iliaca) wurden gemessen. Dazu wurde mit Daumen und Zeigefinger der einen Hand die Subkutis samt Epidermis und Dermis von der Muskulatur abgehoben. Die Dicke der Hautfalte wurde mit dem Kaliper in der anderen Hand an der Basis der Gewebefalte ermittelt. Fünf Sekunden nach Schließen der Zange wurde die Hautfaldendicke auf 0,1 cm genau abgelesen.

Der Körperfettanteil Erwachsener wurde nach Durnin und Womersley⁵⁶ und Siri⁵⁷ mit der Summe der vier Hautfaldendicken bestimmt. Der von Kindern wurde nach Westrate und Deu-

renberg⁵⁸ ermittelt, wobei die Gesamtkörperdichte mit den Formeln von Deurenberg et al.⁵⁹ bestimmt worden ist.

Die alters- und geschlechtsspezifischen Formeln für Erwachsene und Kinder sind im Anhang ab Seite 104 aufgelistet. Die fettfreie Masse wurde einheitlich berechnet:

$$\text{FFM} = \text{Körpergewicht (kg)} - (\% \text{ KF} * \text{kg Körpergewicht}) / 100 \%$$

9.2 Blutdruck

Der Blutdruck wurde indirekt nach der Methode von Riva-Rocci⁶⁰ und Korotkow⁶¹ gemessen. Bei allen Teilnehmern und zu allen Untersuchungen wurde ein Blutdruckmessgerät der Fa. Welch Allyn, USA verwendet. Die Blutdruckwerte wurden auf eine Genauigkeit von 5 mmHg bestimmt.

Zur Definition einer arteriellen Hypertonie bei Erwachsenen wurden bekannte Diagnosen und/oder die Einnahme von Antihypertensiva sowie die gemessenen Blutdruckwerte herangezogen. Die Klassifikation erfolgte nach den Definitionen der Leitlinien der Deutschen Hochdruckliga e.V.⁶². Als Hypertoniker wurden diejenigen mit hoch normalen systolischen und diastolischen Werten von > 130/80 mmHg definiert. Per definitionem war stets der höhere Wert ausschlaggebend.

Die Klassifizierung der Blutdruckwerte der Kinder erfolgte nach den neuesten Empfehlungen der European Society of Hypertension⁶³. Tabelle 3 zeigt die alters- und geschlechtsspezifischen Referenzwerte. Prähyperton und hyperten definierte sich ab der 90. Perzentile der systolischen und diastolischen Werte.

Tabelle 3: Klassifizierung prähypertoner und hypertoner Blutdruckwerte bei Kindern und Jugendlichen (nach European Society of Hypertension, 2009)

Alter	Mädchen (SBD/DBD mmHg)	Jungen (SBD/DBD mmHg)
7 Jahre	≥ 113/73	≥ 114/74
8 Jahre	≥ 114/74	≥ 115/75
9 Jahre	≥ 116/75	≥ 117/76
10 Jahre	≥ 118/76	≥ 119/77
11 Jahre	≥ 120/77	≥ 120/78
12 Jahre	≥ 122/78	≥ 123/78
13 Jahre	≥ 124/79	≥ 125/79
14 Jahre	≥ 125/80	≥ 128/79
15 Jahre	≥ 127/81	≥ 130/80
16 Jahre	≥ 128/72	≥ 133/82

SBD = systolischer Blutdruck, DBD = diastolischer Blutdruck

9.3 Biochemische Untersuchungen

9.3.1 Probengewinnung und Aufarbeitung

Zur Probengewinnung wurden Serumröhrchen mit Gerinnungsaktivatoren verwendet. Die Blutentnahmen erfolgten an der Kubitalvene der Ellenbeuge mittels Vacutainer Systems Safety Lok™ Blood Collection Sets der Fa. Becton Dickinson, USA. Zur Gewinnung von Vollblut und Blutplasma wurden Vacutainer Röhrchen mit Ethylendiamintetra-Essigsäure (EDTA) als EDTA-Trikaliumsalz verwendet.

Für die Gewinnung von Blutserum und Blutplasma wurden die Proben spätestens 3 Stunden nach der Entnahme für 10 Minuten bei 3600 g und 10 °C zentrifugiert (Heraeus, Labofuge 400 R, Deutschland).

9.3.2 Methodik

Die Bestimmungen klinischer Routineparameter im Blutplasma und –serum erfolgten am selben Tag der Blutentnahme im Zentrallabor des Instituts für Klinische Chemie und Pathobiochemie der Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg. Die Methoden sind in Tabelle 4 aufgelistet. Mit den Konzentrationen von Insulin und Glucose wurde der HOMA-Index (Homeostasis Model Assessment) berechnet:

$$\text{HOMA} = \text{Insulin (mU/L)} \times \text{Glucose/Serum (mmol/L)} / 22,5.$$

Zur Vorbereitung der Lipid- und Adipokinanalytik wurden Blutseren in 1,5 ml Aliquots überführt. Die Proben wurden bei - 80 °C gelagert. Die Lipidanalytik erfolgte innerhalb von zwei Wochen. Die Adipokine wurden innerhalb von zwölf bis 24 Wochen nach dem jeweiligen Untersuchungstermin bestimmt.

Tabelle 4: Übersicht der methodischen Labordiagnostik zur Analyse klinischer Parameter

Material	Analyt	Methode
EDTA-Blut	Kleines Blutbild	Laserdifferenzierung, Impedanzmessung, Fotometrie, Berechnung
	HbA1c	HPLC
Blutserum	Glucose	Hexokinase
	Harnsäure	Uricase/ PAP
	ALAT	nach IFCC mit PLP bei 37°C
	ASAT	nach IFCC mit PLP bei 37°C
	Gamma-GT	nach IFCC liquid bei 37°C
	hs-CRP	Turbidimetrie
	Insulin*	RIA mit ¹²⁵ J
TSH	ECLIA	
Blutserum Lipidanalytik	Triglyzeride	enzymat. GPO-PAP
	Cholesterin	enzymat. CHOD-PAP
	Freie Fettsäuren	enzymat. ACS-ACOD
Blutserum Adipokinanalytik	Leptin	IRMA kommerzielles Kit Fa. Diagnostic Systems Laboratories Inc., USA und ELISA kommerzielles Kit Fa. B-Bridge International, USA
		Adiponektin

* hämolytisches oder lipämisches Material wurde nicht verwendet

9.3.3 Ultrazentrifugation, Lipidanalytik

Die Trennung der Lipoproteinfraktionen durch analytische Ultrazentrifugation erfolgte nach den Richtlinien der Lipid Research Clinics⁶⁴. Anstelle von Heparin/Mn²⁺ wurde Phosphorwolframsäure/Mg²⁺ als Fällungsreagenz verwendet (Fa. Roche Diagnostics, Deutschland).

Nach der Ultrazentrifugation bei 45000 rpm für 24 h bei 4°C wurden die LDL- und HDL-Fraktionen mit dem Hitachi Analyzer 911, Roche Diagnostics, Deutschland, bestimmt. Der Unterstand wurde mit dem Fällungsreagenz versetzt. Nach Abzentrifugation der gefällten Lipoproteine wurde im Überstand die HDL-Cholesterinkonzentration ermittelt. Die LDL-Lipide

errechneten sich durch die Substraktion der HDL-Lipide von denen des Unterstandes der Ultrazentrifugation.

9.3.4 Adipokinanalytik

Zur Bestimmung der Adiponektinkonzentration wurden kommerziell erhältliche ELISA-Kits verwendet. Die Bestimmung der Leptinkonzentration erfolgte zunächst mittels kommerziell erhältlichen IRMA-Kit, dann nach dem ELISA-Prinzip. Diese beiden Verfahren wurden mit der Leptinbestimmung von $n = 30$ Proben verglichen. Der ermittelte Korrelationskoeffizient betrug $r = 0,5181$ gemäß der Formel $y = 1,043 + 0,5181 * x$.

Die Sandwich-ELISA-Technik (Enzyme-Linked Immunosorbent Assay) ist eine immunologische Methode, die sensitiv und spezifisch ist. An einem Träger (Mikrotiterplatte) sind Antikörper gegen das nachzuweisende Antigen adsorbiert (hier Adipokin). Durch das Auftragen der Serumproben interagieren Antigen und Antikörper. Der mit einem Enzym markierte zweite Antikörper ist spezifisch gegen das Antigen. Es bildet sich ein Sandwich-Komplex. Die nicht gebundenen enzymmarkierten Antikörper werden ausgewaschen. Die verbleibende Enzymaktivität wird gemessen. Sie ist direkt proportional zur Antigenkonzentration der Probe.

Der immunoradiometrische Assay (IRMA) beruht ebenfalls auf einem nichtkompetitiven Verfahren. Prinzipiell ist dieser Assay der ELISA ähnlich. Statt eines enzymmarkierten Antikörpers wird aber mit einem radioaktiv markierten Antikörper gearbeitet. Zuerst wird ein Antikörper, der an einer Mikrotiterplatte fixiert ist, mit dem Antigen der Probe inkubiert. Nach der Fixation wird ein zweiter radioaktiver Antikörper zugegeben. Es bildet sich ein Sandwich-Komplex. Die nach dem Auswaschen gemessene Radioaktivität ist proportional zur Zahl gebundener Antigen-Moleküle.

9.3.5 Bewertung pathologischer Messwerte

Die gemessenen Laborparameter wurden zur Definition von klinisch pathologischen Auffälligkeiten herangezogen. In Tabelle 5 sind die Referenzwerte für Erwachsene und Kinder zusammengefasst.

Die Laborwerte der Kinder wurden nach alters- und geschlechtsspezifischen Referenzwerten von Struckmeyer und Haid beurteilt⁶⁵. Für die ALAT-Aktivität und die Konzentrationen von Insulin und LDL-Cholesterin wurden Referenzwerte nach Sitzmann⁶⁶ und der American As-

sociation for Clinical Chemistry⁶⁷ herangezogen. Diese sind nicht alters- und geschlechts-spezifisch.

Tabelle 5: Referenzwerte zur Definition pathologischer Laborwerte bei Erwachsenen und Kindern

	Parameter	Frauen	Männer	Mädchen	Jungen
Hyperglykämie	Glucose/Serum in mmol/L	≥ 6,40		6-10 Jahre: > 5,982 10-15 Jahre:> 6,176	6-10 Jahre: > 5,782 10-15 Jahre:> 5,749
Hyperinsulinämie	Insulin in pmol/L	≥ 100		≥ 130	
Hypertriglyzeridämie	Triglyzeride in mmol/L	≥ 2,28		6-10 Jahre: > 1,822 10-15 Jahre:> 1,644	6-10 Jahre: > 1,685 10-15 Jahre:> 1,642
↑ LDL-Cholesterin	LDL-Cholesterin in mmol/L	≥ 4,00		≥ 3,362	
↑ hs-CRP	hs-CRP in mg/L	≥ 5,0		≥ 8,0	
↑ ALAT-Aktivität	ALAT in µmol/s.l	≥ 0,60	≥ 0,85	> 0,347	> 0,325

9.4 Ernährungsanalyse

Zu allen drei Untersuchungsterminen wurde die Ernährung analysiert. Eine ausführliche Einweisung zum Führen von Ernährungstagebüchern erhielten die Familien während der Aufklärungsveranstaltung. Jedes teilnehmende Familienmitglied erhielt ein 3-Tage-Ernährungstagebuch. Die Protokollierung des Nahrungsmittelverbrauchs erfolgte prospektiv an einem Wochenend- bzw. Feiertag und zwei Wochentagen. Kinder sollten zusammen mit ihren Eltern das Ernährungstagebuch führen. Die Lebensmittelbeschreibung sollte so detailliert wie möglich erfolgen.

Zur Quantifizierung der Lebensmittel erhielten die Familien ein Fotobuch mit Portionsgrößen. Dieses war bereits die Erhebungsmethode im Ernährungsmodul des Kinder- und Jugendgesundheitsurvey (KiGGS) des Robert Koch-Instituts zum Gesundheitszustand von Kindern und Jugendlichen im Alter von 0-17 Jahren (EsKiMo)⁶⁸ und in der Nationalen Verzehrsstudie II^{69,70}. Dieses Fotobuch umfasst 21 Lebensmittelgruppen. Für jede sind drei bis fünf Portionsgrößen dargestellt. Die Familien notierten die Bildnummern, denen im Nachhinein eine Mengenangabe zugeordnet wurde. Die Angaben üblicher Haushaltsmaße und Stückangaben wurden akzeptiert.

Vor den Folgeuntersuchungsterminen wurden den Familien die Ernährungstagebücher zugeschickt. Die Familien sollten im Zeitraum von drei Wochen ihre Ernährung an drei beliebigen

gen Tagen (inklusive eines Wochenendtages) protokollieren. Für den Rückversand an das Institut für Klinische Chemie wurde das Briefporto erstattet. Die Ernährungstagebücher wurden nach dem Posteingang einer Datenkontrolle unterzogen. Unklarheiten wurden persönlich oder telefonisch besprochen.

Die Auswertungen erfolgten mit dem Nährwertberechnungsprogramm DGE-PC unter der Verwendung des Bundeslebensmittelschlüssels (BLS) II.2. Die Dateneingabe erfolgte durch die Autorin selbst oder von ihr geschultem Personal. Erweiterungen des BLS wurden mit den Nährwertangaben auf den Verpackungen oder durch direkte Anfrage an die Firmen vorgenommen. Neben den Anteilen von Kohlenhydraten, Fett, Eiweiß und Alkohol wurde der der freien Kohlenhydrate berechnet. Dies ist der Anteil der Summe des Saccharose- und Glucosegehaltes an der Gesamtkohlenhydrataufnahme und entspricht somit dem Anteil besonders schnell resorbierbarer Kohlenhydrate.

10 Begriffsbestimmungen

Im Folgenden wird mit „**Gruppe**“ nur die Interventionsgruppe bezeichnet. Die „**Staffel**“ hingegen beschreibt den Studienbeginn.

Als „**Komplettierer**“ werden Familien bezeichnet, die an allen drei Untersuchungen teilgenommen haben. Der Begriff gilt bei Erwachsenen und Kindern. Die **Abbrecherfamilien** beendeten die Studie entweder vor dem 6-Monats- oder vor dem 12-Monatstermin.

Als „**freie Kohlenhydrate**“ werden besonders schnell resorbierbare Mono- und Dissaccharide bezeichnet.

Die Gruppen mit den zu überprüfenden Interventionen finanzieller Anreiz und/oder Duale Diät und/oder Telemonitoring sind die Gruppen „**mit Maßnahme**“.

11 Statistik

Die Auswertungen erfolgten mit SPSS Version 15.0 für Windows® (SPSS Incorporation Int.). Abweichungen davon werden an entsprechender Stelle angegeben. Die Graphiken wurden mit SPSS und Microsoft Excel 10.0® (Microsoft Corporation Int.) angefertigt. Für alle Tests wurde ein p-Wert $\leq 0,05$ als statistisch signifikant betrachtet. Bei Korrelationsanalysen wird stets der Spearman-Rho-Korrelationskoeffizient angegeben. Die biometrischen Daten werden als Mittelwert \pm Standardabweichung ($\bar{x} \pm SD$) angegeben.

Die Effektivität der Interventionen auf die Gewichtsreduktion wurde mittels dreifaktorieller ANCOVA evaluiert. Dabei war das Gewicht zur Basisuntersuchung die Covariable. Die Sensitivitätsanalysen wurden als analoges ANCOVA-Modell durchgeführt. Die Interaktionen der Interventionen wurden eingeschlossen. Die Analysen wurden mit SAS 9.1.2 (ANCOVAs mit Proc GLM) durchgeführt. Es wurden die Differenzen zwischen Basisuntersuchung und den Untersuchungen nach sechs bzw. zwölf Monaten gebildet. Bei Erwachsenen wurden die Änderungen des Körpergewichts, bei Kindern die des BMI-SDS-Werts berechnet. Angegeben werden die Schätzer der Gewichts- bzw. BMI-SDS-Änderung. Für die Auswertungen wurden alle erhobenen Daten eines Untersuchungszeitpunkts genutzt. Somit wurden Daten von Teilnehmern, die den Termin nach sechs, aber nicht nach zwölf Monaten, wahrnahmen berücksichtigt.

Aufgrund der geringen Fallzahl in den Subgruppen kombinierter Interventionen wurde auf statistische Analysen verzichtet.

Analog zur Gewichtsreduktion wurden Auswirkungen der Interventionen auf die Ernährung mittels dreifaktorieller ANCOVA ausgewertet. Das Gewicht zur Basisuntersuchung war die Covariable. Es werden die geschätzten Veränderungen angegeben. Alle erhobenen Daten wurden in die Analysen einbezogen.

Zur Überprüfung von Effekten der Gewichtsreduktion innerhalb der Familien wurden bivariate Korrelationsanalysen durchgeführt. Die BMI-Änderungen der Elternteile wurden mit den BMI-SDS-Änderungen ihrer Kinder korreliert. Dabei wurden nur die Änderungen nach zwölf Monaten der Kompletttierer einbezogen. Pro teilnehmender Familie wurde nur ein Eltern-Kind-Paar ausgewertet. Die Werte eines Kindes wurden nur mit denen eines biologischen Elternteils assoziiert. Nahmen zwei Kinder einer Familie teil, wurde das alphabetisch erste in der Datei behalten. Nahmen zwei Elternteile teil, verblieben die Daten der Mutter in der Datei. Es ergaben sich 64 Eltern-Kind-Paare. Für weiterführende Analysen wurden die BMI-SDS-Änderungen der Kinder herangezogen, um drei gleichgroße Gruppen zu bilden. Es entstanden Gruppen mit 21 bzw. 22 Eltern-Kind-Paaren. In jeder dieser Gruppe wurden dann die Korrelationsanalysen wiederholt durchgeführt.

Der Einfluss der Gewichtsreduktion auf Blutdruck- und Laborwerte wurde nach zwölf Monaten analysiert. Es wurden die prozentualen Änderungen überprüft^j. Dazu wurden drei gleichgroße Gruppen gebildet (Terzile). Diese ergaben sich bei Erwachsenen nach der prozentualen Körpergewichtsänderung und bei Kindern nach ihrer BMI-SDS-Änderung. In jeder dieser Terzilgruppe wurden die Parameteränderungen mittels des Wilcoxon-Tests analysiert. Für den Vergleich zwischen den Terzilgruppen wurde der Mann-Whitney-U-Test genutzt.

Für den Vergleich pathologischer Werte zu Beginn und nach Ende der Adipositas therapie wurden die Daten der Komplettierer herangezogen. Die Analysen der nominal skalierten Variablen wurden mit dem Chi-Quadrat-Test durchgeführt.

Zur Darstellung der Abhängigkeit biochemischer Veränderungen von Veränderungen in der Verteilung von Fettgewebe wurden Korrelationsanalysen durchgeführt. Es wurden nur die Daten der Komplettierer einbezogen.

^j Aufgrund der hohen Sensitivität des hs-CRP wurden zur Berechnung der Differenzen pathologische Werte (hs-CRP > 5 mg/l) ausgeschlossen.

Resultate

12 Biometrische Daten des Kollektivs

Insgesamt nahmen 110 Familien mit 143 Erwachsenen und 119 Kindern an der Studie teil. Deren anthropometrische, biochemische und funktionelle Parameter zur Basisuntersuchung sind in Tabelle 6 zusammengefasst.

Das Ausmaß des Übergewichts, die Häufigkeiten pathologischer Blutwerte und die Verteilung gesundheitsrelevanter Verhaltensweisen der Erwachsenen und ihrer Kinder zeigt die Tabelle 7. Die Blutdruckwerte waren unter den gemessenen Parametern klinisch am bedeutendsten. Eine arterielle Hypertonie wiesen insgesamt 54 % der Erwachsenen und 10 % der Kinder auf. Ein Viertel der Erwachsenen hatte erhöhte LDL-Cholesterin-Konzentrationen. Diese waren bei nahezu jedem zehnten Kind zu hoch. Bereits 12 % der Kinder hatten erhöhte Triglyzeridkonzentrationen.

Zur Klassifikation eines übergewichtigen oder bereits adipösen Kindes wurden verschiedene anthropometrische Parameter herangezogen, nämlich BMI-Perzentil und Taillenumfang (Tabelle 7). Es waren 24 % der Kinder übergewichtig und 66 % adipös, wenn das BMI-Perzentil zur Entscheidung herangezogen wurde. Davon abweichend hatten 9 % der Kinder Übergewicht und 89 % Adipositas, wenn der Taillenumfang verwendet wurde.

Tabelle 6: Anthropometrische, biochemische und funktionelle Parameter der Erwachsenen (n = 143) und ihrer Kinder (n = 119) zur Basisuntersuchung

Parameter	Einheit	Erwachsene (n = 143)				Kinder (n = 119 ^a)			
		n = 91 Frauen; n = 52 Männer		n = 66 Mädchen; n = 53 Jungen					
		\bar{x}	\pm	SD	Median	\bar{x}	\pm	SD	Median
Alter	Jahre	39	\pm 5		38	10	\pm 2		10
Größe	cm	172	\pm 9		172	150	\pm 13		149
Gewicht	kg	98,5	\pm 18,7		95,9	58,4	\pm 19,1		54,9
BMI	kg/m ²	33,3	\pm 5,4		32,7	25,2	\pm 4,6		24,4
BMI-Perzentil				-		96,1	\pm 5,0		98,0
BMI-SDS				-		2,03	\pm 0,56		2,03
Taillenumfang	cm	107	\pm 12		106	83	\pm 13		82
Hüftumfang	cm	113	\pm 12		110	89	\pm 12		88
Waist-to-Hip-Ratio		0,95	\pm 0,09		0,94	0,94	\pm 0,06		0,94
Oberarmumfang	cm	36	\pm 4		35	28	\pm 4		28
Körperfettanteil (KF)	%	36,6	\pm 5,9		37,7	31,2	\pm 3,4		31,3
Fettfreie Masse	kg	62,4	\pm 12,5		60,9	40,0	\pm 12,3		37,5
systolischer RR	mmHg	131	\pm 20		130	108	\pm 17		110
diastolischer RR	mmHg	83	\pm 12		80	68	\pm 12		70
Glucose/Serum	mmol/L	5,3	\pm 0,9		5,2	4,9	\pm 0,4		4,9
Insulin	pmol/L	57	\pm 33		48	56	\pm 34		44
HOMA-Index		1,9	\pm 1,2		1,5	1,7	\pm 1,1		1,4
Gesamtcholesterin	mmol/L	5,33	\pm 1,03		5,20	4,35	\pm 0,90		4,31
LDL- Cholesterin	mmol/L	3,46	\pm 0,94		3,33	2,71	\pm 0,74		2,59
HDL- Cholesterin	mmol/L	1,23	\pm 0,30		1,21	1,22	\pm 0,26		1,20
Triglyzeride	mmol/L	1,54	\pm 1,21		1,25	1,03	\pm 0,59		0,83
Freie Fettsäuren	mmol/L	0,48	\pm 0,20		0,44	0,51	\pm 0,19		0,47
Harnsäure/Serum	μ mol/L	301	\pm 74		301	274	\pm 55		270
hs-C-reaktives Protein	mg/L	4,8	\pm 7,2		2,7	2,4	\pm 3,9		1,2

^a n = 109 Kinder zur Bestimmung der Blutparameter

Tabelle 7: Häufigkeiten pathologischer Blutwerte und individueller Gesundheitsrisiken Erwachsener (n = 143) und ihrer Kinder (n = 119) zur Basisuntersuchung

	Erwachsene n = 143	Kinder n = 119 ^a
Normalgewicht, n (%)	2 (1)	11 (9)
Präadipositas, n (%)	44 (31)	29 (24)
Adipositas Grad I, n (%)	57 (40)	43 (36)
Adipositas Grad II, n (%)	23 (16)	36 (30)
Adipositas Grad III, n (%)	17 (12)	-
> 75. Taillenperzentil, n (%)	-	1 (1)
> 90. Taillenperzentil, n (%)	-	11 (9)
> 97. Taillenperzentil, n (%)	-	106 (89)
Hyperglykämie, n (%)	7 (5)	-
Hyperinsulinämie, n (%)	14 (10)	5 (4)
Hypertriglyzeridämie, n (%)	21 (15)	14 (12)
↑ LDL-Cholesterin, n (%)	34 (24)	11 (9)
↑ hs-CRP, n (%)	35 (25)	4 (3)
arterielle Hypertonie, n (%)	75 (54)	37 (31)
Raucher , n (%)	33 (24)	-
Nie-Raucher, n (%)	59 (43)	-
Ex-Raucher, n (%)	45 (33)	-

^a n=109 Kinder zur Bestimmung der Blutparameter

13 Distribution der Familien

Das dreifaktorielle Design der Studie wird in Abbildung 3 dargestellt. Im Diagramm sind zahlenmäßig die Familien dargestellt, die den jeweiligen Maßnahmen zugeteilt worden sind. Die Anzahl der Erwachsenen und der Kinder sowie deren Geschlecht werden gruppenweise gezeigt. Die Randomisierung hat stets gleich verteilte Interventionen unter den Familien berücksichtigt. So wurde die Gruppe „Anreiz“ den zwei Diätgruppen zugewiesen. Innerhalb einer dieser Diätgruppen, die gleichzeitig den Anreiz erhielt, wurde zwischen Telemonitoring und kein-Telemonitoring randomisiert. Das gleiche Verfahren galt für die „kein Anreiz“ - Gruppe.

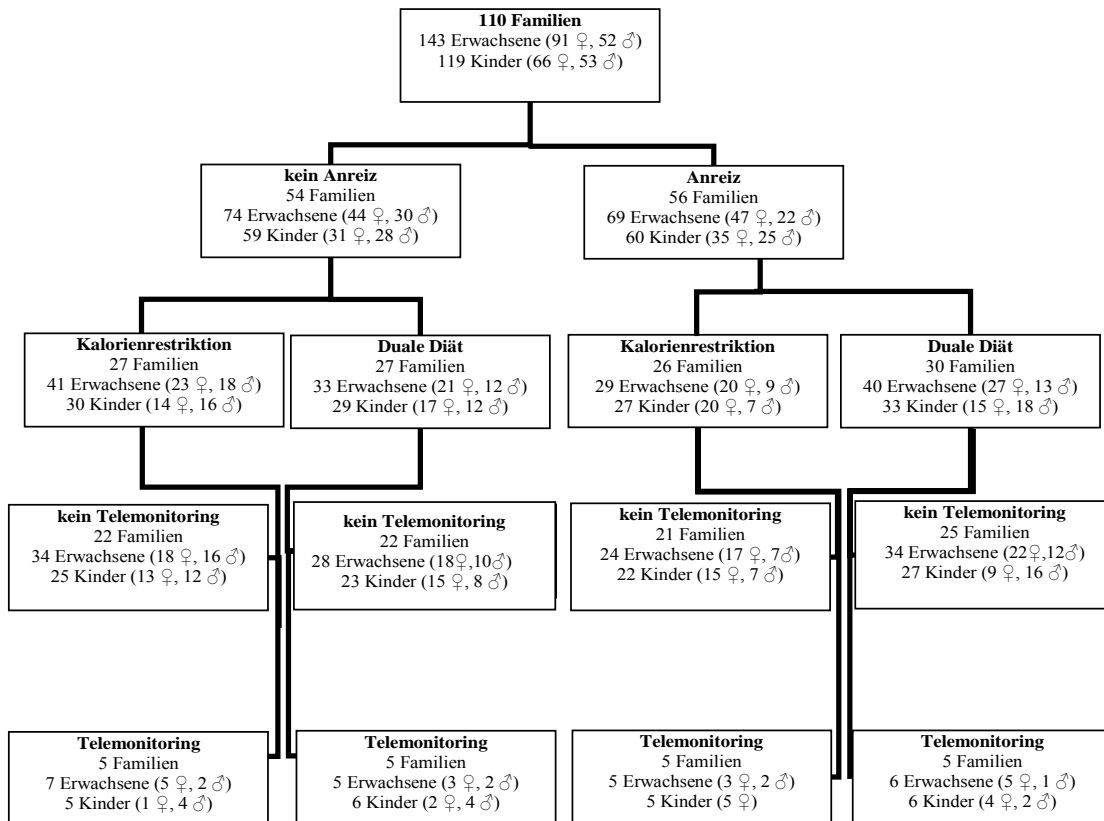


Abbildung 3: Distribution der Familien nach Zuweisung zu den Maßnahmen, dargestellt sind Anzahl von Familien, von Erwachsenen (Frauen ♀ und Männer ♂) und von Kindern (Mädchen ♀ und Jungen ♂)

14 Wirksamkeit der Interventionen

Ingesamt reduzierten die Erwachsenen ihr Körpergewicht nach sechs Monaten im Mittel um 5,5 % (n = 122). Dies verteilte sich folgendermaßen: nahezu die Hälfte (n = 57) nahm ≥ 5 % des Ausgangsgewichts ab, 19 % (n = 23) nahmen ≥ 10 % des Ausgangsgewichts und 7 % (n = 97) nahmen ≥ 15 % des Ausgangsgewichts ab. Nach zwölf Monaten betrug die mittlere Gewichtsreduktion 5,1 % (n = 92). Das Anfangsgewicht wurde von 39 % (n = 36) um ≥ 5 % reduziert resp. von 22 % (n = 20) um ≥ 10 % resp. von 10 % (n = 9) um ≥ 15 %.

14.1 Wirksamkeit einzelner Interventionen

14.1.1 Wirksamkeit der Interventionen bei Erwachsenen

Die Wirksamkeit der einzelnen Interventionen bei Erwachsenen wird in den Abbildung 4a)- c) dargestellt. Die geschätzten Gewichtsreduktionen werden auf Seite 107 in Tabelle 13 gezeigt.

Abbildung 4a): Erwachsene: Anreiz vs. kein Anreiz

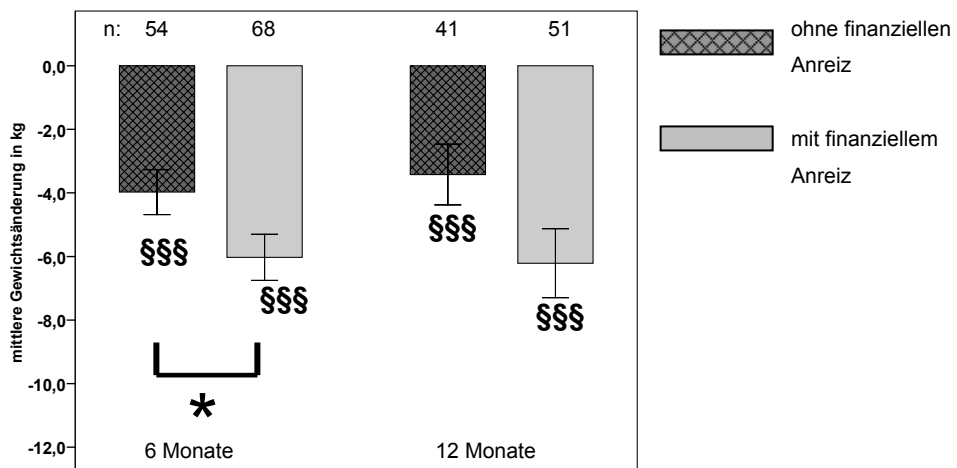


Abbildung 4b): Erwachsene: Duale Diät vs. Kalorienrestriktion

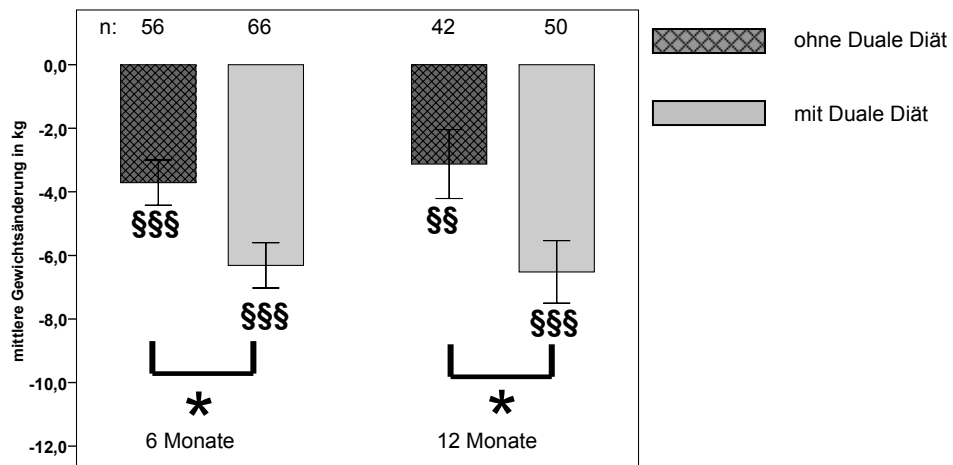
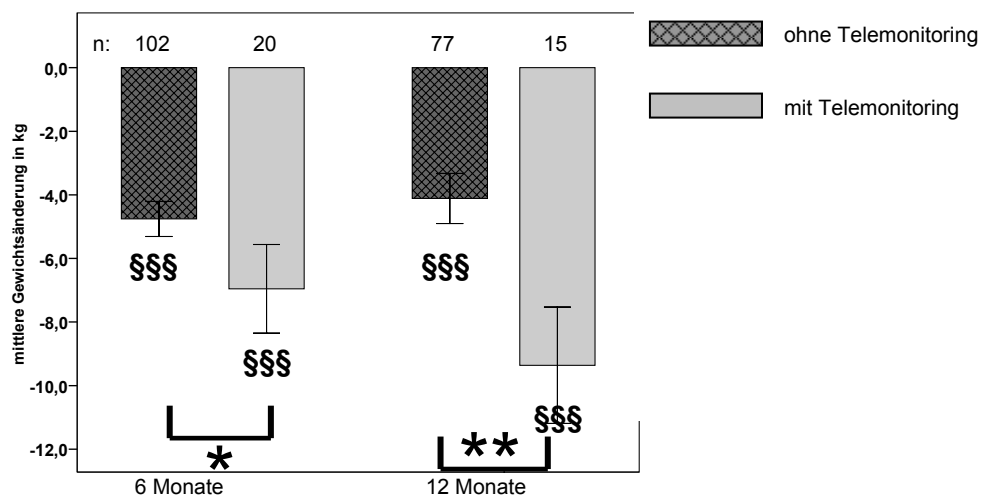


Abbildung 4c): Erwachsene: Telemonitoring vs. kein Telemonitoring



Abbildungen 4a)-c): Einfluss der Interventionen auf die Gewichtsänderung Erwachsener nach sechs und zwölf Monaten, a) finanzieller Anreiz, b) Diäten, c) Telemonitoring als Mittelwert \pm SEM, * signifikanter Unterschied zwischen Interventionen, § signifikanter Unterschied zwischen Ausgangs- und Folgegewicht, ***/\$\$\$ $p \leq 0,001$, **/\$\$ $p \leq 0,01$, */§ $p \leq 0,05$

Die Gewichtsreduktion Erwachsener einer Interventionsgruppe wurde mit ihrer Kontrollgruppe verglichen. Erwachsene mit Intervention nahmen besser ab als diejenigen der Kontrollgruppe. Dies ist nach sechs Monaten statistisch gesichert. Die Interventionen Duale Diät und Telemonitoring waren mit statistischer Signifikanz noch nach zwölf Monaten effektiver als deren Nichtanwendung.

Telemonitoring scheint nachhaltiger zu sein als die anderen Interventionen. Denn es war die einzige Intervention, unter der Erwachsene in den letzten sechs Monaten weiterhin eine abnehmende Tendenz des Körpergewichts hatten, allerdings ohne statistische Signifikanz beim Vergleich der Gewichte nach sechs und zwölf Monaten.

14.1.2 Wirksamkeit der Interventionen bei Kindern

Die Effektivität der Interventionen bei Kindern wird in den Abbildungen 5a) - c) gezeigt. Ihre geschätzten BMI-SDS-Reduktionen in Abhängigkeit der Maßnahme werden auf Seite 108 in Tabelle 14 ausgewiesen.

Abbildung 5a): Kinder: Anreiz vs. kein Anreiz

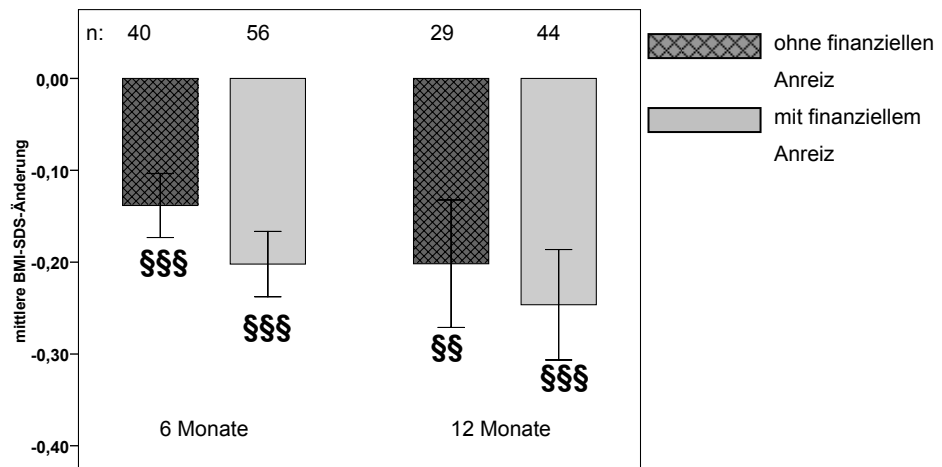


Abbildung 5b): Kinder: Duale Diät vs. Kalorienrestriktion

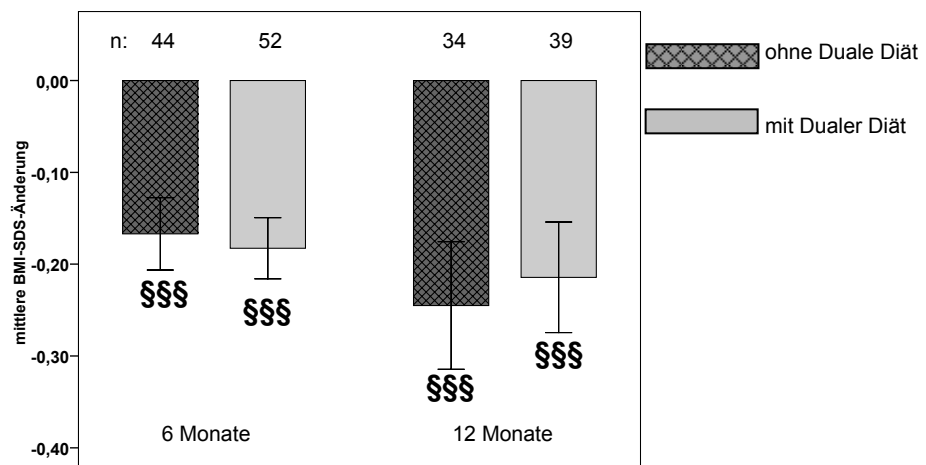
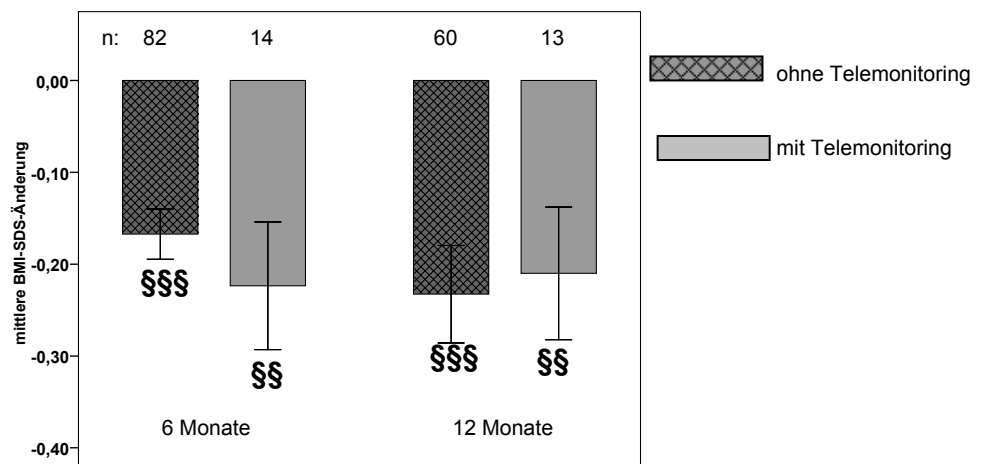


Abbildung 5c): Kinder: Telemonitoring vs. kein Telemonitoring



Abbildungen 5a)-c): Einfluss der Interventionen auf die BMI-SDS-Änderung der Kinder nach sechs und zwölf Monaten, a) finanzieller Anreiz, b) Diäten, c) Telemonitoring als Mittelwert \pm SEM, * signifikanter Unterschied zwischen Interventionen, § signifikanter Unterschied zwischen Ausgangs- und Folge-BMI-SDS, ***/§§§ $p \leq 0,001$, **/§§ $p \leq 0,01$, */§ $p \leq 0,05$

Insgesamt verringerten auch die Kinder ihr relatives Körpergewicht. Nach sechs und nach zwölf Monaten wurden statistisch hochsignifikant bessere BMI-SDS-Werte als zur Basisuntersuchung ermittelt. Jedoch war keine der überprüften Interventionen effektiver als in der jeweiligen Kontrollgruppe. Daher wurde eine weitere Abbildung erstellt, die die Verringerung der BMI-SDS-Werte nach sechs und zwölf Monaten zeigt (Abbildung 6). Die mittlere BMI-SDS-Verbesserung betrug $0,18 \pm 0,25$ respektive $0,23 \pm 0,39$.

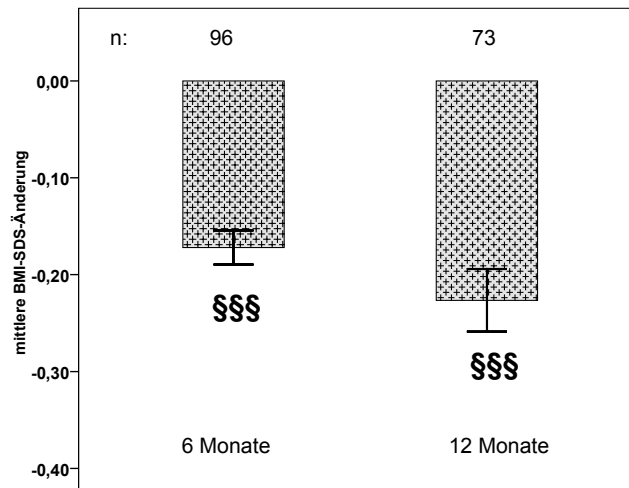


Abbildung 6: BMI-SDS-Änderung der Kinder nach sechs und zwölf Monaten
als Mittelwert \pm SEM, § signifikanter Unterschied zwischen Ausgangs- und Folge-BMI-SDS,
§§§ $p \leq 0,001$, §§ $p \leq 0,01$, § $p \leq 0,05$

14.1.3 Einfluss der einzelnen Interventionen auf die Ernährung

Die Tabellen 11 und 12 ab Seite 105 zeigen die Energie- und Nährstoffaufnahme differenziert nach Maßnahme zum Studienbeginn. Die Änderungen der Energie-, Kohlenhydrat-, Fett-, und Proteinaufnahme sowie die des Anteils freier Kohlenhydrate nach sechs und zwölf Monaten werden ab Seite 107 in Tabelle 13 und Tabelle 14 mit der Basiserhebung verglichen. Zu Beginn betrug die mittlere Energiezufuhr aller Erwachsenen 1972 kcal pro Tag. Diese wurde anteilig gedeckt über 44 % Kohlenhydrate, 15 % Protein, 37 % Fett und 4 % Alkohol. Die Kinder nahmen im Mittel 1827 kcal auf, die sich aus 50 % Kohlenhydraten, 14 % Protein und 34 % Fett zusammensetzten. Die prozentualen Anteile der Hauptnährstoffe an der Gesamtenergiezufuhr von Erwachsenen und Kindern änderten sich innerhalb der Diät nicht (Tabelle 15, Seite 109).

14.1.3.1 Einfluss der einzelnen Interventionen auf die Ernährung Erwachsener

Bei allen Erwachsenen war die Energiezufuhr nach sechs und nach zwölf Monaten geringer als zur Basiserhebung. Erwachsene unter Dualer Diät aber schränkten ihre Energiezufuhr

weitaus besser ein als diejenigen der Kalorienrestriktionsgruppe. Die Energiereduktion wurde durch eine höhere Einsparung der Fettmenge realisiert (Tabelle 13, Seite 107).

Es zeigte sich weiter, dass die Telemonitoringgruppe nach sechs Monaten ihre Kohlenhydrataufnahme weniger stark einschränkte als ihre Kontrollgruppe. Die Reduktion der Gesamtenergiezufuhr wurde dadurch nicht beeinflusst. Dieser Unterschied bestand nach zwölf Monaten nicht mehr.

14.1.3.2 Einfluss der einzelnen Interventionen auf die Ernährung der Kinder

Die Nahrungszufuhr der Kinder unterschied sich statistisch signifikant nur zwischen den Diätgruppen. Kinder unter Dualer Diät gaben eine höhere Energiereduktion an als diejenigen der Kalorienrestriktionsgruppe (Tabelle 14, Seite 108). Nach sechs, aber nicht nach zwölf Monaten war dies statistisch gesichert. Die bei ihren Eltern ermittelte unterschiedliche Einsparung der Fettmenge bestand bei den Kindern nicht.

14.2 Wirksamkeit kombinierter Interventionen

14.2.1 Wirksamkeit kombinierter Interventionen bei Erwachsenen

Wie sich die Kombination der drei wirksamen Maßnahmen auf die Gewichtsänderung Erwachsener auswirkte, zeigt die Abbildung 7.

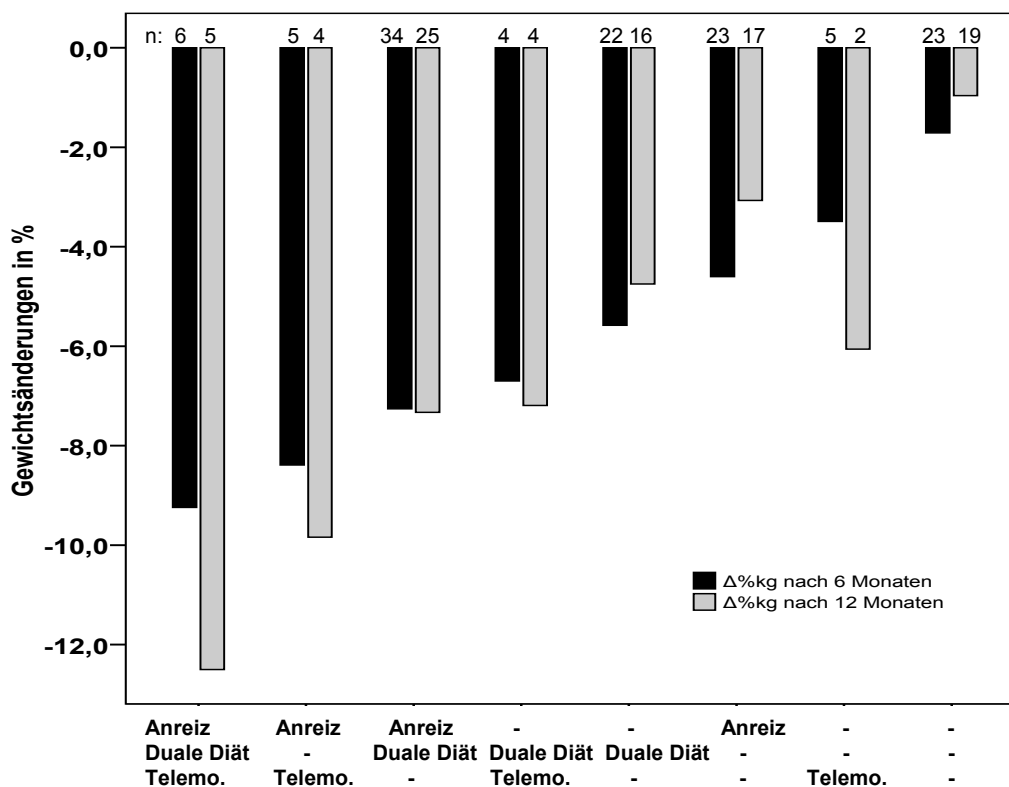


Abbildung 7: Einfluss der Maßnahmenkombinationen auf die mittlere prozentuale Gewichtsänderung Erwachsener nach sechs und zwölf Monaten

Es ist ersichtlich, dass die Gewichtsreduktion nach sechs Monaten umso größer war, je mehr Maßnahmen kombiniert wurden. Erwachsene der Kombinationsgruppe „finanzieller Anreiz + Duale Diät + Telemonitoring“ nahmen besser ab als Erwachsene unter jeder anderen Kombination.

Auch nach zwölf Monaten war diese Kombination am wirksamsten. In den anderen Kombinationsgruppen war die weitere Gewichtsabnahme nicht derart deutlich. Lediglich die Kombination mit Telemonitoring verbesserte die Gewichtsreduktion noch, wie bereits in Abbildung 4c) angedeutet. Zu berücksichtigen sind jedoch die Fallzahlen dieser Subgruppen und die fehlende statistische Analyse.

14.2.2 Wirksamkeit kombinierter Interventionen bei Kindern

Die Wirksamkeit der kombinierten Interventionen bei Kindern zeigt die Abbildung 8.

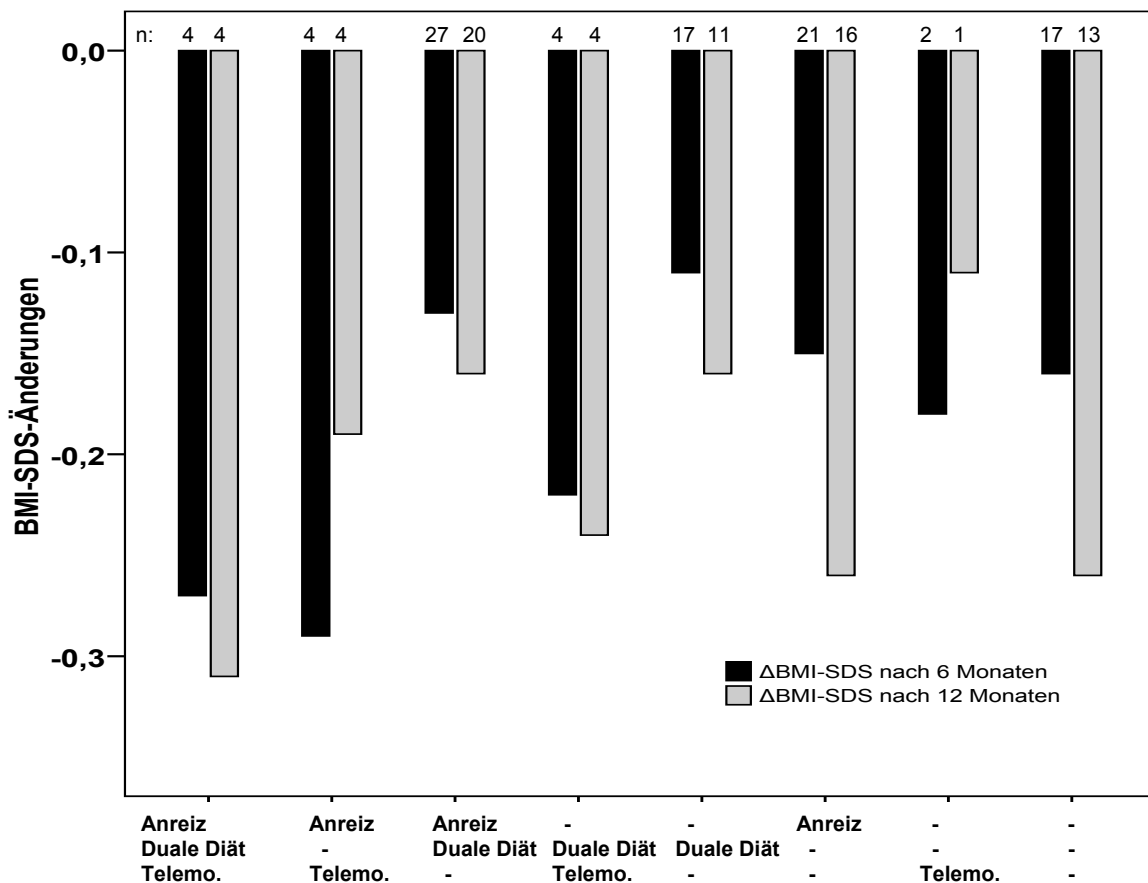


Abbildung 8: Einfluss der Maßnahmenkombinationen auf die mittlere BMI-SDS-Änderung der Kinder nach sechs und zwölf Monaten

Die Wirksamkeit der Kombinationen war bei den Kindern moderat. Es war nicht zu ermitteln, dass zusätzliche Maßnahmen eine weitere BMI-SDS-Reduktion zur Folge haben. Aber in

sechs der acht Subgruppen hatten die Kinder nach zwölf Monaten einen besseren BMI-SDS-Wert als nach sechs Monaten.

14.3 Eltern-Kind-Interaktion

Es wurden die Effekte der Gewichtsreduktion innerhalb der Familien überprüft. Dazu wurden Korrelationsanalysen durchgeführt. Die BMI-Änderungen der Elternteile wurden mit den BMI-SDS-Änderungen ihrer Kinder nach der Adipositastherapie korreliert. Bei den Eltern-Kind-Paaren bestanden keine statistisch signifikanten Assoziationen ($r = 0,057$, $p = 0,654$).

Da vermutet wurde, dass Kinder mit Gewichtszunahmen das Ergebnis statistisch signifikant beeinflussen, wurden die Analysen wiederholt durchgeführt. Dabei wurden Kinder mit einer BMI-SDS-Verschlechterung (Δ -BMI-SDS nach zwölf Monaten $\geq 0,0$) ausgeschlossen. Das Resultat änderte sich nicht. Auch der Vergleich der BMI-Änderungen in Abhängigkeit von BMI-SDS-Änderungsterzilen zeigte keine statistisch signifikanten Eltern-Kind-Interaktionen der Gewichtsreduktion.

15 Einfluss der Gewichtsreduktion auf Blutdruck und Laborparameter

15.1 Effekte bei Erwachsenen

Wie das Ausmaß der Gewichtsreduktion die Blutdruck- und Laborwerte beeinflusst, wurde nachfolgend ermittelt. Dazu wurden drei gleichgroße Gruppen (Terzile) nach dem Ausmaß der Gewichtsänderung gebildet. Bei Erwachsenen wurde die mittlere prozentuale Körpergewichtsänderung, bei Kindern die mittlere BMI-SDS-Änderung herangezogen. Nur die Daten der Komplettierer wurden einbezogen.

Die Abbildung 9 weist die Blutdruckwerte und Stoffwechselfparameter auf, die sich nach zwölf Monaten änderten. Es werden die mittleren prozentualen Änderungen der Parameter dargestellt. Die schiefe Verteilung der hs-CRP-Konzentrationen erforderte die abweichende Darstellung als Median. Die Terzile werden farblich unterschieden. In jeder wurden die Parameteränderungen analysiert. Statistisch signifikante Ergebnisse zwischen Basis- und Abschlussuntersuchung werden mit „*“ gekennzeichnet. Der Vergleich zwischen den Terzilen wird mit „§“ markiert.

Erwachsene des 1. Terzils hatten die größte mittlere Gewichtsabnahme von 13,8 %. Aufgrund des Anfangsgewichts von nahezu 100 kg entspricht das einer Gewichtsreduktion von ca. 14 kg. Erwachsene des 3. Terzil hatten eine hochsignifikante Gewichtszunahme. Sie nahmen 1,6 % ihres Ausgangsgewichts zu.

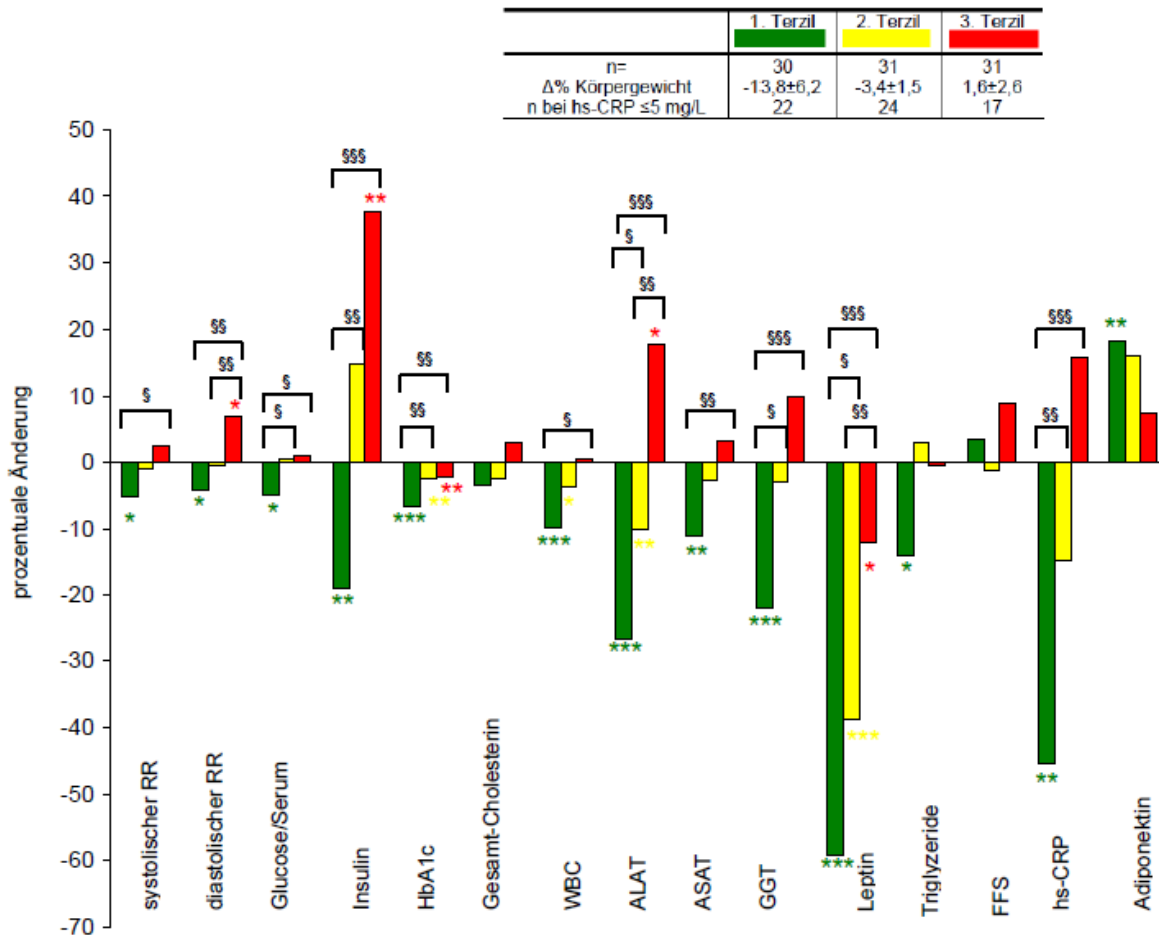


Abbildung 9: Mittlere prozentuale Änderungen von Blutdruck- und Laborwerten der Erwachsenen zwischen Basis- und Abschlussuntersuchung, dargestellt nach Δ-%kg-Terzil

* Vergleich der Änderungen zwischen 1. und 3. Untersuchung: * p ≤ 0,05; ** p ≤ 0,01; *** p ≤ 0,001, § Vergleich der Terzile: § p ≤ 0,05; §§ p ≤ 0,01; §§§ p ≤ 0,001

Erwachsene des 1. Terzils (Abnahme von 13,8 %) hatten ausgeprägte Veränderungen ihrer biochemischen Werte bis zu 60 % des Ausgangswerts. Klinisch bedeutsam waren die Verbesserungen von Insulin (-21 %), hs-CRP (-44 %), Leptin (-59 %) und Adiponektin (+18 %). Zugleich wurden niedrigere Blutdruckwerte gemessen. Der systolische Wert sank um 9 mmHg (5,5 %) und der diastolische Wert um 5 mmHg (4,3 %). Die Gesamtcholesterinkonzentration nahm nach zwölf Monaten zwar ab, verfehlte jedoch die statistische Signifikanz (p = 0,060). Dabei blieben die Konzentrationen von LDL- und HDL-Cholesterin unverändert. Ebenso änderten sich die Konzentrationen von Harnsäure/Serum und FFS nicht.

Dagegen verschlechterten sich die Werte der Erwachsenen mit Gewichtszunahmen von 1,6 % (3. Terzil) erheblich. Besonders die Erhöhungen der diastolischen Blutdruckwerte und der Insulinkonzentration, gefolgt vom Anstieg der ALAT-Aktivität, waren klinisch relevant. Der diastolische Wert stieg um 7 % (4,4 mmHg) und die Insulinkonzentration um 38 % an. Der HbA1c-Wert (Differenz $-0,13 \pm 0,27$ %) und die Leptinkonzentration verminderten sich dennoch. Ebenso verbesserte sich die HDL-Cholesterinkonzentration (1,24 auf 1,33 mmol/L, +7 %). Keine Änderungen zeigten die Konzentrationen von Gesamt- und LDL-Cholesterin, Triglyzeriden, FFS und Harnsäure. Die Erhöhung der hs-CRP-Konzentration um 16 % war statistisch nicht gesichert.

Besonders augenfällig ist der Vergleich der beiden extremen Terzile. Statistisch signifikante Unterschiede fanden sich zwischen den Blutdruckwerten und den Konzentrationen von Glucose, Insulin, WBC, Leptin und hs-CRP. Ebenfalls bedeutend waren die unterschiedlichen Änderungen des HbA1c-Werts sowie der ALAT-, ASAT- und GGT-Aktivitäten.

15.2 Effekte bei Kindern

Kinder im 1. Terzil verringerten ihren BMI-SDS um 0,62 in zwölf Monaten. Das entsprach ihrem Längenwachstum gemäß einer theoretischen Gewichtsentwicklung von 55,1 kg auf 54,4 kg. Diejenigen des 3. Terzils erhöhten ihren mittleren BMI-SDS-Wert um 0,11. Diese Kinder erhöhten ihr Gewicht theoretisch von 50,6 kg auf 58,4 kg. Die Änderungen ihrer Blutdruck- und Laborwerten und die Vergleiche der Terzile zeigt die Abbildung 10.

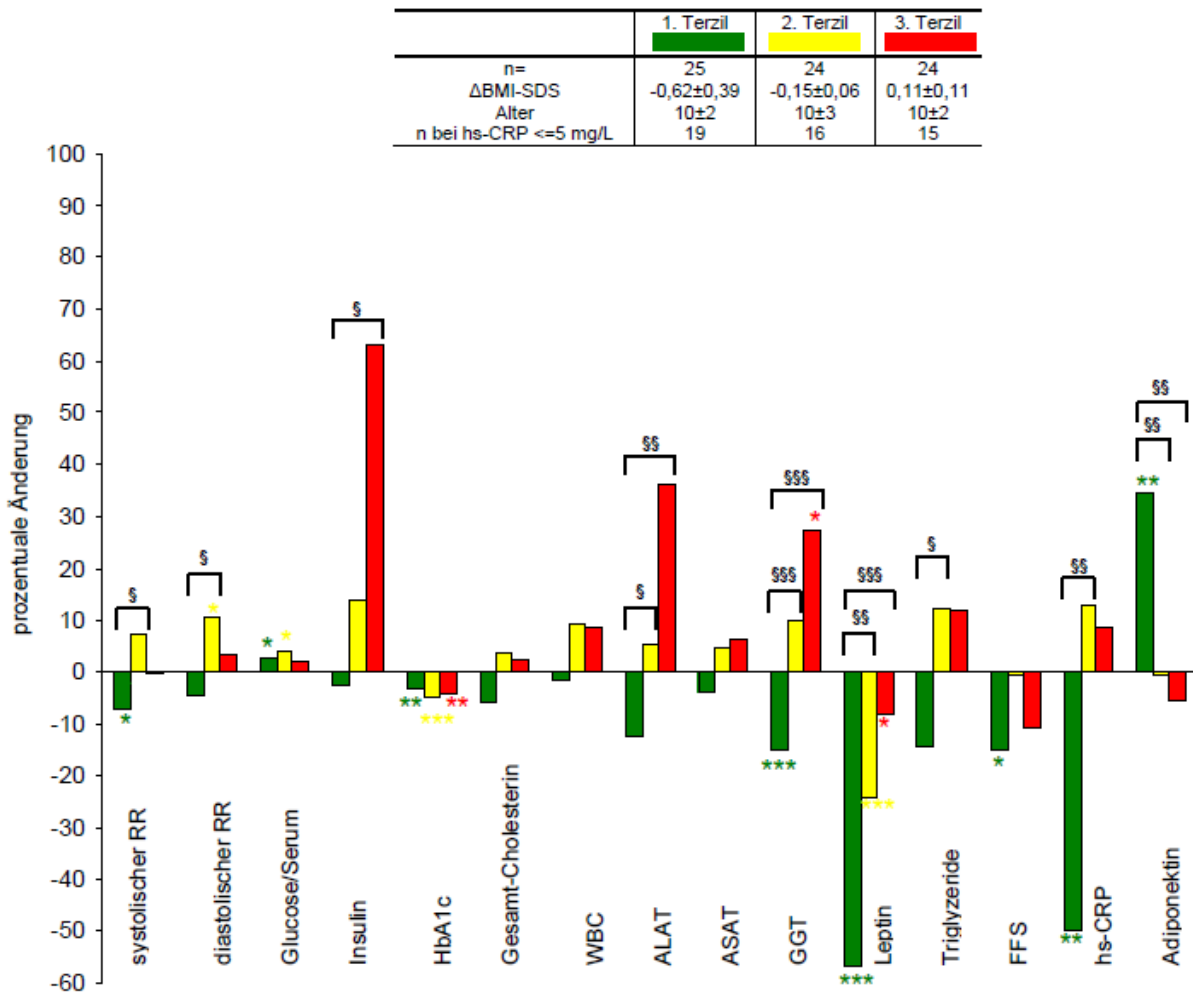


Abbildung 10: Mittlere prozentuale Änderungen von Blutdruck- und Laborwerten der Kinder zwischen Basis- und Abschlussuntersuchung, dargestellt nach ΔBMI-SDS-Terzil, von n = 8 Kindern wurde kein Blut entnommen

* Vergleich der Änderungen zwischen 1. und 3. Untersuchung: * $p \leq 0,05$; ** $p \leq 0,01$; *** $p \leq 0,001$, § Vergleich der Terzile: § $p \leq 0,05$; §§ $p \leq 0,01$; §§§ $p \leq 0,001$

Die Abbildung der Kinder ist der der Erwachsenen sehr ähnlich. Jene mit günstiger Gewichtsentwicklung (1. Terzil) reduzierten ihren systolischen Blutdruckwert um 10 mmHg (7 %). Erheblich verbesserten sich der HbA1c-Wert (Differenz $-0,19 \pm 0,24$ %) und die Konzentrationen von Leptin, hs-CRP und Adiponektin. Die Glucosekonzentration im Serum stieg und die Konzentration der FFS sank statistisch signifikant. Die Abnahme der Gesamt-Cholesterinkonzentration dieser Kinder war statistisch nicht gesichert ($p = 0,063$).

Kinder mit ungünstiger Gewichtsentwicklung (3. Terzil) zeigten einen auffallenden, aber statistisch nicht signifikanten Insulinanstieg. Unter der Gewichtszunahme erhöhte sich die GGT-Aktivität. Allerdings hatten diese Kinder zugleich einen verminderten HbA1c-Wert (Differenz $-0,23 \pm 0,22$ %) und eine niedrigere Leptinkonzentration. Die Harnsäurekonzentration stieg

tendenziell von 263 auf 289 $\mu\text{mol/L}$ (+10 %, $p = 0,054$) an. Ihre Blutdruckwerte änderten sich nicht.

Beim Vergleich der beiden extremen Terzile ist vor allem die gegensätzliche Entwicklung des Insulins bedeutungsvoll. Auch die Abnahmen der ALAT- und GGT-Aktivitäten unter Gewichtsreduktion unterschieden sich erheblich von den gesteigerten Enzymaktivitäten unter Gewichtszunahme. Genauso verhielten sich die Adiponektinkonzentrationen. Hingegen wurden in beiden Gruppen niedrigere Leptinkonzentrationen gemessen. Deren Abnahme fiel bei Kindern mit BMI-SDS-Reduktion aber höher aus.

15.3 Änderungen der Häufigkeiten pathologischer Werte

Es wurde überprüft, wie sich die Gewichtsreduktion auf klinisch relevante Blutdruck- und Laborwerte der Komplettierer-Erwachsenen und deren Kinder auswirkt. Die Tabelle 8 zeigt die Häufigkeiten pathologischer Werte zur Basis- und zur Abschluss-Untersuchung.

Tabelle 8: Häufigkeiten pathologischer Laborwerte und der arteriellen Hypertonie bei Erwachsenen (n = 92) und Kindern (n = 68) zur Basis- und zur Abschlussuntersuchung

	Erwachsene n = 92 0 Monate	Erwachsene n = 92 12 Monate	p =	Kinder n = 68 0 Monate	Kinder n = 68 12 Monate	p =
Hyperglykämie, n (%)	3 (3)	1 (1)	ns	/	/	ns
Hyperinsulinämie, n (%)	10 (11)	11 (12)	ns	2 (3)	/	ns
Hypertriglyzeridämie, n (%)	11 (12)	8 (9)	ns	10 (14)	6 (8)	ns
↑ LDL-Cholesterin, n (%)	16 (17)	19 (21)	ns	6 (8)	7 (10)	ns
↑ hs-CRP, n (%)	21 (23)	18 (20)	ns	2 (3)	4 (6)	ns
↑ ALAT-Aktivität, n (%)	14 (15)	4 (4)	0,015	4 (6)	5 (7)	ns
arterielle Hypertonie, n (%)	42 (46)	27 (29)	ns	25 (34) ^a	11 (23) ^a	ns

^a n = 73 Kinder zur Bestimmung der Blutdruckwerte

Der Anteil Erwachsener mit erhöhter ALAT-Aktivität verringerte sich von 15 % auf 4 % nach zwölf Monaten. Die Häufigkeiten der weiter aufgeführten pathologischen Laborwerte änderten sich nicht statistisch signifikant. Die Abnahmen der arteriellen Hypertonie um 17 % bei Erwachsenen und 11 % bei Kindern ließ sich statistisch nicht sichern.

Bei Kindern zeigten sich in den zwölf Monaten keine signifikanten Änderungen klinischer Auffälligkeiten.

16 Biochemische Veränderungen in Bezug auf Fettgewebsverteilung

16.1 Änderungen bei Erwachsenen

Grundlage dieser Auswertung sind die unterschiedlichen Messverfahren zur Erfassung von Übergewicht. Diese lassen sich einteilen nach Körperregionen, in denen das Übergewicht lokalisiert ist:

- Messverfahren, die die Fettgewebsverteilung nicht berücksichtigen:
 - Körpergewicht
 - Body Mass Index (BMI)
- Messverfahren, die vorzugsweise viszerales Fettgewebe erfassen:
 - Taillenumfang
 - Taille-Hüft-Quotient („Waist-to-Hip-Ratio, WHR“)
- Messverfahren, die vorzugsweise subkutanes Fettgewebe erfassen:
 - Hüftumfang
 - Oberarmumfang
 - Summe der Hautfaldendicken
 - Körperfettanteil (alters- und geschlechtsspezifisch errechnet aus den Hautfaldendicken)

Abbildung 11 zeigt die Korrelationen zwischen biochemischen Veränderungen und den Veränderungen, die mit den vorgenannten Verfahren ermittelt worden sind. Ausgewertet wurden die Daten von Frauen und Männern zusammen, was zunächst überraschen mag, weil bekannt ist, dass Frauen andere Maße für Taille, Hüfte und WHR aufweisen als Männer. Die Berechtigung für diese Art der Auswertung beruht aber auf dem Umstand, dass hier nicht die Absolutwerte betrachtet werden, sondern die Korrelation zwischen Differenzen der verschiedenen Messverfahren einerseits mit den Differenzen der biochemischen Parameter andererseits. Zudem ist kein Unterschied zwischen Männern und Frauen für die Absolutdifferenzen der verschiedenen Messverfahren nachgewiesen worden.

Die Veränderungen im Bereich des subkutanen Fetts sind mit schwarzen Säulen dargestellt, die des viszeralen Fetts mit weißen Säulen. Veränderungen ohne Bezug auf die Fettgewebsverteilung sind durch graue Säulen wiedergegeben. Es zeigt sich, dass die meisten durch Gewichtsabnahme bedingten biochemischen Veränderungen am engsten mit den Messgrößen ohne Bezug auf die Fettgewebsverteilung korrelieren. Das ist hingegen nicht

der Fall für die Glucose im Serum. Diese korreliert am engsten mit den Messgrößen des subkutanen Fetts.

Praktisch keine Korrelationen ergeben sich – auf den ersten Blick unerwartet - für die WHR.

Abbildung 11 zeigt weiterhin, dass die Korrelationen zwischen Gewichtsreduktion und biochemischer Veränderung recht eng sind für die Parameter des Kohlenhydratstoffwechsel (Glucose, Insulin, HbA1c), hs-CRP und Leptin, die alle Korrelationskoeffizienten bis 0,5 aufweisen. Deutlich weniger eng sind die Korrelationen zwischen Gewichtsreduktion und den Parametern des Fettstoffwechsels, Harnsäure, Adiponektin und Leukozyten. Dies bedeutet, in anderen Worten, dass bei Gewichtsreduktion Veränderungen z.B. beim Kohlenhydratstoffwechsel besser vorhersehbar sind als für Parameter des Fettstoffwechsels.

Korrelationen zwischen biochemischen Veränderungen und Veränderungen der Messgrößen von Übergewicht, bezogen auf Körperregion

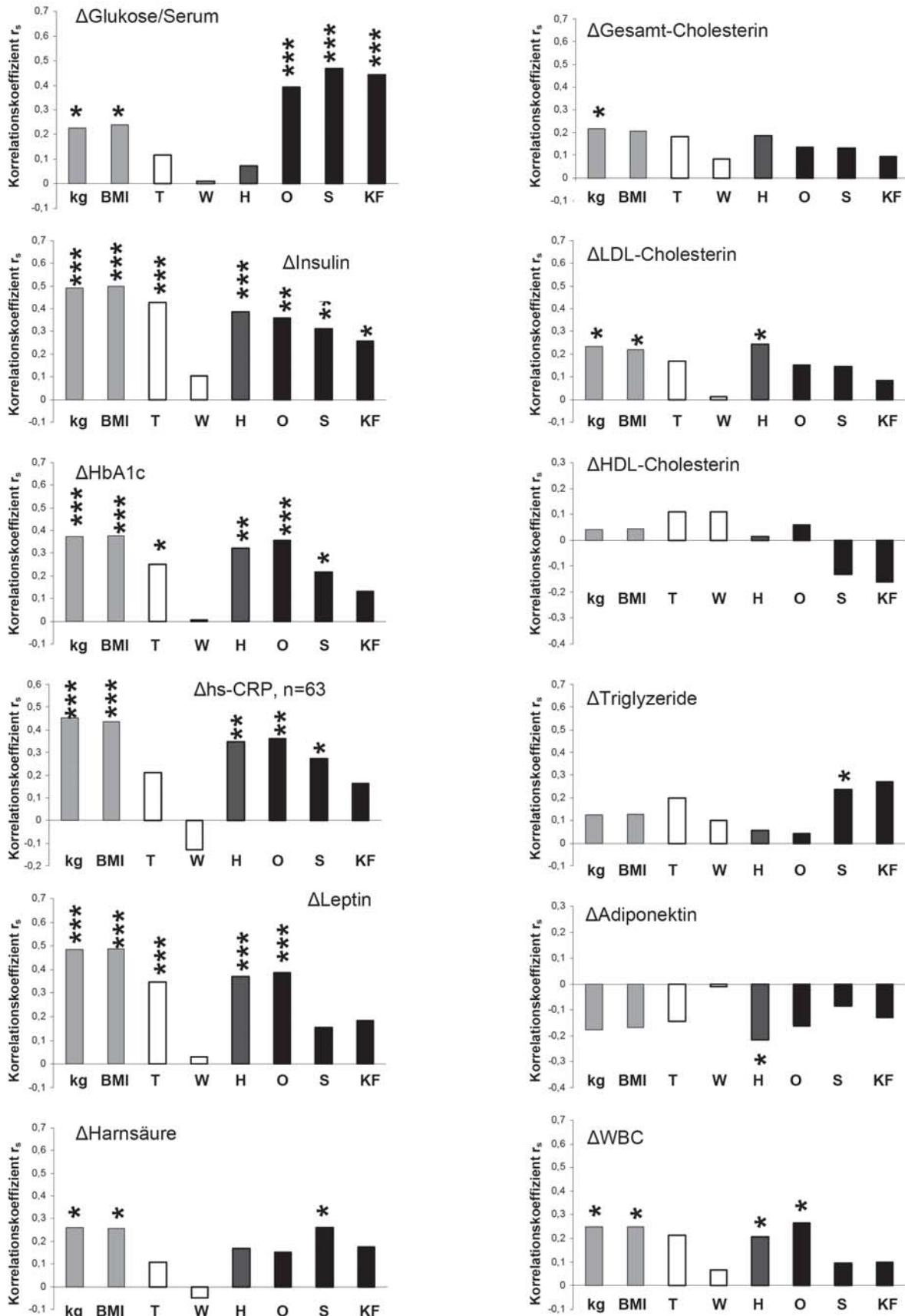


Abbildung 11: Korrelationen zwischen biochemischen Veränderungen und Veränderungen der Messgrößen von Übergewicht bezogen auf Körperregion von Erwachsenen (n = 90):

- auf den Gesamtkörper;
- auf die Fettverteilung überwiegend zentral;
- auf die Fettverteilung überwiegend subkutan-peripher

kg = Δ kg, BMI = Δ BMI, H = Δ Hüftumfang, T = Δ Taillenumfang, W = Δ WHR, O = Δ Oberarmumfang, S = Δ Summe der Hautfaltendicken, KF = Δ Körperfettanteil, * p ≤ 0,05; ** p ≤ 0,01; *** p ≤ 0,001

16.2 Änderungen bei Kindern

Aufgrund der unterschiedlichen alters- und geschlechtsabhängigen Entwicklung der Kinder wurden die Korrelationsanalysen nur mit den Änderungen des BMI-SDS-Wertes und des Körperfetts durchgeführt. In der Abbildung 12 werden diese Assoziationen dargestellt.

Korrelationen zwischen biochemischen Veränderungen und Veränderungen der Messgrößen von Übergewicht, bezogen auf Körperregion

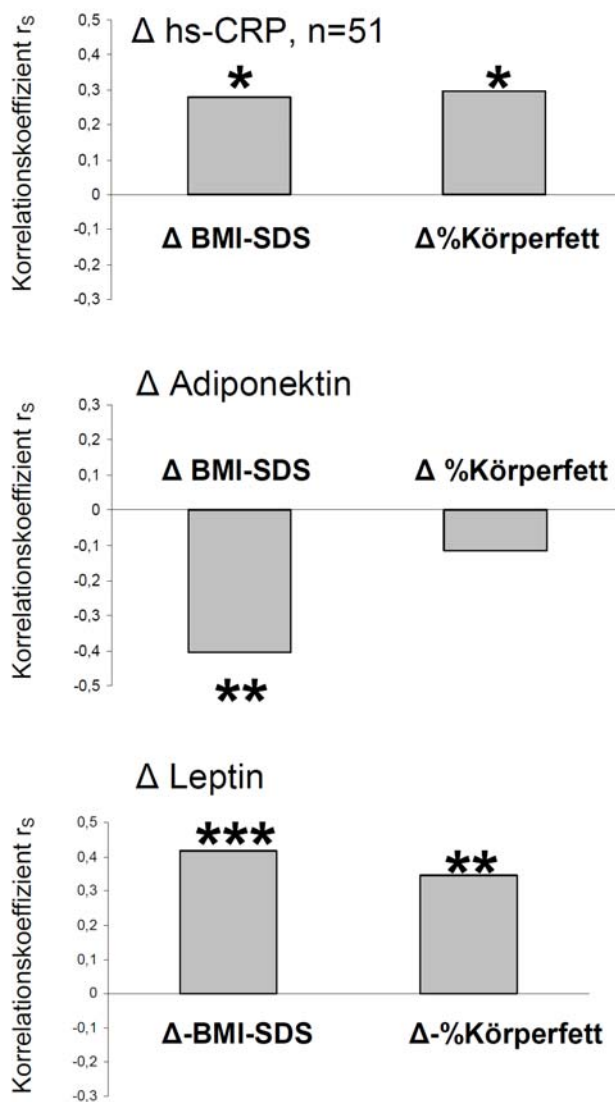


Abbildung 12: Korrelationen zwischen biochemischen Veränderungen und Veränderungen der Messgrößen von Übergewicht bei Kindern (n = 70; von n = 5 keine Blutprobe), * p ≤ 0,05; ** p ≤ 0,01; * p ≤ 0,001**

Es zeigte sich, dass die Differenzen von hs-CRP- und Leptin umso besser waren, je mehr die Kinder ihren Körperfettanteil reduzierten. Zugleich korrelierten diese biochemischen Än-

derungen stark mit der BMI-SDS-Verbesserung. Die Differenz von Adiponektin war nur mit der BMI-SDS- und nicht mit der Körperfettänderung assoziiert.

17 Studienabbrecher

Zur Untersuchung nach sechs Monaten stellten sich 85 % der eingeschlossenen Familien vor, nach zwölf Monaten noch 65 %.

Zur Überprüfung der Wirksamkeit der Interventionen wurden alle erhobenen Daten eines Untersuchungszeitpunktes genutzt. Daten von Teilnehmern, die zwar den 6-Monats-, aber nicht den 12-Monatstermin wahrnahmen, wurden in den Auswertungen berücksichtigt. Die Tabelle 9 und die Tabelle 10 zeigen daher die Anzahl von Erwachsenen und Kindern, von denen die Gewichtsänderungen zum jeweiligen Untersuchungstermin analysiert worden sind.

17.1 Allgemeine Determinanten des Studienabbruchs

Es wurde analysiert, ob es Indikatoren des Studienabbruchs gibt. Mit Ausnahme des BMI Erwachsener zur Basisuntersuchung (BMI 35 der Abbrecher vs. 32 kg/m², p=0,028) determinierte keine der erhobenen Messgrößen die Abbrecher. Für die Kinder wurde dieser Unterschied nicht beobachtet.

17.1.1 Determinanten des Studienabbruchs nach Einzelstrategien

Der Vergleich der Abbrecherquoten zwischen den Maßnahmen wurde bei Erwachsenen untersucht und ist in Tabelle 9 gezeigt.

Tabelle 9: Anzahl Erwachsener zu Beginn und Anzahl Erwachsener und deren Abbrecherquoten zu den Folgeuntersuchungen in Abhängigkeit von ihrer Interventionsgruppe

Maßnahme		Erwachsene		
		zu Beginn n	nach 6 Monaten n (Abbrecher in %)	nach 12 Monaten n (Abbrecher in %)
Anreiz	nein	74	54 (27) *	41 (45) §
	ja	69	68 (2) *	51 (26) §
Diät	Kalorienrestr.	70	56 (20)	42 (40)
	Duale Diät	73	66 (10)	50 (32)
Tele- monitoring	nein	120	102 (15)	77 (36)
	ja	23	20 (13)	15 (35)

* statistisch signifikant unterschiedliche Abbrecherquote zwischen „kein Anreiz“ und „Anreiz“ nach sechs Monaten (p = 0,000)

§ statistisch signifikant unterschiedliche Abbrecherquote zwischen „kein Anreiz“ und „Anreiz“ nach zwölf Monaten (p = 0,021)

In Tabelle 10 wurden analog dazu bei Kindern die Abbrecherquoten nach Maßnahmen erfasst.

Tabelle 10: Anzahl Kinder zu Beginn und Anzahl Kinder und deren Abbrecherquoten zu den Folgeuntersuchungen in Abhängigkeit von ihrer Interventionsgruppe

Maßnahme		Kinder		
		zu Beginn n	nach 6 Monaten n (Abbrecher in %)	nach 12 Monaten n (Abbrecher in %)
Anreiz	nein	59	40 (32)	29 (51)
	ja	60	58 (3)	44 (27)
Diät	Kalorienrestr.	57	44 (23)	34 (40)
	Duale Diät	62	52 (16)	39 (37)
Tele- monitoring	nein	97	82 (11)	60 (38)
	ja	22	14 (36)	13 (41)

Erwachsene der Gruppe „kein Anreiz“ brachen die Studie häufiger ab als die der „Anreiz“-Gruppe. Dies war nach sechs und nach zwölf Monaten statistisch signifikant. Zwischen den anderen Interventions- und ihren Kontrollgruppen unterschieden sich die Abbrecherquoten nicht. Bei Kindern waren die Abbrecherquoten zwischen den Maßnahmen nicht signifikant verschieden.

Zwischen dem 6- und 12-Monatstermin stiegen die Abbrecherquoten in allen Interventionsgruppen gleichermaßen an. Unabhängig von der Maßnahme betrug die Erhöhungen der Abbruchquoten von Monat sechs zum Monat zwölf zwischen 18 % und 24 %.

17.1.2 Determinanten des Studienabbruchs nach kombinierten Interventionen

Analog zur Wirksamkeit auf die Gewichtsreduktion wurde untersucht, wie sich die Kombinationen der Interventionen auf die Abbruchraten auswirken. Die Abbildung 13 zeigt die prozentualen Abbrecherquoten Erwachsener nach sechs und zwölf Monaten.

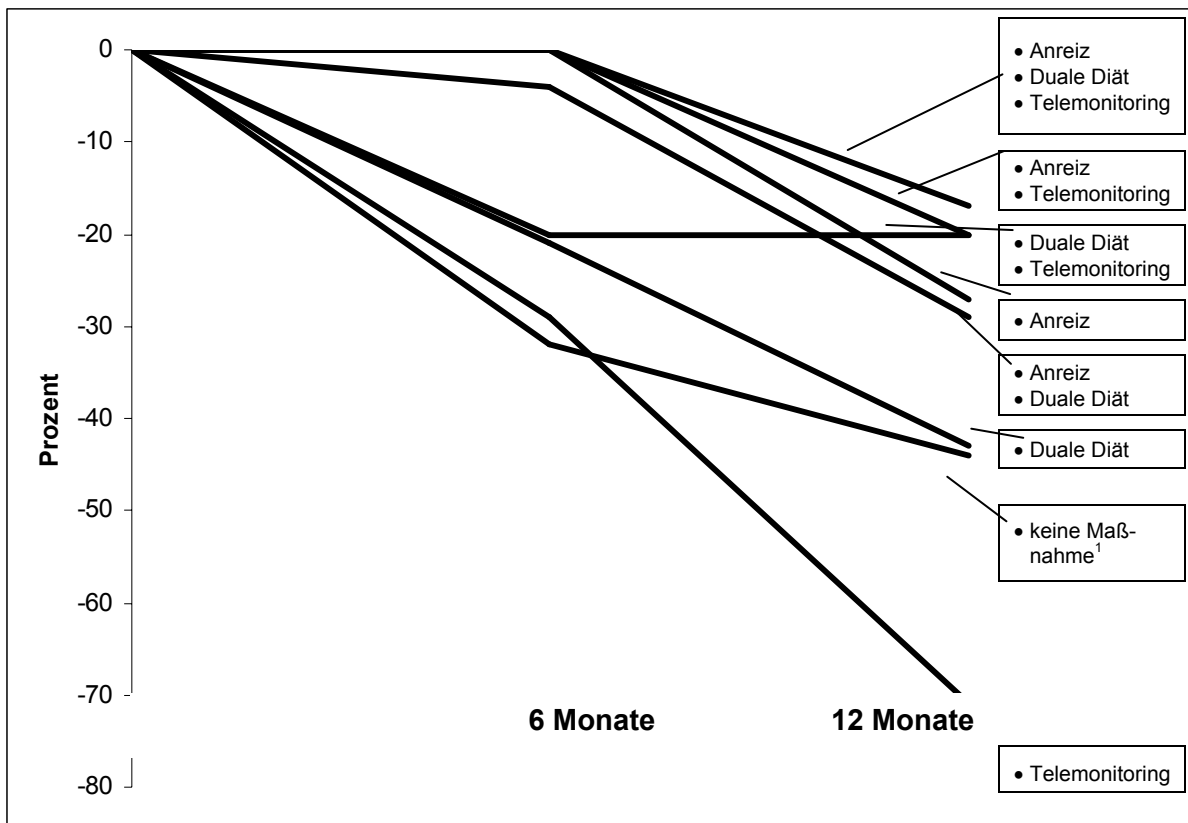


Abbildung 13: Abbrecherquoten Erwachsener nach sechs und zwölf Monaten in Abhängigkeit kombinierter Interventionen;

¹ keine Maßnahme bedeutet die Intervention bestand aus der Diät Kalorienrestriktion

Die wenigsten Abbrecher hatte die Subgruppe mit den drei Maßnahmen. Das galt zu beiden Folgeuntersuchungen. Nach sechs Monaten kamen alle Familien dieser Subgruppe „Anreiz + Duale Diät + Telemonitoring“ zur Untersuchung. Nach zwölf Monaten stieg die Abbruchrate auf 17 %.

Die Subgruppe Kalorienrestriktion ohne zusätzliche Maßnahme wies eine Abbruchrate von 44 % nach zwölf Monaten auf. Noch höher war die Abbruchrate (71 %) in der Subgruppe, die allein mit Telemonitoring betreut wurde. Hier müssen aber die kleinen Fallzahlen von n = 7 zur Basisuntersuchung bzw. n = 5 nach sechs und n = 2 nach zwölf Monaten berücksichtigt werden.

Es wird deutlich, dass eine Kombination von Interventionen die Abbruchquote limitiert. Dies ist der Überlegenheit der Kombinationsgruppen bezüglich ihrer Wirksamkeit auf die Gewichtsreduktion ähnlich und wird in der Abbildung 7 auf Seite 45 deutlich.

Diskussion

18 Wirksamkeit der einzelnen Interventionen

18.1 Effekte der Maßnahmen bei Erwachsenen

18.1.1 Finanzieller Anreiz

Erwachsene mit dem finanziellen Anreiz nahmen besser ab als Teilnehmer ohne diesen Anreiz. Ähnliche Erfolge sind bekannt, wie Untersuchungen aus den Jahren 2008 und 2007 von Volpp et al.⁷¹ und Finkelstein et al.⁷² zeigen.

Volpp et al. beschreiben zwei Strategien, die zwischen Interventions- und Kontrollgruppe verglichen wurden. Das Ziel war vorgegeben mit einer Gewichtsreduktion von 0,45 kg pro Woche; die Gewichtsermittlung erfolgte täglich. Die eine der beiden Strategien war die finanzielle Honorierung des Abnahmeerfolgs. Diese Gruppe von 19 Erwachsenen verpflichtete sich, täglich einen beliebigen Betrag (maximal \$ 3) einzuzahlen für einen Monat. Die Untersucher erhöhten diesen Betrag um denselben Wert und zahlten zusätzlich \$ 3 pro Tag. Die Teilnehmer erhielten ihre Einzahlung plus den Bonus der Untersucher am Ende des Monats, sofern sie das Abnahmeziel erreichten. Folglich war nach vier Wochen ein maximales Honorar von \$ 252 möglich (entspricht \$ 9 pro Tag). Die zweite Strategie verfolgte das Prinzip einer Lotterie. Diesen 19 Erwachsenen wurde täglich per Zufall eine zweistellige Ziffer zugewiesen. Teilnehmer, die auf Position 1 ihrer Ziffer eine „2“ oder auf Position 2 eine „7“ hatten, erhielten \$ 10, sofern sie die Zielvereinbarung erfüllten. Zu dieser 1:5-Chance kam eine weitere: mit der „27“ wurden \$ 100 gewonnen wieder unter der Voraussetzung des erreichten Abnahmeziels. Die Auswertung nach vier Monaten zeigte, dass in beiden Honorargruppen die Teilnehmer besser abnahmen als in der Kontrollgruppe.

In der Untersuchung von Finkelstein et al. erhielten die Teilnehmer \$ 7 respektive \$ 14 für jedes abgenommene Körpergewichtsprozent nach drei Monaten. Im Vergleich zur Kontrollgruppe (-0,9 kg) nahmen die Teilnehmer mit dem finanziellen Honorar besser ab (-1,4 kg vs. -2,1 kg). Mit einer klinisch relevanten Gewichtsreduktion von 5 % des Ausgangskörpergewichts entsprach das einem täglichen Honorar von \$ 0,38 bzw. \$ 0,76. Ferner wurde gezeigt, dass sich mit der Höhe des Honorars der Abnahmeerfolg verbessert. Wurden \$ 14 gezahlt nahmen die Teilnehmer besser ab als in der \$ 7-Gruppe oder in der Kontrollgruppe. Diese Unterschiede waren nach drei Monaten, nicht aber nach sechs Monaten nachweisbar.

Das finanzielle Honorar, das Volpp et al. ihren Probanden gezahlt haben ist bedeutend höher als das in der vorliegenden Untersuchung. Wir haben den erfolgreichsten Teilnehmer mit 115 € (-23,3 kg) nach sechs und 155 € (-30,7 kg) nach zwölf Monaten honoriert. Für die ers-

ten sechs Monate entspricht das einem Honorar von lediglich 0,63 € pro Tag. Somit zeigt sich, dass eine relativ geringe finanzielle Investition signifikant wirksam sein kann.

Es stellt sich die Frage, auf welche Weise die Anreizgruppe besser abgenommen hat. Die Auswertung der Ernährungsprotokolle ergibt keine unterschiedliche Reduktion der Energiezufuhr zwischen den Gruppen. Es bleibt offen, ob die Erwachsenen körperlich aktiver gewesen sind.

Der Umstand, dass ein finanzieller Anreiz nach sechs Monaten, nicht aber nach zwölf Monaten wirksam ist, stimmt mit den Resultaten anderer Untersucher überein. Die Teilnehmer einer Studie von Wing et al.⁵⁰ mussten zu Therapiebeginn eine bestimmte Summe einzahlen. Diese erhielten sie zurück, und zwar abhängig vom Abnahmeerfolg. Die finanzielle Wirksamkeit wurde nicht nur auf die Gewichtsreduktion, sondern auch auf die Gewichtsstabilisierung überprüft. Es zeigte sich, dass eine signifikante Überlegenheit des finanziellen Anreizes nur für die Gewichtsreduktion gefunden wurde, nicht aber für die Gewichtsstabilisierung. Auch Jeffery et al.⁷³ fanden keinen Langzeiteffekt eines finanziellen Anreizes nach 18 Monaten. Dieses Ergebnis bestätigten Paul-Ebhohimhen und Avenell⁷⁴. Sie untersuchten in ihrem Review nur die langfristige Wirksamkeit. Für die Untersuchungszeitpunkte nach zwölf und 18 Monaten ermittelten sie keinen Einfluss finanzieller Anreize.

In diesen Untersuchungen hatten die Teilnehmer nach zwölf und 18 Monaten gegenüber dem Ausgangsgewicht noch immer abgenommen, allerdings waren die Unterschiede zwischen finanziellem Anreiz und Kontrollgruppe – wie auch in unserer Studie - nicht mehr nachweisbar. Es ist für unsere Untersuchung denkbar, dass in der Vergleichsgruppe wegen ihrer höheren Abbrecherquote nur sehr erfolgreiche Erwachsene verblieben, die Erfolglosen dagegen ausgeschieden sind. Diese Vermutung findet eine gewisse Bestätigung in den unter Kapitel 17.1.1 beschriebenen Abbrecherquoten für die einzelnen Therapiemaßnahmen. Aus diesen geht hervor, dass die Abbrecherquote sich zum Abnehmerfolg reziprok verhält, d.h. dass diejenigen Teilnehmer vermehrt abbrechen, die nur wenig abnehmen. Dies trifft nicht nur für das Vorhandensein (Abbrecherquote = 26 %) oder Fehlen eines finanziellen Anreizes zu (Abbrecherquote = 45 %), sondern beispielsweise auch für den Vergleich der einfachen Kalorienrestriktion (Abbrecherquote = 40 %) mit der „Dualen Diät“ (Abbrecherquote = 32 %). Es kann daher nicht ausgeschlossen werden, dass eine Einbeziehung der Abbrecher nach zwölf Monaten zu einer Überlegenheit des finanziellen Anreizes führen könnte. In diese Richtung weisen die Konfidenzintervalle der Gewichtsabnahmen (95 % CI nach zwölf Monaten).

In der Gruppe „kein Anreiz“ liegen sie mit -7,4 bis -2,5 kg niedriger als in der „Anreiz“-Gruppe mit -9,9 bis -5,4 kg.

Zusammengefasst zeigen sich drei Kernergebnisse: Ein finanzieller Anreiz führt nur initial zu einer besseren Gewichtsabnahme, nicht aber nach zwölf Monaten. Statistisch signifikant überlegen ist dagegen die Compliance, die bei finanziellem Anreiz fast halbiert wird. Der Aufwand für diesen Effekt ist mit 5 € pro kg nach zwölf Monaten moderat.

Daraus ergeben sich zwei Überlegungen für die Krankenkassen: Eine langfristig bessere Gewichtsabnahme kann durch den finanziellen Anreiz nicht erzielt werden. Unter diesem Gesichtspunkt ist die Ausgabe daher nicht sinnvoll. Dagegen kann eingewendet werden, dass die Compliance sehr wohl verbessert wird. Es kommt hinzu, dass eine überlegene Gewichtsabnahme der „Anreiz“-Gruppe möglicherweise deswegen nicht nachgewiesen werden konnte, weil in der Kontrollgruppe nur die erfolgreicherer Teilnehmer verblieben sind. Eine endgültige Klärung dieser Frage kann nur mit einer Studie erfolgen, deren Design drop-out unmöglich macht.

18.1.2 Duale Diät

Die Duale Diät kombiniert die konventionelle Reduktion der Fettmenge („Kalorienrestriktion“) mit einer Modifikation der Kohlenhydratauswahl. Unsere Ergebnisse zeigen nach sechs und zwölf Monaten unter Dualer Diät bessere Abnahmeerfolge als unter Kalorienrestriktion allein. Die Berücksichtigung des glykämischen Index´ (GI) ist zwar kein neues Verfahren in der diätetischen Adipositasstherapie, wird aber nur selten empfohlen⁷⁵. Denn noch immer wird kontrovers diskutiert, ob unter einer Diät mit niedrigem glykämischen Index besser abgenommen wird als unter konventionellen Diäten. Einige Untersuchungen weisen eine Überlegenheit einer Diät mit niedrigem GI in Zeiträumen bis zu sechs Monaten^{76,77}, andere auch nach zwölf Monaten nach^{78,79}. Andere Untersuchungen zeigen aber keine Überlegenheit der Diäten, basierend auf niedrigem GI, wie Raben in ihrem Review⁸⁰ zusammenfasst. Sie beurteilte 20 Studien mit einer maximalen Dauer von sechs Monaten und fand in 14 Arbeiten keine unterschiedliche Gewichtsreduktion.

Nur wenige Untersuchungen überprüften die Wirksamkeit einer Diät, die eine Energierestriktion durch Fettreduktion mit der Bevorzugung von Lebensmitteln mit niedrigem GI kombiniert. Eine davon ist die CARMEN-Studie (Carbohydrate Ratio Management in European National Diets)⁸¹. In dieser multizentrischen Untersuchung war eine Intervention der hier überprüften Dualen Diät sehr ähnlich. Diese Studie verglich vier Ernährungsformen: die erste war fett-

arm, aber reich an komplexen Kohlenhydraten und entsprach damit annähernd einer low-calorie/low-GI-Diät (LoCal/LoGI), die zweite war fettarm, aber reich an einfachen Kohlenhydraten (LoCal/HiGI), die dritte war eine landestypische (skandinavische Ernährung = SCAN), und die vierte war die Kontrollgruppe, die sich AD LIBITUM ernährte. Dazu wurden *Laboratory shop systems* eingerichtet, in denen Probanden fettreduzierte und kohlenhydratmodifizierte Lebensmittel kauften für den täglichen Verzehr. Jeder Einkauf wurde mittels eines Barcode-Systems von den Untersuchern registriert. Das Shop-System lenkte und protokollierte also die Lebensmittelauswahl. Nach sechs Monaten zeigte sich ein doppelt so hoher Abnahmeerfolg unter der LoCal/LoGI-Ernährung (-1,8 kg) wie unter der einer LoCal/HiGI-Ernährung (-0,9 kg). Diese Überlegenheit der kombinierten Diät entspricht unserem Ergebnis, allerdings waren die Abnahmeerfolge deutlich geringer als in unserer Studie (-8,0 kg versus -4,7 kg).

Die Frage ist, worauf die hier gezeigte Überlegenheit der Dualen Diät beruhen könnte. Eine Gewichtsreduktion kann nur durch ein Energiedefizit erreicht werden. Wie die Auswertung der Ernährungsprotokolle ergeben hat, gelingt die Energiereduktion, gemessen in verzehrten Kalorien, unter Dualer Diät besser als in der Vergleichsgruppe. Die Daten zeigen, dass mit Dualer Diät weniger Fett und dadurch weniger Energie aufgenommen worden ist als unter Kalorienrestriktion (Tabelle 13, Seite 107). Diesen Effekt beschreiben bereits Miller et al. bei Typ-2-Diabetikern⁸², die überrascht feststellten, dass unter Ernährung mit geringem GI nicht weniger Kohlenhydrate verzehrt worden ist, sondern weniger Fett.

Zwei Aspekte können hierbei wirksam werden. Der erste beruht auf der Verdrängung von energiedichten Nahrungsmitteln durch die meist hochvolumigen Kohlenhydrate mit einem niedrigen glykämischen Index, z.B. der Ersatz eines Kartoffelsalates mit Mayonnaise durch einen Bohnensalat. Gemüse, einheimische Obstarten und Vollkornprodukte, die überwiegend einen geringen GI haben, sind auch fettarm. Die vorliegenden Ergebnisse stützen somit die Behauptung von Thomas und Elliot³², die schlussfolgern, es falle leichter, den glykämischen Index der Kohlenhydrate zu senken als die generelle Nahrungsaufnahme einzuschränken. Der zweite Aspekt betrifft die Frage, welche metabolischen Regulationsmechanismen durch den Verzehr von Kohlenhydraten mit niedrigem glykämischen Index verändert werden. Es gibt Hinweise, dass der glykämische Effekt einer Diät die Energieaufnahme in Folgemahlzeiten beeinflusst^{83,84} oder zumindest Hunger und Sättigung dermaßen reguliert, dass in der Folgemahlzeit weniger Energie aufgenommen wird⁸⁵, d.h. unter einer GI-Diät wird die Energieaufnahme gesenkt durch bessere Sättigung und Appetitminderung.

Bisher gibt es keine biochemischen Erklärungen, die den Zusammenhang zwischen glykämischem Effekt und der Regulation von Hunger und Sättigung schlüssig beschreiben. In ihrem Review vermuten Niwano et al.⁸⁶ eine Beziehung zwischen GI, Leptin und Ghrelin, die über Insulin vermittelt wird. Insulin stimuliert die Freisetzung von Leptin, unterdrückt die von Ghrelin und erzeugt somit durch beide Hormone möglicherweise einen Sättigungseffekt. Dennoch finden diese Autoren in ihrem Review mehrerer Arbeiten zu diesem Zusammenhang keine konsistente Bestätigung und kommen zu dem Schluss, dass eine klare Relation zwischen GI, dem Sättigungshormon Leptin und dem Appetithormon Ghrelin nicht identifiziert werden kann.

Obwohl wir nur die Nüchternwerte von Insulin und Leptin bestimmt haben, reihen sich unsere Ergebnisse in die Widersprüchlichkeit anderer Untersucher ein. Nach zwölf Monaten zeigt sich für Insulin ein Anstieg (7 ± 36 pmol/l) unter Kalorienrestriktion und eine Senkung (-5 ± 24) unter Dualer Diät. Dieser Unterschied ist aber nicht statistisch signifikant ($p = 0,055$). Die Leptinkonzentrationen fallen unter beiden Diäten ab und unterscheiden sich nicht ($-8,4 \pm 11,3$ vs. $-9,5 \pm 11,5$; $p = 0,639$). Vermutlich ist dieser Abfall weniger eine Folge der Nüchtern-Insulinspiegel, sondern eine der Gewichtsreduktion. Nur Untersuchungen an größeren Kollektiven könnten diesen fraglichen Zusammenhang weiter erhellen.

Unabhängig von den zugrunde liegenden molekularen Wirkmechanismen belegen unsere Daten die statistisch signifikante bessere Gewichtsreduktion, wenn die konventionelle Kalorienreduktion (= Fettvermeidung) mit einer Bevorzugung von Kohlenhydraten kombiniert wird, die einen niedrigen glykämischen Index haben. Die geschätzte Gewichtsabnahme ist nach Dualer Diät nach zwölf Monaten mit 8,0 kg annähernd doppelt so groß gewesen wie die nach konventioneller Kalorienrestriktion mit 4,7 kg.

Dieses Ergebnis, das durch weitere Befunde bestätigt wird⁸⁷, bestärkt darin, dass man mittelfristig den glykämischen Index berücksichtigen und zum Bestandteil allgemeiner Ernährungsempfehlungen machen sollte. Bis zum gegenwärtigen Zeitpunkt hat die in Ernährungsfragen für Deutschland maßgebliche Fachgesellschaft, die „Deutsche Gesellschaft für Ernährung“ (DGE), hierzu keine Empfehlung abgegeben. Sie verweist lediglich auf die „10 Regeln der DGE“⁸⁸, die Normal- und Übergewichtigen den Verzehr von fettarmen Nahrungsmitteln wie Gemüse, Obst und Vollkornprodukten empfehlen. In einer zusätzlichen Stellungnahme wird erläutert, dass hiermit eine Senkung des GI einhergeht, ohne diesen explizit zu beschreiben⁸⁹. Unsere Ergebnisse legen nahe, bei Diättempfehlungen das Prinzip der Dualen Diät stärker zu berücksichtigen.

18.1.3 Telemonitoring

Die telemedizinische Betreuung zur Gewichtsreduktion ist eine innovative Anwendung der Informationstechnologie, die sich in dieser Studie als sehr effektiv erwiesen hat. Die Schätzung der Gewichtsreduktion der Gruppe OHNE Telemonitoring hat nach zwölf Monaten 3,9 kg, die der Gruppe MIT Telemonitoring dagegen 8,8 kg betragen.

Der innovative Aspekt beruht in erster Linie auf der Nutzung des Internets zum Datentransfer. Hierdurch ist es möglich, Teilnehmer auch über größte Distanzen zu kontrollieren und zu motivieren, ohne dass der Teilnehmer seinen Betreuer aufsucht. Ein zweiter innovativer Aspekt ist die kontinuierliche Messung der Alltagsaktivität auf verschiedenen Aktivitätsniveaus. Das gute Ergebnis dieser Maßnahme zur Gewichtsreduktion zeigt, dass mit dieser Technik relevante Gewichtsabnahmen erzielt werden können.

Der Nutzen einer Steigerung der körperlichen Aktivität zur Gewichtsreduktion ist vielfach belegt (Jakicic et al.⁹⁰, Jeffery et al.⁹¹, Andersen et al.⁹², Pavlou et al.⁹³). In der Look AHEAD (Action for Health and Diabetes)-Studie wird nachgewiesen, dass die Gewichtsabnahme stärker korreliert mit einer gesteigerten körperlichen Aktivität als mit der Verwendung von Formelprodukten als Mahlzeitenersatz oder der Teilnahme an Ernährungs- und Bewegungsschulungen⁹⁴.

Eine gesteigerte körperliche Aktivität muss aber keine sportlichen Dimensionen annehmen. In der Vergangenheit ist gezeigt worden, dass allein der Energieverbrauch entscheidend ist für die Senkung der Inzidenzen chronischer Erkrankungen wie Adipositas, KHK, Bluthochdruck, Diabetes mellitus Typ 2, Osteoporose und Dickdarmkrebs⁹⁵. Unsere Ergebnisse belegen, dass die Gewichtsabnahme durch erhöhte Alltagsaktivität sehr effizient sein kann. Bisher ist dieser Effekt nur für die Gewichtsstabilisierung bekannt gewesen, nicht aber für die Gewichtsabnahme³⁹.

In diesem Zusammenhang stellt sich die Frage, wie hoch der Energieverbrauch sein muss, der zur Gewichtsabnahme führt. Das ACSM (American College of Sports Medicine) empfiehlt Übergewichtigen eine Aktivitätsdauer von 250 Minuten pro Woche, womit nachweislich klinisch signifikante Gewichtsabnahmen assoziiert sind⁹⁶. Unter der Annahme, durchschnittlich

7,5 kcal pro Minute zu verbrennen^k, resultiert aus den empfohlenen 250 Minuten ein Energieverbrauch von ca. 1900 kcal/Woche bzw. 271 kcal/Tag. In unserer Untersuchung ist der mittlere Energieverbrauch deutlich höher gewesen (876 ± 290 kcal/Tag, $n = 15$). Die Kontrolle der körperlichen Aktivität durch den Teilnehmer selbst und durch seine Betreuer ist offensichtlich gut geeignet, die Energiebilanz relevant zu verbessern. Dies ist überwiegend mittels eines gesteigerten Energieverbrauchs geschehen, da die Energiezufuhr nämlich nur im Trend und nicht statistisch signifikant reduziert worden ist: 2108 ± 800 kcal zu Studienbeginn und 1792 ± 632 kcal nach zwölf Monaten, $p = 0,062$, $n = 12$.

Der Nutzen von Schrittzählern bei der Gewichtsreduktion ist bereits von anderen Autoren beschrieben worden^{97,98}. In unserer Studie wird der Einsatz von Aktivitätssensoren durch weitere Maßnahmen verstärkt. Nicht nur die Rückmeldung des Aktivitätssensors an den Nutzer, sondern auch seine tägliche Messung des Körpergewichts sind maßgeblich im Rahmen des Telemonitorings. Es ist nachgewiesen worden, dass tägliches Wiegen die Gewichtsreduktion verbessert gegenüber einem selteneren Wiegen (VanWormer^{99,100}), auch bei der Gewichtsstabilisierung nach der Reduktionsphase (Wing et al.¹⁰¹). Die Kontrolle mit dem Aktivitätssensor und das tägliche Wiegen werden durch einen weiteren Faktor verstärkt: die Beobachtung durch Dritte. Diese ist vor allem durch die wöchentliche Information und Motivation ein wesentlicher Teil des Telemonitorings und fördert die Compliance.

Die hier beschriebene Form der telemedizinisch unterstützten Gewichtsreduktion ist neu. Allerdings gibt es Studien, die ähnliche Prinzipien verfolgen. Körtke et al.¹⁰² betreuten $n = 200$ Patienten mittels Monitoring des Körpergewichts. Die Gewichtsreduktion nach sechs Monaten betrug 6,7 kg. Allerdings erfolgte die telemedizinische Betreuung aller Studienteilnehmer in Kombination mit einer Diät, und es fehlte eine Kontrollgruppe ohne Telemonitoring. Aufgrund dieses Studiendesigns bleibt der alleinige Effekt der telemedizinischen Betreuung unklar. Die Untersuchung von Goulis et al.¹⁰³ umfasste eine Interventions- und eine Kontrollgruppe. Es wurden $n = 45$ Patienten ebenfalls sechs Monate lang mittels Übertragung von Körpergewicht und Blutdruck kontrolliert. In der Kontrollgruppe ($n = 77$) erfolgte keine Anwendung des Telemonitorings. Beide Gruppen wurden aber zur Modifikation ihrer Ernährung geschult. Es ergaben sich nach sechs Monaten Gewichtsabnahmen mit Telemonitoring von 12,4 kg und ohne Telemonitoring von 2,0 kg.

^k In Anlehnung an Paffenbarger Physical Activity Questionnaire, Energieverbrauch von 7,5 kcal/Minute bei mittlerer Intensität (Paffenbarger RS, Wing AL, Hyde RT. Physical activity as an index of heart attack risk in college alumni. Am J Epidemiol 1978;108: 161 – 175)

Diese Differenz der Gewichtsabnahme von ungefähr 10 kg zwischen Interventions- und Kontrollgruppe ist hoch. In unserer Untersuchung nimmt die Telemonitoringgruppe um 2,6 kg nach sechs Monaten und um 4,9 kg nach zwölf Monaten besser ab als die Gruppe ohne Telemonitoring. Somit wird der Effekt eines Telemonitorings von mehreren Untersuchern bestätigt.

Nicht nur mittelfristige, sondern auch Langzeiteffekte des Telemonitorings wurden beschrieben. In einer Folgeuntersuchung von Körtke et al.¹⁰² wurde die Hälfte des oben beschriebenen Kollektivs nach der Gewichtsreduktion telemedizinisch weiter betreut. Die anderen Patienten dienten als Kontrollgruppe ohne Telemonitoring. Während dieser Gewichtsstabilisierungsphase nahm die Telemonitoringgruppe signifikant weniger zu ($0,8 \pm 3,0$ kg) als die Kontrollgruppe ($2,1 \pm 3,6$ kg). In der unserer Untersuchungen sind hingegen weitere Gewichtsabnahmen unter telemedizinischer Betreuung erzielt worden und zwar von -7,1 kg nach sechs Monaten auf -8,8 kg nach zwölf Monaten.

Vergleicht man die mit Telemonitoring erzielten Gewichtsabnahmen mit denen herkömmlicher Gewichtsreduktionsprogramme, so erweisen sich die Telemonitoringprogramme als wirksamer. Das kommerzielle Programm „Weight Watchers“ erzielt nach sechs Monaten eine Gewichtsabnahme um -4,8 kg²⁸ und nach zwölf Monaten um -3,0 kg¹⁰⁴ bzw. bis zu -5,2 kg^{29,30}. In Deutschland ist das Programm „Ich nehme ab“ der Deutschen Gesellschaft für Ernährung (DGE) weithin akzeptiert und wird durch die Krankenkassen vergütet. Es ist durch eine Diät und Verhaltenstherapie charakterisiert. Eine Untersuchung von Scholz et al. ergibt eine Gewichtsreduktion für Frauen nach zwölf Monaten um 2,3 kg und für Männer um 4,1 kg¹⁰⁵. Eine weitere Studie mit diesem Programm registriert eine geschlechtsunabhängige Abnahme nach zwölf Monaten um 4,3 kg¹⁰⁶. Im Vergleich dazu schneiden die Programme mit Telemonitoring besser ab mit 8,8 kg in unserer Arbeit und 12,4 kg in der Arbeit von Goullis et al. Somit ist nicht nur die Effektivität des Telemonitorings gesichert (siehe oben), sondern offenbar auch eine überlegene Wirksamkeit. Dies ist ein zusätzliches Argument, Telemonitoring als systematischen Bestandteil von Gewichtsreduktionsprogrammen zu empfehlen.

18.2 Effekte der Maßnahmen bei Kindern

Insgesamt verbessern alle Kinder ihren BMI-SDS, wobei sich jedoch keine der hier untersuchten spezifischen Maßnahmen als überlegen erweist. Der Mittelwert der BMI-SDS-Abnahme beträgt $0,18 \pm 0,25$ (= 9 %) nach sechs und $0,23 \pm 0,39$ (= 11 %) nach zwölf Mo-

naten. Diese Größenordnung ist vergleichbar mit Ergebnissen anderer Autoren^{107,108,109}, die ganz unterschiedliche Maßnahmen anwandten.

Die Ursache für die Verbesserung des BMI-SDS ist unabhängig von der ergriffenen Maßnahme gleich: in jeder Gruppe ist die mit der Nahrung aufgenommene Energie sowohl nach sechs als auch nach zwölf Monaten reduziert worden. In anderen Worten: alle Kinder verzehren weniger Kalorien, gleich ob sie einen finanziellen Anreiz erhalten, die Duale Diät befolgen sollen oder zu mehr Bewegung angehalten worden sind.

18.2.1 Finanzieller Anreiz

Die vorliegende Untersuchung ist die erste, die überprüft, ob eine Übergewichtsverbesserung bei Kindern durch ein finanzielles Honorar erreicht werden kann.

Da der finanzielle Anreiz sich bei den Eltern nach sechs Monaten als wirksam erwiesen hat, stellt sich die Frage, warum dies bei den Kindern nicht der Fall ist. Offensichtlich ist das Geld für Kinder nicht von nachhaltigem Interesse. Die Kinder, die wie alle Kinder abhängig sind von ihren Eltern, stellen sich selbst nicht die Aufgabe, Geld zu verdienen.

Hinzu kommt, dass Kinder womöglich überfordert sind, aufgrund eines sehr theoretischen und spät einzulösenden Erfolges ihr Verhalten konsequent zu verändern. Die Erfahrung zeigt allzu oft, dass dies selbst Erwachsenen nicht gelingt.

Es bliebe zu überprüfen, ob eine Auszahlung des finanziellen Honorars in geringeren Zeitabständen zu einem Effekt geführt hätte.

Es könnte eingewendet werden, dass die Kinder unter finanziellem Anreiz eine niedrigere drop-out-Rate aufwiesen als unter den andern Maßnahmen (Tabelle 10, Seite 57). Dies Argument ist aber nicht stichhaltig, da die drop-out-Rate der Kinder eng an die drop-out-Rate der entsprechenden Eltern geknüpft ist.

18.2.2 Duale Diät

Kinder unter Dualer Diät schränken nach sechs Monaten ihre Energieaufnahme besser ein als Kinder unter Kalorienrestriktion. Dessen ungeachtet ist ihre Gewichtsentwicklung aber nicht stärker beeinflusst worden.

Bei den entsprechenden Eltern zeigt sich, dass die reduzierte Energieaufnahme gelingt, weil sie weniger Fett verzehren. Dies ist bei den Kindern nicht festzustellen. Offenbar verteilt sich die Reduktion der aufgenommenen Kalorien auf alle drei Nahrungskomponenten. Die Kinder unter Dualer Diät reduzieren ihre Energiezufuhr im Mittel um 274 kcal nach sechs und um 223 kcal nach zwölf Monaten, während die Kinder unter Kalorienrestriktion ihre Zufuhr nur um 87 kcal und 88 kcal verringern. Zu beiden Untersuchungszeitpunkten besteht also ein deutlicher Unterschied, der aber nur nach sechs Monaten statistisch signifikant ist. Es ist nicht ganz klar, warum nach sechs Monaten ein statistisch signifikanter Unterschied der Energiezufuhr besteht, nach zwölf Monaten aber nicht. Möglicherweise ist das ein Effekt der verringerten Teilnehmerzahl, weil die Fallzahlen zwischen dem 6-Monatstermin und dem 12-Monatstermin in beiden Gruppen um ca. 20 % abfielen (n = 96 nach sechs Monaten und n = 73 nach zwölf Monaten).

Das Ergebnis ist im Kontext der aktuellen Forschung schwierig zu positionieren. Denn diätvergleichende Interventionsstudien mit Verzehrserhebungen sind bei Kindern rar. Ein Grund für diese Studienlage ist, dass Untersuchungen nur mit Diät bei Kindern kaum durchgeführt werden, sondern überwiegend Studien, bei denen Diäten mit weiteren Maßnahmen kombiniert werden¹¹⁰. In erster Linie wird dabei das Bewegungsverhalten modifiziert.

Unsere Untersuchung weist nach, dass Kinder unter Dualer Diät kurzzeitig ihre Nahrungsaufnahme modifizieren. Allerdings wirkt sich das nicht in überlegenem Ausmaß auf ihre Gewichtsentwicklung aus. Eine Duale Diätform ist demnach nicht besser geeignet zur Adipositas-therapie als andere Maßnahmen. Dennoch zeigt die BMI-SDS-Reduktion von insgesamt 0,2 deutlich, dass Handlungsbedarf besteht, der Übergewichtsproblematik im Kindesalter entgegenzuwirken. Ohne therapeutische Maßnahmen hätten diese Kinder das Ausmaß ihres Übergewichts vermutlich erhöht¹²³. Es bleibt zu untersuchen, ob eine bedarfsadäquate Ernährung nach den Prinzipien der Dualen Diät eine sinnvolle Maßnahme für die Übergewichtsprävention bei Kindern mit hohem Risiko (≥ 85 . BMI-Perzentil) ist.

18.2.3 Telemonitoring

Die innovative telemedizinische Betreuung, die bei den Eltern signifikante Gewichtsabnahmen erzielt hat, ist bei ihren Kindern nicht wirksamer als die anderen Maßnahmen. Dies steht in einem gewissen Widerspruch zu dem großen Interesse, dass die Kinder anfänglich den Bewegungssensoren entgegengebracht haben. Offensichtlich aber hat diese Neugierde nicht ausgereicht, um einen längerfristigen, der Kontrollgruppe überlegenen Effekt hervorzurufen.

Auch Schiel et al. berichten von einem Ausbleiben eines Effektes des Telemonitorings bei Kindern. Die Autoren beschreiben eine telemedizinische Betreuung im Anschluss an eine stationäre Adipositas therapie und finden eine regelrechte Ablehnung dieser Maßnahme, vor allem das Wiegen betreffend¹¹¹.

19 Wirksamkeit der kombinierten Interventionen auf die Gewichtsreduktion

19.1 Wirksamkeit der Interventionskombination bei Erwachsenen

Die Kombination mehrerer verschiedener Maßnahmen zur Gewichtsreduktion ist bisher vielfach überprüft worden^{112,113,114,115,116,117,118}. In diesen Studien wird aber in aller Regel nur die Kombination von zwei Interventionsmaßnahmen untersucht. Am häufigsten werden Modifikationen der Ernährung kombiniert mit Bewegungssteigerungen¹¹⁹. In ihrem Review berichten Curioni et. al¹²⁰ von 20 % besseren Gewichtsabnahmen unter solchen kombinierten Therapien, verglichen mit einer Diättherapie allein. Das Prinzip, dass kombinierte Maßnahmen mehr bewirken als Einzelmaßnahmen, wird auch in unserer Studie deutlich bestätigt. Sie unterscheidet sich jedoch von den meisten ähnlichen Ansätzen durch den Umstand, dass nicht nur zwei, sondern maximal auch drei Maßnahmen kombiniert worden sind, wodurch dann auch die besten Gewichtsreduktionen erzielt worden sind: in der Gruppe „Telemonitoring + Duale Diät + Finanzieller Anreiz“ ist die mittlere Gewichtsreduktion mit -13,0 kg neunfach höher als in der Gruppe unter Kalorienrestriktion (-1,5 kg).

Dieses Ausmaß der erzielten Gewichtsabnahme ist beachtlich. Studien zur Wirksamkeit der Kombination von drei Maßnahmen sind, wie ausgeführt, selten in der Adipositas therapie. Vergleichbar mit unserer Untersuchung - wenn auch ohne Anreizkomponente - ist das ambulante Adipositasprogramm M.O.B.I.L.I.S. („multizentrisch organisierte bewegungsorientierte Initiative zur Lebensstiländerung in Selbstverantwortung“). Hiermit haben 454 adipöse Erwachsene eine Gewichtsreduktion von 6,4 kg nach 12-monatiger Intervention erzielt¹²¹ und zwar unter den therapeutischen Elementen Bewegung/Sport, Psychologie/Pädagogik und Ernährung. Dieses Programm erfordert aber einen erheblichen personellen Aufwand, nämlich eine Therapieeinheit pro Woche für die Dauer eines Jahres.

Nur einige der zitierten Studien mit kombinierten Interventionsmaßnahmen liefern Daten nicht nur für sechs, sondern auch für zwölf Monate. Dabei zeigt sich bei der Mehrzahl der Untersuchungen, dass die maximale Abnahme bereits nach sechs Monaten erreicht wird und dass nur selten zwischen dem sechsten und dem zwölften Monat das Gewicht weiter reduziert worden ist. Diese Beobachtung findet auch in unserer Studie eine Bestätigung für die

Gruppen, in denen zwei konventionelle Interventionsmaßnahmen angewandt worden sind. Eine Ausnahme machen aber die Gruppen, bei denen das Telemonitoring eingesetzt worden ist. Dies gilt sowohl für die Kombination mit Kalorienrestriktion allein, als auch für die Kombination mit einer und schließlich mit zwei Maßnahmen. Dies legt nahe, dass unter dem Gesichtspunkt der Nachhaltigkeit das innovative Telemonitoring eine viel versprechende Maßnahme ist.

Eine Limitation dieser Aussage ist allerdings die relativ geringe Fallzahl in Gruppen, in denen Telemonitoring angewandt worden ist. Die Überlegenheit dieser Kombinationen ist daher in Folgeuntersuchungen zu überprüfen¹.

19.2 Wirksamkeit der Interventionskombination bei Kindern

Wie im Abschnitt 18.2 diskutiert, erfolgt die Verbesserung des BMI-SDS unabhängig von der angewandten Maßnahme. Auch unter kombinierten Maßnahmen wird keine überlegene Wirksamkeit deutlich. Anscheinend ist die Therapieart für Kinder von geringer Bedeutung; allein die Teilnahme bewirkt eine Übergewichtsreduktion. Andere Autoren schlussfolgern ähnlich. Reinehr et al. zeigen bei übergewichtigen Kindern, dass eine einmalige Beratung wirkungslos ist. Nur unter multidisziplinärer Betreuung haben die Kinder abgenommen¹²². Andere Studienergebnissen bestätigen dies nicht nur, sondern zeigen zusätzlich, in welchem Ausmaß sich das Übergewicht ohne Therapie erhöht.

Von Adam et al. wird eine Erhöhung des BMI-SDS übergewichtiger Kinder ohne Therapie um $0,04 \pm 0,17$ in sechs Monaten beschrieben¹²³, in anderen Worten, dass sich das relative Übergewicht weiter verschlechtert. Einen BMI-Anstieg von $0,6 \text{ kg/m}^2$ in zwölf Monaten bei nicht therapierten übergewichtigen Kindern zeigen Nemet et al.¹²⁴. Dieses letztere Ergebnis kann aber nur schwer mit dem vorhergehenden verglichen werden, da in den BMI bei Kindern auch die Gewichtszunahme durch das Wachstum eingeht, weswegen in dieser Arbeit der BMI-SDS angegeben wird, entsprechend den Referenzdaten deutscher Kinder.

¹ Um die in dieser Arbeit sehr gute Wirksamkeit der Maßnahmenkombination Telemonitoring + Duale Diät + Finanzielles Engagement zu überprüfen, sind Nachfolgestudien durchgeführt worden, die jedoch nicht Teil dieser Dissertationsschrift sind. Es darf jedoch berichtet werden, dass diese Kombination bei 28 subjektiv gesunden Übergewichtigen zu einer Gewichtsabnahme von 9,3 kg nach 3 Monaten führte und bei 35 Diabetikern zu einer Gewichtsabnahme von 11,8 kg nach 6 Monaten (Luley et al. Diabetes Res Clin Pract. 2011 Mar;91(3):286-92). In beiden Gruppen sind diese Gewichtsreduktionen mit relevanten Verbesserungen von Krankheitsmarkern verbunden.

Ergänzende Ausführungen zur Adipositastherapie bei Kindern erfolgen in Kapitel 24 „Besondere Aspekte der Adipositas und deren Therapie bei Kindern“.

20 Eltern-Kind-Interaktion

Wrotniak et al. beschreiben¹²⁵, dass eine Assoziation zwischen der Gewichtsreduktion bei Eltern mit der Verbesserung des BMI-SDS ihrer Kinder besteht. In anderen Worten: je besser die Eltern abnehmen, desto besser nehmen auch ihre Kinder ab. Unsere Ergebnisse zeigen dies nicht, und zwar sowohl für das Gesamtkollektiv ohne Berücksichtigung der angewandten Maßnahme als auch für die je nach Maßnahme getrennt ausgewerteten Untergruppen. Eine überzeugende Erklärung für diese diskrepanten Beobachtungen kann an dieser Stelle nicht gegeben werden.

Es bleibt aber festzuhalten, dass die Kinder in dieser Studie ihr Übergewicht durchaus gut reduzieren konnten, allerdings ist diese Reduktion - im Gegensatz zu den Eltern - unter keiner der ergriffenen Maßnahmen besser als in der jeweiligen Kontrollgruppe gewesen. Offen bleibt, ob die Streuung der Messwerte bei Kindern verhindert hat, die als Trend sich andeutende Überlegenheit der Einzelmaßnahmen auch statistisch signifikant nachzuweisen.

21 Laborwerte und Blutdruck bei Gewichtsveränderungen

Die Teilnehmer dieser Untersuchung haben zum Teil unterschiedliche Veränderungen des Gewichtes gezeigt. Es ist daher angezeigt, für die nachfolgenden Betrachtungen Terzilen zu bilden mit ausgeprägter bzw. moderater Gewichtsreduktion und einem dritten Terzil, bei dem sogar das Gewicht angestiegen ist.

21.1 Laborwert- und Blutdruckänderungen bei Erwachsenen

21.1.1 Bei Erwachsenen des Terzils mit einer Abnahme um 13,8 kg

Das erste Terzil von 30 Erwachsenen hat das mittlere Gewicht um 14 % des Ausgangsgewichts, d.h. um ca. 13 kg, reduziert. Diese sehr gute Gewichtsreduktion geht einher mit Verbesserungen von Blutdruck, Parametern des Kohlenhydratstoffwechsels, Entzündungsmarkern, Leberenzymen und Adipokinen. Zusätzlich nehmen die Triglyzeridwerte ab.

Keine Änderung zeigen die Konzentrationen von Cholesterin^m und FFS. Avenell et al. zeigen in ihrem Review ein übereinstimmendes Ergebnis. Die Analyse einer Subgruppe unter konventioneller Gewichtsreduktion ergibt keine signifikanten Veränderungen des Cholesterins¹²⁶.

Die Autoren bestätigen ferner die Senkung der Blutdruckwerte unter einer Gewichtsreduktion. Dies wird vorliegend ebenfalls ermittelt unter einer Gewichtsreduktion von 14 % des Ausgangsgewichts. Das Ausmaß der Senkung um -9 mmHg des systolischen und -5 mmHg des diastolischen Werts ist beachtlich. Denn in der Leitlinie zur Therapie und Prävention der Adipositas wird eine Senkung der Blutdruckwert um 7 mmHg respektive 3 mmHg begleitend zur Therapie angegeben, und zwar bei Hypertonikern²⁷. Dies trifft zu Studienbeginn auf 46 % des nach zwölf Monaten untersuchten Kollektivs zu.

Die Laborparameter des Kohlenhydratstoffwechsels – Glucose, Insulin und HbA1c - nehmen signifikant ab. Ebenfalls statistisch signifikant sinkt der HOMA um 21 ± 41 %. Es ist bekannt, dass eine Gewichtsreduktion eine hyperinsulinämische Stoffwechsellage und die Insulinsensitivität verbessert, sogar in Kollektiven, die wie im vorliegenden Fall ihr Normalgewicht nicht erreichen¹²⁷.

Mit der Insulinsensitivität eng verknüpft ist die Änderung des Adiponektins. Eine verbesserte Insulinsensitivität ist Folge einer adiponektinbedingten erhöhten Fettoxidation, in deren Folge zirkulierende Fettsäuren und der intrazelluläre Gehalt an Triglyzeriden in Muskeln und Leber reduziert werden¹²⁸. Ein Anstieg der Adiponektinkonzentration wurde nach der Gewichtsreduktion erstmals bei Patienten mit Diabetes mellitus Typ 2 beobachtet¹²⁹. Bei gesunden Adipösen stieg der Adiponektinwert deutlich um 11 % nach einem Gewichtsverlust von 10 %¹³⁰. Vorliegend wird eine Erhöhung um 18 % bei einer Gewichtsreduktion von 14 % gezeigt.

Effekte auf die Insulinsensitivität werden von einem weiteren Adipokin, dem Leptin, beschrieben. Die sogenannte „adipoinsular axis“ beschreibt die durch Insulin stimulierte Leptinsekretion der Adipozyten und die durch Leptin gehemmte Insulin-Biosynthese und -Sekretion pankreatischer β -Zellen¹³¹. Ein Grund für erhöhte Insulinkonzentrationen im Serum ist eine Dysregulation der „adipoinsular axis“ durch die bei Adipositas bestehende Leptinresistenz.

^m Die Vielzahl der verfügbaren Daten zeigten, dass eine Gewichtsabnahme die Werte von LDL-Cholesterin reduziert und die von HDL-Cholesterin erhöht. In unserer Untersuchung wird lediglich die Änderung des Gesamt-Cholesterins gezeigt. Die Beschränkung auf diese Darstellung erfolgt, weil sich LDL- und HDL-Cholesterin nicht signifikant ändern.

Es kann angenommen werden, dass trotz anfänglicher Normoinsulinämie eine Gewichtsreduktion diesen Regulationsmechanismus durch Besserung der Leptinresistenz durchbricht. Mit dieser Vorstellung übereinstimmend ist die von uns beobachtete Leptinverminderung um knapp 60 % des Ausgangswerts.

Untersuchungen zur Besserung der bei Adipositas bestehenden Inflammation durch eine Gewichtsreduktion liefern widersprüchliche Ergebnisse. Von Solá et al. wurde keine Verbesserung nach einer 4-wöchigen Diätintervention festgestellt¹³². Hingegen wurde von Sheu et al. nach einer Gewichtsabnahme um 4 kg in drei Monaten eine Senkung des CRP um 49 % ermittelt¹³³. Diese Beobachtung wird durch vorliegende Senkung des CRP um 44 % bestätigt. Der Zeitpunkt der Folgeuntersuchung ist offensichtlich ein Grund für die diskrepanten Studienergebnisse. Unter einer Gewichtsreduktion erfolgt kurzfristig eine Senkung des Körpergewichts durch eine Abnahme des Körperwassers. Fettgewebe wird erst mittel- und langfristig reduziert. Dies beeinflusst das Inflammationsgeschehen. Bestätigt wird dies durch die im letzten Absatz erwähnten Autoren Koh et al.¹³¹. Sie beschreiben eine Korrelation zwischen CRP und Leptin. Physiologische Leptinkonzentrationen stimulieren die Expression von CRP in den Hepatozyten. Die mittel- und langfristige Reduktion des Fettgewebes vermindert die Leptinkonzentration, womit wiederum die Abnahme des hs-CRP assoziiert ist.

Die Verbesserung der Leukozytenzahl steht ebenfalls im Kontext einer gebesserten systemischen Inflammation. Eine Beziehung zwischen Körpergewicht und Leukozytenzahl ist bereits seit 1985 bekannt¹³⁴. Die Konsequenz ist ein Leukozytenabfall unter Gewichtsabnahme.

Ein weiteres Resultat ist die Senkung der Transaminasen. Dies weist auf die unter einer Gewichtsabnahme bekannte Reversibilität der Steatosis hepatis hin¹³⁵.

21.1.2 Bei Erwachsenen des Terzils mit einer Zunahme um 1,6 kg

Das dritte Terzil dieser Auswertung ist durch eine mittlere Gewichtszunahme von 1,6 % nach zwölf Monaten charakterisiert. Diese mittlere Gewichtszunahme ist noch moderat, zeigt aber für einige Parameter eine erhebliche Verschlechterung. Dies betrifft in erster Linie das Insulin, das um 38 % angestiegen ist. Dies unterstreicht die enge Assoziation zwischen Gewichtsanstieg und Insulinresistenz¹²⁷. Diese beträchtliche Verschlechterung der Insulinresistenz wird von dem Anstieg des HOMA von $1,4 \pm 0,7$ auf $1,9 \pm 1,2$ reflektiert ($= 39 \pm 67 \%$), womit der Mittelwert soeben noch unter dem oberen Referenzwert von 2,0 bleibt. Weiterhin verschlechtern sich der diastolische Blutdruck und die ALAT als Zeichen einer zunehmenden Leberzellverfettung.

Allerdings ist dieses 3. Terzil offensichtlich heterogen, das heißt, dass einige Gruppenmitglieder auch etwas abgenommen haben. Diese teilweisen Verbesserungen könnten dazu geführt haben, dass auch geringfügige Verbesserungen zu beobachten sind, nämlich beim HbA1c und beim Leptin. Eine mögliche Erklärung für die Konzentrationsverminderung von Leptin kann eine Verbesserung der Leptinresistenz sein. Die Resistenz gegenüber der anorexigenen Wirkung dieses Hormons ist offenbar durch Ernährungs- und Lebensstilfaktoren modifiziert worden, und zwar dermaßen, dass die vermutete Leptinresistenz weiterhin besteht, aber unter einem geringeren Leptinwert.

Es bleibt dennoch festzuhalten, dass offenbar auch mäßige Gewichtszunahmen ausgeprägte und medizinisch relevante Verschlechterungen biochemischer Parameter nach sich ziehen können.

21.1.3 Gegenüberstellung des 1. und des 3. Terzils der Gewichtsänderungen bei Erwachsenen

Die Analysen der Gruppen mit ausgeprägter und moderater Gewichtsreduktion bzw. mit Gewichtszunahme lassen folgende Schlussfolgerungen zu: erst ab Gewichtsabnahmen von mindestens 10 % des Ausgangsgewichts verbessern sich Glucose, Insulin, hs-CRP, ASAT und GGT, verglichen mit geringerer Gewichtsreduktion oder Gewichtszunahme. Hingegen profitieren Blutdruck, HbA1c, WBC, ALAT und Leptin von Gewichtsreduktion jedes Ausmaßes. Allerdings sind die Besserungen umso größer, je mehr abgenommen wird.

Im Vergleich der gegensätzlichen Gewichtsentwicklungen ist der Lipidstatus nicht beeinflusst worden.

21.1.4 Bei Erwachsenen unter Berücksichtigung der Maßnahme

Eine abschließende Fragestellung ist, ob sich die biochemischen Werte in Abhängigkeit von der Maßnahme ändern. Deswegen werden die Änderungen der Laborwerte verglichen (a) zwischen den Gruppen mit Dualer Diät resp. ohne Duale Diät und (b) zwischen den Gruppen mit resp. ohne Telemonitoring. Für beide Vergleiche trifft zu, dass sich die Gewichtsabnahmen nach zwölf Monaten statistisch signifikant unterscheiden.

Der Vergleich zwischen den Diäten zeige keine unterschiedlichen Effekte auf biochemische Messgrößen nach sechs und zwölf Monaten. Dieses Ergebnis stimmt nicht mit bisherigen Erkenntnissen überein. Ein Cochrane-Review zeigt nämlich deutliche Verbesserungen des

Lipidstatus` unter Diäten mit niedrigem glykämischen Index im Vergleich mit konventionellen Diäten³². Allerdings ist in unserer Basisuntersuchung die Prävalenz von Stoffwechselstörungen gering gewesen. Ein statistisch signifikanter Effekt durch die Diäten ist in unserem, vorwiegend gesunden Kollektiv schwer nachzuweisen.

Signifikant unterschiedliche Effekte sind zwischen der Anwendung und Nichtanwendung des Telemonitorings für den Kohlenhydratstoffwechsel ermittelt worden. Die Werte von Insulin (-15 ± 25 pmol/L, n = 15) und HbA1c ($-0,45 \pm 0,24$ %; n = 15) sinken unter Telemonitoring deutlich besser als in der Kontrollgruppe ohne Telemonitoring (3 ± 31 pmol/L bzw. $-0,17 \pm 0,26$ %; n = 75; p = 0,041 bzw. p = 0,000). Damit geht die tendenziell bessere Abnahme des HOMA unter Telemonitoring mit minus 16 ± 34 versus plus 16 ± 60 , p = 0,054) einher. Wie es scheint, ist der Einfluss einer gesteigerten körperlichen Aktivität wirksam. Allerdings trifft dies nur langfristig zu, denn nach sechs Monaten sind keine Effekte ermittelt worden.

21.2 Laborwert- und Blutdruckänderungen bei Kindern

Die bei Erwachsenen vielfach beschriebenen Änderungen des kardiovaskulären Risikoprofils unter einer Gewichtsreduktion sind erheblich zahlreicher als bei Kindern. Die wenigen Untersuchungsergebnisse zeigen, dass mit einer Reduktion des BMI-SDS auch Labor- und Blutdruckwerte verbessert werden^{136,137,138}.

21.2.1 Bei Kindern des Terzils mit einer BMI-SDS-Senkung um minus 0,62

Die Kinder des Kollektivs im 1. Terzil mit einer Verminderung ihres BMI-SDS um $-0,62 \pm 0,39$ haben ihren systolischen Blutdruckwert um 7 % verbessert. Ein ähnlich gutes Ausmaß beschreiben Reinehr et al. bei übergewichtigen Kindern, die ihren BMI-SDS verbesserten nach einer 12-monatigen Therapie¹³⁹. Diese Kinder weisen darüber hinaus verbesserte Insulin- und Triglyzeridwerte auf. In unserem o.g. Kollektiv reduzieren sich beide Werte ebenfalls, aber ohne statistische Signifikanz. Im Gegensatz zur genannten Studie von Reinehr et al. haben wir HbA1c, FFS und hs-CRP bestimmt und ermitteln statistisch signifikante Reduktionen dieser Werte. Zusammengefasst zeigt sich allerdings übereinstimmend eine Besserung des kardiovaskulären Risikoprofils bei Kindern unter Adipositas therapie.

Die Veränderung der Adipozytenhormone korreliert mit diesem Ergebnis. Eine Senkung der Leptinkonzentrationen unter der Therapie weisen Reinehr et al. in einer weiteren Untersuchung nach¹⁴⁰. Erwartungsgemäß stimmt dies mit unserem Untersuchungsergebnis der Kin-

der im 1. Terzil überein. Das von uns ermittelte Ausmaß der Senkung um nahezu 60 % ist beachtlich, aber nicht vollkommen überraschend. Von Lazzer et al. wird eine Reduktion um 70 % nach nur 9-monatiger Therapie beschrieben¹⁴¹.

Die Veränderungen des Adiponektins bei übergewichtigen Kindern unter Adipositas therapie haben Reinehr et al. in einer weiteren Studie untersucht. Wie erwartet, weisen diese Autoren einen Anstieg nach¹⁴². Dieses Ergebnis wird in unserem Kollektiv bestätigt und ist mit einer Verbesserung um ein Drittel des Ausgangswerts vergleichbar mit den beschriebenen 27 % von Lazzer et al¹⁴¹. Insgesamt zeigt sich übereinstimmend eine deutliche Besserung kardiovaskulärer und metabolischer Risikofaktoren, allerdings unter einer als sehr gut zu beurteilenden BMI-SDS-Verbesserung.

21.2.2 Bei Kindern des Terzils mit einem BMI-SDS-Anstieg um plus 0,11

Kinder im 3. Terzil haben ihren BMI-SDS um $0,11 \pm 0,11$ erhöht. Unter dieser Gewichtszunahme ist ein Anstieg der ALAT-Aktivität und des Insulins ermittelt worden, der aber nicht statistisch gesichert ist. Hingegen ist gesichert, dass sich die GGT-Aktivität erhöht. Diese Befunde sind in Hinblick auf eine Steatosis hepatis, insbesondere einer nonalcoholic fatty liver disease (NAFLD) interessant, die auch von anderen Autoren für adipöse Kinder beschrieben worden ist. Eine Studie von Wiegand et al. hat mehr als 16000 übergewichtige Kinder untersucht, von denen 11 % eine NAFLD gehabt haben¹⁴³.

Ein Zusammenhang zwischen Steatosis hepatis und dem Grad der Adipositas bei Kindern ist bekannt. In einer Dissertationsschrift erfolgt der Nachweis von Erhöhungen der ALAT und ASAT bei adipösen Kindern und Jugendlichen. Von diesen hatten 30 % eine sonographisch nachweisbare Leberverfettung⁶. Davon ausgehend ist nicht auszuschließen, dass sich bei bestehendem Übergewicht ohne pathologische Laborwerte, aber unter ungünstiger Gewichtsentwicklung, wie es auf unser Kollektiv im 3. Terzil zutrifft, die Surrogatmarker einer Steatosis hepatis verschlechtern. Die fehlende statistische Signifikanz resultiert vermutlich aus der geringen Fallzahl ($n = 24$).

Im Zusammenhang mit der NAFLD ist das Vorliegen einer Insulinresistenz beschrieben worden. Bei Erwachsenen ist eine Assoziation zwischen Hyperinsulinämie und der Prävalenz einer Leberverfettung bekannt¹⁴⁴. Bei übergewichtigen Kindern sind Assoziationen meist nur in Querschnittsuntersuchungen überprüft und auch bewiesen worden, z.B. von Denzer et al.¹⁴⁵. Unsere Daten zeigen bei zunehmendem Übergewicht tendenziell einen Insulinstieg,

der, ohne pathologisch zu sein, eine verschlechterte Stoffwechseleinstellung anzeigt. Möglicherweise beschleunigt dies die Pathogenese einer NAFDL.

Der HbA1c-Wert der Kinder in diesem Terzil mit einer Verschlechterung des relativen Gewichts ist innerhalb der zwölf Monate signifikant gesunken. Dieses Ergebnis ist erstaunlich. Wird aber berücksichtigt, dass sich alle Kinder dieses Terzils in diätetischer Therapie befunden haben, ist die HbA1c-Reduktion trotz des Übergewichtsanstiegs weniger überraschend. Hinzu kommt, dass dieser Parameter zu denjenigen gehört, deren Referenzbereiche im Kindesalter schlecht gesichert sind. Vorliegend wird zwar nur die Änderung interpretiert, die fehlende Datengrundlage weist aber auch darauf hin, dass alters- und geschlechtsspezifische Einflussfaktoren eine entscheidende Rolle spielen.

Eine weitere unerwartete Änderung zeigen die Leptinwerte. Kinder mit zunehmendem Ausmaß des Übergewichts haben signifikant geringere Werte nach zwölf Monaten als zu Studienbeginn. Dies steht im völligen Widerspruch zu bekannten und allgemein akzeptierten Veränderungen¹⁴⁶. Allerdings fällt ein inkonsistentes Verhalten der Leptinwerte bei Kindern unter Adipositas therapie auch anderen Autoren auf, z.B. Cambuli et al.¹⁴⁷. Deren Ergebnis und unser Resultat müssen hinterfragt werden. Die Frage ist, ob die Gewichtsänderung in der vorliegenden Untersuchung durch den BMI-SDS und insbesondere durch die Änderung der Körperzusammensetzung ungenau erfasst wird und ob die Änderung der Leptinwerte unter der Änderung des Körperfettanteils untersucht werden muss. Die Überprüfung dieser letzten Frage ergibt, dass Kinder im 3. Terzil nicht nur ihren BMI-SDS, sondern auch ihren Körperfettanteil ($0,37 \pm 2,25$ %) erhöht haben. Möglicherweise ist die Verringerung der Werte ein Indikator für eine verbesserte Leptinresistenz. Diese ist trotz Gewichtszunahme denkbar. Auch alters- und geschlechtsbedingte Modifikationen sind nicht ausgeschlossen.

21.2.3 Gegenüberstellung des 1. und des 3. Terzils der BMI-SDS-Änderungen bei Kindern

Unsere Ergebnisse belegen eindeutig Assoziationen von Übergewichtsreduktion und verbesserter Stoffwechseleinstellung bei Kindern. Es wird gezeigt, dass bereits eine Übergewichtsreduktion im Kindesalter anti-atherosklerotisch, anti-inflammatorisch, insulinsensitivierend ist und die Stoffwechselleistung der Leber verbessert. Denn diese Laborparameter entwickeln sich unter Übergewichtsreduktion, verglichen mit Übergewichtserhöhung, gegensätzlich. Gesichert ist aber auch, dass das Ausmaß der Übergewichtsverminderung relativ hoch sein muss, um positive Effekte zu erzielen.

Zusammengefasst zeigen die vorliegenden Ergebnisse einerseits, dass Übergewicht im Kindesalter ein Risikofaktor für adipositasassoziierte Erkrankungen ist, und andererseits, dass eine Therapie diese Risikofaktoren signifikant vermindert, und bestätigen damit andere Autoren¹⁴⁸.

21.2.4 Häufigkeiten pathologischer Werte bei Kindern

Die pathologischen Werte des Lipidstatus der Kinder ändern sich im Gesamtkollektiv unter der zwölfmonatigen Therapie nicht. Darüber hinaus sind im Vergleich der Kinder mit Übergewichtszu- und -abnahmen die fehlenden Assoziationen zu den Serumlipiden auffällig. Eine mögliche Erklärung wäre, dass mit den 8-10 % der Kinder mit erhöhten LDL-Werten deutlich weniger gefunden worden sind als in der KiGGS-Population¹⁴⁹. Denn in dieser Untersuchung sind die Häufigkeiten zwar ähnlich, jedoch in einem Kollektiv mit nur 15 % übergewichtigen Kindern. Dies erklärt möglicherweise die fehlenden Assoziationen zur Übergewichtsreduktion.

Die tendenzielle Abnahme hoher Blutdruckwerte scheint eindeutiger zu sein. Die arterielle Hypertonie ist von 34 % auf 23 % in zwölf Monaten gesunken, dies ist aber nicht statistisch signifikant. Aus anderen Untersuchungen ist bekannt, dass sich bei Kindern unter Adipositas-therapie sowohl die Blutdruckwerte¹⁵⁰ als auch die Häufigkeit der arteriellen Hypertonie¹⁵¹ senken.

22 Biochemische Änderungen und Änderungen in der Fettgewebsverteilung

22.1 Änderungen bei Erwachsenen

Die im Kapitel 16.1 ab Seite 52 beschriebenen Ergebnisse zeigen, wie nach Gewichtsreduktion biochemische Veränderungen mit den verschiedenen Messverfahren für Übergewicht korrelieren.

In mehreren großen Studien ist untersucht worden, welcher anthropometrische Marker am besten geeignet ist, um adipositasassoziierte Risiken abzuschätzen. Die Diskussionen stellen den BMI in Frage und prüfen den Nutzen des Taillenummaßes und anderer Maße, die die Fettverteilung berücksichtigen. Allerdings zielen die Untersuchungen auf unterschiedliche Fragestellungen ab. Pischon et al. beurteilen BMI, Taillenumfang und WHR hinsichtlich des Sterblichkeitsrisikos¹⁵², Canoy et al. untersuchen die Assoziation zur KHK¹⁵³, und

Balkau et al. prüfen die Verwendung der Körpermaße in Bezug auf kardiovaskuläre Erkrankungen und Diabetes mellitus¹⁵⁴. Weitgehend übereinstimmend finden diese Autoren für das Taillenmaß bzw. die WHR einen engeren Zusammenhang mit den Endpunkten als für den BMI.

Unsere Arbeit kann die besondere Bedeutung des Taillenmaßes nicht bestätigen. Für fast alle statistisch signifikant veränderten Laborwerte finden sich die engsten Korrelationen mit den Veränderungen des BMI oder des einfachen Körpergewichts in kg. Dieser überraschende Befund kann gegenwärtig nicht schlüssig interpretiert werden. Dies kann auf den Umstand zurückgeführt werden, dass die oben zitierten Studien Assoziationen zwischen einmal gemessenen Werten mit klinischen Befunden zeigen. Die Studie von Balkau et al. ist eine cross-sektionale Untersuchung. Die Auswertungen der EPIC-Studie von Pischon et al. und Canoy et al. wurden nach einem follow-up von neun Jahren vorgenommen. Unsere Studie ist hingegen eine longitudinale Betrachtung, die Veränderungen der Messverfahren mit Veränderungen biochemischer Parameter korreliert. Es kann geschlussfolgert werden, dass offensichtlich das Taillenmaß eine bessere Auskunft für die Entwicklung eines späteren Diabetes mellitus gäbe als der BMI. Die Veränderung des BMI hingegen bei einer Gewichtsreduktion würde dagegen besser die Senkung des HbA1c vorhersagen als die Reduktion des Taillenmaßes. Diese Hypothese bleibt aber zu untersuchen.

Eine weitere Überraschung dieser Auswertung ist die deutlich engere Korrelation der Veränderungen der Glucose mit den Veränderungen des peripheren Fettgewebes. Diese Beobachtung entspricht gleich zweimal nicht den Erwartungen: erstens besteht eine allgemeine Übereinstimmung darin, dass für die Entwicklung der Insulinresistenz vor allem das viszerale Fettgewebe die dominierende Rolle spielt. Eine Untersuchung von Pontiroli et al., die bei morbid Adipösen eine Reduktion des subkutanen Fetts durch Liposuktion erreichten, zeigt dabei aber keine Glucosesenkung¹⁵⁵. Weitere Untersuchungen belegen die adipositas-assoziierten metabolischen Abnormalitäten des Fettgewebes^{156,157,158} und heben dabei die pathologische Bedeutung des viszeralen Fetts hervor.

Zweitens trifft diese engere Korrelation mit dem peripheren Fettgewebe nur für die Glucose zu, nicht aber für das Insulin und das HbA1c, die enger mit den Veränderungen des BMI und Körpergewichts korrelieren. Hierzu kann nicht einmal versuchsweise eine Hypothese formuliert werden. Es erscheint zunächst sinnvoll, diesen überraschenden Befund in anderen Studien zu überprüfen.

22.2 Änderungen bei Kindern

In Analogie zu den Erwachsenen zeige sich bei den Kindern, dass die biochemischen Veränderungen durch Korrektur des Übergewichts durch ein Messverfahren besser vorhergesehen werden, das die Fettverteilung nicht berücksichtigt. Das heißt, dass Veränderungen von Leptin, Adiponektin und hs-CRP enger mit dem BMI-SDS assoziiert sind als mit dem Körperfettanteil, der aus dem gemessenen subkutanen Fett (Hautfaltendicke) errechnet wird.

Hier gilt wie auch für die Erwachsenen, dass diese Assoziationen nicht als unmittelbare Kausalitäten gewertet werden dürfen. Überdies bleibt anzumerken, dass, wenn es um medizinisch bedeutsame Konsequenzen geht, besser die Risikofaktoren selbst gemessen werden sollen, als dass sie vom von veränderten Körpermaßen abgeleitet werden. Diese Schlussfolgerung ist übereinstimmend mit der Schlussfolgerung von Toshke et al.¹⁵⁹.

23 Studienabbrecher

Die Abbrecherquoten der Familien betragen 15 % nach sechs und 35 % nach zwölf Monaten. Ein familienbasiertes Therapieprogramm in Kopenhagen zeigt eine ähnliche Abbrecherquote. Sie beträgt 19 % nach sechs Monaten. Nach 18 Monaten sind 49 % der Kollektivs untersucht worden (Grønbaek et al.¹⁶⁰). Eine in Deutschland durchgeführte Gewichtsreduktionsstudie für Familien hatte eine deutlich höhere Abbruchquote von 37 % nach sechs Monaten¹⁶¹, so dass festgestellt werden muss, dass erstens auch in Familienstudien relativ hohe Abbrecherquoten vorkommen können, und dass zweitens diese aber in der vorgelegten Studie erfreulich niedrig war.

Studien mit Individuen - also nicht Familien - zeigen ebenfalls eine große Spannbreite der Abbrecherquoten. Eine Übersicht von Adamowitsch et al.¹⁶² zeigt vergleichbare (30 % bei „Ich nehme ab“ und 28 % im 12-monatigen Optifast-Programm) und höhere Abbruchraten (57 % im 6-monatigen Programm „Abnehmen mit Vernunft“ und 67 % im 12-monatigen BCM-Programm). In einer internationalen Studie mit Übergewichtigen beträgt die Abbrecherquote 77 % nach zwölf Monaten (Inelmen et al.¹⁶³). Insgesamt sind diese Ergebnisse unbefriedigend, weil praktisch jeder Abbrecher als Therapieversager gewertet werden muss.

Die letztgenannten Untersucher zeigen, dass die Abbrecher zum Studienbeginn einen geringeren BMI gehabt haben als die Teilnehmer, die die Studie bis zum Ende geführt haben. Dies widerspricht unserer Untersuchung. Wir finden bei den Abbrechern einen höheren Ausgangs-BMI als bei den Komplettierern. Grund kann Unzufriedenheit wegen einer zu langsa-

men oder gar vollends ausbleibenden Gewichtsreduktion sein. Für Familien gilt, dass zusätzlich die Vorbildfunktion der Eltern als bedroht wahrgenommen werden könnte. Ein nicht-erfolgreiches Elternteil möchte möglicherweise sein Abnehmversagen seinem Kind vorenthalten.

Der finanzielle Anreiz ist die einzige Maßnahme gewesen, für die eine geringere Zahl von Abbrechern auch statistisch nachgewiesen werden konnte. Dies unterstreicht den Motivationseffekt der Honorarzahlung. Bereits 1984 zeigten Follick et al. in einer Gewichtsreduktionsstudie eine Abbrecherquote von 40 % für eine Interventionsgruppe, die einen finanziellen Anreiz erhalten hat, während die Abbrecherquote in der Kontrollgruppe ohne finanziellen Anreiz 80 % betragen hat¹⁶⁴. Auch die Aussicht auf einen finanziellen Faktor senkt die Abbruchquote, wie Yaas-Reed et al. 1993 aufzeigten¹⁶⁵.

Aus der Abbildung 13, Seite 58, geht hervor, dass die Abbrecherquote je niedriger ist, desto mehr Maßnahmen gebündelt werden. Am höchsten sind die Abbrecherraten bei denjenigen, die nur eine Maßnahme erhalten haben, während die Gruppe, die alle drei Maßnahmen erhalten hat, eine Abbrecherquote von < 20 % aufweist. Die Konsequenz aus dieser Beobachtung ist daher, dass möglichst viele Maßnahmen gleichzeitig angewendet werden sollten. Da die Gruppen mit steigender Maßnahmenzahl auch die bessere Gewichtsreduktion aufweisen, kann vermutet werden, dass deren niedrigere Abbruchquote mit der erfolgreicheren Abnahme zusammenhängt.

24 Besondere Aspekte der Adipositas und deren Therapie bei Kindern

Die Zunahme des Übergewichts im Kindes- und Jugendalter erzwingt die Entwicklung neuer und langfristig wirksamer Maßnahmen zur Gewichtskontrolle, bzw. -reduktion. Diese Notwendigkeit ist in Deutschland von der gesamten Gesellschaft erkannt worden und mündet in zahlreiche Initiativen von spezialisierten Kliniken bis hinunter zu Aktivitäten auf Gemeindeebene. Ein Königsweg existiert jedoch nicht.

Gute Erfolge werden von den spezialisierten Kliniken berichtet, in denen Kinder über Zeiträume bis zu vier Monaten über Ernährung geschult werden und in denen die Bewegungsfreude erweckt oder verstärkt werden soll. Diese Maßnahmen erfolgen mit und ohne Einbindung der Eltern. Durch diese Maßnahmen werden zum Teil sehr gute Erfolge erzielt. Eine Kernfrage ist jedoch auch hier die Nachhaltigkeit, über die nur begrenzte Daten vorliegen.

Die berichtete Erfolgsrate bei einer Verlaufsbeobachtung von ein bis zwei Jahren nach Behandlungsende liegt bei 28–42 %¹⁶⁶.

Wesentlich preiswerter sind ambulante Programme, deren Kosten sich auf ca. 1500-2000 Euro für zwölf Monate belaufen¹⁶⁷. Von Vorteil sind auch die leichtere Einbindung der Familie und die Durchführung im gewohnten Umfeld des Kindes. Neben Kliniken und Zentren mit Angeboten zur ambulanten Therapie gibt es anerkannte Programme wie Obeldicks, Moby Dick und FITOC. Die Betreuung erfolgt kontinuierlich in acht bis zwölf Monaten. Der Gewichtsverlust ist meist geringer als unter stationärer Therapie im selben Zeitraum, allerdings verspricht die langfristige Betreuung eine bessere Nachhaltigkeit⁶.

Auch die in dieser Arbeit vorgestellten Maßnahmen gehören zu den ambulanten Therapiemaßnahmen. Es zeigte sich jedoch, dass im Gegensatz zu den Erwachsenen keine der untersuchten Maßnahmen überlegen gewesen ist. Diese Arbeit liefert also nicht die erhoffte Empfehlung für eine spezifische Maßnahme. Da dennoch alle Kinder ihr Übergewicht in einer vergleichbaren Größenordnung wie die Erwachsenen reduziert haben, bleibt als einzige Konsequenz die Feststellung, dass für Kinder weniger die ergriffene Maßnahme von Bedeutung ist als vielmehr die Einbindung in Programme, die die gesamte Familie erfassen.

Es bleibt die Frage nach der Größenordnung der anzustrebenden Korrektur des kindlichen Übergewichts, um eine Verbesserung von Komorbiditäten zu erreichen. Häufig wird nach Reinehr et al. eine Senkung des BMI-SDS um 0,5 herangezogen. In unserer Untersuchung der Veränderung von Laborparametern (Abbildung 10 auf Seite 50) zeigt erwartungsgemäß die oberste Terzile die besten Resultate. In dieser Terzile beträgt die Veränderung des BMI-SDS 0,6, liegt also in einer ähnlichen Größenordnung und stützt somit die obige Empfehlung.

25 Limitationen

Die Ergebnisse der vorliegenden Studie haben bestimmte Limitationen. Die durchgeführten Analysen berücksichtigten nicht die Familienstruktur, wenn mehrere Elternteile und/oder mehrere Kinder eingeschlossen worden sind. Auch Fehlwerte zu den Untersuchungsterminen blieben unberücksichtigt, d.h. es wurden keine last-observation-carried-forward-Analysen durchgeführt. Die Erhebungen der Nahrungsaufnahme mittels Ernährungsprotokollen sind nur im Abstand von sechs Monaten erfolgt. Diese Zeitspanne ist begrenzt geeignet, um die Diätcompliance zu erfassen.

Literaturverzeichnis

- ¹ **WHO World Health Organization.** Obesity and Overweight Fact sheet N°311 September 2006
- ² **Kromeyer-Hauschild K, Wabitsch M, Kunze D, Geller F, Geiß HC, Hesse V, von Hippel A, Jaeger U, Johnsen D, Korte W, Menner K, Müller G, Müller JM, Niemann-Pilatus A, Remer T, Schaefer F, Wittchen HU, Zabransky S, Zellner K, Ziegler A, Hebebrand J.** Perzentile für den Body-mass-Index für das Kindes- und Jugendalter unter Heranziehung verschiedener deutscher Stichproben. **Monatschr Kinderheilkd** 2001; 149 (8): 807 – 818
- ³ **Kurth BM, Schaffrath Rosario A.** Die Verbreitung von Übergewicht und Adipositas bei Kindern und Jugendlichen in Deutschland. **Bundesgesundheitsbl - Gesundheitsforsch Gesundheitsschutz** 2007; 50: 736 – 743
- ⁴ **von Kries R, Toschke AM, Koletzko B, Slikker W Jr.** Maternal smoking during pregnancy and childhood obesity. **Am J Epidemiol** 2002; 156 (10): 954 – 961
- ⁵ **Mikrozensus.** Fragen zur Gesundheit. Statistisches Bundesamt 2009
- ⁶ **Wabitsch M, Hebebrand J, Kiess W, Zwiauer K.** In *Adipositas bei Kindern und Jugendlichen - Grundlagen und Klinik* 2005, Springer-Verlag
- ⁷ **Bouchard C, Tremblay A, Després JP, Nadeau A, Lupien PJ, Thériault G, Dussault J, Moorjani S, Pinault S, Fournier G.** The response to long-term overfeeding in identical twins. **N Engl J Med** 1990; 322 (21): 1477 – 1482
- ⁸ **Sørensen TI, Holst C, Stunkard AJ.** Childhood body mass index--genetic and familial environmental influences assessed in a longitudinal adoption study. **Int J Obes Relat Metab Disord** 1992; 16 (9): 705 – 714
- ⁹ **Silventoinen K, Rokholm B, Kaprio J, Sørensen TI.** The genetic and environmental influences on childhood obesity: a systematic review of twin and adoption studies. **Int J Obes (Lond)** 2010; 34 (1): 29 – 40
- ¹⁰ **Max Rubner-Institut Bundesforschungsinstitut für Ernährung und Lebensmittel.** Nationale Verzehrs-Studie II. **Ergebnisbericht, Teil 1** 2008
- ¹¹ **Statistisches Amt Mecklenburg-Vorpommern** Pressemitteilung Nr. 69/2010 - 2.07.2010

-
- ¹² **Hauner H, Bramlage P, Lösch C, Schunkert H, Wasem J, Jöckel KH, Moebus S.** Übergewicht, Adipositas und erhöhter Taillenumfang: Regionale Prävalenzunterschiede in der hausärztlichen Versorgung. **Dtsch Arztebl** 2008; 105 (48): 827 – 833
- ¹³ **Hansen BC.** The metabolic syndrome X. **Ann N Y Acad Sci** 1999; 892: 1 – 24
- ¹⁴ **Boehm BO, Claudi-Boehm S.** The metabolic syndrome. **Scand J Clin Lab Invest Suppl** 2005; 240: 3 – 13
- ¹⁵ **Katzmarzyk PT, Craig CL, Bouchard C.** Original article underweight, overweight and obesity: relationships with mortality in the 13-year follow-up of the Canada Fitness Survey. **J Clin Epidemiol** 2001; 54 (9): 916 – 920
- ¹⁶ **Flegal KM, Graubard BI, Williamson DF, Gail MH.** Excess deaths associated with underweight, overweight, and obesity. **JAMA** 2005; 293 (15): 1861 – 1867
- ¹⁷ **Fontaine KR, Redden DT, Wang C, Westfall AO, Allison DB.** Years of Life Lost Due to Obesity. **JAMA** 2003; 289 (2): 187-193
- ¹⁸ **Peeters A, Barendregt JJ, Willekens F, Mackenbach JP, Al Mamun A, Bonneux L; NEDCOM, the Netherlands Epidemiology and Demography Compression of Morbidity Research Group.** Obesity in Adulthood and Its Consequences for Life Expectancy: A Life-Table Analysis. **Annals of Internal Medicine** 2003; 138 (1): 24 – 32
- ¹⁹ **König HH, Konnopka A.** Gesundheitsökonomische Aspekte von Übergewicht und Adipositas. **Adipositas** 2008; 2 (4): 198 – 203
- ²⁰ **von Lengerke T, Reitmeir P, John J.** Direkte medizinische Kosten der (starken) Adipositas: ein Bottom-up-Vergleich über- vs. normalgewichtiger Erwachsener in der KORA-Studienregion. **Gesundheitswesen** 2006; 2: 110 – 115
- ²¹ **Knoll K.-P, Hauner H.** Kosten der Adipositas in der Bundesrepublik Deutschland – Eine aktuelle Krankheitskostenstudie. **Adipositas** 2008; 2 (4): 204 – 210
- ²² **Robert Koch Institut Statistisches Bundesamt.** Gesundheitsberichterstattung des Bundes. **Heft 16. Übergewicht und Adipositas** 2005
- ²³ **Reinehr T, Andler W, Denzer C, Siegfried W, Mayer H, Wabitsch M.** Cardiovascular risk factors in overweight European children and adolescents: relation to gender, age and degree of overweight. **Nutr Metab Cardiovasc Dis** 2005; 15 (3): 181 – 187

-
- ²⁴ **Reinehr T.** Clinical presentation of Type 2 diabetes mellitus in children and adolescents. **Int J Obes** 2005; 29: S105 - S110
- ²⁵ **Wabitsch M.** Kinder und Jugendliche mit Adipositas in Deutschland. **Bundesgesundheitsbl - Gesundheitsforsch - Gesundheitsschutz** 2004; 47: 251 – 255
- ²⁶ **Freedman DS, Khan LK, Dietz WH, Srinivasan SR, Berenson GS.** Relationship of childhood obesity to coronary heart disease risk factors in adulthood: the Bogalusa Heart Study. **Pediatrics**. 2001; 108 (3): 712 – 718
- ²⁷ **Deutsche Adipositas-Gesellschaft, Deutsche Diabetes-Gesellschaft, Deutsche Gesellschaft für Ernährung, Deutsche Gesellschaft für Ernährungsmedizin.** Evidenz-basierte Leitlinie Therapie und Prävention der Adipositas. 2007
- ²⁸ **Heshka S, Greenway F, Anderson JW, Atkinson RL, Hill JO, Phinney SD, Miller-Kovach K, Xavier Pi-Sunyer F.** Self-help weight loss versus a structured commercial program after 26 weeks: a randomized controlled study. **Am J Med** 2000; 109 (4): 282 – 287
- ²⁹ **Heshka S, Anderson JW, Atkinson RL, Greenway FL, Hill JO, Phinney SD, Kolotkin RL, Miller-Kovach K, Pi-Sunyer FX.** Weight loss with self-help compared with a structured commercial program: a randomized trial. **JAMA** 2003; 289 (14): 1792 – 1798
- ³⁰ **Holzapfel C, Stoll J, Ahern AL, Olson AD, Aston LM, Simpson A, Perason S, Fuller N, Catterson I, Jebb SA, Amann-Gassner U, Hauner H.** Die Empfehlungen eines kommerziellen Abnehmprogramms auf der hausärztlichen Versorgungsebene verbessert die Gewichtsabnahme bei übergewichtigen Patienten. **Obes Facts** 2010; 3 (suppl 1): 26, Abstract
- ³¹ **Dansinger ML, Tatsioni A, Wong JB, Chung M, Balk EM.** Meta-analysis: the effect of dietary counseling for weight loss. **Ann Intern Med**. 2007; 147 (1): 41 – 50
- ³² **Thomas DE, Elliott EJ, Baur L.** Low glycaemic index or low glycaemic load diets for overweight and obesity (Review). **The Cochrane Collaboration** 2008; 4
- ³³ **Mensink GBM, Robert Koch-Institut.** Bundes-Gesundheitssurvey: Körperliche Aktivität. **Beiträge zur Gesundheitsberichterstattung des Bundes** 2003

-
- ³⁴ **Shaw K, O'Rourke P, Del Mar C, Kenardy J.** Psychological interventions for overweight or obesity. **Cochrane Database Syst Rev.** 2005; 2
- ³⁵ **Vidal J.** Updated review on the benefits of weight loss. **Int J Obes** 2002; 26 (Suppl4): S25 - S28
- ³⁶ **Pasanisi F, Contaldo F, de Simone G, Mancini M.** Benefits of sustained moderate weight loss in obesity. **Nutr Metab Cardiovasc Dis** 2001; 11 (6): 401 – 406
- ³⁷ **Delahanty LM, Nathan DM.** Implications of the diabetes prevention program and Look AHEAD clinical trials for lifestyle interventions. **J Am Diet Assoc** 2008; 108 (4 Suppl 1): S66 – S72
- ³⁸ **Tuomilehto J, Lindstrom J, Eriksson JG, Valle TT, Hamalainen H, Ilanne-Parikka P, Keinanen-Kiukaanniemi S, Laakso M, Louheranta A, Rastas M, Salminen V, Uusitupa M and the Finnish Diabetes Prevention Study Group.** Prevention of type 2 diabetes mellitus by changes in lifestyle among subjects with impaired glucose tolerance. **N Engl J Med.** 2001; 344 (18): 1343 – 1350
- ³⁹ **Anderson JW, Konz EC.** Obesity and disease management: effects of weight loss on comorbid conditions. **Obes Res** 2001; (9 Suppl 4): 326S - 334S
- ⁴⁰ **Myrskylä M, Chang VW.** Weight change, initial BMI, and mortality among middle- and older-aged adults. **Epidemiology** 2009; 20 (6): 840 – 848
- ⁴¹ **Mikkelsen KL, Heitmann BL, Keiding N, Sorensen TI.** Independent effects of stable and changing body weight on total mortality. **Epidemiology.** 1999; 10 (6): 671 – 678
- ⁴² **Sowers JR.** Obesity and cardiovascular disease. **Clin Chem** 1998; 44 (8 Pt 2): 1821 – 1825
- ⁴³ **Deutsche Adipositas-Gesellschaft, Deutsche Diabetes-Gesellschaft, Deutsche Gesellschaft für Ernährung, Deutsche Gesellschaft für Ernährungsmedizin.** Leitlinien zur Therapie der Adipositas im Kindes- und Jugendalter (S3-Leitlinie Version 2009). 2009
- ⁴⁴ **Collins CE, Warren J, Neve M, McCoy P, Stokes BJ.** Measuring effectiveness of dietetic interventions in child obesity: a systematic review of randomized trials. **Arch Pediatr Adolesc Med** 2006; 160 (9): 906 – 922

-
- ⁴⁵ **Gibson LJ, Peto J, Warren JM, Silva I.** Lack of evidence on diets for obesity for children: a systematic review. **Int J Epidemiol** 2006; 35 (6): 1544 – 1552
- ⁴⁶ **Savoie M, Shaw M, Dziura J, Tamborlane WV, Rose P, Guandalini C, Goldberg-Gell R, Burgert TS, Cali AM, Weiss R, Caprio S.** Effects of a weight management program on body composition and metabolic parameters in overweight children: a randomized controlled trial. **JAMA** 2007; 297 (24): 2697 – 2704
- ⁴⁷ **Dao HH, Frelut ML, Oberlin F, Peres G, Bourgeois P, Navarro J.** Effects of a multidisciplinary weight loss intervention on body composition in obese adolescents. **Int J Obes Relat Metab Disord** 2004; 28 (2): 290 – 299
- ⁴⁸ **Müller MJ, Danielzik S, Spethmann C. (Hrsg:) Kiess W, Marcus C, Wabitsch M.** Prevention of overweight and obesity. In: ***Obesity in childhood and adolescence*** 2004, Karger Verlag
- ⁴⁹ **Rooney BL, Gritt LR, Havens SJ, Mathiason MA, Clough EA.** Growing healthy families: family use of pedometers to increase physical activity and slow the rate of obesity. **WMJ** 2005; 104 (5): 54 – 60
- ⁵⁰ **Wing RR, Epstein LH, Marcus M, Shapira B.** Strong monetary contingencies for weight loss during treatment and maintenance. **Behav Ther** 1981; 12: 702 – 710
- ⁵¹ **Schindler K, Ludvik B.** Methodische und praktische Aspekte der Bestimmung der Körperzusammensetzung. **Wien Med Wochenschr** 2004; 154: 305 – 312
- ⁵² **Arbeitsgemeinschaft Adipositas im Kindes- und Jugendalter (AGA).**
<http://www.mybmi.de>
- ⁵³ **Cole TJ.** The LMS method for constructing normalized growth standards. **Eur J Clin Nutr** 1990; 44 (1): 45 – 60
- ⁵⁴ **WHO Technical Report Series 854.** Physical status: the use and interpretation of anthropometry. **Report of a WHO Expert Committee** 1995
- ⁵⁵ **Kromeyer-Hauschild K, Gläßer N, Zellner K.** Perzentile für den Taillenumfang von Jenaer Kindern im Alter von 6 bis 18 Jahren. **Akt Ernähr Med** 2008; 33 (3): 116 – 122

-
- ⁵⁶ **Durnin JV, Womersley J.** Body fat assessed from total body density and its estimation from skinfold thickness: measurements on 481 men and women aged from 16 to 72 years. **Br. J. Nutr** 1974; 32 (1): 77 – 97
- ⁵⁷ **Siri.** The gross composition of the body. **Academic Press New York** 1956; 4: 239 – 280
- ⁵⁸ **Westrate JA, Deurenberg P.** Body composition in children: proposal for a method for calculating body fat percentage from total body density or skinfold-thickness measurements. **Am J Clin Nutr** 1989; 50 (5): 1104 – 1115
- ⁵⁹ **Deurenberg P, Kusters CS, Smit HE.** Assessment of body composition by bioelectrical impedance in children and young adults is strongly age-dependent. **Eur J Clin Nutr** 1990; 44 (4): 261 – 268
- ⁶⁰ **Riva Rocci S.** Un sfigmomanometro nuovo. **Gaz Med Torino** 1896; 47: 981 – 996
- ⁶¹ **Korotkoff NS.** K voprosu o metodoch eesldovania korvyanovo davlenia. **Imperatoor Vorenno JzV Med Akad** 1905; 11: 365 – 367
- ⁶² **Deutsche Hochdruckliga e.V. DHL® - Deutsche Hypertonie Gesellschaft.** Leitlinien zur Diagnostik und Behandlung der arteriellen Hypertonie. **Nieren- und Hochdruckkrankheiten** 2005; 34: 481 – 498
- ⁶³ **Lurbe E, Cifkova R, Cruickshank JK, Dillon MJ, Ferreira I, Invitti C, Kuznetsova T, Laurent S, Mancia G, Morales-Olivas F, Rascher W, Redon J, Schaefer F, Seeman T, Stergiou G, Wühl E, Zanchetti A; European Society of Hypertension.** Management of high blood pressure in children and adolescents: recommendations of the European Society of Hypertension. **J Hypertens** 2009; 27 (9): 1719 – 1742
- ⁶⁴ **Lipid Research Clinics Program.** Lipid and Lipoprotein Analysis. In **Lipid Research Clinics Program Manual of Laboratory Operations** 1975; DHEW Publications (NIH), Bethesda, MD
- ⁶⁵ **Struckmeyer H, Haid H.** In **Richtwerte für das kinderärztliche Laboratorium** 1986; Behring
- ⁶⁶ **Sitzmann F.C.** Referenzwerte für das Kindesalter. In **Duale Reihe: Pädiatrie** 2006; Georg Thieme Verlag

-
- ⁶⁷ **Meites S.** In *Pediatric Clinical Chemistry. Reference (normal) values* 1990; American Association for Clinical Chemistry
- ⁶⁸ **Mensink G.** Ernährungsstudie als KiGGS - Modul. 2007
- ⁶⁹ **Krems C, Bauch A, Götz A, Heuer T, Hild A, Möseneder J, Brombach C.** Methoden der Nationalen Verzehrsstudie II. **Ernährungs-Umschau** 2006; 2: 44 - 50
- ⁷⁰ **Brombach C, Wagner U, Eisinger-Watzl M, Heyer A.** Die Nationale Verzehrsstudie II. **Ernährungs-Umschau** 2006; 1: 4 - 9
- ⁷¹ **Volpp KG, John LK, Troxel AB, Norton L, Fassbender J, Loewenstein G.** Financial Incentive-Based Approaches for Weight Loss. **JAMA** 2008; 300 (22): 2631 – 2637
- ⁷² **Finkelstein EA, Linnan L, Tate DF, Birken BE.** A Pilot Study testing the effect of Different Levels of Financial Incentives on Weight Loss Among Overweight Employees. **JOEM** 2007; 49 (9): 981 – 989
- ⁷³ **Jeffery RW, Wing RR.** Long-Term Effects of Interventions for Weight Loss Using Food Provision and Monetary Incentives. **Journal of Consulting and Clinical Psychology** 1995; 63 (5): 793 – 796
- ⁷⁴ **Paul-Ebhohimhen V, Avenell A.** Systematic review of the use of financial incentives in treatments for obesity and overweight. **Obes Rev** 2008; 9 (4): 355 – 367
- ⁷⁵ **Gaesser AE.** Carbohydrate quantity and quality in relation to body mass index. **J Am Diet Assoc** 2007; 1077 (10): 1768 – 1780
- ⁷⁶ **Thomas DE, Elliott EJ, Baur L.** Low glycaemic index or low glycaemic load diets for overweight and obesity (Review). **The Cochrane Collaboration** 2008; 4
- ⁷⁷ **Bahadori B, Yazdani-Biuki B, Krippel P, Brath H, Uitz E, Wascher TC.** Low-fat, high-carbohydrate (low-glycaemic index) diet induces weight loss and preserves lean body mass in obese healthy subjects: results of a 24-week study. **Diabetes Obes Metab** 2005; 7 (3): 290 – 293
- ⁷⁸ **Ebbeling CB, Leidig MM, Sinclair KB, Hangen J, Ludwig DS.** A Reduced-Glycemic Load Diet in the Treatment of Adolescent Obesity. **Arch pediatr Adolesc Med** 2003; 157 (8): 773 – 779

-
- ⁷⁹ **LaHaye SA, Hollett PM, Vyselaar JR, Shalchi M, Lahey KA, Day AG.** Comparison between a low glycemic load diet and a Canada Food Guide diet in cardiac rehabilitation patients in Ontario. **Can J Cardiol** 2005; 21 (6): 489 – 494
- ⁸⁰ **Raben A.** Should obese patients be counselled to follow a low-glycaemic index diet? No. **Obes Rev** 2002; 3 (4): 245 – 256
- ⁸¹ **Saris WH, Astrup A, Prentice AM, Zunft HJ, Formiguera X, Verboeket-van de Venne WP, Raben A, Poppitt SD, Seppelt B, Johnston S, Vasilaras TH, Keogh GF.** Randomized controlled trial of changes in dietary carbohydrate/fat ratio and simple vs complex carbohydrates on body weight and blood lipids: the CARMEN study. The Carbohydrate Ratio Management in European National diets. **Int J Obes Relat Metab Disord** 2000; 24 (10): 1310 – 1318
- ⁸² **Miller CK, Davis Gutshcall M, Mitchell DC.** Change in Food Choices Following a Glycemic Load Intervention in Adults with Type 2 Diabetes. **Journal of the American Dietetic Association** 2009; 109 (2): 319 – 324
- ⁸³ **Arumugam V, Lee JS, Nowak JK, Pohle RJ, Nyrop JE, Leddy JJ, Pelkman CL.** A high-glycemic meal pattern elicited increased subjective appetite sensations in overweight and obese women. **Appetite** 2008; 50 (2-3): 215 – 222
- ⁸⁴ **Wolever TM, Jenkins DJ, Ocana AM, Rao VA, Collier GR.** Second-meal effect: low-glycemic-index foods eaten at dinner improve subsequent breakfast glycemic response. **Am J Clin Nutr** 1988; 48 (4): 1041 – 1047
- ⁸⁵ **Pal S, Lim S, Egger G.** The Effect of a low Glycaemic Index Breakfast on Blood Glukose, Insulin, Lipid Profils, Blood Pressure, Body Weight, Body Composition and Satiety in Obese and Overweights Individuals: A Pilot Study. **J Am Coll Nutr** 2008; 27 (3): 387 – 393
- ⁸⁶ **Niwano Y, Adachi T, Kashimura J, Sakata T, Sasaki H, Sekine K, Yamamoto S, Yonekubo A, Kimura S.** Is glycemic index of food a feasible predictor of appetite, hunger, and satiety?. **J Nutr Sci Vitaminol** 2009; 55 (3): 201 – 207
- ⁸⁷ **Buyken A.** Glykämischer Index und glykämische Last – in der Praxis anwendbar? **Wissenschaftliches Symposium der DGE „Kohlenhydrate und Ballaststoffe in der Ernährung**, Bonn. September 2010

-
- ⁸⁸ **Deutsche Gesellschaft für Ernährung (DGE) e.V.** Vollwertig Essen und Trinken nach den 10 Regeln der DGE. 2005
- ⁸⁹ **Deutsche Gesellschaft für Ernährung (DGE) e.V.** Glykämischer Index und glykämische Last – ein für die Ernährungspraxis des Gesunden relevantes Konzept? Teil 2: Umsetzung des Konzepts eines niedrigen GI bzw. GL in Ernährungsempfehlungen für die Bevölkerung. **Ernährungs-Umschau** 2004; 51 (4): 128 – 132
- ⁹⁰ **Jakicic JM, Marcus BH, Gallagher KI, Napolitano M, Lang W.** Effect of exercise duration and intensity on weight loss in overweight, sedentary women: a randomized trial. **JAMA** 2003; 290 (10): 1323 – 1330
- ⁹¹ **Jeffery RW, Wing RR, Sherwood NE, Tate DF.** Physical activity and weight loss: does prescribing higher physical activity goals improve outcome?. **Am J Clin Nutr** 2003; 78 (4): 684 - 689
- ⁹² **Andersen RE, Wadden TA, Bartlett SJ, Zemel B, Verde TJ, Franchowiak SC.** Effects of lifestyle activity vs structured aerobic exercise in obese women. A randomized trial. **JAMA** 1999; 281 (4): 335 – 340
- ⁹³ **Pavlou KN, Krey S, Steffee WP.** Exercise as an adjunct to weight loss and maintenance in moderately obese subjects. **Am J Clin Nutr** 1989; 49 (5 Suppl): 1115 – 1123
- ⁹⁴ **Wadden TA, West DS, Neiberg RH, Wing RR, Ryan DH, Johnson KC, Foreyt JP, Hill JO, Trence DL, Vitolins MZ; Look AHEAD Research Group.** One-year weight losses in the Look AHEAD study: factors associated with success. **Obesity (Silver Spring)** 2009; 17 (4): 713 – 722
- ⁹⁵ **Blair SN, Kohl HW, Gordon NF, Paffenbarger RS Jr.** How much physical activity is good for health?. **Annu Rev Public Health** 1992; 13: 99 - 126
- ⁹⁶ **Donnelly JE, Blair SN, Jakicic JM, Manore MM, Rankin JW, Smith BK.** 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; 41 (2): 459 – 471
- ⁹⁷ **Richardson CR, Newton TL, Abraham JJ, Sen A, Jimbo M, Swartz AM.** A meta-analysis of pedometer-based walking interventions and weight loss. **Ann Fam Med** 2008; 6 (1): 69 – 77

-
- ⁹⁸ **VanWormer JJ.** Pedometers and brief e-counseling: increasing physical activity for overweight adults. **Journal of applied behaviour analysis** 2004; 37 (3): 421 – 425
- ⁹⁹ **VanWormer JJ, French SA, Pereira MA, Welsh EM.** The Impact of Regular Self-weighing on Weight Management: A Systematic Literature Review. **Int J Behav Nutr Phys Act** 2008; 4 (5) : 54 – 64
- ¹⁰⁰ **Linde JA, Jeffery RW, French SA, Pronk NP, Boyle RG.** Self-weighing in weight gain prevention and weight loss trials. **Ann Behav Med** 2005; 30 (3): 210 – 216
- ¹⁰¹ **Wing RR, Tate DF, Gorin AA, Raynor HA, Fava JL, Machan J.** STOP regain: are there negative effects of daily weighing?. **J Consult Clin Psychol** 2007; 75 (4): 652 – 656
- ¹⁰² **Körtke H, Frisch S, Zittermann A, Berthold HK, El.Arousy M, Götting C, Kleesiek K, Stehle P, Körfer R.** Telemedizinisch betreutes Programm zur Gewichtsreduktion bei Übergewichtigen (SMART-Studie). **Dtsch Med Wochenschr** 2008; 133 (24): 1297 – 1303
- ¹⁰³ **Goulis DG, Giaglis GD, Boren SA, Lekka I, Bontis E, Balas EA, Maglaveras N, Avramides A.** Effectiveness of home-centered care through telemedicine applications for overweight and obese patients: a randomized controlled trial. **Int J Obes** 2004; 28 (11): 1391 – 1398
- ¹⁰⁴ **Dansinger ML, Gleason JA, Griffith JL, Selker HP, Schaefer EJ.** Comparison of the Atkins, Ornish, Weight Watchers, and Zone diets for weight loss and heart disease risk reduction: a randomized trial. **JAMA** 2005; 293 (1): 43 – 53
- ¹⁰⁵ **Scholz GH, Flehmig G, Scholz M, Klepzig Y, Gutknecht D, Kellner K, Rademacher C, Oberritter H, Hauner H.** Evaluation des DGE-Selbsthilfeprogramms „Ich nehme ab“. Teil 1: Gewichtsverlust, Ernährungsmuster und Akzeptanz nach einjähriger berater-gestützter Intervention bei übergewichtigen Personen. **Ernährungs-Umschau** 2005; 52: 226 – 231
- ¹⁰⁶ **Frisch S, Zittermann A, Berthold HK, Götting C, Kuhn J, Kleesiek K, Stehle P, Körtke H.** A randomized controlled trial on the efficacy of carbohydrate-reduced or fat-reduced diets in patients attending a telemedically guided weight loss program. **Cardiovasc Diabetol** 2009; 8: 36 – 46

-
- ¹⁰⁷ **Epstein LH, Valoski AM, Vara LS, McCurley J, Wisniewski L, Kalarchian MA, Klein KR, Shrager LR.** Effects of decreasing sedentary behavior and increasing activity on weight change in obese children. **Health Psychol** 1995; 14 (2): 109 – 159
- ¹⁰⁸ **Kalavainen MP, Korppi MO, Nuutinen OM.** Clinical efficacy of group-based treatment for childhood obesity compared with routinely given individual counseling. **Int J Obes (Lond)** 2007; 31 (10): 1500 – 1508
- ¹⁰⁹ **Reinher T, Kleber M, Toschke AM.** Lifestyle intervention in obese children is associated with decrease of the metabolic syndrome prevalence. **Atherosclerosis** 2009; 207 (1): 174 – 180
- ¹¹⁰ **Arbeitsgemeinschaft Adipositas im Kindes- und Jugendalter.** Therapie der Adipositas im Kindes- und Jugendalter. Version 2009
- ¹¹¹ **Schiel R, Beltschikow W, Radón S, Kramer G, Schmiedel R, Berndt RD, Stein G.** Long-term treatment of obese children and adolescents using a telemedicine support programme. **J Telemed Telecare** 2008; 14 (1): 13 – 16
- ¹¹² **Heilbronn LK, de Jonge L, Frisard MI, DeLany JP, Larson-Meyer DE, Rood J, Nguyen T, Martin CK, Volaufova J, Most MM, Greenway FL, Smith SR, Deutsch WA, Williamson DA, Ravussin E; Pennington CALERIE Team.** Effect of 6-month calorie restriction on biomarkers of longevity, metabolic adaptation, and oxidative stress in overweight individuals: a randomized controlled trial. **JAMA** 2006; 295 (13): 1539 – 1548
- ¹¹³ **Volpe SL, Kobusingye H, Bailur S, Stanek E.** Effect of diet and exercise on body composition, energy intake and leptin levels in overweight women and men. **J Am Coll Nutr** 2008; 27 (2): 195 – 208
- ¹¹⁴ **Kiernan M, King AC, Stefanick ML, Killen JD.** Men gain additional psychological benefits by adding exercise to a weight-loss program. **Obes Res** 2001; 9 (12): 770 – 777
- ¹¹⁵ **Wadden TA, Vogt RA, Foster GD, Anderson DA.** Exercise and the maintenance of weight loss: 1-year follow-up of a controlled clinical trial. **J Consult Clin Psychol** 1998; 66 (2): 429 – 433
- ¹¹⁶ **Anderssen SA, Hjermann I, Urdal P, Torjesen PA, Holme I.** Improved carbohydrate metabolism after physical training and dietary intervention in individuals with the

-
- "atherothrombogenic syndrome'. Oslo Diet and Exercise Study (ODES). A randomized trial. **J Intern Med** 1996; 240 (4): 203 – 209
- ¹¹⁷ **Jensen GL, Roy MA, Buchanan AE, Berg MB.** Weight loss intervention for obese older women: improvements in performance and function. **Obes Res** 2004; 12 (11): 1814 – 1820
- ¹¹⁸ **Yamanouchi K, Shinozaki T, Chikada K, Nishikawa T, Ito K, Shimizu S, Ozawa N, Suzuki Y, Maeno H, Kato K, et al.** Daily walking combined with diet therapy is a useful means for obese NIDDM patients not only to reduce body weight but also to improve insulin sensitivity. **Diabetes Care** 1995; 18 (6): 775 – 778
- ¹¹⁹ **Wu T, Gao X, Chen M, van Dam RM.** Long-term effectiveness of diet-plus-exercise interventions vs. diet-only interventions for weight loss: a meta-analysis. **Obes Rev** 2009; 10 (3): 313 – 323
- ¹²⁰ **Curioni CC, Lourenço PM.** Long-term weight loss after diet and exercise: a systematic review. **Int J Obes (Lond)** 2005; 29 (10): 1168 – 1174
- ¹²¹ **Berg A, Berg A, Frey I, König D, Predel HG.** Bewegungsorientierte Schulung für adipöse Erwachsene: Ergebnisse zum Interventionsprogramm M.O.B.I.L.I.S. **Deutsches Ärzteblatt** 2008; 105 (11): 197 – 203
- ¹²² **Reinehr T, Kersting M, Alexy U, Andler W.** Long-term follow-up of overweight children: after training, after a single consultation session, and without treatment. **J Pediatr Gastroenterol Nutr** 2003; 37 (1): 72 – 74
- ¹²³ **Adam S, Westenhofer J, Rudolphi B, Kraaibeek HK.** Effects of a Combined Inpatient-Outpatient Treatment of Obese Children and Adolescents. **Obes Facts** 2009; 2 (5): 286 – 293
- ¹²⁴ **Nemet D, Barkan S, Epstein Y, Friedland O, Kowen G, Eliakim A.** Short- and long-term beneficial effects of a combined dietary-behavioral-physical activity intervention for the treatment of childhood obesity. **Pediatrics** 2005; 115 (4): 443 – 449
- ¹²⁵ **Wrotniak BH, Epstein LH, Paluch RA, Roemmich JN.** Parent weight change as a predictor of child weight change in family-based behavioral obesity treatment. **Arch Pediatr Adolesc Med** 2004; 158 (4): 342 – 347

-
- ¹²⁶ **Avenell A, Broom J, Brown TJ, Poobalan A, Aucott L, Stearns SC, Smith WC, Jung RT, Campbell MK, Grant AM.** Systematic review of the long-term effects and economic consequences of treatments for obesity and implications for health improvement. **Health Technol Assess** 2004; 8 (21): iii-iv, 1 – 182
- ¹²⁷ **Goldstein DJ.** Beneficial health effects of modest weight loss. **Int J Obes Relat Metab Disord** 1992; 16 (6): 397 – 415
- ¹²⁸ **Díez JJ, Iglesias P.** The role of the novel adipocyte-derived hormone adiponectin in human disease. **Eur J Endocrinol** 2003; 148 (3): 293 – 300
- ¹²⁹ **Hotta K, Funahashi T, Arita Y, Takahashi M, Matsuda M, Okamoto Y, Iwahashi H, Kuriyama H, Ouchi N, Maeda K, Nishida M, Kihara S, Sakai N, Nakajima T, Hasegawa K, Muraguchi M, Ohmoto Y, Nakamura T, Yamashita S, Hanafusa T, Matsuzawa Y.** Plasma concentrations of a novel, adipose-specific protein, adiponectin, in type 2 diabetic patients. **Arterioscler Thromb Vasc Biol** 2000; 20 (6): 1595 – 1599
- ¹³⁰ **Madsen EL, Rissanen A, Bruun JM, Skogstrand K, Tonstad S, Hougaard DM, Richelsen B.** Weight loss larger than 10 % is needed for general improvement of levels of circulating adiponectin and markers of inflammation in obese subjects: a 3-year weight loss study. **Eur J Endocrinol** 2008; 158 (2): 179 – 187
- ¹³¹ **Koh KK, Park SM, Quon MJ.** Leptin and cardiovascular disease: response to therapeutic interventions. **Circulation** 2008; 117 (25): 3238 – 3249
- ¹³² **Solá E, Vayá A, Corella D, Santaolaria ML, España F, Estellés A, Hernández-Mijares A.** Erythrocyte hyperaggregation in obesity: determining factors and weight loss influence. **Obesity (Silver Spring)**. 2007; 15 (8): 2128 – 2134
- ¹³³ **Sheu WH, Chang TM, Lee WJ, Ou HC, Wu CM, Tseng LN, Lang HF, Wu CS, Wan CJ, Lee IT.** Effect of weight loss on proinflammatory state of mononuclear cells in obese women. **Obesity (Silver Spring)** 2008; 16 (5): 1033 – 1038
- ¹³⁴ **Nanji AA, Freeman JB.** Relationship between body weight and total leukocyte count in morbid obesity. **Am J Clin Pathol** 1985; 84 (3): 346 – 347

-
- ¹³⁵ **Emery MG, Fisher JM, Chien JY, Kharasch ED, Dellinger EP, Kowdley KV, Thummel KE.** CYP2E1 activity before and after weight loss in morbidly obese subjects with nonalcoholic fatty liver disease. **Hepatology** 2003; 38 (2): 428 – 435
- ¹³⁶ **Sung RYT, Yu CW, Chang SKY.** Effects of dietary intervention and strength training on blood lipid levels in obese children. **Arch Dis Child** 2002; 86: 407 – 410
- ¹³⁷ **Knip M, Nuutinien O.** Long-term effects of weight reduction on serum lipids and plasma insulin in obese children. **Am J Clin Nutr** 1993; 57 (4): 490 – 493
- ¹³⁸ **Wabitsch M, Hauner H, Heinze E, Muche R, Böckmann A, Parthon W, Mayer H, Teller W.** Body-fat distribution and changes in atherogenic risk-factor profile in obese adolescent girls during weight loss. **Am J Clin Nutr** 1994; 60 (1): 54 – 60
- ¹³⁹ **Reinehr T, de Sousa G, Toschke AM, Andler W.** Long-term follow-up of cardiovascular disease risk factors in children after an obesity intervention. **Am J Clin Nutr** 2006; 84 (3): 490 – 496
- ¹⁴⁰ **Reinehr T, Kleber M, de Sousa G, Andler W.** Leptin concentrations are a predictor of overweight reduction in a lifestyle intervention. **Int J Pediatr Obes** 2009; 4 (4): 215 – 223
- ¹⁴¹ **Lazzer S, Vermorel M, Montaurier C, Meyer M, Boirie Y.** Changes in adipocyte hormones and lipid oxidation associated with weight loss and regain in severely obese adolescents. **Int J Obes (Lond)** 2005; 29 (10): 1184 – 1191
- ¹⁴² **Reinehr T, Roth C, Menke T, Andler W.** Adiponectin before and after weight loss in obese children. **J Clin Endocrinol Metab** 2004; 89 (8): 3790 – 3794
- ¹⁴³ **Wiegand S, Keller KM, Röbl M, L'Allemand D, Reinehr T, Widhalm K, Holl RW; APV-Study Group and the German Competence Network Adipositas.** Obese boys at increased risk for nonalcoholic liver disease: evaluation of 16,390 overweight or obese children and adolescents. **Int J Obes (Lond)** 2010; 34 (10): 1468 – 1474
- ¹⁴⁴ **Scheen AJ, Luyckx FH.** Obesity and liver disease. **Best Pract Res Clin Endocrinol Metab** 2002; 16 (4): 703 – 716
- ¹⁴⁵ **Denzer C, Thiere D, Muche R, Koenig W, Mayer H, Kratzer W, Wabitsch M.** Gender-specific prevalences of fatty liver in obese children and adolescents: roles of body fat

-
- distribution, sex steroids, and insulin resistance. **J Clin Endocrinol Metab** 2009; 94 (10): 3872 – 3881
- ¹⁴⁶ **Reinehr T, Kleber M, de Sousa G, Andler W.** Leptin concentrations are a predictor of overweight reduction in a lifestyle intervention. **Int J Pediatr Obes** 2009; 4 (4): 215 – 223
- ¹⁴⁷ **Cambuli VM, Musiu MC, Incani M, Paderi M, Serpe R, Marras V, Cossu E, Cavallo MG, Mariotti S, Loche S, Baroni MG.** Assessment of adiponectin and leptin as biomarkers of positive metabolic outcomes after lifestyle intervention in overweight and obese children. **J Clin Endocrinol Metab** 2008; 93 (8): 3051 – 3057
- ¹⁴⁸ **Reinehr T, Kiess W, Kapellen T, Andler W.** Insulin sensitivity among obese children and adolescents, according to degree of weight loss. **Pediatrics** 2004; 114 (6): 1569 – 1573
- ¹⁴⁹ **Thierfelder W, Dortschy R, Hintzpeter B, Kahl H, Scheidt-Nave C.** Verteilung klinisch-chemischer Kenngrößen in der deutschen Bevölkerung im Alter von 0 bis 18 Jahren: Erste Ergebnisse des Kinder- und Jugendgesundheitsurvey (KiGGS). **Laboratoriumsmedizin** 2008; 32 (2): 92 – 106
- ¹⁵⁰ **Reinehr T, de Sousa G, Andler W.** Longitudinal analyses among overweight, insulin resistance, and cardiovascular risk factors in children. **Obes Res** 2005; 13 (10): 1824 – 1833
- ¹⁵¹ **Kleber M, Schaefer A, Winkel K, Hoffmann D, Wunsch R, Kersting M, Reinehr T.** Lifestyle intervention "Obeldicks Mini" for obese children aged 4 to 7 years. **Klin Padiatr** 2009; 221 (5): 290 – 294
- ¹⁵² **Pischon T, Boeing H, Hoffmann K, Bergmann M, Schulze MB, Overvad K, van der Schouw YT, Spencer E, Moons KG, Tjønneland A, Halkjaer J, Jensen MK, Stegger J, Clavel-Chapelon F, Boutron-Ruault MC, Chajes V, Linseisen J, Kaaks R, Trichopoulou A, Trichopoulos D, Bamia C, Sieri S, Palli D, Tumino R, Vineis P, Panico S, Peeters PH, May AM, Bueno-de-Mesquita HB, van Duijnhoven FJ, Hallmans G, Weinehall L, Manjer J, Hedblad B, Lund E, Agudo A, Arriola L, Barricarte A, Navarro C, Martinez C, Quirós JR, Key T, Bingham S, Khaw KT, Boffetta P, Jenab M, Ferrari P, Riboli E.** General and abdominal adiposity and risk of death in Europe. **N Engl J Med** 2008; 359 (20): 2105 – 2120

-
- ¹⁵³ **Canoy D, Boekholdt SM, Wareham N, Luben R, Welch A, Bingham S, Buchan I, Day N, Khaw KT.** Body fat distribution and risk of coronary heart disease in men and women in the European Prospective Investigation Into Cancer and Nutrition in Norfolk cohort: a population-based prospective study. **Circulation** 2007; 116 (25): 2933 – 2943
- ¹⁵⁴ **Balkau B, Deanfield JE, Després JP, Bassand JP, Fox KA, Smith SC Jr, Barter P, Tan CE, Van Gaal L, Wittchen HU, Massien C, Haffner SM.** International Day for the Evaluation of Abdominal Obesity (IDEA): a study of waist circumference, cardiovascular disease, and diabetes mellitus in 168,000 primary care patients in 63 countries. **Circulation** 2007; 116 (17): 1942 – 1951
- ¹⁵⁵ **Pontiroli AE, Frigè F, Paganelli M, Folli F.** In morbid obesity, metabolic abnormalities and adhesion molecules correlate with visceral fat, not with subcutaneous fat: effect of weight loss through surgery. **Obes Surg** 2009; 19 (6): 745 – 750
- ¹⁵⁶ **Okura T, Nakata Y, Yamabuki K, Tanaka K.** Regional Body Composition Changes Exhibit Opposing Effects on Coronary Heart Disease Risk Factors. **Arteriosclerosis, Thrombosis, and Vascular Biology** 2004; 24 (9): 923 – 929
- ¹⁵⁷ **Ohkawara K, Nakata Y, Numao S, Sasai H, Katayama Y, Matsuo T, Okura T, Tanaka K.** Response of Coronary Heart Disease Risk Factors to Changes in Body Fat during Diet-Induced Weight Reduction in Japanese Obese Men: A Pilot Study. **Ann Nutr Metab** 2010; 56 (1): 1 – 8
- ¹⁵⁸ **Hamdy O, Porramatikul S, Al-Ozairi E.** Metabolic obesity: the paradox between visceral and subcutaneous fat. **Curr Diabetes Rev** 2006; 2 (4): 367 – 373
- ¹⁵⁹ **Toschke AM, Reinehr T.** Different anthropometric index changes in relation to cardiovascular risk profile change. **Clin Nutr** 2008; 27 (3): 457 – 463
- ¹⁶⁰ **Grønbaek HN, Madsen SA, Michaelsen KF.** Family involvement in the treatment of childhood obesity: the Copenhagen approach. **Eur J Pediatr** 2009; 168 (12): 1437 – 1447
- ¹⁶¹ **Weyhreter H, Tannhäuser S, Muche R, Debatin M, Heinze E, Strittmatter U, Räkel-Rehner S, Wabitsch M.** Evaluation of an outpatient treatment program for obese children and adolescents. **Klin Padiatr** 2003; 215 (2): 57 – 64

-
- ¹⁶² **Adamowitsch M, Zeidler D, Schoberberger R.** Drop-outs und ihre Gründe für den Abbruch im Rahmen eines Public Health Programms zur Gewichtsreduktion. **Journal für Ernährungsmedizin** 2009; 11 (1): 21 – 27
- ¹⁶³ **Inelmen EM, Toffanello ED, Enzi G, Gasparini G, Miotto F, Sergi G, Busetto L.** Predictors of drop-out in overweight and obese outpatients. **Int J Obes (Lond)** 2005; 29 (1): 122 – 128
- ¹⁶⁴ **Follick MJ, Fowler JL, Brown RA.** Attrition in worksite weight-loss interventions: The effects of an incentive procedure. **Journal of Consulting and Clinical Psychology** 1984; 52 (1): 139 – 140
- ¹⁶⁵ **Yass-Reed EM, Barry NJ, Dacey CM.** Examination of pretreatment predictors of attrition in a VLCD and behavior therapy weight-loss program. **Addict Behav** 1993; 18 (4): 431 – 435
- ¹⁶⁶ **Reinehr T, Wabitsch M.** Strukturierte Erfassung der Therapieangebote für adipöse Kinder und Jugendliche ein Projekt der Arbeitsgemeinschaft Adipositas im Kindes- und Jugendalter (AGA). **Monatsschr. Kinderheilkd** 2003; 151: 757 – 761
- ¹⁶⁷ **Gruber W, Hüls G.** Ambulante und stationäre Adipositas therapie im Kindes- und Jugendalter. Outpatient and Inpatient Adiposity Therapy in Children and Adolescents. **Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin** 2009; 60 (5): 112 – 116

Tabellen- und Abbildungsverzeichnis

Tabellen	Seite
Tabelle 1: Klassifikationen des Körpergewichts von Erwachsenen und Kindern	- 26 -
Tabelle 2 Referenzwerte des altersabhängigen Taillenumfangs von Mädchen und Jungen	- 27 -
Tabelle 3: Klassifizierung prähypertoner und hypertoner Blutdruckwerte bei Kindern und Jugendlichen (nach European Society of Hypertension, 2009)	- 28 -
Tabelle 4: Übersicht der methodischen Labordiagnostik zur Analyse klinischer Parameter	- 30 -
Tabelle 5: Referenzwerte zur Definition pathologischer Laborwerte bei Erwachsenen und Kindern	- 32 -
Tabelle 6: Anthropometrische, biochemische und funktionelle Parameter der Erwachsenen (n = 143) und ihrer Kinder (n = 119) zur Basisuntersuchung	- 38 -
Tabelle 7: Häufigkeiten pathologischer Blutwerte und individueller Gesundheitsrisiken Erwachsener (n = 143) und ihrer Kinder (n = 119) zur Basisuntersuchung	- 39 -
Tabelle 8: Häufigkeiten pathologischer Laborwerte und der arteriellen Hypertonie bei Erwachsenen (n = 92) und Kindern (n = 68) zur Basis- und zur Abschlussuntersuchung	- 51 -
Tabelle 9: Anzahl Erwachsener zu Beginn und Anzahl Erwachsener und deren Abbrecherquoten zu den Folgeuntersuchungen in Abhängigkeit von ihrer Interventionsgruppe	- 56 -
Tabelle 10: Anzahl Kinder zu Beginn und Anzahl Kinder und deren Abbrecherquoten zu den Folgeuntersuchungen in Abhängigkeit von ihrer Interventionsgruppe	- 57 -
Abbildungen	Seite
Abbildung 1: Zeitlicher Verlauf der Studie	- 19 -
Abbildung 2: Beispiel eines wöchentlichen Briefes an eine Studienteilnehmerin	- 24 -
Abbildung 3: Distribution der Familien nach Zuweisung zu den Maßnahmen, dargestellt sind Anzahl von Familien, von Erwachsenen (Frauen ♀ und Männer ♂) und von Kindern (Mädchen ♀ und Jungen ♂)	- 40 -
Abbildungen 4a)-c): Einfluss der Interventionen auf die Gewichtsänderung Erwachsener nach sechs und zwölf Monaten	- 41 -

Abbildungen	Seite
Abbildungen 5a)-c): Einfluss der Interventionen auf die BMI-SDS-Änderung der Kinder nach sechs und zwölf Monaten	- 43 -
Abbildung 6: BMI-SDS-Änderung der Kinder nach sechs und zwölf Monaten	- 44 -
Abbildung 7: Einfluss der Maßnahmenkombinationen auf die mittlere prozentuale Gewichtsänderung Erwachsener nach sechs und zwölf Monaten	- 45 -
Abbildung 8: Einfluss der Maßnahmenkombinationen auf die mittlere BMI-SDS-Änderung der Kinder nach sechs und zwölf Monaten	- 46 -
Abbildung 9: Mittlere prozentuale Änderungen von Blutdruck- und Laborwerten der Erwachsenen zwischen Basis- und Abschlussuntersuchung, dargestellt nach Δ -%kg-Terzil	- 48 -
Abbildung 10: Mittlere prozentuale Änderungen von Blutdruck- und Laborwerten der Kinder zwischen Basis- und Abschlussuntersuchung, dargestellt nach Δ BMI-SDS-Terzil, von n = 8 Kindern wurde kein Blut entnommen	- 50 -
Abbildung 11: Korrelationen zwischen biochemischen Veränderungen und Veränderungen der Messgrößen von Übergewicht bezogen auf Körperregion von Erwachsenen (n = 90):	- 54 -
Abbildung 12: Korrelationen zwischen biochemischen Veränderungen und Veränderungen der Messgrößen von Übergewicht bei Kindern	- 55 -
Abbildung 13: Abbrecherquoten Erwachsener nach sechs und zwölf Monaten in Abhängigkeit kombinierter Interventionen;	- 58 -

Anhang

Kapitel 26 Berechnung des Körperfettanteils der Erwachsenen

Kapitel 27 Berechnung des Körperfettanteils der Kinder

Kapitel 28 Tabellen

Tabelle 11: Energie- und Nährstoffaufnahme der Erwachsenen zum Studienbeginn, differenziert nach „mit Maßnahme“ und „ohne Maßnahme“

Tabelle 12: Energie- und Nährstoffaufnahme der Kinder zum Studienbeginn, differenziert nach „mit Maßnahme“ und „ohne Maßnahme“

Tabelle 13: Einfluss der Maßnahmen auf Änderungen von Gewicht und der Energie- und Nährstoffaufnahme der Erwachsenen nach sechs und zwölf Monaten

Tabelle 14: Einfluss der Maßnahmen auf Änderungen des BMI-SDS und der Energie- und Nährstoffaufnahme der Kinder

Tabelle 15: Prozentuale Verteilung der Hauptnährstoffe in Abhängigkeit von der Diät bei den Erwachsenen und Kindern zum Studienbeginn, nach sechs und nach zwölf Monaten

26 Berechnung des Körperfettanteils der Erwachsenen

Die Abschätzung der Gesamtkörperdichte (in kg/m³) erfolgte mit der Summe (in mm) von vier Hautfaltendicken (bizeps, trizeps, subskapular und suprailiakaal) nach der Formel:

$$D = \text{intercept} - \text{slope} * \log (\text{Summe von 4 Hautfalten})$$

$$D = c - m * \log (\text{Summe von 4 Hautfalten})$$

Die Werte von „c“ und „m“ sind der Publikation von Durnin und Womersley⁵⁶ entnommen worden:

- Für Männer 20 – 29 Jahre:
 $D_{4\text{HFD}} = 1,1631 - 0,0632 * \log (\text{Summe von 4 Hautfalten})$
- Für Männer 30 – 39 Jahre:
 $D_{4\text{HFD}} = 1,1422 - 0,0544 * \log (\text{Summe von 4 Hautfalten})$
- Für Männer 40 – 49 Jahre:
 $D_{4\text{HFD}} = 1,1620 - 0,0700 * \log (\text{Summe von 4 Hautfalten})$
- Für Männer 50 Jahre und älter:
 $D_{4\text{HFD}} = 1,1715 - 0,0779 * \log (\text{Summe von 4 Hautfalten})$

- Für Frauen 20 – 29 Jahre:
 $D_{4\text{HFD}} = 1,1599 - 0,0717 * \log (\text{Summe von 4 Hautfalten})$
- Für Frauen 30 – 39 Jahre:
 $D_{4\text{HFD}} = 1,1423 - 0,0632 * \log (\text{Summe von 4 Hautfalten})$
- Für Frauen 40 – 49 Jahre:
 $D_{4\text{HFD}} = 1,1333 - 0,0612 * \log (\text{Summe von 4 Hautfalten})$
- Für Frauen 50 Jahre und älter:
 $D_{4\text{HFD}} = 1,1339 - 0,0645 * \log (\text{Summe von 4 Hautfalten})$

27 Berechnung des Körperfettanteils der Kinder

Nach Deurenberg⁵⁹ wird die Gesamtkörperdichte (D in kg/L) alters- und geschlechtsspezifisch bestimmt. Dabei wird die Summe der vier Hautfaltendicken trizeps, bizeps, subskapular und suprailiakaal in mm eingesetzt. Das Alter entspricht dem vollendeten Lebensjahr.

- Für Jungen:
 $D = 1,1133 - 0,0561 * \log (\text{Summe von 4 Hautfalten}) + 1,7 * \text{Alter} * 0,001$
- Für Mädchen:
 $D = 1,1187 - 0,063 * \log (\text{Summe von 4 Hautfalten}) + 1,9 * \text{Alter} * 0,001$

Die Formeln nach Westrate und Deurenberg⁵⁸ dienen zur Berechnung des Fettanteils (KF) aus der Gesamtkörperdichte (D in kg/L). Die Dichte der Fettmasse wird als konstant betrachtet. Das Alter der Kinder wird als vollendetes Lebensjahr eingesetzt.

- Für Jungen (2 bis 18 Jahre):

$$KF = ((562 - 4,2 * (\text{Alter} - 2)) / D) - (525 - 4,7 * (\text{Alter} - 2))$$
- Für Mädchen (2 bis 10 Jahre):

$$KF = ((562 - 1,1 * (\text{Alter} - 2)) / D) - (525 - 1,4 * (\text{Alter} - 2))$$
- Für Mädchen (10 bis 18 Jahre):

$$KF = ((553 - 7,3 * (\text{Alter} - 10)) / D) - (514 - 8,0 * (\text{Alter} - 10))$$

28 Tabellen

Tabelle 11: Energie- und Nährstoffaufnahme der Erwachsenen zum Studienbeginn, differenziert nach „mit Maßnahme“ und „ohne Maßnahme“, angegeben werden Mittelwert und (95 % CI)

Maßnahme	mit Maßnahme			ohne Maßnahme		
	n	\bar{x}	(95 % CI)	n	\bar{x}	(95 % CI)
Energiezufuhr in kcal						
Duale Diät	73	2007	(1858, 2155)	67	1933	(1814, 2052)
Finanz. Anreiz	67	1923	(1798, 2029)	73	2016	(1872, 2160)
Telemonitoring	23	2038	(1768, 2309)	117	1958	(1856, 2061)
Fettzufuhr in g						
Duale Diät	73	86	(77, 92)	67	77	(70, 84)
Finanz. Anreiz	67	77	(70, 83)	73	84	(76, 93)
Telemonitoring	23	87	(72, 101)	117	80	(74, 85)
Kohlenhydrataufnahme in g						
Duale Diät	73	221	(205, 237)	67	216	(203, 230)
Finanz. Anreiz	67	221	(206, 237)	73	217	(202, 231)
Telemonitoring	23	218	(192, 243)	117	219	(207, 231)
Proteinaufnahme in g						
Duale Diät	73	77	(72, 83)	67	75	(70, 81)
Finanz. Anreiz	67	74	(69, 80)	73	78	(73, 84)
Telemonitoring	23	79	(68, 91)	117	76	(72, 80)
Anteil freier Kohlenhydrate in %						
Duale Diät	73	29	(27, 31)	67	31	(28, 33)
Finanz. Anreiz	67	29	(27, 32)	73	30	(28, 33)
Telemonitoring	23	30	(27, 33)	117	30	(28, 32)

Tabelle 12: Energie- und Nährstoffaufnahme der Kinder zum Studienbeginn, differenziert nach „mit Maßnahme“ und „ohne Maßnahme“, angegeben werden Mittelwert und (95 % CI)

Maßnahme	mit Maßnahme			ohne Maßnahme		
	n	\bar{x}	(95% CI)	n	\bar{x}	(95% CI)
Energiezufuhr in kcal						
Duale Diät	61	1881	(1779, 1982)	54	1766	(1650, 1882)
Finanz. Anreiz	58	1773	(1666, 1879)	57	1881	(1771, 1992)
Telemonitoring	21	1834	(1627, 2040)	94	1825	(1742, 1908)
Fettzufuhr in g						
Duale Diät	61	72	(67, 77)	54	68	(62, 74)
Finanz. Anreiz	58	67	(63, 72)	57	73	(67, 7)
Telemonitoring	21	70	(59, 80)	94	70	(66, 74)
Kohlenhydrataufnahme in g						
Duale Diät	61	234	(219, 249)	54	219	(203, 235)
Finanz. Anreiz	58	220	(205, 236)	57	234	(218, 249)
Telemonitoring	21	229	(198, 261)	94	227	(215, 238)
Proteinaufnahme in g						
Duale Diät	61	68	(64, 72)	54	63	(59, 67)
Finanz. Anreiz	58	65	(60, 69)	57	67	(63, 70)
Telemonitoring	21	67	(61, 72)	94	65	(62, 69)
Anteil freier Kohlenhydrate in %						
Duale Diät	61	36	(34, 39)	54	37	(34, 40)
Finanz. Anreiz	58	36	(33, 39)	57	37	(34, 40)
Telemonitoring	21	36	(32, 40)	94	37	(34, 39)

Tabelle 13: Einfluss der Maßnahmen auf Änderungen von Gewicht und der Energie- und Nährstoffaufnahme der Erwachsenen nach sechs und zwölf Monaten (angegeben werden die Schätzer der Änderungen)

Maßnahme	mit Maßnahme			ohne Maßnahme			Differenz		Signif. (p-Wert)
	n	\bar{x}	(95% CI)	n	\bar{x}	(95% CI)	\bar{x}	(95% CI)	
Änderung des Gewichts (in kg) nach 6 Monaten									
Duale Diät	66	-7,0	(-8,6, -5,4)	56	-4,6	(-6,2, -3,0)	-2,4	(-4,3, -0,5)	0,014
Finanz. Anreiz	68	-6,8	(-8,4, -5,3)	54	-4,7	(-6,4, -3,1)	-2,1	(-4,0, -0,2)	0,034
Telemonitoring	20	-7,1	(-9,4, -4,8)	102	-4,5	(-5,5, -3,4)	-2,6	(-5,2, -0,1)	0,043
Änderung des Gewichts (in kg) nach 12 Monaten									
Duale Diät	50	-8,0	(-10,2, -5,7)	42	-4,7	(-7,1, -2,3)	-3,3	(-6,0, -0,5)	0,021
Finanz. Anreiz	51	-7,7	(-9,9, -5,4)	41	-5,0	(-7,4, -2,5)	-2,7	(-5,4, 0,1)	0,060
Telemonitoring	15	-8,8	(-12,2, -5,4)	77	-3,9	(-5,4, -2,4)	-4,9	(-8,6, -1,2)	0,010
Änderung der Energiezufuhr (in kcal) nach 6 Monaten									
Duale Diät	66	-433	(-594, -271)	55	-206	(-373, -39)	-227	(-423, -29)	0,025
Finanz. Anreiz	67	-330	(-489, -171)	54	-309	(-479, -139)	-21	(-218, 177)	0,838
Telemonitoring	20	-259	(-499, -19)	101	-380	(-487, -272)	121	(-143, 383)	0,367
Änderung der Energiezufuhr (in kcal) nach 12 Monaten									
Duale Diät	50	-401	(-587, -216)	41	-140	(-344, 63)	-261	(-494, -28)	0,029
Finanz. Anreiz	50	-218	(-403, -32)	41	-324	(-527, -121)	106	(-126, 339)	0,365
Telemonitoring	15	-341	(-626, -58)	76	-200	(-326, -74)	-141	(-451, 167)	0,366
Änderung der Fettaufnahme (in g) nach 6 Monaten									
Duale Diät	66	-27	(-36, -18)	55	-9	(-18, -1)	-18	(-29, -7)	0,001
Finanz. Anreiz	67	-15	(-24, -7)	54	-20	(-29, -10)	5	(-7, 16)	0,424
Telemonitoring	20	-18	(-32, -5)	101	-17	(-23, -11)	-1	(-16, 14)	0,996
Änderung der Fettaufnahme (in g) nach 12 Monaten									
Duale Diät	50	-27	(-36, -18)	41	-10	(-19, 0)	-17	(-28, -6)	0,003
Finanz. Anreiz	50	-13	(-22, -5)	41	-23	(-33, -14)	10	(-1, 21)	0,066
Telemonitoring	15	-24	(-37, -10)	76	-13	(-19, -7)	-11	(-25, 4)	0,161
Änderung der Kohlenhydrataufnahme (in g) nach 6 Monaten									
Duale Diät	66	-32	(-51, -13)	55	-21	(-41, -2)	-11	(-33, 13)	0,373
Finanz. Anreiz	67	-37	(-51, -23)	54	-19	(-34, -3)	-18	(-42, 4)	0,108
Telemonitoring	20	-8	(-36, 20)	101	-45	(-57, -32)	37	(6, 67)	0,019
Änderung der Kohlenhydrataufnahme (in g) nach 12 Monaten									
Duale Diät	50	-25	(-49, -1)	41	-4	(-30, 21)	-21	(-50, 9)	0,167
Finanz. Anreiz	50	-18	(-42, 5)	41	-10	(-36, 15)	-8	(-37, 21)	0,591
Telemonitoring	15	-12	(-48, 24)	76	-17	(-32, -1)	5	(-34, 43)	0,811
Änderung der Proteinaufnahme (in g) nach 6 Monaten									
Duale Diät	66	-11	(-18, -3)	55	-7	(-15, -1)	-4	(-13, 5)	0,440
Finanz. Anreiz	67	-8	(-15, 0)	54	-10	(-18, -2)	2	(-7, 11)	0,604
Telemonitoring	20	-8	(-19, 3)	101	-9	(-14, -4)	1	(-11, 13)	0,879
Änderung der Proteinaufnahme (in g) nach 12 Monaten									
Duale Diät	50	-12	(-21, -3)	41	-3	(-13, 6)	-9	(-20, 2)	0,500
Finanz. Anreiz	50	-6	(-15, 3)	41	-10	(-19, 0)	4	(-7, 15)	0,118
Telemonitoring	15	-12	(-26, 1)	76	-3	(-9, 3)	-9	(-24, 6)	0,220
Änderung des Anteils freier Kohlenhydrate (in %) nach 6 Monaten									
Duale Diät	66	-3	(-6, 0)	55	1	(-3, 4)	4	(-1, 8)	0,091
Finanz. Anreiz	67	-1	(-4, 2)	54	-1	(-5, 2)	0	(-4, 5)	0,978
Telemonitoring	20	6	(1, 10)	101	-2	(-5, 0)	-8	(-14, -1)	0,021
Änderung des Anteils freier Kohlenhydrate (in %) nach 12 Monaten									
Duale Diät	50	-5	(-9, -1)	41	-1	(-6, 4)	4	(-1, 9)	0,153
Finanz. Anreiz	50	-2	(-6, 2)	41	-4	(-8, 1)	-2	(-7, 3)	0,421
Telemonitoring	15	-3	(-9, 4)	76	-3	(-6, 0)	0	(-7, 7)	0,950

Tabelle 14: Einfluss der Maßnahmen auf Änderungen des BMI-SDS und der Energie- und Nährstoffaufnahme der Kinder nach sechs und zwölf Monaten (angegeben werden die Schätzer der Änderungen)

Maßnahme	mit Maßnahme			ohne Maßnahme			Differenz		Signif. (p-Wert)
	n	\bar{x}	(95% CI)	n	\bar{x}	(95% CI)	\bar{x}	(95% CI)	
Änderung des BMI-SDS nach 6 Monaten									
Duale Diät	52	-0,20	(-0,11, -0,28)	44	-0,18	(-0,28, -0,09)	-0,02	(-0,12, 0,09)	0,802
Finanz. Anreiz	56	-0,22	(-0,31, -0,14)	40	-0,16	(-0,25, -0,06)	-0,06	(-0,17, 0,04)	0,221
Telemonitoring	14	-0,22	(-0,35, -0,08)	82	-0,16	(-0,22, -0,11)	-0,06	(-0,20, 0,09)	0,448
Änderung des BMI-SDS nach 12 Monaten									
Duale Diät	39	-0,20	(-0,35, -0,05)	34	-0,24	(-0,39, -0,07)	-0,04	(-0,15, 0,22)	0,707
Finanz. Anreiz	44	-0,24	(-0,38, -0,10)	29	-0,19	(-0,36, -0,02)	-0,05	(-0,24, 0,14)	0,609
Telemonitoring	13	-0,20	(-0,42, 0,02)	60	-0,23	(-0,33, -0,13)	-0,03	(-0,21, 0,27)	0,823
Änderung der Energiezufuhr (in kcal) nach 6 Monaten									
Duale Diät	52	-274	(-423, -124)	44	-87	(-248, 74)	-187	(-364, -9)	0,040
Finanz. Anreiz	56	-176	(-323, -29)	40	-185	(-349, -21)	9	(-171, 188)	0,924
Telemonitoring	14	-241	(-475, -6)	82	-120	(-217, -23)	-121	(-374, 133)	0,346
Änderung der Energiezufuhr (in kcal) nach 12 Monaten									
Duale Diät	39	-223	(-395, -50)	34	-88	(-277, 101)	-135	(-353, 83)	0,222
Finanz. Anreiz	44	-159	(-326, 9)	29	-152	(-348, 45)	-7	(-229, 215)	0,950
Telemonitoring	13	-147	(-407, 113)	60	-163	(-285, -42)	16	(-268, 302)	0,907
Änderung der Fettaufnahme (in g) nach 6 Monaten									
Duale Diät	52	-15	(-23, -6)	44	-5	(-14, 4)	-9	(-19, 0)	0,060
Finanz. Anreiz	56	-8	(-17, 0)	40	-12	(-21, -3)	4	(-7, 13)	0,528
Telemonitoring	14	-14	(-27, -1)	82	-6	(-12, -1)	-7	(-21, 7)	0,296
Änderung der Fettaufnahme (in g) nach 12 Monaten									
Duale Diät	39	-13	(-22, -4)	34	-7	(-16, 3)	-6	(-17, 5)	0,271
Finanz. Anreiz	44	-9	(-17, -1)	29	-11	(-20, -1)	2	(-10, 13)	0,794
Telemonitoring	13	-12	(-25, 1)	60	-8	(-14, -2)	-4	(-19, 10)	0,539
Änderung der Kohlenhydrataufnahme (in g) nach 6 Monaten									
Duale Diät	52	-27	(-48, -6)	44	-10	(-33, 13)	-17	(-43, 8)	0,182
Finanz. Anreiz	56	-21	(-42, 0)	40	-16	(-39, 7)	-5	(-30, 21)	0,717
Telemonitoring	14	-22	(-55, 12)	82	-15	(-29, -1)	-7	(-43, 29)	0,703
Änderung der Kohlenhydrataufnahme (in g) nach 12 Monaten									
Duale Diät	39	-19	(-45, 6)	34	-3	(-31, 25)	-16	(-49, 16)	0,313
Finanz. Anreiz	44	-11	(-35, 14)	29	-12	(-41, 17)	1	(-31, 34)	0,933
Telemonitoring	13	-3	(-41, 36)	60	-20	(-38, -2)	-17	(-25, 60)	0,412
Änderung der Proteinaufnahme (in g) nach 6 Monaten									
Duale Diät	52	-8	(-14, -1)	44	-1	(-8, 6)	-7	(-14, 1)	0,082
Finanz. Anreiz	56	-4	(-10, 2)	40	-5	(-12, 2)	1	(-7, 8)	0,897
Telemonitoring	14	-8	(-18, 2)	82	-1	(-5, 3)	-7	(-18, 4)	0,218
Änderung der Proteinaufnahme (in g) nach 12 Monaten									
Duale Diät	39	-6	(-12, 1)	34	-3	(-10, 4)	-3	(-11, 6)	0,510
Finanz. Anreiz	44	-7	(-13, -1)	29	-2	(-9, 6)	-5	(-13, 3)	0,243
Telemonitoring	13	-7	(-17, 3)	60	-2	(-7, 2)	-5	(-15, 6)	0,413
Änderung des Anteils freier Kohlenhydrate (in %) nach 6 Monaten									
Duale Diät	46	-10	(-14, -5)	41	-7	(-11, -2)	-5	(-10, 0)	0,060
Finanz. Anreiz	51	-7	(-13, -2)	36	-8	(-13, -3)	1	(-4, 7)	0,676
Telemonitoring	11	-12	(-19, -4)	76	-3	(-6, 0)	-9	(-17, -1)	0,034
Änderung des Anteils freier Kohlenhydrate (in %) nach 12 Monaten									
Duale Diät	37	-9	(-15, -2)	29	-3	(-10, 4)	-6	(-13, 2)	0,144
Finanz. Anreiz	38	-2	(-8, 4)	28	-10	(-17, -3)	8	(0, 16)	0,045
Telemonitoring	10	-7	(-17, 3)	56	-4	(-8, 0)	-3	(-14, 8)	0,558

Tabelle 15: Prozentuale Verteilung der Hauptnährstoffe in Abhängigkeit von der Diät bei den Erwachsenen und Kindern zum Studienbeginn, nach sechs und nach zwölf Monaten, angegeben werden die Mittelwerte (DD = Duale Diät, Kalo = Kalorienrestriktion; unberücksichtigt ist der Alkoholanteil)

				Energie -%	Energie -%	Energie -%
				Kohlenhydrate	Fett	Protein
Erwachsene						
Studienbeginn	DD	n = 73		44	39	15
	Kalo	n = 62		45	36	16
nach 6 Monaten	DD	n = 66		46	34	17
	Kalo	n = 55		44	35	16
nach 12 Monaten	DD	n = 50		47	33	17
	Kalo	n = 41		47	34	16
Kinder						
Studienbeginn	DD	n = 61		50	34	15
	Kalo	n = 54		50	35	14
nach 6 Monaten	DD	n = 52		50	33	16
	Kalo	n = 44		50	34	15
nach 12 Monaten	DD	n = 39		50	33	16
	Kalo	n = 34		51	33	15

Zusammenfassung

Bisherige Maßnahmen in der Adipositas therapie sind nur oft nur mäßig wirksam und wenig nachhaltig. Begleit- und Folgeerkrankungen der Adipositas und die verursachten hohen Kosten für das Gesundheitssystem erfordern Therapieoptionen, die nicht nur mittelfristig wirksam sind, sondern auch langfristig effektiv bleiben und die Gesundheit nachhaltig verbessern.

Für adipöse Erwachsene wie für adipöse Kinder werden zahlreiche Gewichtsreduktionsprogramme angeboten. Oftmals sind die Eltern adipöser Kinder auch adipös. Therapeutische Maßnahmen für die gesamte Familie gewinnen daher an Bedeutung. Bisher werden diese jedoch nur selten durchgeführt und/oder sind ungenügend evaluiert.

Aus der Suchtforschung ist bekannt, dass ein finanzieller Anreiz die Erfolge verbessern kann. Es ist möglich, dass dies auch in der Adipositas therapie bei Eltern und ihren Kindern zutrifft. Kurzfristig effektive Gewichtsabnahmen mit finanziellem Anreiz sind bei Erwachsenen zwar bekannt, doch erzielte Langzeiteffekte sind widersprüchlich. Bei adipösen Kindern ist diese Maßnahme bisher nicht überprüft worden.

Mit den bisher durchgeführten Programmen sind die erzielten Gewichtsabnahmen meist nur moderat. Übliche Diäten der Standardtherapie sind gemäß Leitlinien der Fachgesellschaften in ihrem Fettanteil reduziert. Diäten mit einem niedrigen glykämischen Index (GI) sind in den letzten Jahren populär geworden. Studienergebnisse zeigen eine kurz- bis mittelfristig überlegene Wirksamkeit. Eine Kombination beider Diätformen scheint daher sinnvoll zu sein.

Ein weiterer Aspekt der Therapie ist die Bewegungssteigerung. Klärungsbedürftig ist, wie Adipöse langfristig zu körperlicher Bewegung motiviert werden können. Fortschritte der Informationstechnologie erlauben mit dem Telemonitoring eine individuelle Datenübertragung und Bewertung von Gewichts- und Aktivitätsdaten durch Betreuer. Die Brauchbarkeit eines solchen telemedizinischen Konzeptes wurde bisher nur unzureichend untersucht.

Vor diesem Hintergrund ist es erforderlich, neue Maßnahmen in der Therapie adipöser Familien zu entwickeln und zu überprüfen. Diese sind:

- (1) ein finanzielles Erfolgshonorar,
- (2) die Duale Diät und
- (3) die telemedizinische Kontrolle von physischer Aktivität und Gewicht.

Finanzieller Anreiz In der Interventionsgruppe „Anreiz“ wurden Erwachsene nach sechs und nach zwölf Monaten mit 5 € pro abgenommenem Kilogramm honoriert, ausgehend vom Körpergewicht zum Studienbeginn. Die Kinder erhielten ihr Honorar wegen des physiologischen Längenwachstums gemäß einer stratifizierenden Gewichtszielempfehlung.

Duale Diät Die teilnehmenden Familien wurden in Gruppen diätspezifisch geschult mit dem Ziel eines Energiedefizits von 500 kcal pro Tag. Die Energieaufnahme sollte anteilig gedeckt werden über 55 % Kohlenhydrate, 30 % Fett und 15 % Eiweiß. Unter der kalorienreduzierten Mischkost erfolgte die Energiereduktion durch einen geringeren Fettverzehr. Unter der Dualen Diät wurde die Kalorienrestriktion mit der Bevorzugung von Kohlenhydraten mit niedrigem GI kombiniert. Ziel dieser Schulung war die Befähigung zur Senkung des GI durch den Austausch von Nahrungsmitteln.

Telemonitoring Für das Telemonitoring wurde ein telemedizinisches Set der Aipermon GmbH & Co. KG, München eingesetzt, bestehend aus einer Personenwaage und einem Aktivitätssensor. Dieser täglich am Körper getragene dreidimensionale Akzelerationssensor ermittelte verschiedene Intensitäten der Alltagsaktivität. Die Daten wurden wöchentlich an die Untersucher übermittelt. Die Teilnehmer erhielten kommentierende und motivierende Briefe wöchentlich für zwölf Monate. Jeder Brief beinhaltete die individuelle Gewichtskurve von Beginn der Studie an und eine Darstellung der körperlichen Aktivität der letzten Woche.

Zur Überprüfung der Wirksamkeit der neuen Maßnahmen wurde die Studie mit dreifaktoriellem Design über zwölf Monate durchgeführt. Zu allen Untersuchungsterminen wurde ein prospektiv geführtes 3-tägiges Ernährungsprotokoll mit DGE-PC unter der Verwendung des Bundeslebensmittelschlüssels (BLS) II.2 ausgewertet, und es wurden die Körpermaße, die Hautfaltendicken mittels Kaliper, der Blutdruck, Laborwerte des Kohlenhydrat- und Fettstoffwechsels sowie die Adipokine Leptin und Adiponektin gemessen.

An der Studie nahmen 110 Familien mit mindestens einem übergewichtigen Elternteil ($n = 143$, Body Mass Index (BMI) $33,3 \pm 5,4 \text{ kg/m}^2$, Alter 39 ± 5 Jahre) und mindestens einem adipösen Kind teil ($n = 119$, BMI-Standard Deviation Score $2,03 \pm 0,56$, Alter 10 ± 2 Jahre).

Der Vergleich der Gewichtsreduktion und der untersuchten Maßnahmen zeigte: Erwachsene unter jeder einzeln zu überprüfenden Maßnahme nahmen besser ab als diejenigen ohne diese Maßnahme. Dies war nach sechs Monaten statistisch gesichert:

- Anreiz versus kein Anreiz: -6,8 versus -4,7 kg, $p = 0,034$;
- Duale Diät versus Kalorienrestriktion: -7,0 versus -4,6 kg, $p = 0,014$;
- Telemonitoring versus kein Telemonitoring: -7,1 versus -2,6 kg, $p = 0,043$.

Nach zwölf Monaten waren die Duale Diät und Telemonitoring mit statistischer Signifikanz effektiver als deren Nichtanwendung. Die Überlegenheit des finanziellen Erfolgshonorars war nicht mehr zu sichern, allerdings verbesserte seine Anwendung die Compliance auch nach zwölf Monaten. Erwachsene der Gruppe „kein Anreiz“ brachen die Studie häufiger ab als die der Anreiz-Gruppe ($p = 0,021$). Zwischen den anderen Interventions- und ihren Kontrollgruppen unterschieden sich die Abbrecherquoten nicht.

Es zeigte sich deutlich, dass eine Maßnahmenkombination mehr bewirkt als die Einzelmaßnahmen: unter Telemonitoring + Duale Diät + Anreiz war die mittlere Gewichtsreduktion um 13,0 kg neunfach höher als unter Kalorienrestriktion ohne zusätzliche Maßnahmen.

Unbestritten ist, dass Gewichtsabnahmen die Komorbiditäten verbessern. Von der Gewichtsreduktion profitierten Blutdruckwerte, HbA1c, WBC, ALAT und Leptin. Besserungen von Glucose, Insulin, hs-CRP, ASAT und GGT waren aber erst ab einer 10 %-igen Gewichtsreduktion zu beobachten.

Die Wirksamkeit der überprüften Einzelmaßnahmen war bei den Kindern im Gegensatz zu ihren Eltern nicht nachweisbar. Dennoch verbesserten alle Kinder zusammengenommen ihren mittleren BMI-SDS um 0,18 ($p = 0,000$) nach sechs und um 0,23 ($p = 0,000$) nach zwölf Monaten, was in der gleichen Größenordnung liegt wie die bei den Eltern beobachtete Gewichtsreduktion. Konsequenz dieser Beobachtung ist, dass anscheinend weniger die ergriffene Maßnahme von Bedeutung ist als vielmehr die Einbindung in Programme, die die gesamte Familie erfassen.

Die Assoziationen von Übergewichtsreduktion und verbesserter Stoffwechseleinstellung bei Kindern waren aber eindeutig. Eine Übergewichtsreduktion im Kindesalter ist anti-atherosklerotisch, anti-inflammatorisch, insulinsensitivierend und verbessert die Stoffwechseleistung der Leber. Allerdings muss das Ausmaß dieser Reduktion mit -0,62 BMI-SDS-Einheiten relativ hoch sein, um positive Effekte zu erzielen.

summary

Both obesity and the obesity associated diseases increase steadily and put a heavy financial burden on the health care systems in many countries. Nevertheless, the traditional treatments yield successes which are frequently insufficient and not sustained. Therefore, there is a need for alternative treatments.

There are many programs to treat both obese adults and obese children. Often not only the child is obese, but also other family members like the parents. Therefore, projects that address weight loss for both parents and children are necessary. Interventions in families are neither proven to have clinically significant benefit nor are they widely available.

Addiction research has shown that financial incentives can improve outcome and compliance. Financial incentives may also improve weight reduction. Its effectiveness in adults is well known in the short term, but not in the long term. For children, there is a lack of respective investigations.

Traditionally, weight management programs focus on restricting energy consumption through reduced fat intake. However, experience shows that adherence to this measure is difficult, that the resulting weight losses are often suboptimal, and that going off the diet is frequently followed by a rebound weight gain. Dietary interventions preferring carbohydrates with a low glycemic index (low-GI) are an alternative treatment. Short-term trials show that obese participants lose more weight and have more improvements in lipid profiles than those receiving conventional diets. Therefore, diets combining energy restriction with a preference for carbohydrate with low-GI are reasonable.

Another important aspect is physical activity. Respective efforts must aim to motivate obese patients to be physically active, if possible for long-term periods. As information technology advance, telemonitoring offers a new approach combining the control of body weight and of physical activity every day. The transfer of these data allows a regular feedback by the carer, e.g. in form of a weekly letter. However, this kind of new approach still requires evaluation.

These considerations are reasons for the newly developed strategies investigated in our study:

- (1) financial incentive,
- (2) a diet combining calorie restriction with preference of low-GI carbohydrates and
- (3) telemonitoring of weight and physical activity.

Financial incentive For the parents, the financial incentive was 5 Euros for each kilogram lost which being paid twice, after six and twelve months. For children, the reduction of their obesity was also paid taking into account the individual need to loose weight.

Dual Diet All participants were informed about energy restriction and the aim was to reduce their daily calorie intake by 500 kcal. The target macronutrient composition was more than 55% energy from carbohydrates, less than 30% from fat, and 15% energy from protein. The participants under “Dual Diet” were advised not to avoid carbohydrates, but to exchange high-GI carbohydrates for low-GI carbohydrates.

Telemonitoring The telemedical equipment consisted of a weighing scale for each family and an accelerometer for each participant. All instruments were bought from Aipermon GmbH, Munich, Germany. The accelerometer, which was worn on a belt, measured body activity in three dimensions and calculated the calories burned every-day. The data were transmitted and a weekly feedback letter was generated by the carers and sent to each participant. Each report gave the individual’s weight curve from the beginning of the project and a graph, showing physical activity for each day of the past week.

These three weight-reduction strategies were investigated in this randomized and controlled study for twelve months. The study followed a three-factorial design. At baseline, after six and after twelve months, dietary habits were monitored by 3-day food records. The data in these records were evaluated by means of a specific software (DGE-PC), which calculates macronutrient and micronutrient intakes using the Bundeslebensmittelschlüssel version II.2. At all check-ups, measurements of weight, height, skin folds, and blood pressure were recorded and blood samples were taken.

110 families with at least one obese adult ($n = 143$, Body Mass Index (BMI) 33.3 ± 5.4 kg/m², age 39 ± 5 years) and at least one obese child ($n = 119$, BMI-Standard Deviation Score 2.03 ± 0.56 , age 10 ± 2 years) participated in the study.

The comparison of the newly developed strategies revealed: in adults, all strategies were more effective than non-application of the strategy. The weight-losses were statistically significant after six months:

- financial incentive versus non-financial incentive: -6.8 versus -4.7 kg, $p = 0.034$;
- Dual Diet versus energy restriction: -7.0 versus -4.6 kg, $p = 0.014$;
- telemonitoring versus non-telemonitoring: -7.1 versus -2.6 kg, $p = 0.043$.

After twelve months, Dual Diet and telemonitoring were more effective than their non-application. The effectiveness of financial incentive disappeared after twelve months, but this incentive decreased the dropout rates. Adults without the financial incentive dropped out more often than adults with the incentive ($p = 0.021$). The other two strategies - Dual Diet and telemonitoring – did not influence the dropout rate.

The combination of the additional strategies improved the weight losses markedly: the combination “telemonitoring plus Dual Diet plus financial incentive” yielded a weight loss of 13 kg, which is nine times higher than the weight loss after energy restriction alone.

As expected, weight reduction decreased co-morbidities. It was closely associated with improvements in blood pressure, HbA1c, ALAT and leptin. Improvements in glucose, insulin, hs-CRP, ASAT and GGT were observed only when the weight-loss was greater than ten percent. These changes in biochemistry were associated with changes in BMI and body weight (kg) but - surprisingly - not with changes of the waist circumference.

In contrast to their parents, the effectiveness of the three different strategies could not be proven in children. Still, the children also derived benefits from their participation in this study. They improved their BMI-SDS by 0.18 ($p = 0.000$) after six months and by 0.23 ($p = 0.000$) after twelve months, which is the same order of magnitude of weight loss which was observed in their parents. We conclude that the choice of a particular weight loss program is for children less important than the inclusion into a family-wide program.

The observed reduction of the BMI-SDS in children was also associated with improvements of metabolic parameters. This concerned, like in their parents, risk parameters of atherosclerosis, markers of inflammation, activity of hepatic enzymes and the carbohydrate-metabolism. However, these improvements were observed only in children with a marked reduction of obesity (-0.62 BMI-SDS-units).

Danksagung

Die vorliegende Dissertation wurde von Herrn Prof. Dr. med. Dipl.-Chem. Claus Luley betreut. Ich möchte mich bei ihm ganz herzlich für die Überlassung des Themas, für seine umfassende fachliche Begleitung und das in mich gesetzte Vertrauen bedanken. Seine Diskussionsbereitschaft und die zahlreichen Gespräche waren bei der Erstellung dieser Arbeit sehr hilfreich.

Frau Prof. Dr. oec. troph. Gabriele Stangl und Herrn Juniorprofessor Dr. oec. troph. Andreas Müller danke ich für die Übernahme der wissenschaftlichen Begutachtung.

Bei Frau Prof. Dr. oec. troph. Jutta Dierkes bedanke ich mich für ihr Engagement.

Mein besonderer Dank gilt Frau PD Dr. med. Sabine Westphal für ihre Hilfe bei klinischen Fragen und darüber hinaus für Ihren warmherzigen Umgang mit den Familien.

Herrn Prof Dr. rer. nat. Siegfried Kropf möchte ich für die Unterstützung beim Lösen statistischer Fragen danken.

Frau Dipl oec. troph. Steffi Aronica danke ich herzlich für ihre Einsatzbereitschaft und die sehr herzliche Zusammenarbeit.

Ich bedanke mich bei allen Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern des Instituts für Klinische Chemie und Pathobiochemie. Ein besonderer Dank gilt all jenen, die an zahlreichen Wochenenden die Durchführung der Untersuchungstermine gewährleisteten. Die medizinisch technischen Assistentinnen waren eine große Hilfe bei Probengewinnung, -aufbereitung und -analyse. Dafür vielen Dank.

Die AOK Sachsen-Anhalt unterstütze freundlicherweise die Studie finanziell.

Bei Herrn Jobst Gerste und Frau Alexandra Jekal bedanke ich mich für das sorgfältige Korrekturlesen und die stilistischen Hinweise.

Den Familien danke ich sehr herzlich – ohne ihre Teilnahme wäre diese Arbeit nicht entstanden.

Lebenslauf

von Alexandra Blaik

geboren am 20.01.1983 in Neindorf

- | | |
|-------------------|---|
| seit 03/2010 | zertifiziert zur Ernährungsberaterin/DGE |
| seit 08/2009 | tätig als Ernährungsberaterin am Olympiastützpunkt Sachsen-Anhalt, Standort Magdeburg |
| seit 02/2008 | tätig als wissenschaftliche Mitarbeiterin am Institut für Klinische Chemie und Pathobiochemie, Otto-von-Guericke Universität Magdeburg |
| seit 01/2008 | Diplom-Ernährungswissenschaftlerin
Thema der Diplomarbeit: „Ernährung, Risikofaktoren und funktionelle Parameter der Atherosklerose bei übergewichtigen und adipösen Kindern und ihren Eltern“ |
| 10/2006 - 01/2008 | wissenschaftliche Hilfskraft am Institut für Klinische Chemie und Pathobiochemie, Otto-von-Guericke Universität Magdeburg |
| 10/2002 - 01/2008 | Studium der Ernährungswissenschaft
Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg |
| 09/1993 - 07/2002 | Besuch des Gymnasiums Oschersleben |
-

Selbstständigkeitserklärung

Hiermit erkläre ich an Eides Statt, dass ich die eingereichte Dissertation „ **Maßnahmen zur Gewichtsreduktion in Familien mit Adipositas: Effizienz von finanzieller Erfolgshonorierung, einer kombinierten Diät und Telemonitoring**“ selbstständig angefertigt habe und mit dieser wissenschaftlichen Arbeit noch keine vergeblichen Promotionsversuche unternommen wurden. Weiterhin versichere ich, dass ich die zur Erstellung der Dissertationschrift verwendeten wissenschaftlichen Arbeiten und Hilfsmittel genau und vollständig angegeben habe.

Des Weiteren erkläre ich, dass keine Strafverfahren gegen mich anhängig sind.

Alexandra Blaik