

**AUS DEM INSTITUT FÜR BEWEGUNGS- UND NEUROWISSENSCHAFT
- ABT. BEWEGUNGS- UND GESUNDHEITSFÖRDERUNG -
DER DEUTSCHEN SPORHOCHSCHULE KÖLN**

Geschäftsführender Leiter: Univ. Prof. Dr. Sportwiss. Heiko K. Strüder

Einfluss einer einjährigen Bewegungsintervention für
übergewichtige und adipöse Kinder und Jugendliche auf
die gewichtsbezogene maximale Sauerstoffaufnahme und
die Leistungsparameter des 6-Minuten-Laufs

von der Deutschen Sporthochschule Köln
zur Erlangung des akademischen Grades
Doktor der Sportwissenschaften
genehmigte Dissertation

vorgelegt von
Axel Kupfer
aus Mühldorf am Inn (Obb.)

Köln 2010

1. Referent: Univ.-Prof. Dr. Sportwiss. Heiko K. Strüder
2. Referent: PD Dr. med. Dr. Sportwiss. Christine Graf

Vorsitzende des Promotionsausschusses:
Univ.-Prof. Dr. phil. Ilse Hartmann-Tews

Rigorosum Trainingslehre: 14.12.2010
Rigorosum Rehabilitation: 20.12.2010

Eidesstattliche Erklärung

Hierdurch versichere ich an Eides statt: Ich habe diese Dissertationsarbeit selbstständig und nur unter Verwendung der angegebenen Quellen angefertigt; sie hat noch an keiner anderen Stelle zur Prüfung vorgelegen.

Wörtlich übernommene Textstellen, auch Einzelsätze oder Teile davon, sind als Zitate kenntlich gemacht.

Axel Kupfer

Danksagung

Ich bedanke mich herzlich bei Herrn Univ.-Prof. Dr. Sportwiss. Heiko K. Strüder für die engagierte Betreuung dieser Arbeit sowie für die konstruktiven Kritiken und Anregungen.

Mein besonderer Dank gilt Frau Priv. Doz. Dr. med. Dr. Sportwiss. Christine Graf für die Bereitstellung des Themas sowie für die Unterstützung bei jeglicher Art von Fragen.

Meinen Kolleginnen und Kollegen des Instituts für Bewegungs- und Neurowissenschaft bin ich für die gute Zusammenarbeit und die freundschaftliche Verbundenheit sehr dankbar. Stellvertretend seien hier Dr. Benjamin Koch, Dr. Helge Knigge, Frau Richter und Herr Krause genannt.

Inhalt

	Seite
Inhalt	I
Abbildungsverzeichnis	III
Tabellenverzeichnis	V
Abkürzungsverzeichnis	VIII
1 Einleitung	1
1.1 Ursachen für Übergewicht und Adipositas im Kindes- und Jugendalter ...	5
1.2 Gesundheitliche Aspekte von Übergewicht und Adipositas im Kindes- und Jugendalter	7
1.3 Erfassung des Bewegungsverhaltens	10
1.4 Behandlungsmethoden und Präventionsmöglichkeiten	12
1.4.1 Das CHILT Projekt (Children´s Health InterventionAL Trial)	14
2 Problemstellung	22
2.1 Erfassung der maximalen Ausdauerleistungsfähigkeit	22
2.2 Interdisziplinäre Interventionen bei Adipositas im Kindes- und Jugendalter.	27
3 Methodik	32
3.1 Untersuchungskollektiv	32
3.1.1 CHILT II (StEP TWO)	32
3.1.2 CHILT III	33
3.2 Untersuchungsgang	34
3.2.1 Erhebung der anthropometrischen Daten	36
3.2.2 Der 6-Minuten-Lauf	37
3.2.3 Ruhe-EKG	38
3.2.4 Fahrradergometrische Belastungsuntersuchung	39
3.2.4.1 Abbruchkriterien	40
3.2.5 Spiroergometrische Untersuchung	41
3.2.6 Laktatbestimmung	42
3.3 Statistische Verfahren	43
4 Ergebnisse	48
4.1 Vergleich der Messmethoden	49
4.1.1 CHILT II (StEP TWO)	49
4.1.2 CHILT III	59
4.2 Interventionseffekte	65

4.2.1	Anthropometrische Daten	66
4.2.1.1	CHILT II (StEP TWO)	66
4.2.1.2	CHILT III	69
4.2.2	Laufleistung des 6-Minuten-Laufs	73
4.2.2.1	CHILT II (StEP TWO)	73
4.2.2.2	CHILT III	74
4.2.3	Spiroergometrische Leistungsdaten	75
4.2.3.1	CHILT II (StEP TWO)	75
4.2.3.2	CHILT III	76
5	Diskussion	80
5.1	Diskussion der Methoden	80
5.1.1	Ergometrische Verfahren	81
5.1.1.1	Belastungsprogramme	82
5.1.1.2	Laktatbestimmung.....	84
5.1.2	Sportmotorische Verfahren	85
5.2	Diskussion der Intervention	89
5.3	Diskussion der Ergebnisse	94
5.3.1	Der 6-Minuten-Lauf als Instrument zur Erfassung der kardiopulmonalen Ausdauerleistungsfähigkeit	94
5.3.2	Interventionseffekte	101
6	Zusammenfassung	117
7	Literaturverzeichnis	120
	Anhang	153
	Lebenslauf	159
	Abstract	160

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1-1:	Perzentile für den BMI von Jungen im Alter von 0-18 Jahren (KROMEYER-HAUSCHILD, 2001, S. 811)	4
Abb. 1-2:	Perzentile für den BMI von Mädchen im Alter von 0-18 Jahren (KROMEYER-HAUSCHILD, 2001, S. 811)	4
Abb. 1-3:	Adipositas-assoziierte Begleiterkrankungen (LEHRKE und LÄSSLE, 2002; S. 503) .	8
Abb. 1-4:	Modifizierte Präventionskaskade der WHO (aus: GRAF, 2007, S. 111).....	14
Abb. 1-5:	Stufenkonzept des CHILT-Projekts (eigene Darstellung).	16
Abb. 1-6:	Die Kinderernährungspyramide (MANNHARDT, 2003, S. 206).	18
Abb. 1-7:	Die Kinderbewegungspyramide (nach GRAF et al., 2005e, S. 152).	19
Abb. 2-1:	Die maximale Sauerstoffaufnahme ($\dot{V}O_{2max}/kg \cdot min^{-1}$) bei Jungen und Mädchen des 6. bis 18. Lebensjahrs. Es handelt sich um Fahrradergometerbelastungen (linke Darstellung). Auf der rechten Darstellung ist die absolute maximale Sauerstoffaufnahme angegeben (nach KLEMT, 1987; aus: HOLLMANN und STRÜDER, 2009, S. 504).	23
Abb. 3-1:	Untersuchungsablauf der Belastungsuntersuchung im Labor (eigene Darstellung).	34
Abb. 3-2:	Untersuchungsablauf der sportmotorischen Tests in der schuleigenen Turnhalle (eigene Darstellung).	34
Abb. 3-3:	Aufbauskizze für den 6-Minuten-Lauf um das Volleyballfeld in der Turnhalle (eigene Darstellung).	38
Abb. 3-4:	Spiroergometrische Belastungsuntersuchung auf dem Fahrrad-Ergometer.....	39
Abb. 3-5:	Abbruchkriterien bei Belastungsuntersuchungen (modifiziert nach LAWRENZ und HEBESTREIT in HEBESTREIT et al., 2002).	41
Abb. 3-6:	Schematische Darstellung des enzymatisch-amperometrischen Messprinzips (aus: EPPENDORF, 2000, S. 2-1).	43
Abb. 4-1:	Zusammenhang zwischen der Laufleistung des 6-Minuten-Laufs und der maximalen Sauerstoffaufnahme ($\dot{V}O_{2max}$) der Interventionsgruppe des Untersuchungskollektivs CHILT II (StEP TWO) zum Messzeitpunkt T1	51
Abb. 4-2:	Zusammenhang zwischen der Laufleistung des 6-Minuten-Laufs und der maximalen Sauerstoffaufnahme ($\dot{V}O_{2max}$) des Untersuchungskollektivs CHILT II (StEP TWO) zum Messzeitpunkt T1 der 8- bis 10-jährigen.	52
Abb. 4-3:	Zusammenhang zwischen der Laufleistung des 6-Minuten-Laufs und der gewichtsspezifischen maximalen Sauerstoffaufnahme ($rel\dot{V}O_{2max}$) der Interventionsgruppe des Untersuchungskollektivs CHILT II (StEP TWO) zum Messzeitpunkt T1	53
Abb. 4-4:	Zusammenhang zwischen der Laufleistung des 6-Minuten-Laufs und der gewichtsspezifischen maximalen Sauerstoffaufnahme ($rel\dot{V}O_{2max}$) der Interventionsgruppe des Untersuchungskollektivs CHILT II (StEP TWO) zum Messzeitpunkt T2	54
Abb. 4-5:	Zusammenhang zwischen der Laufleistung des 6-Minuten-Laufs [m] und der Leistung [W] bei einer Laktatkonzentration von 4 mmol/l des Untersuchungskollektivs CHILT II (StEP TWO) zum Untersuchungszeitpunkt T1	55
Abb. 4-6:	Zusammenhang zwischen der Laufleistung des 6-Minuten-Laufs [m] und der Leistung [W] bei maximale Laktatkonzentration des Untersuchungskollektivs CHILT II (StEP TWO) zum Untersuchungszeitpunkt T1	56
Abb. 4-7:	Zusammenhang zwischen der Laufleistung des 6-Minuten-Laufs [m] und der maximalen Leistung [W] des Untersuchungskollektivs CHILT II (StEP TWO) zum Untersuchungszeitpunkt T1	57

Abb. 4-8:	Zusammenhang zwischen der Laufleistung des 6-Minuten-Laufs [m] und der maximalen Leistung des Untersuchungskollektivs CHILT II (STEP TWO) zum Untersuchungszeitpunkt T1	58
Abb. 4-9:	Zusammenhang zwischen der Laufleistung des 6-Minuten-Laufs [m] und der maximalen Leistung des Untersuchungskollektivs CHILT II (STEP TWO) zum Untersuchungszeitpunkt T2	58
Abb. 4-10:	Zusammenhang zwischen der Laufleistung des 6-Minuten-Laufs und der gewichtsspezifischen maximalen Sauerstoffaufnahme ($relVO_{2max}$) der Interventionsgruppe des Untersuchungskollektivs CHILT III zum Messzeitpunkt T1	61
Abb. 4-11:	Zusammenhang zwischen der Laufleistung des 6-Minuten-Laufs und der maximalen Leistung der Interventionsgruppe des Untersuchungskollektivs CHILT III zum Messzeitpunkt T1	62
Abb. 4-12:	Zusammenhang zwischen der Laufleistung des 6-Minuten-Laufs und der maximalen Leistung der Interventionsgruppe des Untersuchungskollektivs CHILT III zum Messzeitpunkt T2	63
Abb. 4-13:	Zusammenhang zwischen der Laufleistung des 6-Minuten-Laufs [m] und der relativen Leistung [W/kg] der Interventionsgruppe des Untersuchungskollektivs CHILT III zum Messzeitpunkt T1	64
Abb. 4-14:	Zusammenhang zwischen der Laufleistung des 6-Minuten-Laufs [m] und der relativen Leistung [W/kg] bei einer Laktatkonzentration von 2 mmol/l der Interventionsgruppe des Untersuchungskollektivs CHILT III zum Messzeitpunkt T1	65
Abb. 4-15:	Verlauf des BMI-SDS zwischen Eingangs- (T1) und Abschlussuntersuchung (T2). Dargestellt als Mittelwerte für die Interventionsgruppe (IG) und die Kontrollgruppe (KG).	69
Abb. 4-16:	Verlauf des BMI des Untersuchungskollektivs CHILT III zwischen Eingangs- (T1) und Abschlussuntersuchung (T2).	72
Abb. 4-17:	Verlauf des BMI-SDS des Untersuchungskollektivs CHILT III zwischen Eingangs- (T1) und Abschlussuntersuchung (T2). Dargestellt als Mittelwerte für die Interventionsgruppe (IG) und die Kontrollgruppe (KG).	72
Abb. 4-18:	Interventionseffekt der mittleren Laufleistung des 6-Minuten-Laufs [m] der Interventions- und der Kontrollgruppe des Untersuchungskollektivs CHILT II (STEP TWO) . IG = Interventionsgruppe, KG = Kontrollgruppe, Δ -Lauf = Differenz der Laufleistung zwischen den Testzeitpunkten.	74

Tabellenverzeichnis

Tab. 1-1:	Häufigkeit von Übergewicht und Adipositas bei Kindern und Jugendlichen in Deutschland und Österreich (nach: KROMEYER-HAUSCHILD, 2004, S.13).	2
Tab. 2-1:	Übersicht über gängige Adipositasprogramme für Kinder und Jugendliche in Deutschland.	28
Tab. 3-1:	Mittelwerte (\bar{x}) und Standardabweichung (s) der anthropometrischen Daten der Probanden aus CHILT II (StEP TWO) unterteilt in Interventionsgruppe (IG), Kontrollgruppe (KG), Non-Responder (NR) und Gesamtgruppe (GG).	33
Tab. 3-2:	Mittelwerte (\bar{x}) und Standardabweichung (s) der anthropometrischen Daten der Probanden aus CHILT III unterteilt in Interventionsgruppe (IG), Kontrollgruppe (KG), Gruppe der Abbrecher (Abbr.) und Non-Responder (NR).....	33
Tab. 4-1:	Einteilung des Untersuchungskollektivs CHILT II (StEP TWO) nach Gewichtsklassen zum Messzeitpunkt T1. GG = Gesamtgruppe; IG = Interventionsgruppe; KG = Kontrollgruppe.....	48
Tab. 4-2:	Einteilung des Untersuchungskollektivs CHILT II (StEP TWO) nach Gewichtsklassen zum Messzeitpunkt T2. GG = Gesamtgruppe; IG = Interventionsgruppe; KG = Kontrollgruppe.	48
Tab. 4-3:	Korrelation zwischen der Laufleistung des 6-Minuten-Laufs und den spiroergometrischen Parametern des Untersuchungskollektivs CHILT II (StEP TWO) für die Eingangs- (T1) und Abschlussuntersuchung (T2): maximale Sauerstoffaufnahme ($\dot{V}O_{2max}$), relative maximale Sauerstoffaufnahme ($rel\dot{V}O_{2max}$), Ruheherzfrequenz (Hf_{Ruhe}), maximale Herzfrequenz (Hf_{max}), maximale Leistung ($Watt_{max}$) und der relativen Leistung ($relWatt_{max}$). Dargestellt als Korrelationskoeffizient (r), Irrtumswahrscheinlichkeit (p) und Anzahl (n).	50
Tab. 4-4:	Korrelation zwischen der Laufleistung des 6-Minuten-Laufs und den spiroergometrischen Parametern des Untersuchungskollektivs CHILT III für die Eingangs- (T1) und Abschlussuntersuchung (T2): maximale Sauerstoffaufnahme ($\dot{V}O_{2max}$), relative maximale Sauerstoffaufnahme ($rel\dot{V}O_{2max}$), Ruheherzfrequenz (Hf_{Ruhe}), maximale Herzfrequenz (Hf_{max}), maximale Leistung, relativen maximale Leistung, Leistung bei einer Laktatkonzentration von 2mmol/l, relative Leistung bei einer Laktatkonzentration von 2mmol/l, Leistung bei einer Laktatkonzentration von 4mmol/l und relative Leistung bei einer Laktatkonzentration von 4mmol/l. Dargestellt als Korrelationskoeffizient (r), Irrtumswahrscheinlichkeit (p) und Anzahl (n).	60
Tab. 4-5:	Alter des Untersuchungskollektivs CHILT II (StEP TWO) der Interventions- (IG) und Kontrollgruppe (KG) zur Eingangs- (T1) und Abschlussuntersuchung (T2). Dargestellt als Mittelwert (\bar{x}), Standardabweichung (s), Stichprobengröße (n) sowie die Signifikanzniveaus für den Zeitpunkt- und Gruppenvergleich sowie die Interaktion der Haupteffekte.	66
Tab. 4-6:	Größe des Untersuchungskollektivs CHILT II (StEP TWO) der Interventions- (IG) und Kontrollgruppe (KG) zur Eingangs- (T1) und Abschlussuntersuchung (T2). Dargestellt als Mittelwert (\bar{x}), Standardabweichung (s), Stichprobengröße (n) sowie die Signifikanzniveaus für den Zeitpunkt- und Gruppenvergleich sowie die Interaktion der Haupteffekte.	66
Tab. 4-7:	Gewicht des Untersuchungskollektivs CHILT II (StEP TWO) der Interventions- (IG) und Kontrollgruppe (KG) zur Eingangs- (T1) und Abschlussuntersuchung (T2). Dargestellt als Mittelwert (\bar{x}), Standardabweichung (s), Stichprobengröße (n) sowie die Signifikanzniveaus für den Zeitpunkt- und Gruppenvergleich sowie die Interaktion der Haupteffekte.	67
Tab. 4-8:	BMI des Untersuchungskollektivs CHILT II (StEP TWO) der Interventions- (IG) und Kontrollgruppe (KG) zur Eingangs- (T1) und Abschlussuntersuchung (T2). Dargestellt als Mittelwert (\bar{x}), Standardabweichung (s), Stichprobengröße (n) sowie die Signifikanzniveaus für den Zeitpunkt- und Gruppenvergleich sowie die Interaktion der Haupteffekte.	67

Tab. 4-9:	BMI-SDS des Untersuchungskollektivs CHILT II (STEP TWO) der Interventions- (IG) und Kontrollgruppe (KG) zur Eingangs- (T1) und Abschlussuntersuchung (T2). Dargestellt als Mittelwert (\bar{x}), Standardabweichung (s), Stichprobengröße (n) sowie die Signifikanzniveaus für den Zeitpunkt- und Gruppenvergleich sowie die Interaktion der Haupteffekte.	67
Tab. 4-10:	Verlauf der anthropometrischen Daten (Δ T2-T1) des Untersuchungskollektivs CHILT II (STEP TWO) der Interventions- (IG) und Kontrollgruppe (KG). Dargestellt als mittlere Differenz (Δ), Standardabweichung (s) und Signifikanzniveau (p-Wert).	68
Tab. 4-11:	Alter des Untersuchungskollektivs CHILT III der Interventions- (IG) und Kontrollgruppe (KG) zur Eingangs- (T1) und Abschlussuntersuchung (T2). Dargestellt als Mittelwert (\bar{x}), Standardabweichung (s), Stichprobengröße (n) sowie die Signifikanzniveaus für den Zeitpunkt- und Gruppenvergleich sowie die Interaktion der Haupteffekte.	70
Tab. 4-12:	Größe des Untersuchungskollektivs CHILT III der Interventions- (IG) und Kontrollgruppe (KG) zur Eingangs- (T1) und Abschlussuntersuchung (T2). Dargestellt als Mittelwert (\bar{x}), Standardabweichung (s), Stichprobengröße (n) sowie die Signifikanzniveaus für den Zeitpunkt- und Gruppenvergleich sowie die Interaktion der Haupteffekte.	70
Tab. 4-13:	Gewicht des Untersuchungskollektivs CHILT III der Interventions- (IG) und Kontrollgruppe (KG) zur Eingangs- (T1) und Abschlussuntersuchung (T2). Dargestellt als Mittelwert (\bar{x}), Standardabweichung (s), Stichprobengröße (n) sowie die Signifikanzniveaus für den Zeitpunkt- und Gruppenvergleich sowie die Interaktion der Haupteffekte.	70
Tab. 4-14:	BMI des Untersuchungskollektivs CHILT III der Interventions- (IG) und Kontrollgruppe (KG) zur Eingangs- (T1) und Abschlussuntersuchung (T2). Dargestellt als Mittelwert (\bar{x}), Standardabweichung (s), Stichprobengröße (n) sowie die Signifikanzniveaus für den Zeitpunkt- und Gruppenvergleich sowie die Interaktion der Haupteffekte.	71
Tab. 4-15:	BMI-SDS des Untersuchungskollektivs CHILT III der Interventions- (IG) und Kontrollgruppe (KG) zur Eingangs- (T1) und Abschlussuntersuchung (T2). Dargestellt als Mittelwert (\bar{x}), Standardabweichung (s), Stichprobengröße (n) sowie die Signifikanzniveaus für den Zeitpunkt- und Gruppenvergleich sowie die Interaktion der Haupteffekte.	71
Tab. 4-16:	Verlauf der anthropometrischen Daten (Δ T2-T1) des Untersuchungskollektivs CHILT III der Interventions- (IG) und Kontrollgruppe (KG). Dargestellt als mittlere Differenz zwischen den Messzeitpunkten (Δ), Standardabweichung (s) und Signifikanzniveau (p-Wert).	71
Tab. 4-17:	Laufleistung des 6-Minuten-Laufs des Untersuchungskollektivs CHILT II (STEP TWO) der Interventions- (IG) und Kontrollgruppe (KG) zur Eingangs- (T1) und Abschlussuntersuchung (T2). Dargestellt als Mittelwert (\bar{x}), Standardabweichung (s), Stichprobengröße (n) sowie die Signifikanzniveaus für den Zeitpunkt- und Gruppenvergleich sowie die Interaktion der Haupteffekte.	73
Tab. 4-18:	Verlauf der Laufleistung des 6-Minuten-Laufs [m] (Δ T2-T1) des Untersuchungskollektivs CHILT II (STEP TWO) der Interventions- (IG) und Kontrollgruppe (KG). Dargestellt als mittlere Differenz (Δ), Standardabweichung (s) und Signifikanzniveau (p-Wert).	74
Tab. 4-19:	Laufleistung des 6-Minuten-Laufs des Untersuchungskollektivs CHILT III der Interventionsgruppe(IG). Dargestellt als Mittelwert (\bar{x}), Standardabweichung (s) und Signifikanzniveau (p-Wert) zu den beiden Messzeitpunkten (T1 und T2).	75
Tab. 4-20:	Spiroergometrische Daten des Untersuchungskollektivs CHILT II (STEP TWO) der Interventions- (IG) zu den Messzeitpunkten T1 und T2. Dargestellt als Mittelwert (\bar{x}), Standardabweichung (s) und Signifikanzniveau (p-Wert).	76
Tab. 4-21:	Maximale Sauerstoffaufnahme ($\dot{V}O_2\max$) des Untersuchungskollektivs CHILT III der Interventions- (IG) und Kontrollgruppe (KG) zur Eingangs- (T1) und Abschlussuntersuchung (T2). Dargestellt als Mittelwert (\bar{x}), Standardabweichung (s), Stichprobengröße (n) sowie die Signifikanzniveaus für den Zeitpunkt- und Gruppenvergleich sowie die Interaktion der Haupteffekte.	76
Tab. 4-22:	Relative maximale Sauerstoffaufnahme (relative $\dot{V}O_2\max$) des Untersuchungskollektivs CHILT III der Interventions- (IG) und Kontrollgruppe (KG) zur Eingangs- (T1) und Abschlussuntersuchung (T2). Dargestellt als Mittelwert (\bar{x}), Standardabweichung (s), Stichprobengröße (n) sowie die Signifikanzniveaus für den Zeitpunkt- und Gruppenvergleich sowie die Interaktion der Haupteffekte. ...	77
Tab. 4-23:	Ruheherzfrequenz (Hf_{Ruhe}) des Untersuchungskollektivs CHILT III der Interventions- (IG) und Kontrollgruppe (KG) zur Eingangs- (T1) und Abschlussuntersuchung (T2). Dargestellt als Mittelwert (\bar{x}), Standardabweichung (s), Stichprobengröße (n) sowie die Signifikanzniveaus für den Zeitpunkt- und Gruppenvergleich sowie die Interaktion der Haupteffekte.	77

Tab. 4-24:	Maximale Herzfrequenz (Hf_{max}) des Untersuchungskollektivs CHILT III der Interventions- (IG) und Kontrollgruppe (KG) zur Eingangs- (T1) und Abschlussuntersuchung (T2). Dargestellt als Mittelwert (\bar{x}), Standardabweichung (s), Stichprobengröße (n) sowie die Signifikanzniveaus für den Zeitpunkt- und Gruppenvergleich sowie die Interaktion der Haupteffekte.	78
Tab. 4-25:	Maximale Leistung des Untersuchungskollektivs CHILT III der Interventions- (IG) und Kontrollgruppe (KG) zur Eingangs- (T1) und Abschlussuntersuchung (T2). Dargestellt als Mittelwert (\bar{x}), Standardabweichung (s), Stichprobengröße (n) sowie die Signifikanzniveaus für den Zeitpunkt- und Gruppenvergleich sowie die Interaktion der Haupteffekte.	78
Tab. 4-26:	Relative maximale Leistung des Untersuchungskollektivs CHILT III der Interventions- (IG) und Kontrollgruppe (KG) zur Eingangs- (T1) und Abschlussuntersuchung (T2). Dargestellt als Mittelwert (\bar{x}), Standardabweichung (s), Stichprobengröße (n) sowie die Signifikanzniveaus für den Zeitpunkt- und Gruppenvergleich sowie die Interaktion der Haupteffekte.	79
Tab. 4-27:	Verlauf der spiroergometrischen Daten (Δ T2-T1) des Untersuchungskollektivs CHILT III der Interventions- (IG) und Kontrollgruppe (KG). Dargestellt als mittlere Differenz (Δ), Standardabweichung (s) und Signifikanzniveau (p-Wert).	79

Abkürzungsverzeichnis

Abb.	Abbildung
AGA	Arbeitsgemeinschaft Adipositas im Kindes- und Jugendalter
AID	Infodienst Verbraucherschutz, Ernährung, Landwirtschaft
allg.	allgemein
BMI	Body Mass Index (Körpermasseindex bzw. Quetelet-Index)
bspw.	beispielsweise
bzgl.	bezüglich
ca.	circa
CHILT	Children´s Health Interventional Trial
cm	Zentimeter
CO₂	Kohlendioxid
DAEM	Deutsche Akademie für Ernährungsmedizin
DAG	Deutsche Adipositas Gesellschaft
DGE	Deutsche Gesellschaft für Ernährung
DGEM	Deutsche Gesellschaft für Ernährungsmedizin
d.h.	das heißt
ECOG	European Childhood Obesity Group
EKG	Elektrokardiogramm
et al.	et altera (und andere)
GG	Gesamtgruppe
H	Wasserstoff
Hf	Herzfrequenz
H₂O₂	Wasserstoffperoxid

IG	Interventionsgruppe
inkl.	inklusive
IOTF	International Obesity Task Force
k. A.	keine Angabe
KiGGS	Kinder- und Jugendgesundheitsurvey
kg	Kilogramm
KG	Kontrollgruppe
KGAS	Konsensusgruppe Adipositas im Kindes- und Jugendalter
KOPS	Kieler Adipositas-Präventionsstudie
l	Liter
LÖGD	Landesinstitut für den Öffentlichen Gesundheitsdienst
J.	Jahre
m	Meter
Max.	Maximum
Min.	Minimum
min	Minute
ml	Milliliter
mmHg	Millimeter Quecksilbersäule
ms	Millisekunden
mV	Millivolt
MW	Mittelwert (\bar{x})
N	Stichprobe
n	Teilstichprobe
NRW	Nordrhein-Westfalen
n. s.	nicht signifikant
O₂	Sauerstoff

o. g.	oben genannten
p	Irrtumswahrscheinlichkeit (bzw. Signifikanz)
r	Korrelationskoeffizient
relVO₂max	maximale Sauerstoffaufnahme in Relation zum Körpergewicht
RKI	Robert-Koch-Institut
s	Standardabweichung
s²	Varianz einer Stichprobe
s.	siehe
S.	Seite
SDS	Standard Deviation Score
StEP TWO	Sport, Ernährung, Prävention (Anschlussprogramm an CHILT I)
T1	Untersuchungszeitpunkt der Eingangsuntersuchung
T2	Untersuchungszeitpunkt der Abschlussuntersuchung
Tab.	Tabelle
u. a.	unter anderen
U/min	Umdrehungen pro Minute
usw.	und so weiter
vgl.	vergleiche
VO₂max	maximale Sauerstoffaufnahme
WHO	World Health Organisation
WIAD	Wissenschaftliches Institut der Ärzte Deutschlands
z. B.	zum Beispiel

1 Einleitung

Adipositas wird heutzutage nicht mehr als phänotypische Variante des Körperbaus in Form übermäßigen Körpergewichts definiert, sondern als chronische Erkrankung. In den USA ist sie bereits die zweithäufigste Todesursache nach dem Rauchen (MOKDAD et al., 2004).

Ein Anstieg zeigt sich vor allem im Kindes- und Jugendalter. Die Zahl übergewichtiger und adipöser Kinder und Jugendlicher ist sowohl in den westlichen Industrienationen, als auch in Schwellenländern erheblich angestiegen und das Übergewicht damit zu einem bedeutenden gesundheitlichen Risikofaktor angewachsen (AGA, 2004; HEDLEY et al., 2004). Die Prävalenz der Adipositas im Kindes- und Jugendalter hat sich in den letzten 15 Jahren verdoppelt bzw. verdreifacht. Sie ist damit ebenso als eine weltweite Epidemie zu betrachten wie bei Erwachsenen (DIETZ, 2004). Laut KiGGS-Studie sind 15 % der Kinder und Jugendlichen im Alter von drei bis 17 Jahren übergewichtig und 6,3 % adipös (KURTH und SCHAFFRATH-ROSARIO, 2007).

Die negativen Konsequenzen der kindlichen Adipositas als eine chronische Erkrankung sind mehrfach belegt (HUBERT et al., 1983; MCGILL et al., 2002). Sowohl Haltungsschwächen und Gelenkprobleme, als auch die Prävalenz für Bluthochdruck und Diabetes Mellitus (Typ 2) steigen stetig an (SINHA et al., 2002).

Eine Übersicht zur Häufigkeit von Übergewicht und Adipositas im Kindes- und Jugendalter, die in verschiedenen Studien in Deutschland und Österreich erhoben worden sind, ist in Tabelle 1-1 dargestellt.

Tab. 1-1: Häufigkeit von Übergewicht und Adipositas bei Kindern und Jugendlichen in Deutschland und Österreich (nach: KROMEYER-HAUSCHILD, 2004, S.13)

Alter [Jahren]	Ort	Untersu- chungs- jahr	Jungen		Mädchen		Quelle
			Über- gewicht ^a [%]	Adipo- sitas ^b [%]	Über- gewicht ^a [%]	Adipo- sitas ^b [%]	
5 – 6	Branden- burg	1999	12,2	5,8	11,4	4,9	BÖHM et al., 2002
5 – 6	NRW	2002	10,8	4,9	11,3	4,6	LÖGD, 2003
3 – 6	Österreich	2000/2001	10,0	6,0	10,0	3,0	ELMADFA et al., 2003
7 – 10	Nieder- österreich	1998/1999	11,0	5,0	10,0	4,0	ELMADFA et al., 2003
16	Branden- burg	1999	14,6	5,9	16,8	7,9	BÖHM, et al., 2002
15 – 18	Österreich	2000/2001	13,0	11,0	6,0	4,0	ELMADFA et al., 2003

^aBMI > P90.

^bBMI > P97.

(Referenz: BMI-Perzentile für deutsche Kinder nach KROMEYER-HAUSCHILD et al., 2001)

Bei 50% der Betroffenen liegt mindestens eine adipositasbedingte Begleiterkrankung vor (WABITSCH, 2004a). WHITAKER et al. (1997) können zeigen, dass mit zunehmendem Alter Übergewicht und Adipositas häufig fließend ins Erwachsenenalter übergehen. Nicht selten werden aus übergewichtigen bzw. adipösen Kindern und Jugendlichen adipöse, multimorbide Erwachsene. Etwa ein Drittel aller adipösen Vorschulkinder ist auch im Erwachsenenalter adipös. Bei Schulkindern liegt dieser Anteil mit etwa 50% sogar deutlich höher (WIRTH, 2003; ZWIAUER, 1998).

Im Gegensatz zu Übergewicht wird Adipositas als ein pathologisch erhöhter Körperfettanteil der Gesamtkörpermasse charakterisiert. Aufwändige und kostenintensive Verfahren wie Densitometrie, Computer-Tomographie oder Ultraschall zur Bestimmung des prozentualen Fettanteils geben Aufschluss über diesen Parameter. Durchgesetzt hat sich jedoch der einfach zu

bestimmende Gewicht-Längen-Index oder auch Body-Mass-Index (BMI) (KROMEYER-HAUSCHILD, 2004; WIRTH, 2003).

Der BMI wird bestimmt als das Verhältnis zwischen Körpergewicht und -größe zum Quadrat:

$$\text{BMI} = \frac{\text{Körpergewicht}[\text{kg}]}{\text{Körpergröße}[\text{m}] * \text{Körpergröße}[\text{m}]}$$

Während für das Erwachsenenalter feste Grenzwerte zur Definition von Übergewicht ($\geq 25 \text{ kg/m}^2$) und Adipositas ($\geq 30 \text{ kg/m}^2$) von der Weltgesundheitsorganisation (WHO) empfohlen werden (WHO Report 1995 und 1998), wird aufgrund der sich noch verändernden Körperproportionen und des Fettanteils im Kindes- und Jugendalter der BMI in alters- und geschlechtsspezifischen Perzentilen¹ ausgedrückt (KROMEYER-HAUSCHILD, 2004).

Solche geschlechtsspezifischen Altersperzentilen existieren in verschiedenen Ländern (BÖHM, 2001). In Deutschland wird die Einteilung der Gewichtsklassen im Kindes- und Jugendalter nach den Empfehlungen der Arbeitsgemeinschaft Adipositas im Kindes- und Jugendalter vorgenommen (AGA, 2004). Diese Einteilung beruht auf der von KROMEYER-HAUSCHILD et al. (2001) durchgeführten Meta-Analysen. Übergewicht wird demnach mit einem BMI zwischen dem 90. und dem 97. Perzentil ausgedrückt, während Adipositas bei einem BMI größer des 97. Perzentils definiert wird (s. Abb. 1-1 und 1-2). Diese genannten Perzentile gehen im Erwachsenenalter kontinuierlich in die risikorelevanten Grenzwerte des BMI (≥ 25 bzw. $\geq 30 \text{ kg/m}^2$) über. Die Einteilung entspricht ebenfalls der Empfehlung einer Expertengruppe der IOTF zur Definition von Übergewicht und Adipositas im Kindes- und Jugendalter (KROMEYER-HAUSCHILD, 2004).

¹ In Deutschland wird von der Arbeitsgemeinschaft Adipositas im Kindes- und Jugendalter (AGA) die Benutzung einheitlicher BMI-Perzentile (KROMEYER-HAUSCHILD, 2001), welche den Alterszeitraum von der Geburt bis zum 18. Lebensjahr umfassen, empfohlen. Diese basieren auf Querschnittsdaten von 17147 Jungen und 17275 Mädchen aus 17 Untersuchungen in verschiedenen Regionen Deutschlands und spiegeln die BMI-Verteilung nach 1985 wider. Die Perzentilberechnung erfolgte mittels der LMS-Methode nach COLE (1990) (KROMEYER-HAUSCHILD, 2004).

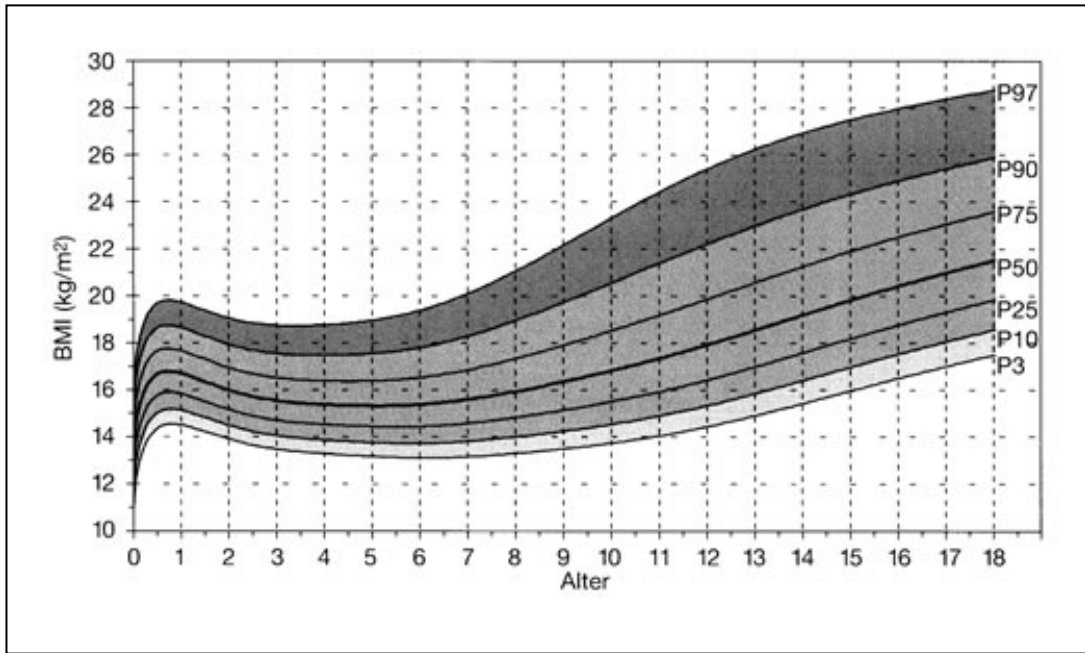


Abb. 1-1: Perzentile für den BMI von **Jungen** im Alter von 0-18 Jahren (KROMEYER-HAUSCHILD, 2001, S. 811).

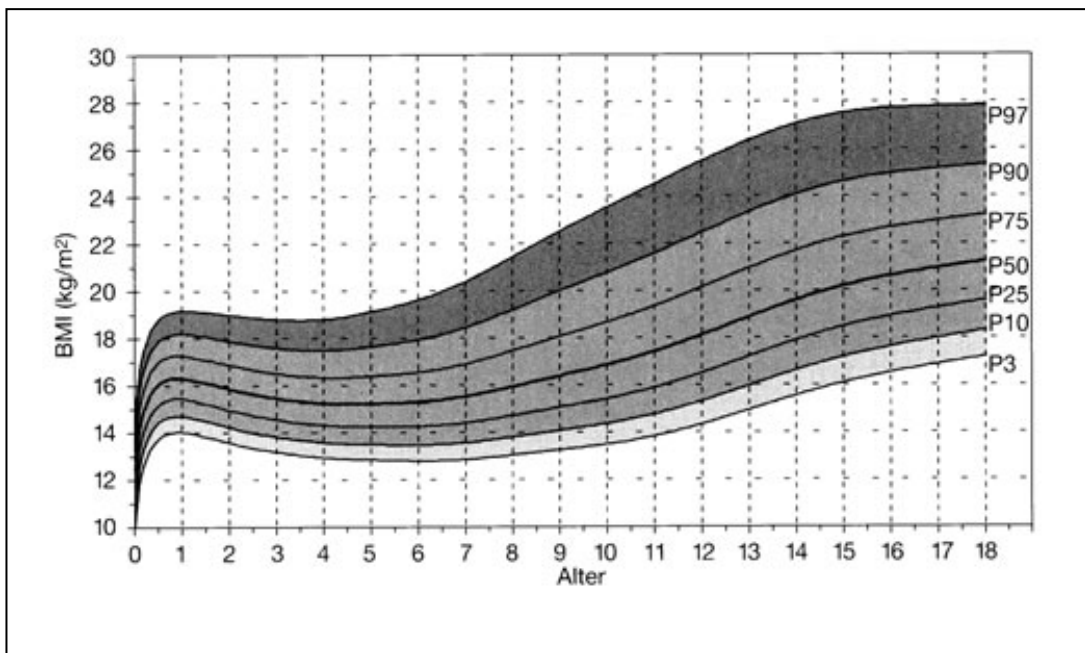


Abb. 1-2: Perzentile für den BMI von **Mädchen** im Alter von 0-18 Jahren (KROMEYER-HAUSCHILD, 2001, S. 811).

1.1 Ursachen für Übergewicht und Adipositas im Kindes- und Jugendalter

Übergewicht gilt als multifaktorielle Erkrankung, bei der neben einer genetischen Disposition und soziodemographischen Faktoren vor allem Fehlernährung und Bewegungsmangel die entscheidenden Rollen spielen (MAFFEIS, 2000).

Prinzip der positiven Energiebilanz

Eine Ursache für Übergewicht und Adipositas ist die höhere Energieaufnahme im Vergleich zum Energieverbrauch über einen längeren Zeitraum. Das Ausmaß dieser ungleichen Energiebilanz wird durch die bereits oben genannte genetische Disposition, die Umwelt und das familiäre Umfeld, sowie das Freizeit- und Ernährungsverhalten beeinflusst (LAWRENZ, 2005; FUßGÄNGER, 1998).

Für Erwachsene lässt sich der Energieverbrauch über den Ruheumsatz, den thermischen Effekt der Nahrung und die körperliche Aktivität erklären. Für Kinder und Jugendliche kommt der Wachstumsfaktor hinzu, für den zusätzlich Energie benötigt wird. Dennoch reicht bereits eine tägliche nur geringfügig positive Energiebilanz aus, um Übergewicht entstehen zu lassen (WABITSCH et al., 2005).

Genetische Aspekte

Nach MAFFEIS (2000) besteht zu 50 – 60% die genetisch bedingte Möglichkeit, adipös zu werden. STUNKARD et al. (1986) fanden in einer Adoptionsstudie einen signifikanten Zusammenhang zwischen dem BMI bei den erwachsenen Kindern und dem der biologischen Eltern, nicht jedoch zu dem der Adoptiveltern. Dabei war die Korrelation zur biologischen Mutter enger als die zum biologischen Vater. Waren beide Elternteile adipös, entwickelten 80% der Kinder ebenfalls eine Adipositas. Waren die Eltern normalgewichtig, wurden nur 14% der Nachkommen adipös.

In einer Untersuchung von STUNKARD et al. (1990) konnte eine hohe Übereinstimmung im BMI eineiiger Zwillinge gezeigt werden. Eineiige Zwillinge, die getrennt von einander aufwuchsen, wiesen hier eine Intrapaar-Korrelation von $r = 0,70$ auf. Zweieiige Zwillingspaare dagegen, die ebenfalls getrennt voneinander aufgewachsen sind, zeigten in der Intrapaar-Korrelation einen Korrelationskoeffizienten von $r = 0.14$.

Unterschiede im Energiestoffwechsel können also genetisch bedingt sein. ROBERTS et al. (1988) fanden Hinweise, dass adipöse Kinder und Jugendliche bereits im Säuglingsalter einen geringeren Energieumsatz aufweisen. Da sich aber die Gene in den letzten Jahren nicht verändert haben, kann das zunehmende Problem der ansteigenden Adipositas im Kindes- und Jugendalter damit nicht erklärt werden (LAWRENZ, 2005).

Bewegungsmangel

Für die Entstehung von Übergewicht und Adipositas scheint heute neben der genetischen Disposition vor allem die Abnahme der körperlichen Aktivität und weniger eine erhöhte Kalorienzufuhr verantwortlich zu sein (DIETZ und BELIZZI, 1999; GORTMAKER et al., 1990; STUNKARD et al., 1986). Diese Beobachtung trifft insbesondere für Kinder zu, da weniger Bewegungsräume zur Verfügung stehen und die tatsächliche Bewegungszeit der Kinder abnimmt (KLEINE, 2003; BÖS, 1999). GORTMAKER et al. (1996) konnten zeigen, dass Kinder und Jugendliche, die fünf Stunden pro Tag fernsehen, ungefähr fünfmal häufiger adipös werden als Kinder, die nur zwei Stunden pro Tag fernsehen. Das Risiko, übergewichtig bzw. adipös zu werden, steigt also mit erhöhtem Fernsehkonsum. Dies unterstreicht den Einfluss von Bewegungsmangel in Bezug zum Auftreten von Adipositas im Kindes- und Jugendalter.

Laut AHA (2004) und HOLLMANN und STRÜDER (2009) ist der in den Industrienationen bereits epidemiologisch verbreitete Bewegungsmangel gerade bei Kindern der entscheidende Risikofaktor für die Entstehung von Übergewicht und Adipositas. Im Zusammenhang mit den kardiovaskulären Risikofaktoren wie Nikotinabusus, arterielle Hypertonie, Hyperlipo-

proteinämie, Diabetes mellitus tragen Übergewicht und Adipositas entscheidend zur Entstehung des metabolischen Syndroms² bei. Das metabolische Syndrom und die daraus entstehenden arteriosklerotischen Erkrankungen finden sich nicht erst im Erwachsenen-, sondern bereits im Kindesalter wieder (ZIESKE et al. 2002; BERENSON et al., 1992).

1.2 Gesundheitliche Aspekte von Übergewicht und Adipositas im Kindes- und Jugendalter

Im Gegensatz zum Erwachsenenalter kann eine Adipositas im Kindes- und Jugendalter nicht nach Morbiditätskriterien diagnostiziert werden (WIRTH, 2003). Obwohl bereits bei Kindern und Jugendlichen die medizinischen Begleiterkrankungen (Herz-Kreislauf-, Stoffwechsel- und orthopädische Erkrankungen) nachgewiesen werden können, leiden sie vorwiegend unter den psychosozialen Folgen, wie beispielsweise Hänseleien durch Mitschüler (DIETZ und GORTMAKER, 1985; ZWIAUER, 1998). Isoliert von ihrer Umwelt, insbesondere während des Schulsports, verlieren sie ihr Interesse an körperlicher Aktivität, was zu starken Reduktion des Selbstbewusstseins führt. SCHWIMMER et al. (2003) belegen, dass die Lebensqualität von adipösen Kindern und Jugendlichen signifikant niedriger ist als die von normalgewichtigen Altersgenossen. Ausgrenzung und soziale Isolation als Folge führen häufig zur Suche nach Trost im Essen, womit ein Teufelskreis in Gang gesetzt wird (WOWERIES, 2004; LAWRENZ, 2005).

Im Rahmen der „Bogalusa Heart Study“ wurde das Risiko für die Entwicklung von adipositas-assoziierten somatischen Erkrankungen ermittelt (FREEDMAN et al., 1999). Demnach ist die Möglichkeit einer pathologischen Blutdruckerhöhung bei adipösen Kindern im Vergleich zu normalgewichtigen um das 4,5-fache höher. Das Risiko für einen erhöhten LDL-Cholesterinwert steigt um das 3-fache, das für eine Insulinresistenz sogar um das 12,5-fache.

² Unter dem **metabolischen Syndrom** versteht man das **häufige** gemeinsame Auftreten der Risikofaktoren Fettstoffwechselstörung mit Bluthochdruck und Diabetes mellitus Typ 2 (ROST, 1995).

Der Verlauf der persistierenden kindlichen Adipositas wird so weitgehend durch die späteren Begleiterkrankungen mit charakterisiert. Somit können die adipositas-assoziierten Erkrankungen aus der Erwachsenenmedizin auch Folgeerkrankungen kindlichen Übergewichts sein. WABITSCH und KUNTZE (2001) sprechen bei diesem zu erwartenden Erkrankungsrisiko von einer „späten Morbidität“. Die bedeutsamen adipositas-assoziierten Begleiterkrankungen im Erwachsenenalter sind nachfolgend (s. Abb. 1-3) in einer Zusammenstellung von LEHRKE und LAESSLE (2002) dargestellt:

Adipositas-assoziierte Begleiterkrankungen

In Abhängigkeit vom Ausmaß der Adipositas besteht ein erhöhtes Risiko für folgende Begleiterkrankungen:

- Arterielle Hypertonie
- Diabetes Mellitus Typ 2
- Hyperlipidämie
- Metabolisches Syndrom
- Herzinfarkt
- Herzinsuffizienz
- Schlaganfall
- Gicht
- Gallenblasenerkrankungen
- Katarakte
- Primäre Lungenembolien
- Krebserkrankungen
- Schwangerschaftskomplikationen
- Schlafapnoe-Syndrom
- Orthopädische Komplikationen
(vor allem Knie- und Rückenbeschwerden)
- Erhöhtes Mortalitätsrisiko

Abb. 1-3: Adipositas-assoziierte Begleiterkrankungen (LEHRKE und LÄSSLE, 2002; S. 503).

Die erhöhte Morbidität und Mortalität der o. g. Krankheiten haben bedenkliche Ausmaße angenommen, und es entstehen durch sie enorme Kosten für das Gesundheitssystem (STACHOW et al., 2003).

Umso schwerwiegender wirkt sich der nahezu epidemisch verbreitete Bewegungsmangel bei Kindern aus (KAVEY et al., 2003). Die gesundheitlichen und auch die sozioökonomischen Folgen werden momentan diskutiert, insbesondere angesichts der steigenden Zahl übergewichtiger und adipöser Kinder (GRAF et al., 2005a).

Nimmt man die positiven Aspekte, die körperliche Aktivität auslösen kann, in den Blick, dann wird die besondere Bedeutung von Bewegung bzw. von Bewegungsmangel deutlich. Bereits gut belegt sind die positiven Auswirkungen auf den Stoffwechsel und das Herz-Kreislaufsystem. Zunehmend zeigen sich aber auch positive Effekte auf das Immunsystem und auf psychosoziale Verhaltensmuster (BLAIR et al., 1996; DORDEL und BREITHECKER, 2003). MICHAUD et al. (1999) und RÖTHLISBERGER und SEILER (1999) weisen neben einer gesteigerten Lebensqualität zusätzlich auf ein positives Selbstkonzept hin, das besonders in der Entwicklung der kindlichen Gesamtpersönlichkeit zu einer gesunden Lebensführung beitragen kann. Zusätzlich ergibt sich eine nachweisliche Verbesserung der kognitiven Fähigkeiten sowie der schulischen Leistungen durch vermehrte körperliche Aktivitäten (ETNIER et al., 1997; SALLIS et al., 1999; SHEPARD, 1997; GRAF et al.; 2003). Körperliche Bewegung und Sport bilden die notwendige Grundlage für eine gesunde körperliche, kognitive und psychosoziale Entwicklung von Kindern (DORDEL, 2000; TORTELERO et al., 2000). Die so erworbenen motorischen Fähigkeiten sollen die Grundlage für ein lebenslanges Sporttreiben sein.

Demnach ist die Bewegungstherapie wesentlicher Bestandteil eines jeden Adipositasprogramms. Nach REINHER (2005) ist ein „ideales“ Sportprogramm, bestehend aus einem aeroben Ausdauertraining kombiniert mit einem Krafttraining für den Muskel- und Halteapparat nicht von langfristigem Erfolg geprägt, da es zeitlich limitiert ist. Dennoch bietet ein speziell an den Bedürfnissen übergewichtiger und adipöser Kinder und Jugendlicher ausgerichtetes Sportprogramm weitere Vorteile. Neben der Entwicklung eines neuen Körpergefühls kann über gruppenspezifische Prozesse das Selbstwertgefühl gesteigert werden, so dass die Übertragung

von Bewegung auch in den Alltag erzielt wird. Die grundsätzliche Steigerung der Bewegung im Alltag bei gleichzeitiger Senkung des Fernsehkonsums auf weniger als zwei Stunden pro Tag ist effektiver als eine zeitlich limitierte Sporttherapie (REINHER, 2005). Die Bewegungsangebote im CHILT-Projekt der vorliegenden Untersuchung sind deshalb vielseitig und an der Schulung und Verbesserung der motorischen Hauptbeanspruchungsformen orientiert. Ein besonderes aerobes Ausdauertraining findet nicht statt. Vielmehr wird versucht über die Vermittlung der Freude an der Bewegung dem Ideal von REINHER (2005) zu folgen, um den Alltag „bewegter“ zu gestalten und das Sporttreiben bzw. die körperliche Aktivität zu einem lebenslangen „Begleiter“ werden zu lassen.

1.3 Erfassung des Bewegungsverhaltens

Die Erfassung und auch die Beurteilung der tatsächlichen Bewegungszeit bzw. von Bewegungsmangel bleibt aufgrund fehlender valider methodischer Testverfahren schwierig (KRETSCHMER, 2000). Mehr noch als bei Erwachsenen (MELANSON und FREEDSON, 1996) ist eine präzise Erfassung der körperlichen Aktivität bei Kindern aufgrund ihrer komplexen und multidimensionalen Bewegungsmuster schwierig (GORAN, 1998; WELK et al., 2000; KOHL et al., 2000; SIRARD und PATE, 2001). Bislang existiert keine Methode zur Erfassung des Energieumsatzes und des Bewegungsverhaltens, die man als optimal bezeichnen könnte (LIVINGSTONE et al., 2003). Deshalb werden neben Interviews und Beobachtungen, Herzfrequenzmessungen und Schrittzählern motorische Testverfahren als indirekte Merkmale eingesetzt (ROWLANDS et al., 2000). Der gängigste Einzelparameter zur Bestimmung der körperlichen Leistungsfähigkeit einer Person ist die maximale Sauerstoffaufnahme ($\dot{V}O_2\text{max}$) (HEBESTREIT, 2005). Sie stellt laut HOLLMANN und STRÜDER (2009) das Bruttokriterium der maximalen Sauerstoffaufnahme dar. Der Zusammenhang zwischen der Ausdauerleistungsfähigkeit einer Person und der Größe der Sauerstoffmenge, die dem Organismus pro Zeiteinheit zugeführt werden kann, bildet die Grundlage der Bestimmung der maximalen

Sauerstoffaufnahme pro Zeiteinheit bei einer körperlichen Ausbelastung und kann damit als objektives Kriterium der kardiopulmonalen Leistungsfähigkeit verwendet werden (HOLLMANN und STRÜDER, 2009).

Möglichkeiten zur Bestimmung der körperlichen Leistungsfähigkeit sind motorische Testverfahren (ROWLAND, 2005). Hier steht der einfache 6-Minuten-Lauf zur Überprüfung der kardiopulmonalen Ausdauer der aufwendigen und kostenintensiven Fahrrad-Spiroergometrie gegenüber (BECK und BÖS, 1995). Der in der Praxis als Feldtest genutzte 6-Minuten-Lauf zur Darstellung der Ausdauerleistungsfähigkeit ist allerdings aufgrund seines nur mittleren Zusammenhangs in Bezug auf die spiroergometrisch gemessene maximale Sauerstoffaufnahme umstritten (FAUDE et al., 2004).

Vergleicht man die fahrradergometrische Belastung mit der Beanspruchung auf dem Laufband, so wird häufig das Fahrrad fahren als die weniger „natürliche“ Bewegungsform eingeschätzt. Nach ROST und HOLLMANN (1982) ist dies jedoch nicht als Nachteil zu betrachten, da das Laufen in der heutigen Industriegesellschaft ebenso nicht mehr zu den Alltagsbelastungen gehört wie das Fahrrad fahren. Nicht selten führt gerade das Laufen auf dem Laufband zu einer unökonomischen Lauftechnik, die in der Folge zu Stürzen und Verletzungen führen kann. Dies ist insbesondere bei der übergewichtigen und adipösen Untersuchungsgruppe in der vorliegenden Studie zu bedenken, da die Probanden aufgrund ihrer überdurchschnittlichen Körpermasse und ihrer daraus resultierenden geringeren motorischen Leistungsfähigkeit einem erhöhten Sturzpotential auf dem Laufband ausgesetzt sind (vgl. LAWRENZ und HEBESTREIT, 2002). Des Weiteren muss die im Vergleich zur Fahrradergometrie erhöhte Belastung der Gelenke in den unteren Extremitäten berücksichtigt werden, die zu einem frühzeitigen Abbruch und damit nicht zur gewünschten Ausbelastung der Belastungsuntersuchung führen kann (FÖRSTER, 2005).

Zur Erfassung der maximalen Ausdauerleistungsfähigkeit als Parameter für die Konsequenzen des adipositasbedingten Bewegungsmangels wird in dieser Untersuchung auf die Bestimmung der maximalen

Sauerstoffaufnahme (bzw. die relative, auf das Körpergewicht bezogene, maximale Sauerstoffaufnahme) zurückgegriffen. Obwohl Einigkeit über die zunehmende Bedeutung von Schwellenkonzepten besteht, die ein nahezu exaktes Maß zur Beurteilung der aeroben Leistungsfähigkeit darstellen (vgl. HECK, 1990a), wird an der Erfassung der maximalen Sauerstoffaufnahme festgehalten, da immer noch vergleichsweise wenige Untersuchungen mit gleichzeitiger Laktatbestimmung vorliegen (CONZELMANN, 1994).

Dennoch ist der 6-Minuten-Lauf gerade in der Schule bei großen Teilnehmerzahlen das geeignete Testverfahren, um eine erste Einschätzung der aeroben Ausdauerleistungsfähigkeit der Schüler zu erfassen. FAUDE et al. (2004) empfehlen den 6-Minuten-Lauf als adäquates Testverfahren zur Überprüfung der kardiopulmonalen Ausdauerleistungsfähigkeit bei Schulkindern.

1.4 Behandlungsmethoden und Präventionsmöglichkeiten

Ein allgemeingültiges Konzept zur optimalen Therapie für übergewichtige und adipöse Kinder und Jugendliche fehlt bis heute (GRAF et al., 2005a). Am erfolgreichsten sind interdisziplinär arbeitende Modelle (DANIELZIK et al., 2005; GRAF, 2003 und 2005a; KORSTEN-RECK, 1997 und 2005; PETERSEN, 1999 und 2005; REINHER et al., 2003a; REINHER, 2005), die sich sowohl auf die Bereiche der Ernährung und Bewegung, als auch auf das Verhalten der Kinder und deren Eltern beziehen (AGA, 2004).

Die eingangs bereits beschriebenen Folgeerkrankungen kindlicher Adipositas fordern dringend Gegenmaßnahmen, um die gesundheitlichen Risiken und Folgen zu reduzieren (WABITSCH, 2004b).

Die WHO (1986) beschreibt in der Ottawa Charta die Gesundheitsförderung als einen Prozess, der Individuen und Gruppen befähigt, ihre Kontrolle über die Determinanten (=Umweltbedingungen) der Gesundheit zu erhöhen und dadurch ihre Gesundheit zu verbessern. Gesundheitsförderung zielt also auf

personale und soziale Reserven und nicht auf Risiken und spezifische Krankheiten. Dagegen wird die Reduktion von Risikofaktoren, die zur Entstehung von Krankheiten beitragen, in diesem Fall die Entstehung des juvenilen Übergewichts und der Adipositas, über Präventionsmaßnahmen angestrebt. Nach WALTER und SCHARTZ (2003) unterteilt man Maßnahmen der Prävention in

- Primär-,
- Sekundär- und
- Tertiärprävention.

Die **Primärprävention** beschreibt die Vermeidung exogener Schädigungen (Exposition) oder die Verhinderung eines personengebundenen Risikos (Disposition, verhaltenorientiert Risikofaktoren). **Sekundärprävention** ist bemüht das Fortschreiten eines Krankheitsfrühstadiums durch Früherkennung und rechtzeitiger Behandlung sowie den Wiedereintritt einer Krankheit zu verhindern. In Abgrenzung zu Primär- und Sekundärprävention will die **Tertiärprävention** Folgeschäden, wie Defekte und Behinderungen, einer eingetretenen Erkrankung vermeiden oder abmildern (WALTER und SCHWARTZ, 2003).

In Anlehnung an die oben beschriebenen Begriffe der primären, sekundären und tertiären Prävention werden hier folgende Aspekte unter dem etwas breiteren Public Health Ansatz unterschieden (s. Abb. 1-4):

- universelle oder allgemeine Prävention
- selektive Prävention und
- gezielte oder indizierte Prävention

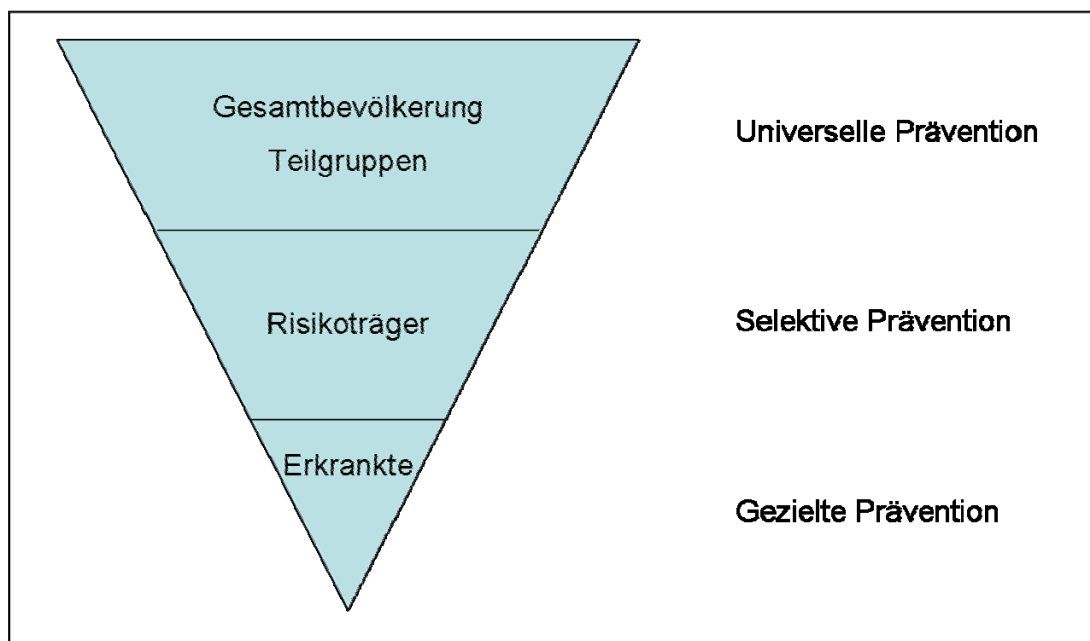


Abb. 1-4: Modifizierte Präventionskaskade der WHO (aus: GRAF und DORDEL, 2007, S. 111)

Die universelle Prävention versucht eine möglichst große Personengruppe der Bevölkerung zu erreichen, während die selektive Prävention sich der Erfassung und Betreuung so genannter Risikogruppen widmet. Die gezielten oder indizierten Präventionsmaßnahmen befassen sich mit therapeutischen Konzepten, die die bereits vorhandenen Krankheiten und mögliche Begleiterkrankungen mindern (GRAF und DORDEL, 2007).

Präventionsangebote können sich direkt auf das Individuum beziehen oder auf der Ebene der **Verhaltensprävention** ablaufen. Potenzielle Risikofaktoren im persönlichen Lebensstil sollen so beeinflusst werden. Im Gegensatz hierzu wird bei der **Verhältnisprävention** das persönliche und berufliche, aber auch das strukturelle Umfeld einbezogen. Für das Kinder- und Jugendalter betrifft das vor allem die familiäre Umgebung, sowie Kindergärten, Schulen und Vereine (WALTER und SCHWARTZ, 2003; GRAF und DORDEL, 2007).

1.4.1 Das CHILT Projekt (Children's Health Interventional Trial)

Das CHILT (Children's Health Interventional Trial) Projekt basiert auf einem stufenförmig aufgebautem interdisziplinären Konzept (s. Abb. 1-5). Das

Programm vermittelt zunächst primärpräventive Inhalte an Grundschulen durch die Lehrerinnen und Lehrer (CHILT I). Daran anschließend werden in der zweiten Stufe (CHILT II oder StEP TWO³) übergewichtige und adipöse Kinder an den Grundschulen direkt betreut. Die intensive Therapie von adipösen Kindern wird an der Deutschen Sporthochschule Köln als dritte Stufe (CHILT III) durchgeführt (GRAF, 2003). Nach BÖHLER et al. (2005) weisen Erfolg versprechende Patienten-schulungsprogramme eine Kombination aus den folgenden fünf Modulen auf:

1. **Ernährung** (Wissensvermittlung, Beratung und praktische Übungen zur Ernährungsumstellung für Eltern und Kinder),
2. **Bewegung** (Verhaltensänderungen für vermehrte Bewegung im Alltag und zusätzliche Trainingseinheiten unter erhöhtem Personalaufwand, die alleine nicht ausreichend wären),
3. **Verhaltenstherapeutische Elemente** (zur Rückfallverhütung),
4. **Medizin** (Definition und Folgen der Adipositas, Ursachen und Interventionsmöglichkeiten),
5. **Einbindung der Eltern** (Programme ohne Einbeziehung der Eltern haben keinen Erfolg).

³ StEP TWO (Sport, Ernährung, Prävention)

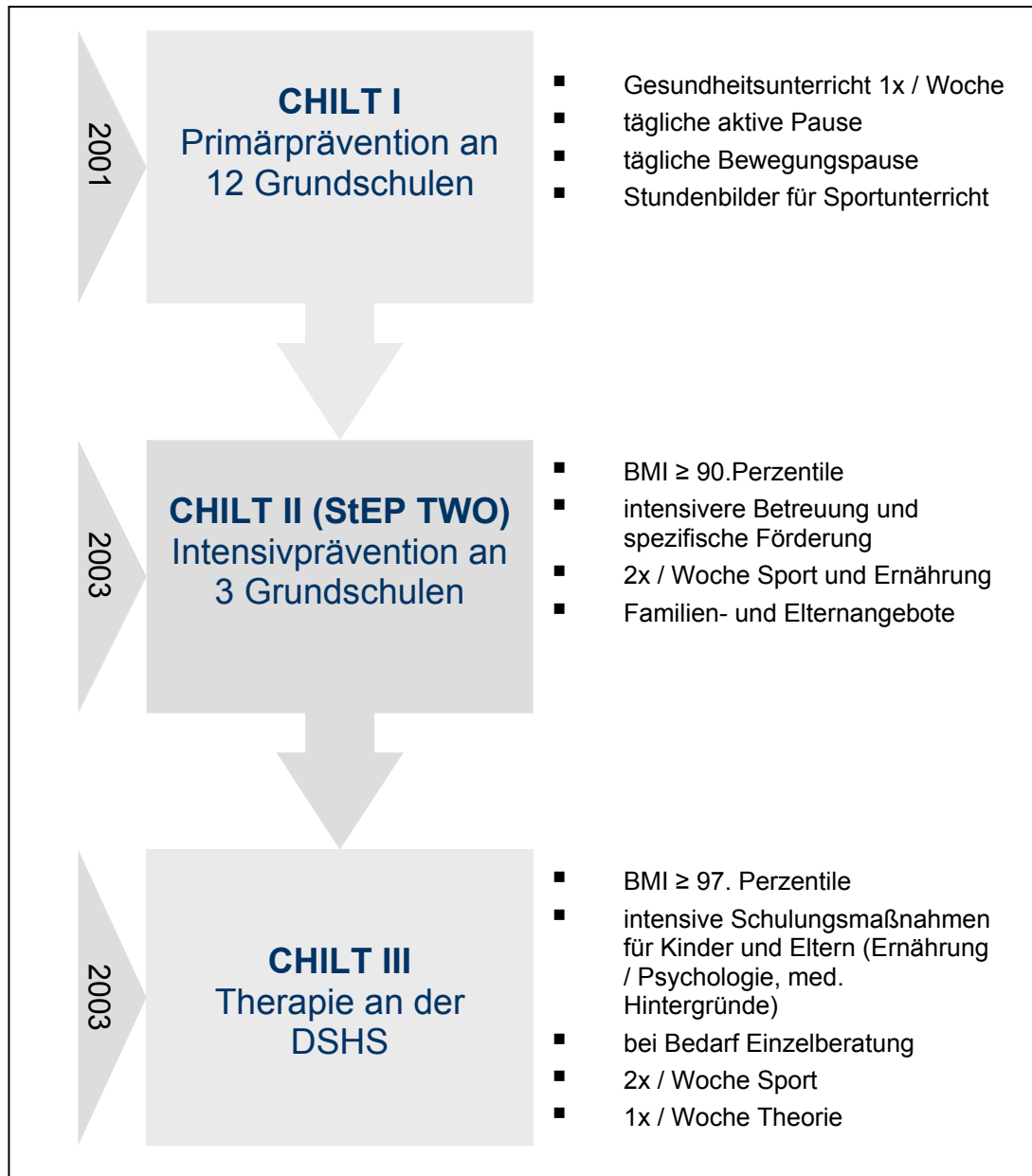


Abb. 1-5: Stufenkonzept des CHILT-Projekts (eigene Darstellung).

Die oben genannten multimodalen Aspekte ambulanter Adipositas Präventions- und Therapieprogramme bei Kindern und Jugendlichen werden innerhalb dieser Studie durch die Anlehnung der Inhalte an die Leitlinien zur Diagnostik, Therapie und Prävention der kindlichen Adipositas der Arbeitsgemeinschaft Adipositas im Kindes- und Jugendalter (vgl. AGA, 2004) erfüllt.

CHILT I

Das Programm startete zu Schuljahresbeginn 2001/2002 (Zwischenuntersuchung im Juni/Juli 2003) und führte zur Abschlussuntersuchung im Frühjahr/Sommer 2004.

Als erste Stufe stellt CHILT I⁴ die primärpräventive Intervention an 12 Kölner Grundschulen dar. Die Intervention umfasst einen wöchentlichen Gesundheitsunterricht, eine tägliche aktive Pause auf dem Schulhof sowie mehrere Bewegungspausen im Unterricht. Anhand von speziell erarbeiteten Stundenbildern wurden Bewegungspausen im Klassenzimmer, auf dem Schulhof oder im Sportunterricht durchgeführt. Ihre Grundlagen sind in zwei Ordnern mit Unterrichtsmaterialien dargestellt, die dem Kölner Kinder Projekt (GRAF et al., 2002) entstammen. Die beiden Ordner beinhalten die Bereiche „Gesundheitsunterricht und Bewegungsförderung“ mit den Themen: „Mein Körper“, „Grundlagen der Ernährung“, „Rezepte“, „Wir bleiben gesund – die Körperabwehr“, „Hygiene“, „psychosoziale Aspekte“, „spezielle Aspekte zu aktiver Freizeitgestaltung“ und „Umgang mit Werbung“ sowie „Umwelt und Gesundheit (Allergien, Stille und Lärm)“.

Zentrale Elemente der vorliegenden Arbeit stellen CHILT II (StEP TWO) und CHILT III dar.

CHILT II (StEP TWO)

CHILT II oder StEP TWO (**S**port, **E**rnährung, **P**rävention) stellt ein Betreuungskonzept an drei der 12 Grundschulen dar, in dem übergewichtige und adipöse Kinder intensiv wohnortnah an den Grundschulen während des gesamten Schuljahres (von September 2003 bis Juni/Juli 2004) betreut worden sind. Hierbei handelt es sich um ein **selektives** Präventionsprogramm, d.h. es richtet sich an potentielle Risikogruppen der Bevölkerung, die aus genetischen, biologischen oder anderen Gründen besonders gefährdet sind, Übergewicht oder Adipositas zu entwickeln (vgl. GOLDAPP et al., 2005). Das Kriterium zur Teilnahme an CHILT II (StEP TWO) ist ein BMI größer des 90. Perzentils.

⁴ Die Inhalte des CHILT I – Konzepts werden in der vorliegende Arbeit nicht weiter vertieft.

Die Interventionsmaßnahmen fanden zweimal pro Woche direkt an der jeweiligen Grundschule statt. Gemäß den Empfehlungen des Forschungsinstituts für Kinderernährung (OptimiX) sowie des AID (Kindergesundheitspyramide) wurde gemeinsam mit den Kindern das Essen vorbereitet, gekocht und verzehrt (KGAS, 2004). Abbildung 1-6 zeigt die Ernährungspyramide für Kinder nach MANNHART (2003), die die Lebensmittelgruppen in empfohlene Tagesportionen unterteilt. Während des Essens und im Anschluss sind ihnen spielerisch durch Ökotrophologen und Ernährungsmediziner die jeweiligen Grundlagen ausführlich erläutert und vermittelt worden.

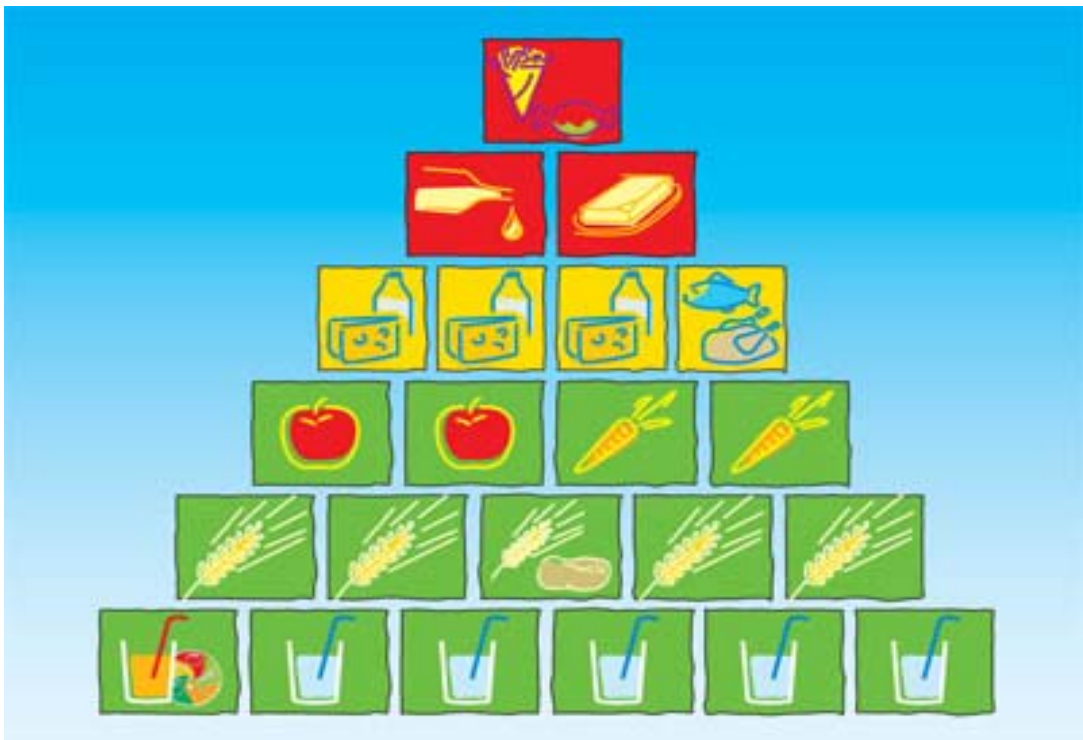


Abb. 1-6: Die Kinderernährungspyramide (MANNHARDT, 2003, S. 206)

Im Anschluss wurde ein 60- bis 90-minütiges Sportprogramm von erfahrenen Sportlehrern/-wissenschaftlern durchgeführt. Inhaltlich zielt das Sportprogramm neben der Verbesserung der motorischen Leistungsfähigkeit auch auf die gesteigerte Freude an der Bewegung und die Übertragung in die Freizeit und den Alltag ab. Für die Eltern der Kinder finden sechs Elternabende zu den Themen gesunde Ernährung, Bewegung, Psychologie und Verhaltensmodifikation statt.

Zur besseren Übertragbarkeit bzw. zur verstärkten Integration von körperlicher Aktivität in den Alltag diene die Kinderbewegungspyramide des AID (s. Abb. 1-7). Sie teilt die tägliche Bewegungszeit in „Portionen“ ein, ähnlich der Ernährungspyramide für Kinder (STACHOW, et al. 2004; MANNHARDT, 2003). Die Kinderbewegungspyramide ist im Rahmen des CHILT-Projekts gemeinsam mit Eltern und Kindern entwickelt worden. Ihr Ziel ist es, durch eine kind- und familiengerechte Gestaltung Kinder zu aktivieren bzw. zu mehr Bewegung zu motivieren (GRAF et al., 2005e). Demnach sollten Kinder mindesten sechs Einheiten von fünf bis zehn Minuten durch Alltagsbelastungen aktiv ausführen. Dies kann der Weg zu Fuß zur Schule, Botengänge für die Eltern, o.ä. sein. Weitere vier „Portionen“ á 15 Minuten sollten moderate Freizeitaktivitäten, wie das freie Spiel mit Freunden im Freien sein (Inline-Skating, Klettern und Spielen auf dem Spielplatz). Gefordert werden zusätzlich noch zwei weitere intensive Bewegungseinheiten von je 15 Minuten, die beispielsweise im Schul- oder Vereinssport verbracht werden. Die Zeit der Inaktivität durch fernsehen oder Computer spielen sollte bei Kindern unter 12 Jahren maximal vier mal 15 Minuten und bei Kindern älter als 12 Jahre nicht mehr als vier mal 30 Minuten pro Tag betragen (GRAF et al., 2006).

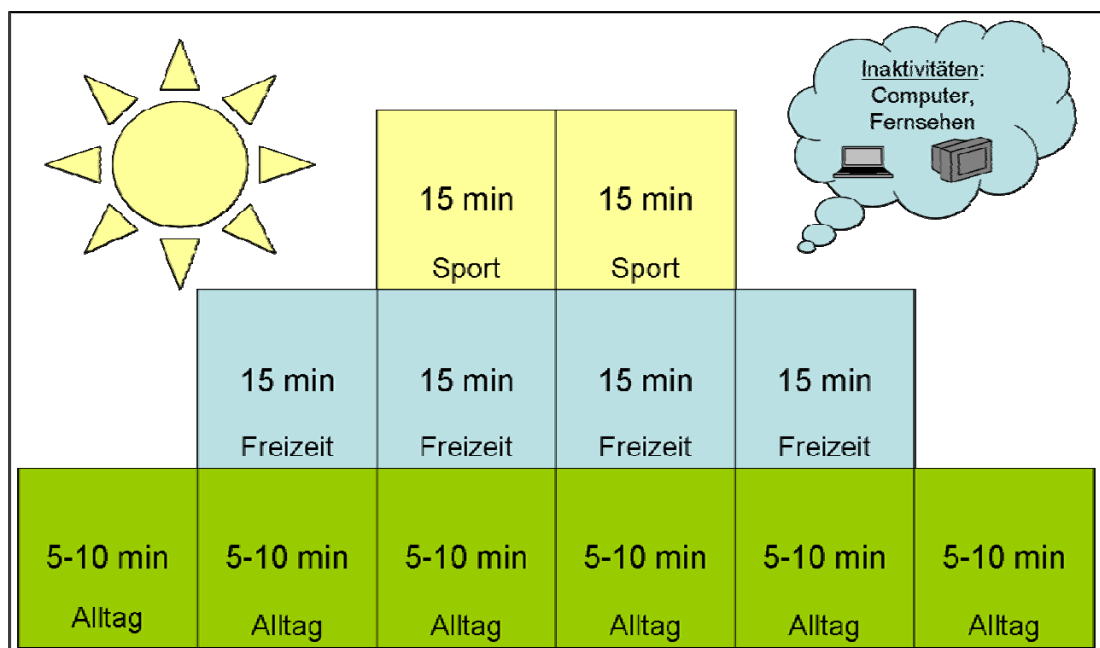


Abb. 1-7: Die Kinderbewegungspyramide (nach GRAF et al., 2005e, S. 152).

CHILT III

In Stufe III des CHILT-Projekts handelt es sich um ein **gezieltes** Therapieprogramm für adipöse Kinder und deren Familien (vgl. GOLDAPP et al., 2005). Die Voraussetzungen für die Teilnahme an CHILT III ist das Überschreiten der 97. Perzentile bzw. der 90. Perzentile bei gleichzeitigem Vorliegen kardiovaskulärer Risikofaktoren, wie arterielle Hypertonie oder Fettstoffwechselstörungen.

Zwischen Mitte September 2003 bis Mitte Juli 2004 wurde die Intervention, angepasst an die Empfehlungen der Konsensusgruppe Adipositas im Kindesalter durchgeführt (vgl. Interventionsmaßnahmen des StEP TWO Programms; KGAS, 2004). Als zusätzliches Schulungsmaterial dienten die Unterrichtseinheiten der CHILT I- und II-Projekte (GRAF, 2003; GRAF et al., 2005d).

Während des Programms kamen die Kinder einmal in der Woche einzeln zur ärztlichen Sprechstunde, in der jeweils Größe und Gewicht bestimmt wurden. Der weitere Verlauf wurde mit den Kindern allein oder gemeinsam mit den Eltern besprochen, um den individuellen Bedürfnissen und Zielen gerecht zu werden. Im Anschluss fand die wöchentliche Einheit zur Ernährungsberatung statt, die sich an den Grundlagen der Ernährung gemäß des Optimix-Programms des Forschungsinstituts für Kinderernährung und nach den Empfehlungen der KGAS orientierte (KGAS, 2004). Im Wechsel zur Ernährungsberatung fanden wöchentliche Gruppengespräche mit einem Psychologen zur Verhaltensmodifikation statt. Die Eltern nahmen zu gleichen Teilen wie ihre Kinder an den Gesprächen mit dem Ernährungsberater und dem Psychologen teil. An vier Terminen wurden gemeinsame Kochnachmittage durchgeführt und bei Bedarf Einzeltermine in den genannten Bereichen angeboten.

Die Kinder nahmen während des Programms zweimal in der Woche an einem Sportprogramm (60 bzw. 90 Minuten) an der Deutschen Sporthochschule Köln teil. Dabei wurde ein spielerisches Bewegungsprogramm im Sinne einer motorischen Vielseitigkeitsschulung

angeboten, das von qualifizierten Diplom-Sportwissenschaftlern durchgeführt worden ist. Der Schwerpunkt lag hierbei auf der individuellen Förderung von Koordination, Ausdauer und Kraft. Besonderer Wert wurde auf die Vermittlung von Bewegungsfreude gelegt, die die Grundlage für die Übertragung der körperlichen Aktivität in den kindlichen Alltag bildet. Der Übertragbarkeit der in den Sportstunden erfahrenen Bewegungsmöglichkeiten in den kindlichen, familiären und schulischen Alltag der Testteilnehmer wurde besondere Aufmerksamkeit gewidmet. Gegen Ende des Programms sind die Kinder und Familien bei der Suche nach geeigneten Sportvereinen beraten und unterstützt worden.

Wie bereits in Kapitel 1.1 ausgeführt, sind Sport bzw. körperliche Aktivität ein grundlegender Bestandteil einer jeden Adipositastherapie, denn übergewichtige und adipöse Kinder und Jugendliche weisen per se Bewegungsmangel auf und dieser ist ganz wesentlich an der Entstehung der Adipositas beteiligt (WOWERIES, 2004). Der Sport bietet die einfache Möglichkeit, den Energieumsatz zu steigern, so dass mehr Energie verbraucht als aufgenommen wird. Durch die vermehrte körperliche Aktivität erhöht sich der Anteil des Muskelgewebes an der Gesamtkörpermasse und führt dadurch zu einem gesteigerten Grundumsatz, sowie zu einem erhöhten Energieverbrauch und damit zu einer Gewichtsabnahme (KAMPER und LAWRENZ, 2002).

Ziel der vorliegenden Arbeit ist es, die Auswirkungen der oben beschriebenen einjährigen Interventionsmaßnahmen der Untersuchungskollektive CHILT II (StEP TWO) und CHILT III auf die Ausdauerleistungsfähigkeit von Kindern und Jugendlichen zu untersuchen und zu beurteilen. Diese Untersuchung geht besonders auf die Messung der Ausdauerleistungsfähigkeit übergewichtiger und adipöser Kinder und Jugendlicher ein und rückt deshalb die gewichtsspezifische relative maximale Sauerstoffaufnahme in den Fokus. Es soll dabei der Zusammenhang zwischen der spiroergometrisch gemessenen, relativen maximalen Sauerstoffaufnahme und der per 6-Minuten-Lauf ermittelten Leistungsparameter herausgearbeitet werden.

2 Problemstellung

2.1 Erfassung der Ausdauerleistungsfähigkeit

Der Begriff Ausdauer beschreibt die psycho-physische Ermüdungswiderstandsfähigkeit eines Menschen / Sportlers. Die maximale Sauerstoffaufnahme ($\dot{V}O_2\text{max}$) dient hier als kardiozirkulatorische und metabolische Kenngröße (WEINECK, 2000). Sie definiert sich als diejenige Sauerstoffmenge, die maximal bei intensiver dynamischer Arbeit großer Muskelgruppen pro Minute aufgenommen werden kann (HOLLMANN und STRÜDER, 2009).

Die maximale Sauerstoffaufnahme ist die zuverlässigste Größe zur Beurteilung der maximalen Leistungsfähigkeit des Herz-Kreislaufsystems, der Atmung und des Stoffwechsels. Als Bruttokriterium der Ausdauerleistungsfähigkeit ist sie die geeignete und umfassende Beschreibungsgröße für die Ausdauerleistungsfähigkeit.

Da die maximale Sauerstoffaufnahme sehr stark von der Körpergröße und dem Geschlecht abhängt, wird sie üblicherweise auf das Körpergewicht bezogen (HEBESTREIT, 2005). Soll lediglich die Leistungsfähigkeit des kardiopulmonalen Systems angegeben werden, ist die Angabe der absoluten maximalen Sauerstoffaufnahme pro Minute ausreichend. Wird jedoch eine Aussage über das tatsächliche Ausdauerleistungsvermögen angestrebt, so ist in den meisten Sportarten die Angabe der relativen Sauerstoffaufnahme notwendig (HOLLMANN und STRÜDER, 2009).

Absolut gesehen liegt die maximale Sauerstoffaufnahme bei Kindern und Jugendlichen niedriger als bei Erwachsenen. Werden die Werte jedoch auf das Körpergewicht bezogen, ergeben sich höhere Werte. Jungen weisen hier eine relative gewichtsbezogene maximale Sauerstoffaufnahme von etwa 50 ml/(min*kg) Körpergewicht auf, während Mädchen ca. 45 ml/(min*kg) erreichen (GRAF et al., 2001). Im Vergleich sollte ein gesunder Mann zwischen 20 und 30 Jahren Werte von etwa 40 ml/(min*kg) und eine

gleichaltrige Frau etwa 32-35 ml/(min*kg) erreichen (HOLLMANN und STRÜDER, 2009; GRAF et al., 2001).

Die absolute maximale Sauerstoffaufnahme nimmt bei Kindern mit zunehmendem Alter zu (HEBESTREIT, 2005; HOLLMANN und STRÜDER, 2009; BAR-OR, 1986) und liegt bei Jungen, wie bereits oben beschrieben, etwas höher als bei Mädchen (LAWRENZ und HEBESTREIT, 2002). Setzt man allerdings die maximale Sauerstoffaufnahme in Beziehung zum Körpergewicht und betrachtet den Verlauf, so stellt sich dieser anders dar. Jungen im Alter von 6 – 18 Jahren weisen hier nämlich einen fast konstanten Verlauf auf. Bei Mädchen ist bis zur Pubertät ein ähnlich konstanter Verlauf festzustellen. Danach zeigt sich allerdings bei den Mädchen ein Abfall der maximalen Sauerstoffaufnahme ($\dot{V}O_2\text{max}$), der auf die hormonellen Umstellungen während der Pubertät zurückgeführt wird (LAWRENZ und HEBESTREIT, 2002; GRAF et al., 2001; ROWLAND, 1990). Dieser Verlauf ist in Abbildung 2-1 dargestellt.

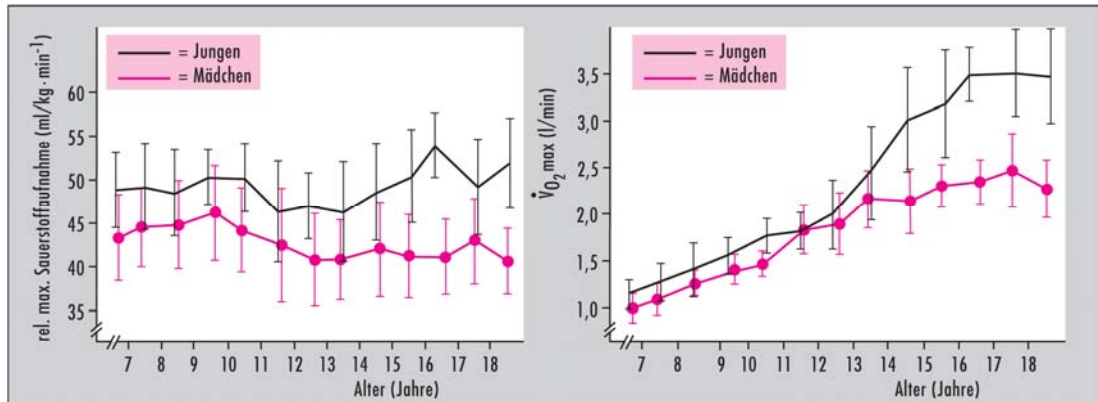


Abb. 2-1: Die maximale Sauerstoffaufnahme ($\dot{V}O_2\text{max}/\text{kg}\cdot\text{min}^{-1}$) bei Jungen und Mädchen des 6. bis 18. Lebensjahrs. Es handelt sich um Fahrradergometerbelastungen (linke Darstellung). Auf der rechten Darstellung ist die absolute maximale Sauerstoffaufnahme angegeben (nach KLEMT, 1987; aus: HOLLMANN und STRÜDER, 2009, S. 504)

Erste signifikante Unterschiede sind ab dem 13. Lebensjahr festzustellen. Bei Jungen steigt die maximale Sauerstoffaufnahme weiter an, was mit dem Wachstumsschub zu Beginn der Pubertät begründet wird (HOLLMANN und STRÜDER, 2009; BENEKE et al., 2002; KLEMT und ROST, 1986).

Die aerobe Leistungsfähigkeit ist im Verlauf der physischen Entwicklung vom Kind zum Erwachsenen eine relativ unabhängige und neutrale Leistungsvoraussetzung. Individuen reagieren während der unterschiedlichen Phasen der physischen Entwicklung mit vergleichbaren Anpassungserscheinungen auf Trainingsreize (BENEKE et al., 2002; CONZELMANN, 1994). Adipöse Kinder und Jugendliche weisen in absoluten Zahlen ähnliche oder sogar höhere Werte der absoluten maximalen Sauerstoffaufnahme auf. Bezieht man allerdings das Körpergewicht mit ein, weisen die adipösen Kinder und Jugendlichen eine deutlich niedrigere relative Sauerstoffaufnahme auf, als ihre normalgewichtigen Altersgenossen (TROST et al., 2001).

Körperliche Aktivität bzw. ein körperliches Training, welches in seiner Intensität und seinem Umfangs deutlich über der bisherigen körperlichen Aktivität liegt, hat positive Auswirkungen auf die Leistungsfähigkeit von Kindern und Jugendlichen (GUNKEL und HEBESTREIT, 2002). Dabei wird die Leistungsfähigkeit sowohl genetisch als auch von der Qualität und Quantität der Beanspruchung bestimmt (HOLLMANN und STRÜDER, 2009).

Bereits ERIKSSON (1972) konnte zeigen, dass ein systematisches Ausdauertraining positive Effekte auf die Ausdauerleistungsfähigkeit hat. In seiner Untersuchung konnte bei 11-13 jährigen Jungen bereits nach 16 Wochen moderatem Ausdauertraining von dreimal 20-50 Minuten wöchentlich im Mittel eine Steigerung der maximalen Sauerstoffaufnahme von 19 % erreichen. Dies entspricht einer Umfangssteigerung der kardiopulmonalen Leistungsfähigkeit von Personen des 3. Lebensjahrzehnts (HOLLMANN und STRÜDER, 2009). MAHON (2000) kommt zu ähnlichen Ergebnissen und beschreibt ebenso eine Verbesserung der Ausdauerleistungsfähigkeit und einen Anstieg der maximalen Sauerstoffaufnahme durch körperliches Training im Kindes- und Jugendalter. Veränderungen der Körperzusammensetzung durch Sport finden sich bei übergewichtigen und adipösen Kindern und Jugendlichen. Sport, der mindestens dreimal wöchentlich zusätzlich zur Alltagsaktivität stattfindet, kann auch bei normalgewichtigen Kindern und Jugendlichen das

Körpergewicht reduzieren. DWYER et al. (1983) sowie STEPHENS und WENTZ (1998) finden eine Körperfettreduktion auch bei nicht-adipösen Kindern, wenn diese wenigsten dreimal pro Woche sportlich aktiv sind, im Vergleich zu Kindern, die nur einmal in der Woche zusätzlich aktiv sind.

Während eines Trainingsprogramms kann es zu einer Volumenvergrößerung des linken Ventrikels kommen (OBERT et al., 2001). Parallel dazu nimmt ebenso das Schlagvolumen zu. Eine Herzvergrößerung und Myokardhypertrophie erreichen jedoch nicht die Ausmaße wie bei erwachsenen Ausdauersportlern. Das sogenannte „Sportlerherz“ kommt daher im Kindesalter nicht vor (ROWLAND, 2000). Ebenso wird die maximal erreichbare Herzfrequenz bei Kindern durch Training nur wenig beeinflusst. Die Ruheherzfrequenz hingegen nimmt bei ausdauertrainierten Kindern ab, so dass die Herzfrequenzreserve bei trainierten Kindern größer ist als bei untrainierten (OBERT et al., 2001; ROWLAND, 1996).

Eine hohe körperliche Aktivität bzw. ein körperliches Training kann demnach die Gesundheit in verschiedenen Bereichen beeinflussen. Zum einen können präventiv bereits Erkrankungen in der Gegenwart als auch zukünftig vermieden oder verhindert werden und zum anderen kann ein gezieltes Training bei diversen Krankheitsbildern therapeutisch eingesetzt werden. Bei den meisten Kindern und Jugendlichen, die an einem sporttherapeutischen Programm teilnehmen, stehen jedoch nicht die direkte Beeinflussung des Krankheitsbildes selbst, sondern die positiven Effekte auf das Selbstvertrauen und die Lebensqualität im Vordergrund (GUNKEL und HEBESTREIT, 2002). Körperliche Aktivität hat verschiedene positive psychologische Effekte. Insbesondere bei Kindern mit chronischen Erkrankungen kann der psychologische Nutzen eines Sportprogramms das Hauptziel für die Verordnung von Rehabilitationssport sein. Neben der bereits genannten Steigerung von Selbstwertgefühl und Lebensqualität, verbessern sich ebenso das Empfinden gegenüber dem eigenen Körper (TORTOLERO et al., 2000).

Infolge des hohen gesundheitlichen Nutzens der Fitness bzw. der Ausdauerleistungsfähigkeit stellt daher ein Ziel präventiver und therapeutischer Programme eine Verbesserung dieser Parameter dar. Die korrekte Erfassung, insbesondere in Feldstudien, ist allerdings methodisch erschwert.

Zur Überprüfung und ebenso zur Erfassung der Ausdauerleistungsfähigkeit sind eine Vielzahl von Test- und Untersuchungsverfahren entwickelt worden, die von einer groben Abschätzung der Ausdauer bis hin zur individuellen Leistungsdiagnostik reichen (BÖS, 2001). Es stehen sportpraktische Beurteilungsverfahren der Ausdauerleistungsfähigkeit wie der *Cooper-Test* nach COOPER (1970), der *8-Minuten-Lauf* nach DORDEL und BERNOTEIT (1981) oder der in dieser Arbeit verwendete *6-Minuten-Lauf* nach BECK und BÖS (1995) den ergometrischen Verfahren, wie den Laufband- und Fahrradergometrien im Labor gegenüber (DORDEL und BREITHECKER, 2003). Insbesondere die bereits o.g. Feldtests bieten gerade im Bereich des Gesundheitssports (BÖS, 2001) und für die Testdurchführung bei großen Teilnehmerzahlen, wie sie z.B. im Schulsport vorgefunden werden, eine kostengünstige Alternative (BÖS und MECHLING, 1983).

TÖROK et al. (2001) weisen, als einige Wenige, bei 22 adipösen männlichen Jugendlichen mit metabolischem Syndrom eine deutlich geringere $\dot{V}O_2\text{max}$ nach als bei 17 adipösen Kindern ohne metabolisches Syndrom, und zwar im Vergleich zu 29 normalgewichtigen Kontrollkindern. In einer belgischen Untersuchung von REYBROUCK et al. (1987) konnte eine etwa 70% geringere Sauerstoffaufnahme bei 15 adipösen Kindern für ein größeres Altersspektrum von vier- bis sechzehnjährigen Kindern und Jugendlichen gefunden werden.

Als wichtigste Voraussetzung sportmotorischer Testverfahren muss eine einfache Handhabung gewährleistet sein, um diese Tests beispielsweise im Schulsport einsetzen zu können. Weiterhin muss das Testverfahren verlässliche Daten liefern und über altersspezifische Vergleichsdaten verfügen (FAUDE et al., 2004).

Daraus ergibt sich für diese Untersuchung die Frage nach dem Zusammenhang zwischen der spiroergometrisch ermittelten maximalen und relativen Sauerstoffaufnahme und der erreichten Laufleistung beim 6-Minuten-Lauf von übergewichtigen und adipösen Kindern.

Hypothese 1

Die einjährige Bewegungsintervention (CHILT-Projekt) verbessert bei übergewichtigen und adipösen Kindern und Jugendlichen die auf die Körpermasse bezogene relative maximale Sauerstoffaufnahme.

2.2 Interdisziplinäre Interventionen bei Adipositas im Kindes- und Jugendalter

Die kindliche Adipositas gehört mit ihrem komplexen und multifaktoriell bedingten Krankheitsbild zu den Gesundheitsstörungen, die eng mit psychologischen und sozialen Verhältnissen zusammenhängen (DELEKAT, 2003).

Strategien des öffentlichen Gesundheitswesens und Interventionen zur Vorbeugung sowie Behandlung der Adipositas im Kindesalter müssen daher neben den biomedizinischen Erkenntnissen auch den erheblichen Einfluss von „Umweltfaktoren“, sowie die individuellen psychologischen und psychosozialen Begebenheiten berücksichtigen, um dem Problem Adipositas angemessen zu begegnen (MÜLLER et al., 2002). Hierbei kommt der interdisziplinären Zusammenarbeit verschiedener Fachleute, wie u. a. Medizinern, Psychologen und Sportwissenschaftlern, bei der Erarbeitung entsprechender Interventionskonzepte besondere Bedeutung zu.

Den gängigen Modellprojekten (s. Tab. 2-1) zur Primärprävention der Adipositas im Kindes- und Jugendalter liegen ähnliche ganzheitliche Konzepte mit unterschiedlichen Schwerpunktsetzungen zugrunde (REINHER,

2005; KORSTEN-RECK et al., 1997, KORSTEN-RECK 2005). Hierbei stehen neben der reinen Informationsvermittlung hinsichtlich der Themen „Gesundheit“, „Ernährung“ und „Bewegungsverhalten“ gerade die Aufklärung über den eigenen Lebensstil und damit der Transfer von Einsichten und Einstellungen im Vordergrund. Es soll erreicht werden, dass individuelle Erfahrungen aus dem Programm in den Alltag integriert, gängige Verhaltensmuster aufgebrochen und das Spektrum an Verhaltensweisen im Umgang mit Ernährung und Bewegung erweitert werden (WIRTH, 2003). Den Kindern werden Orientierungshilfen gegeben, damit sie individuelle Handlungsstrategien und Handlungskompetenzen entwickeln, die Schritt für Schritt in den Alltag aufgenommen werden (SCHWARTZ, 1998).

Tab. 2-1: Übersicht über gängige Adipositasprogramme für Kinder und Jugendliche in Deutschland.

Projekt	Institution / Ort	Quelle
<p>FITOC</p> <p>Freiburg Interventional Trial für Obese Children</p>	<p>Med. Universitätsklinik, Abt. Rehabilitative und präventive Sportmedizin, Freiburg</p>	<p>KORSTEN-RECK, 2005</p>
<p>Moby Dick</p> <p>Gesundheitsprogramm für übergewichtige und adipöse Kinder</p>	<p>Präventionszentrum Hamburg, Dr. Christiane Petersen</p>	<p>PETERSEN, 1999</p>
<p>KOPS</p> <p>Kieler Adipositas-Präventionsstudie</p>	<p>Institut für Humanernährung und Lebensmittelkunde, Christian-Albrechts-Universität Kiel</p>	<p>CZERWINSKI-MAST et al., 2003</p>
<p>OBELDICKS</p> <p>Adipositasschulung</p>	<p>Vestische Kinder- und Jugendklinik Datteln, Universität Witten-Herdecke</p>	<p>REINHER et al., 2003a</p>

Zur Behandlung der juvenilen Adipositas haben sich Patientenschulungsprogramme durchgesetzt, die vor allem die Therapiemitarbeit und die Krankheitsbewältigung in den Fokus rücken. Die Wirksamkeit solcher interdisziplinärer Studien zur Behandlung chronischer Erkrankungen im Kindes- und Jugendalter ist empirisch vielfach belegt worden (PETERMANN, 1997; WIAD Studie, 2001). Der Gesundheitsstatus und die Lebensqualität der Kinder und Jugendlichen wird dadurch gesteigert (PETERMANN et al., 2006).

Vor dem Hintergrund der elterlichen Vorbildfunktion sollten Maßnahmen zur Prävention nach Möglichkeit auf die gesamte Familie und nicht nur auf das Kind allein abzielen. Darüber hinaus muss die Kooperation der Eltern angestrebt werden (GOLAN und WEIZMAN, 2001; PARIZKOVA und HILLS, 2001).

Für Therapiemaßnahmen der Adipositas im Kindes- und Jugendalter fordert die gemeinsame Initiative der Deutschen Adipositas Gesellschaft (DAG), der Deutschen Akademie für Ernährungsmedizin (DAEM), der Deutschen Gesellschaft für Ernährung (DGE) und der Deutschen Gesellschaft für Ernährungsmedizin (DGEM) eine qualitative Verbesserung der ambulanten Langzeitbetreuung adipöser Menschen (HAUNER et al., 2000). In diesem Zusammenhang muss angemerkt werden, dass die meisten Interventionsmaßnahmen zu spät ansetzen, um den gesundheitlichen Risiken und Folgen der kindlichen Adipositas entgegenzuwirken (PETERMANN et al., 2006). Gemäß Statistik des Verbands Deutscher Rentenversicherungsträger (VDR) lag das Durchschnittsalter der Patienten, die eine stationäre Behandlung in Anspruch genommenen haben im Jahr 1998 bei 12,9 Jahren und 2003 sogar bei 13,4 Jahren (VERBAND DEUTSCHER RENTENVERSICHERUNGSTRÄGER, 1998 und 2003). Betrachtet man nämlich den Anstieg der stationären medizinischen Rehabilitation bei kindlicher Adipositas, so ist hier die Zahl im Jahr 1998 von 3795 Kindern und Jugendlichen im Jahr 2003 auf 6900 Kinder angestiegen (VERBAND DEUTSCHER RENTENVERSICHERUNGSTRÄGER, 1998 und

2003). Demnach setzen die durchgeführten Programme erst nach dem Grundschulalter und damit deutlich zu spät an.

Nach WIEDEBUSCH et al. (1997) können für eine ambulante oder stationäre Adipositastherapie folgende Rehabilitationsziele formuliert werden:

- Beseitigung bestehender Leistungseinschränkungen
 - Verhinderung von Chronifizierungen und Verbesserung der Langzeitprognose
 - Unterstützung der (Re-)Integration (in Beruf, Schule, Ausbildung, Familie und Gesellschaft)
 - Verbesserung der Lebensqualität
- (WIEDEBUSCH et al., 1997, S. 481)

Durch die Einflussnahme auf die Krankheitssymptome sowie des Krankheitsmanagements steht vor allem die Steigerung der körperlichen Leistungsfähigkeit im Vordergrund der Interventionsmaßnahmen. Die Therapie der kindlichen Adipositas wird im Gegensatz zur Erwachsenentherapie durch weniger Schulung, aber mehr Sport und Integration der Eltern gestaltet (WIRTH, 2003). Dadurch kann langfristig der Gesundheitszustand der Patienten verbessert werden (PETERMANN et al., 2006).

Somit ergibt sich für diese Untersuchung Hypothese zwei:

Hypothese 2

Die Veränderungen der auf die Körpermasse bezogene relative maximale Sauerstoffaufnahme korrelieren mit den Veränderungen der Leistungsparameter im 6-Minuten-Lauf.

Wie bereits in Kapitel 1.4 erwähnt, ist die frühzeitige Entwicklung von Gegenmaßnahmen unbedingt erforderlich, um Bewegungsmangel und Übergewicht entgegenzuwirken (GRAF, 2005a).

Im Rahmen dieser Arbeit werden aus dem CHILT II- (StEP TWO) und dem CHILT III-Projekt die Effekte auf die Ausdauerleistungsfähigkeit von übergewichtigen und adipösen Kindern mittels der interdisziplinären Intervention in Grundschulen bzw. an der Deutschen Sporthochschule Köln vorgestellt.

Sollte sich bestätigen, dass sich im Rahmen der einjährigen Intervention die Ausdauerleistungsfähigkeit verbessert (Hypothese 1) und mit den Ergebnissen des 6-Minuten-Laufs korrelieren (Hypothese 2), stünde zukünftig mit dem Feldtest ein einfaches und praktikables Messverfahren im Rahmen großer Interventionsstudien zur Verfügung.

3 Methodik

Die Daten der vorliegenden Arbeit werden im Rahmen zweier Untersuchungsreihen (Vor- und Nachuntersuchung) zwischen September 2003 und September 2007 erhoben. Die Studie setzt sich aus den Populationen CHILT II (StEP TWO) und CHILT III, die beide am Institut für Kreislaufforschung und Sportmedizin, am Institut für Bewegungs- und Neurowissenschaft und am Institut für Schulsport und Schulentwicklung der Deutschen Sporthochschule Köln durchgeführt werden, zusammen.

3.1 Untersuchungskollektiv

3.1.1 CHILT II (StEP TWO)

An CHILT II (StEP TWO) nehmen 203 übergewichtige und adipöse Grundschul Kinder teil. Von den 203 Probanden sind 98 Probanden⁹ Jungen (48,3 %) und 105 Mädchen (51,7 %). Die Interventionsgruppe umfasst eine Stichprobe von $n = 40$ (19 Jungen, 47,5 %; 21 Mädchen, 52,5 %); die Kontrollgruppe von $n = 155$ (78 Jungen, 50,3 %; 77 Mädchen, 49,7 %). Acht Probanden bilden die Gruppe der Non-Responder¹⁰ (1 Junge, 12,5 %; 7 Mädchen, 87,5 %).

Die Kinder sind im Durchschnitt $8,0 \pm 1,3$ Jahre alt, $1,36 \pm 0,10$ m groß und $41,8 \pm 10,5$ kg schwer. Der mittlere BMI liegt bei $22,13 \pm 3,13$ kg/m² und der durchschnittliche BMI-SDS¹¹ bei $1,90 \pm 0,45$.

Die anthropometrischen Daten, inkl. des BMI und des BMI-SDS sowie die Aufteilung nach Interventions- und Kontrollgruppe zeigt Tabelle 3-1.

⁹ In der vorliegenden Arbeit wird der Einfachheit halber ausschließlich die maskuline Form verwendet, die sich aber selbstverständlich auf beide Geschlechter beziehen soll.

¹⁰ Non-Responder: Die Gruppe der teilnehmenden Kinder, bei denen die Einverständniserklärung der Eltern fehlte, und die damit nicht am Programm teilnehmen konnten.

¹¹ Der BMI-SDS beschreibt den alters- und geschlechtskorrigierten BMI (s. Kapitel 3.2.1).

Tab. 3-1: Mittelwerte (\bar{x}) und Standardabweichung (s) der anthropometrischen Daten der Probanden aus CHILT II (StEP TWO) unterteilt in Interventionsgruppe (IG), Kontrollgruppe (KG), Non-Responder (NR) und Gesamtgruppe (GG).

	Teilnehmerzahl			Alter [Jahre]		Größe [m]		Gewicht [kg]		BMI [kg/m ²]		BMI-SDS	
	n =	♀	♂	\bar{x}	s	\bar{x}	s	\bar{x}	s	\bar{x}	s	\bar{x}	s
IG	40	21	19	8,3	±1,3	1,37	±0,09	43,6	±10,2	22,8	±3,6	1,99	±0,52
KG	155	77	78	8,0	±1,3	1,36	±0,09	40,8	±9,6	21,8	±2,7	1,87	±0,41
NR	8	7	1	8,5	±1,3	1,41	±0,10	52,75	±19,2	25,73	±6,0	2,29	±0,66
Gesamt	203	105	98	8,0	±1,3	1,36	±0,10	41,8	±10,5	22,13	±3,13	1,90	±0,45

3.1.2 CHILT III

Für das Therapieprogramm CHILT III meldeten sich 194 adipöse Kinder und Jugendliche an. Der Anteil der Jungen beträgt hier 100 (51,5 %) und der Mädchen 94 (48,5 %). Die Stichprobe der Interventionsgruppe umfasst 123 (60 Jungen, 48,8 %; 63 Mädchen, 51,2 %) und die Kontrollgruppe 46 (29 Jungen, 63,0 %; 17 Mädchen, 37,0 %). Sechs Kinder (3 Jungen, 3 Mädchen) brachen das Programm ab. Die Gruppe der Non-Responder beträgt n = 9 (8 Jungen, 1 Mädchen).

Der Altersdurchschnitt liegt bei 11,8 (±2,3) Jahren, die mittlere Größe bei 1,57 ±0,12 m und das durchschnittliche Gewicht bei 74,3 ±19,85 kg. Für den BMI liegt der Mittelwert bei 29,60 ±4,83 kg/m² und für den BMI-SDS bei 2,47 ±0,48.

Tabelle 3-2 stellt die anthropometrischen Daten, aufgeteilt nach Interventions- und Kontrollgruppe, sowie den BMI und den BMI-SDS für die Probanden des CHILT III-Projekts dar.

Tab. 3-2: Mittelwerte (\bar{x}) und Standardabweichung (s) der anthropometrischen Daten der Probanden aus CHILT III unterteilt in Interventionsgruppe (IG), Kontrollgruppe (KG), Gruppe der Abbrecher (Abbr.) und Non-Responder (NR).

	Teilnehmerzahl			Alter [Jahre]		Größe [m]		Gewicht [kg]		BMI [kg/m ²]		BMI-SDS	
	n =	♀	♂	\bar{x}	s	\bar{x}	s	\bar{x}	s	\bar{x}	s	\bar{x}	s
IG	123	63	60	12,1	±2,2	1,57	±0,11	74,9	±19,1	29,6	±4,72	2,44	±0,47
KG	56	27	29	11,2	±2,4	1,54	±0,14	71,6	±20,5	29,4	±4,78	2,54	±0,47
Abbr.	6	3	3	12,8	±2,4	1,60	±0,12	88,1	±24,1	33,8	±6,16	2,86	±0,38
NR	9	1	8	11,8	±2,0	1,59	±0,17	72,6	±22,5	27,8	±5,17	2,18	±0,43
Gesamt	194	94	100	11,8	±2,2	1,6	±0,12	74,3	±19,9	29,6	±4,83	2,47	±0,48

Die Interventionsfamilien aus CHILT II (StEP TWO) und CHILT III werden ausführlich über die Ziele der Intervention, die Untersuchungen, die Untersuchungsdurchführung, sowie den zeitlichen Aufwand, die Risiken und den Nutzen der geplanten Untersuchungen informiert. Des Weiteren findet ein Vorgespräch mit den Kindern und mindestens einem Erziehungsberechtigten unter Beteiligung der betreuenden Ärztin innerhalb der medizinischen Voruntersuchung statt. Die Teilnahme an der Studie ist freiwillig. Die Probanden können jederzeit ihre Teilnahme an der Studie abbrechen. Das gesamte CHILT-Projekt ist von der Ethik-Kommission der Deutschen Sporthochschule Köln genehmigt worden.

3.2 Untersuchungsgang

Neben den anthropometrischen Daten werden folgende Erhebungen durchgeführt: Bauch-/Hüftumfang in [cm], Blutdruck in [mmHg], die spiroergometrisch ermittelte Ausdauerleistungsfähigkeit in [l/min] ($\dot{V}O_2$ max fahrradergometrisch) und die motorische Leistungsfähigkeit mittels des Dordel-Koch-Tests (DORDEL et al., 2008; DORDEL und KOCH, 2004; GRAF et al., 2004). Aus dem Dordel-Koch-Test wird im Rahmen dieser Arbeit nur der 6-Minuten-Lauf verwendet und erläutert.

Die Spiroergometrie erfolgt unter Laborbedingungen im Institut für Kreislaufforschung und Sportmedizin der Deutschen Sporthochschule Köln (s. Kap. 3.2.5). Die Durchführung des 6-Minuten-Laufs findet in den Turnhallen der jeweiligen Grundschule während des regulären Sportunterrichtes statt und ist in Kapitel 3.2.2 ausführlich beschrieben.

Die Kinder werden einzeln untersucht. Vor der eigentlichen Belastungsuntersuchung erfolgt eine Anamnese und ein ausführliches Einführungsgespräch durch die betreuende Ärztin, inklusive der Erfassung der anthropometrischen Daten (s. Kap. 3.2.1). Im Anschluss daran findet die Aufzeichnung des Ruhe-EKGs statt (s. Kap. 3.2.3). Wenn keine Kontraindikationen vorliegen, wird die spiroergometrische Belastungs-

untersuchung durchgeführt. Die folgenden Abbildungen stellen die zeitliche Abfolge der Untersuchungen dar. Abbildung 3-1 zeigt den Untersuchungsablauf der Belastungsuntersuchung im Labor des Instituts für Kreislaufforschung und Sportmedizin der Deutschen Sporthochschule Köln und Abbildung 3-2 den zeitlichen Ablauf der Motorik- und Ausdauertests an den jeweiligen Schulen.

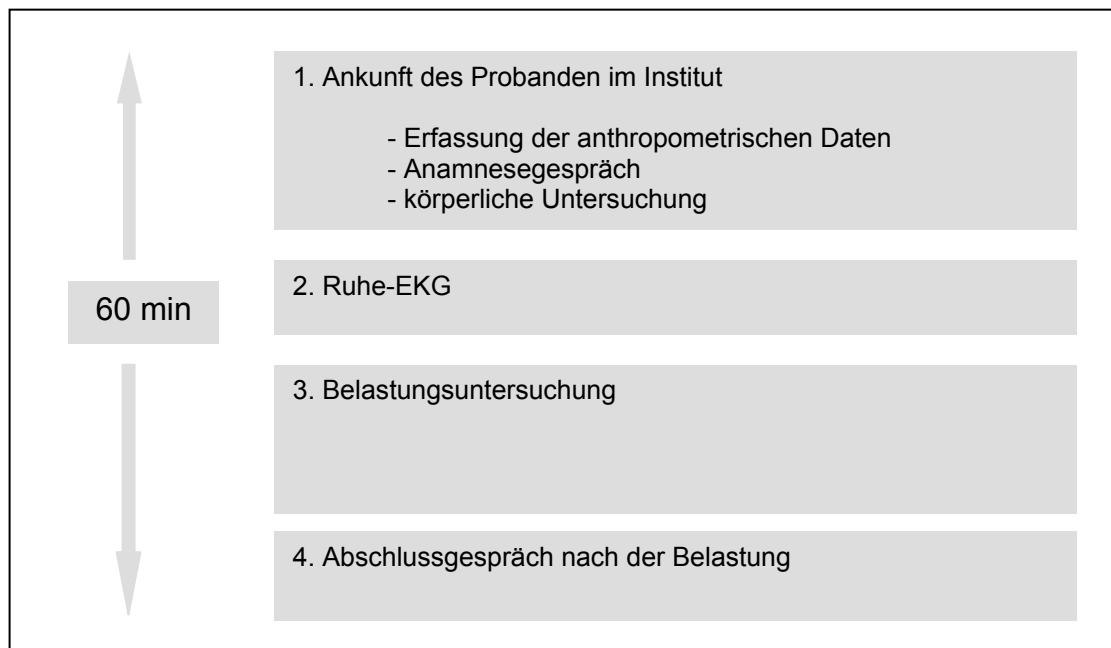


Abb. 3-1: Ablauf der Belastungsuntersuchung im Labor (eigene Darstellung).

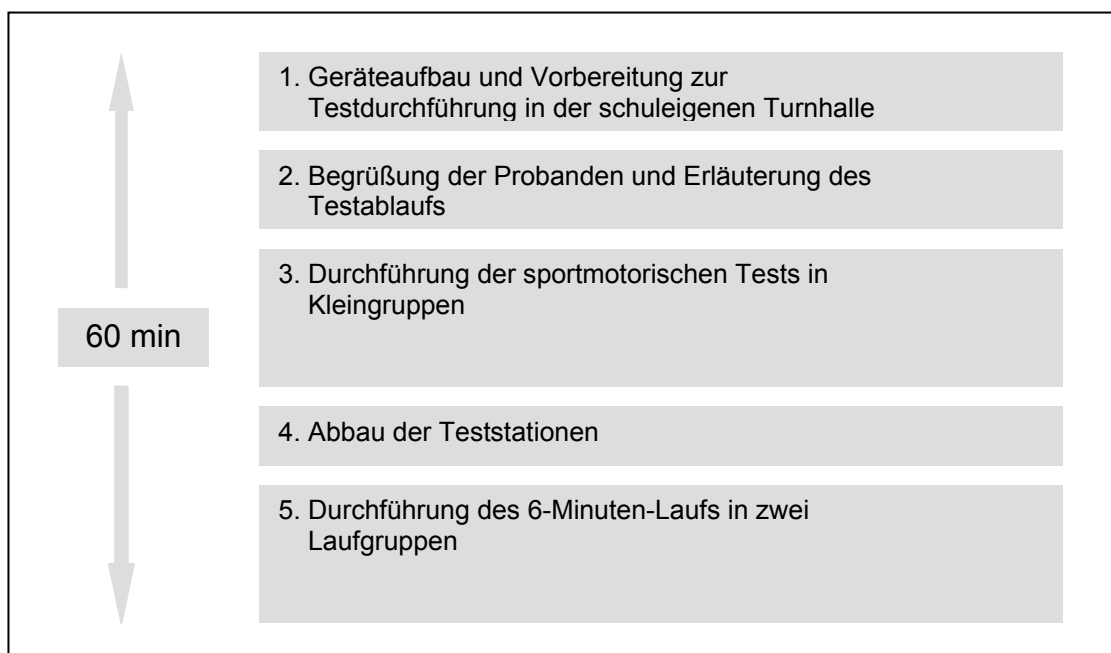


Abb. 3-2: Untersuchungsablauf der sportmotorischen Tests in der schuleigenen Turnhalle (eigene Darstellung).

3.2.1 Erhebung der anthropometrischen Daten

Das Geburtsdatum der Kinder wird durch die Probanden selbst bzw. durch deren Eltern angegeben. Das Körpergewicht wird nach standardisierten Messvorgaben des IDIS¹² (LAASER, 1989) auf einer Standwaage des Typs Seca 761 der Firma VOGEL & HALKE, Hamburg, festgestellt. Das Wiegen der Kinder findet in leichter Turnbekleidung (T-Shirt, kurze Sporthose) und ohne Schuhe statt; dafür werden 500 g vom Messwert abgezogen.

Die Körpergröße wird mit dem Maßstab (Typ: Seca 225) im aufrechten Stand, ohne Schuhe und in tiefer Einatmung gemessen (LAASER, 1989). Die für die Messung erforderliche Körperhaltung stellt die gedachte Verbindungslinie zwischen Jochbein und unterem Gehörgang des Probanden eine Parallele zum Boden dar. Aus den gewonnenen Daten wird der BMI nach der Formel Kilogramm Körpergewicht [kg] geteilt durch Körpergröße [m] zum Quadrat berechnet ($BMI = kg/m^2$) und für die Kinder entsprechend den Perzentilkurven nach KROMEYER-HAUSCHILD (2004) eingeordnet.

Die Bestimmung des alters- und geschlechtskorrigierten BMI-Standard Deviation Score (BMI-SDS) erfolgt nach folgender Formel:

$$BMI-SDS = \frac{[BMI / M(t)]^{L(t)} - 1}{L(t) * S(t)}$$

M(t), L(t) und S(t) sind die alters- und geschlechtsspezifischen Größen des jeweiligen Kindes (KROMEYER-HAUSCHILD et al., 2001).

¹² IDIS - Institut für Dokumentation und Information, Sozialmedizin und öffentliches Gesundheitswesen

3.2.2 Der 6-Minuten-Lauf

Als Feldtest zur Ermittlung der Ausdauerleistungsfähigkeit wird der 6-Minuten-Lauf nach BÖS und MECHLING (1983) gewählt.

Der Lauf findet jeweils in der schuleigenen Turnhalle statt. An der Testdurchführung sind ein Versuchsleiter (Zeitnahme) und vier Testhelfer, die die Anzahl der gelaufenen Runden zählen, beteiligt. Bevor die Schüler in die Halle kommen, wird das zu umlaufende Feld mit kleinen Blockkästen abgesteckt, das in seiner Größe dem eines Volleyballfeldes (eine Runde = 54 m) entspricht. Die kleinen Blockkästen werden für einen besser geeigneten Kurvenverlauf leicht nach innen versetzt (s. Abb. 3-3). Aus organisatorischen Gründen werden die Schüler in Kleingruppen aus der Klasse geholt. Jedem der vier Testhelfer werden drei bis vier Schüler zugeteilt, die an den Ecken des Feldes postiert werden.

Für den reibungslosen Ablauf des 6-Minuten-Laufs ist nach DORDEL und KOCH (2004, S. 11) auf folgende Hinweise zu achten:

- „Um den Teilnehmern ein Gefühl für den Laufrhythmus zu vermitteln, wird im Vorgespräch auf die Notwendigkeit einen angemessenen Tempos hingewiesen. Zu schnelles Laufen kann zu einem vorzeitigen Abbruch führen. Das geeignete Tempo sollte durch einen Teilnehmer demonstriert werden.“
- „Wer nicht mehr laufen kann, geht einfach weiter, nicht stehen bleiben oder hinsetzen. Am günstigen ist es aber, wenn man während der gesamten Zeit in gleichmäßigem Tempo laufen kann!“
- „Nach den sechs Minuten erfolgt ein Schlusskommando, die Teilnehmer bleiben sofort stehen, damit die exakte Strecke ausgemessen und notiert werden kann.“
- „Anschließend folgen zwei Runden lockeren Gehens.“

(DORDEL und KOCH, 2004, S. 11)

Die Testhelfer zählen per Strichliste die Runden der ihnen zugeteilten Kinder, multiplizieren die Rundenanzahl mit 54 m und addieren die restliche Strecke auf einen Meter genau hinzu.

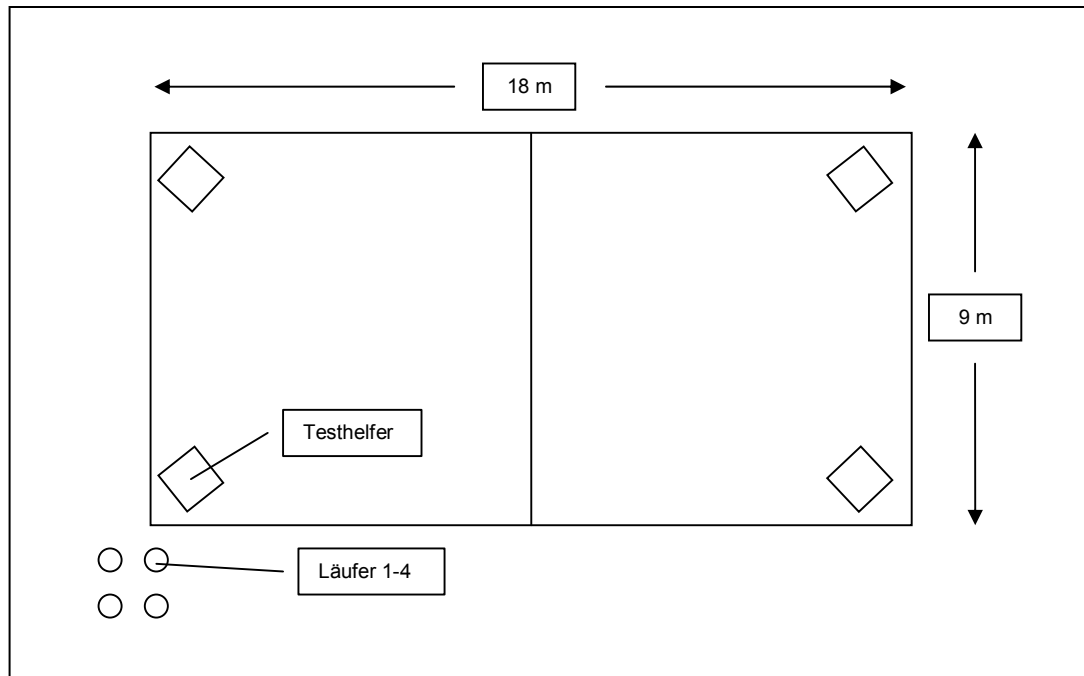


Abb. 3-3: Aufbauskizze für den 6-Minuten-Lauf um das Volleyballfeld in der Turnhalle (eigene Darstellung).

3.2.3 Ruhe-EKG

Für das Ruhe-EKG werden die Standardableitungen nach GOLDBERGER und EINTHOVEN (Extremitätenableitungen) sowie nach WILSON (Brustwandableitungen) verwendet (KLINGE, 2002; ROST et al., 2001). Die Ruhe-EKG Messung wird mit dem MAC 1200 der Firma GE MEDICAL SYSTEMS (Freiburg) durchgeführt. Das Gerät bietet eine zehn Sekunden Aufnahme mit 12 Ableitungen. Des Weiteren ist eine manuelle Messung zur Registrierung von sechs Ableitungen in Echtzeit möglich, sowie eine kontinuierliche Arrhythmie-Analyse.

3.2.4 Fahrradergometrische Belastungsuntersuchung

Die Ergometrie erfolgt auf einer drehzahl-unabhängigen Ergometereinheit mit integrierter EKG-Aufzeichnung und Blutdruckmessung (Ergometrics 900 der Firma ERGOLINE GmbH & Co KG, Bitz). Die EKG-Analyse der Brustwandableitungen (V1-V6) nach WILSON (ROST et al., 2001) erfolgt mittels Saugelektroden bei gleichzeitiger Monitor Darstellung und Ausdruckdokumentation. Die als Referenzwerte erforderlichen Extremitätenableitungen werden aufgrund der Versuchsanordnung auf dem Fahrradergometer beliebig am Rücken des Probanden angebracht, können zur Beurteilung jedoch nicht verwendet werden (ROST et al., 1996). Die integrierte Blutdruckmessung wird vollautomatisch über ein eingebautes Mikrophon am Messcomputer verarbeitet und ausgewertet. Es erfolgt eine kontinuierliche Monitor-Onlinedarstellung (s. Abb. 3-4).



Abb. 3-4: Spiroergometrische Belastungsuntersuchung auf dem Fahrradergometer.

Die ergometrischen Untersuchungen werden unter stufenförmiger Belastungserhöhung bis zur subjektiven Erschöpfung oder bis zum Auftreten der in Kapitel 3.2.4.1 beschriebenen Abbruchkriterien durchgeführt.

Die Durchführung der Belastungsuntersuchung orientiert sich an folgendem Belastungsschema (LAWRENZ und HEBESTREIT, 2002):

Die Einstiegslast beträgt 0,5 Watt/kg längenbezogenes Referenzgewicht und alle zwei Minuten erfolgt eine Steigerung um 0,5 Watt/kg längenbezogenes Referenzgewicht bis zur Ausbelastung unter Berücksichtigung der üblichen Abbruchkriterien (s. Kapitel 3.2.4.1). Das individuelle Referenzgewicht ergibt sich aus den Somatogrammen nach REINKEN et al. (1980). Eine Mindesteingangslast von 20 Watt liegt aufgrund des Eigenwiderstandes des Ergometers immer vor.

Beispiel des Belastungsschemas:

13 jähriges Mädchen, 162 cm

- Referenzgewicht = 52,2 kg
- Eingangslast = Referenzgewicht x 0,5 = 26 Watt
- Belastungssteigerung um 26 Watt ($52,2 : 2 = 26$)

Zur Standardisierung wird generalisiert eine Umdrehungszahl des Ergometers zwischen 60 – 80 U/min vorgeschrieben. In den letzten 30 Sekunden der jeweiligen Belastungsstufe wird der arterielle Blutdruck am Oberarm in Herzhöhe gemessen, Kapillarblut zur Bestimmung der Laktatkonzentration am Ohrläppchen abgenommen, die Herzfrequenz bestimmt, sowie das EKG mittels Ausdruck dokumentiert. Zusätzlich wird als Zielgröße die maximale Leistung in Watt, sowie die relativen Leistung in Watt/kg Körpergewicht notiert.

3.2.4.1 Abbruchkriterien

Für die Belastungsuntersuchungen auf dem Fahrradergometer in allen Untersuchungsgruppen gelten als Abbruchkriterien das Auftreten eines oder mehrerer Phänomene, die in den Empfehlungen der American Heart

Association für Belastungsuntersuchungen von Kindern genannt sind (modifiziert nach LAWRENZ und HEBESTREIT in HEBESTREIT et al., 2002):

Abbruchkriterien

- subjektive Erschöpfung, auffällige Blässe, Dyspnoe, Schwindel, Kopfschmerz oder Angina pectoris
- ST-Senkungen $\geq 0,2$ mV oder ST-Hebungen
- Herzrhythmusstörungen: steigende Anzahl an ventrikulären Extrasystolen (insbesondere Couplets, Bigeminus oder Salven)
- Erregungsleitungsstörungen: sinutriale (SA-) oder atrioventrikuläre (AV-) Blockierungen oder intraventrikuläre Leitungsstörungen mit Abfall der Herzfrequenz
- unphysiologisch schneller Anstieg oder Abfall der Herzfrequenz
- unzureichender Blutdruckanstieg oder Blutdruckabfall
- Ausfall der Überwachungsgeräte

Abb. 3-5: Abbruchkriterien bei Belastungsuntersuchungen (modifiziert nach LAWRENZ und HEBESTREIT in HEBESTREIT et al., 2002).

3.2.5 Spiroergometrische Untersuchung

Die Spirometrie wird mit einem offenen System zur expiratorischen Gasanalyse Typ ZAN 600 Ergo Test (Firma ZAN, Messgeräte GmbH, Oberthulba) durchgeführt.

Gemessen wird das bewegte Luftvolumen, sowie die fragmentale Konzentration von Sauerstoff (O_2) und Kohlendioxid (CO_2) bei der Ein- und Ausatmung. Die Messung der Volumina erfolgt über einen Strömungssensor zur Erfassung der Atemströmung (Flow-Sensor), der die Messdaten für jeden Atemzug (Breath by Breath) ermittelt. Bei diesem Verfahren werden sehr schnelle Gasanalysatoren mit einer physikalischen T90-Zeit von < 90 ms eingesetzt. Direkt vor jeder Untersuchung erfolgt die Eichung mit Eichgas (4,95% Kohlendioxid, 15,90% Sauerstoff, Rest 79,15% Stickstoff) der Firma AIR LIQUIDE (Krefeld). Die Volumeneichung erfolgt über eine im Lieferumfang enthaltene Handpumpe (2l) (Firma ZAN, Messgeräte GmbH, Oberthulba).

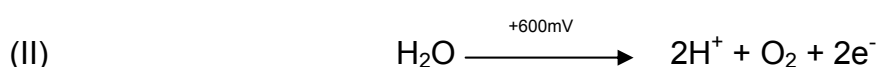
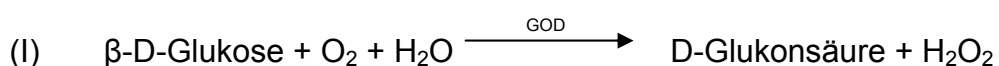
Bei allen Untersuchungen werden die BTPS-Bedingungen¹³ für die Bestimmung der spirometrischen Daten berücksichtigt.

Als wichtigster Parameter wird die maximale Sauerstoffaufnahmekapazität ($\dot{V}O_2\text{max}$) ermittelt, da sie das Bruttokriterium der kardiopulmonalen Kapazität darstellt (HOLLMANN und STRÜDER, 2009). Zur Beurteilung der allgemeinen Ausdauerleistung wird die relative maximale Sauerstoffaufnahme, d.h. die auf das Körpergewicht bezogene Größe, ausgedrückt in ml/kg Körpergewicht/Minute (ml/(kg*min)) bestimmt (ZINTL und EISENHUT, 2004).

3.2.6 Laktatbestimmung

Zur kapillaren Blutgewinnung wird mit einer Einmallinganzette ins Ohrläppchen gestochen. Es werden 20 µl Blut mit geeichten Glas-Einmal-Mikropipetten der Fa. BRAND, Hagen, entnommen und in verschließbare 2 ml Safe-Lock-Gefäße, vorgefüllt mit 1000 µl Systemlösung, ausgeblasen und für 20 Sekunden manuell vermischt. Bis zur weiteren Verarbeitung werden die Proben bei ca. 4° C im Kühlraum gelagert. Zur Analyse der Proben kommt das Gerät EBIO PLUS der Firma EPPENDORF, Hamburg zum Einsatz, welches nach dem enzymatisch-amperometrischen Messprinzip (s. Abb. 3-6) arbeitet (MADER, 1976).

Glukose wird hier wie in Reaktionsgleichung I dargestellt, mit Hilfe von Glukoseoxidase zu Glukonsäure und Wasserstoffperoxid (H_2O_2) umgesetzt. Das entstandene Wasserstoffperoxid wird in einem zweiten Schritt (Reaktionsgleichung II) nach Durchtritt durch die zweite Membran an der Platinelektrode bei +600mV oxidiert (s. Abb. 3-6).



¹³ Abkürzung für body temperature (BT), pressure (P), saturated (S). Umrechnung in der Spirometrie zur Vergleichbarkeit von Werten aus unterschiedlichen Orten mit unterschiedlichen Höhen- und Klimabedingungen.
Standard: 37°C, 760 mmHg, 100% Luftfeuchtigkeit (HOLLMANN und STRÜDER, 2009).

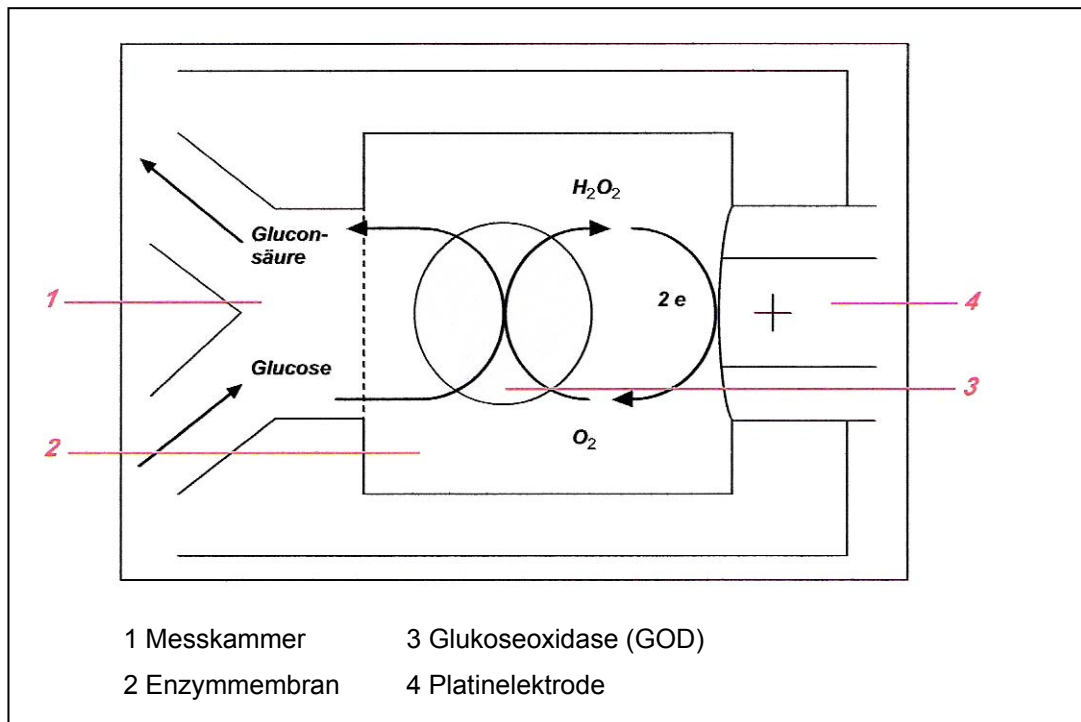


Abb. 3-6: Schematische Darstellung des enzymatisch-amperometrischen Messprinzips (aus: EPPENDORF, 2000, S. 2-1).

3.3 Statistische Verfahren

Die statistische Auswertung der erhobenen Daten erfolgt mit dem Programm SPSS Version 12.0 für WINDOWS™, der Firma SPSS. Fehlende Testwerte (z.B. des 6-Minuten-Laufes) und nicht vorhandene personenbezogene Angaben (z.B. aufgrund von mangelndem Wissen, Unaufmerksamkeit beim Ausfüllen oder unzureichender Antwortmotivation der Befragten) wurden als „missing values“ bzw. „missing completely at random“ (MCAR) gehandelt, da davon ausgegangen werden kann, dass das Fehlen dieser Daten unabhängig von der Ausprägung eines oder mehrerer Untersuchungsmerkmale der Studie ist. Die aufgrund dieses unsystematischen Ausfallmechanismus zufällig fehlenden Daten verzerren dementsprechend das Untersuchungsergebnis in der Regel kaum oder gar nicht (SCHWAB, 1991). Merkmale und Objekte mit „missing values“ wurden im Rahmen eines Eliminierungsverfahrens („available case analysis“) nicht ausgeschlossen, sondern die jeweils vorliegenden verfügbaren Werte und Angaben verwendet (LITTLE und RUBIN, 1987).

Zur Darstellung der Daten werden Verfahren der beschreibenden und schließenden Statistik angewandt.

Mittelwert und Standardabweichung:

Der Mittelwert (arithmetisches Mittel, \bar{x}) ist die Summe aller Messwerte dividiert durch deren Anzahl. Er repräsentiert die zentrale Tendenz der Messweltergebnisse.

$$\bar{x}_{arithm} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{n}$$

Die Standardabweichung (s) errechnet sich aus der Quadratwurzel der Varianz. Die Varianz (s^2) ist die Summe der Abweichungsquadrate aller Messwerte vom Mittelwert, geteilt durch die um 1 verminderte Anzahl aller Messwerte. Die Streuwerte ermöglichen eine optimale Schätzung der Grundgesamtheit und dienen der Interpretation von Verteilungen, der Abweichungen der einzelnen Messwerte vom Mittelwert (vgl. WILLIMCZIK, 1997; CLAUB et al., 1995).

Varianz:
$$s^2 = \frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}$$

Standardabweichung:
$$s = \sqrt{s^2}$$

Irrtumswahrscheinlichkeit:

Zur Überprüfung der Gültigkeit einer Hypothese wird die Irrtumswahrscheinlichkeit (p) ermittelt. Die Absicherung erfolgt hier auf einem Wahrscheinlichkeitsniveau von 95 %, 99% und 99,9% (vgl. WILLIMCZIK, 1997). Es gilt:

$p > 0.05$	nicht signifikant	(n.s.)
$p < 0.05$	signifikant	(*)
$p < 0.01$	sehr signifikant	(**)
$p < 0.001$	hoch signifikant	(***)

t-Test für gepaarte und nicht-gepaarte Stichproben:

Die Mittelwerte werden mit gepaartem (Vorher-Nachher-Vergleich) oder nicht gepaarten t-Test (z.B. Vergleich zwischen Interventions- und Kontrollgruppe) verglichen.

Der t-Test für gepaarte Stichproben wird als weiteres statistisches Prüfverfahren durchgeführt, um auf eventuelle Unterschiede, z.B. zwischen den anthropometrischen Daten der Eingangsuntersuchung und der Abschlussuntersuchung aufmerksam zu werden.

Voraussetzung für einen t-Test für gepaarte Stichproben ist die Normalverteilung beider Stichproben und die Homogenität der Varianzen. Es wird geprüft, ob es signifikante Unterschiede zwischen den Mittelwerten der beiden Messverfahren gibt (HARMS, 1998).

Die Testgröße lautet:

$$t = \frac{\text{Betrag der durchschnittl. Wertepaar Differenz}}{\text{mittlerer Fehler der durchschnittl. Wertepaar Differenz}}$$

$$t = \frac{|\bar{d}|}{s_{\bar{d}}}$$

Für unpaarige Stichproben gelten als Voraussetzung ebenfalls die Normalverteilung der Messwerte und die gleiche Varianz in den Grundgesamtheiten (HARMS, 1998).

Die Testgröße lautet hier:

$$t = \frac{\text{Differenz der Mittelwerte}}{\text{mittlerer Fehler der durchschnittlichen Differenz}}$$

$$t = \frac{|\bar{d}|}{s_{\bar{d}}}$$

Nicht-parametrische Testverfahren:

Soll eine Hypothese über die Verteilung als Ganzes geprüft werden, wendet man nicht-parametrische Tests an. Im Gegensatz zu den parametrischen Tests sind sie nicht an die Voraussetzung gebunden, einer Normalverteilung zu unterliegen (HARMS, 1998). Hierbei wird nicht mit den Messwerten selbst gerechnet, sondern diese werden entsprechend ihrer Größe in eine Rangfolge gebracht, so dass jeder Messwert einen bestimmten Rangplatz erhält. Die Errechnung der Prüfgröße basiert auf den Rangplätzen (HARMS, 1998).

Mehrfaktorielle Varianzanalyse mit Messwiederholung:

Mit der mehrfaktoriellen Varianzanalyse wird der Einfluss verschiedener Haupteffekte auf die Messparameter untersucht. Es werden Signifikanzen für den Einfluss von Haupteffekten und Wechselwirkungen zwischen Haupteffekten berechnet. Bei der vorliegenden Studie handelt es sich um Gruppen- und/oder Messwiederholungseffekte. Das Statistikprogramm SPSS 12.0 führt bei der mehrfaktoriellen Varianzanalyse (ANOVA) den Vergleich der Mittelwerte mit Messwiederholung durch. Die homogene Varianz als Voraussetzung für die Durchführung der Varianzanalyse wird durch das Programm automatisch überprüft. Mehrfaktorielle Kovarianzanalysen (ANCOVA) werden zur Modellierung von Effekten bzgl. verschiedener Kriteriumsvariablen (z.B. individuelle BMI-Veränderungen in den verschiedenen Gruppen) verwendet, wobei eine Adjustierung nach Alter und Geschlecht vorgenommen wird (HARMS, 1998; WILLIMCZIK, 1997).

Korrelation:

Neben der Überprüfung von Unterschieden zwischen Parametern werden in dieser Studie Zusammenhänge von Untersuchungsmethoden (Spiroergometrie, 6-Minuten-Lauf, Laktatanalyse) anhand einer Korrelationsanalyse vorgenommen.

Die dargestellten Resultate basieren auf dem PEARSON Maßkorrelationskoeffizienten (Produkt-Moment-Koeffizient) (CLAUß et al., 1995). Der Grad des Zusammenhangs zwischen intervallskalierten Variablen wird durch den

Korrelationskoeffizienten (r) bestimmt. Dieser kann grundsätzlich einen Wert zwischen 1 und 0 oder 0 und -1 annehmen. Ein positiver Wert weist auf eine positive / gleichsinnige Korrelation hin.

Dabei gilt für (r) nach (BÜHL und ZÖFEL, 2005):

$r = 0$	kein Zusammenhang
bis 0,2	sehr geringer Zusammenhang
bis 0,5	geringer Zusammenhang
bis 0,7	mittlerer Zusammenhang
bis 0,9	hoher Zusammenhang
über 0,9	sehr hoher Zusammenhang

Als statistisch nachgewiesen gelten Zusammenhänge, wenn der Korrelationskoeffizient mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit von $> 5\%$ von Null abweicht (vgl. WILLIMCZIK, 1997).

Korrelieren zwei Messgrößen (x und y) mit einer dritten Größe (z), so sind sie häufig allein deshalb untereinander korreliert (HARMS, 1998). Die Beurteilung, in wie weit die gefundene Korrelation zwischen x und y auf die Abhängigkeit von z zurückzuführen ist, oder der Ausdruck eines speziellen kausalen Zusammenhangs zwischen x und y ist, ist schwierig (z.B. Korrelation zwischen der maximalen Sauerstoffaufnahme und der maximalen Laufleistung des 6-Minuten-Laufs adjustiert nach Alter). Hierzu dient der partielle Korrelationskoeffizient $r_{xy.z}$. Dieser gibt die Korrelation zwischen x und y ohne den Einfluss von z an (HARMS, 1998).

Eine ausführliche Beschreibung der zugrunde liegenden Verfahren findet sich bei HARMS (1998).

4 Ergebnisse

In der folgenden Ergebnisdarstellung gehen die Daten der beiden Untersuchungskollektive CHILT II (StEP TWO) und CHILT III ein. Daten fehlender Tests werden als „missing values“ gehandelt. Die Eingangsdaten werden in Tabelle 3-1 demonstriert.

Zu Beginn der Untersuchung (T1) sind im Kollektiv CHILT II (StEP TWO) 90 Kinder übergewichtig und 113 adipös bzw. 16 übergewichtige und 24 adipöse Probanden in der Interventionsgruppe und 73 übergewichtige und 82 adipöse Kinder in der Kontrollgruppe (vgl. Tab. 4-1).

Tab. 4-1: Einteilung des Untersuchungskollektivs **CHILT II (StEP TWO)** nach Gewichtsklassen zum Messzeitpunkt T1. GG = Gesamtgruppe; IG = Interventionsgruppe; KG = Kontrollgruppe.

	übergewichtig (BMI > P90)	adipös (BMI > P97)
GG	90 (44%)	113 (56%)
IG	16 (40%)	24 (60%)
KG	73 (47%)	82 (53%)

Die Gewichtsklassen zur Abschlussuntersuchung (T2) sind in Tabelle 4-2 aufgeführt. In der Interventionsgruppe befinden sich 27 übergewichtige und 13 adipöse Kinder; in der Kontrollgruppe 83 übergewichtige und 61 adipöse Probanden.

Tab. 4-2: Einteilung des Untersuchungskollektivs **CHILT II (StEP TWO)** nach Gewichtsklassen zum Messzeitpunkt T2. GG = Gesamtgruppe; IG = Interventionsgruppe; KG = Kontrollgruppe.

	übergewichtig (BMI > P90)	adipös (BMI > P97)
GG	112 (59%)	78 (41%)
IG	27 (67%)	13 (60%)
KG	83 (58%)	61 (42%)

Im Rahmen des CHILT III Kollektivs sind sowohl die alle Kinder der Interventions- als auch der Kontrollgruppe adipös.

4.1 Vergleich der Messmethoden

Im Folgenden werden Daten der beiden Messverfahren (6-Minuten-Lauf vs. Spiroergometrie) zur Ermittlung der kardiopulmonalen Ausdauerleistungsfähigkeit bei übergewichtigen und adipösen Kindern und Jugendlichen gegenübergestellt. Die Darstellung der Korrelationen erfolgt tabellarisch. Lediglich die signifikanten Zusammenhänge werden zusätzlich grafisch dargestellt.

4.1.1 CHILT II (StEP TWO)

Die Zusammenhänge zwischen der Laufleistung des 6-Minuten-Laufs mit den spiroergometrisch ermittelten Parametern des Untersuchungskollektivs CHILT II (StEP TWO) sind in Tabelle 4-3 aufgeführt.

Signifikante Zusammenhänge finden sich zum Zeitpunkt der Eingangsuntersuchung (T1) nur zwischen der Laufleistung des 6-Minuten-Laufs mit der maximalen Sauerstoffaufnahme ($r=0,638$, $p\leq 0,001$), der relativen Sauerstoffaufnahme ($r=0,827$, $p\leq 0,001$), der maximalen Leistung ($r=0,587$, $p\leq 0,001$), der relativen Leistung ($r=0,433$, $p=0,05$), der Leistung bei einer Laktatkonzentration von 4 mmol/l ($r=0,747$, $p\leq 0,001$) und der Leistung bei maximaler Laktatkonzentration ($r=0,583$, $p\leq 0,01$).

Zum Messzeitpunkt der Abschlussuntersuchung T2 ist ausschließlich ein signifikanter Zusammenhang zwischen der Laufleistung des 6-Minuten-Laufs mit der relativen Sauerstoffaufnahme zu erkennen ($r=0,717$, $p\leq 0,05$).

Tab. 4-3: Korrelation zwischen der Laufleistung des 6-Minuten-Laufs und den spiroergometrischen Parametern des Untersuchungskollektivs **CHILT II (StEP TWO)** für die Eingangs- (T1) und Abschlussuntersuchung (T2): maximale Sauerstoffaufnahme ($\dot{V}O_{2max}$), relative maximale Sauerstoffaufnahme ($rel\dot{V}O_{2max}$), Ruheherzfrequenz (Hf_{Ruhe}), maximale Herzfrequenz (Hf_{max}), maximale Leistung ($Watt_{max}$) und der relativen Leistung ($relWatt_{max}$). Dargestellt als Korrelationskoeffizient (r), Irrtumswahrscheinlichkeit (p) und Anzahl (n).

CHILT II (StEP TWO)		
	IG	
	6-Minuten-Lauf	
	T1	T2
$\dot{V}O_{2max}$	$r = 0,638$ $p \leq 0,001$ $n = 25$	$r = 0,339$ $p = n.s.$ $n = 11$
relative $\dot{V}O_{2max}$	$r = 0,827$ $p \leq 0,001$ $n = 25$	$r = 0,717$ $p \leq 0,05$ $n = 11$
Hf_{Ruhe}	$r = -0,251$ $p = n.s.$ $n = 26$	$r = -0,129$ $p \leq n.s.$ $n = 17$
Hf_{max}	$r = 0,275$ $p = n.s.$ $n = 26$	$r = 0,114$ $p = n.s.$ $n = 17$
$Watt_{max}$	$r = 0,587$ $p \leq 0,001$ $n = 25$	$r = 0,166$ $p = n.s.$ $n = 17$
relative $Watt_{max}$	$r = 0,433$ $p \leq 0,05$ $n = 26$	$r = -0,78$ $p = n.s.$ $n = 15$
$Watt_{4mmol/l}$	$r = 0,747$ $p \leq 0,001$ $n = 8$	$r = -0,199$ $p = n.s.$ $n = 11$
$Watt_{maxLaktat}$	$r = 0,583$ $p \leq 0,01$ $n = 23$	$r = 0,067$ $p = n.s.$ $n = 14$

6-Minuten-Lauf vs. $\dot{V}O_{2max}$

Wie in Tabelle 4-3 dargestellt existiert zwischen der Laufleistung und der maximalen Sauerstoffaufnahme zur Eingangsuntersuchung T1 ein mittlerer Zusammenhang ($r=0,638$; $p \leq 0,001$; s. Abb. 4-1).

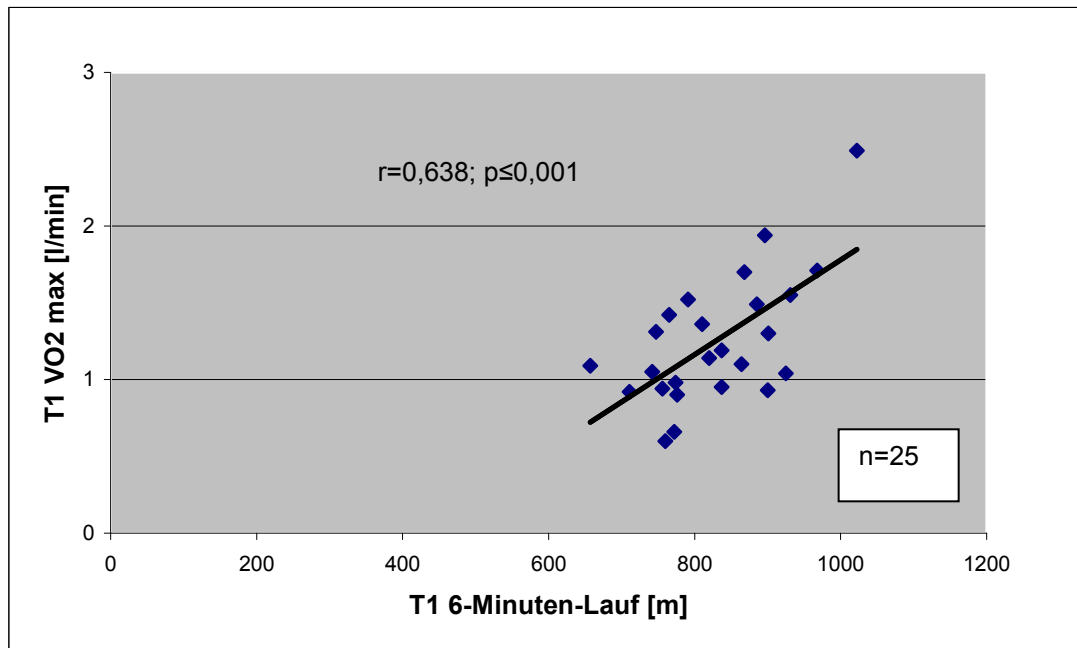


Abb. 4-1: Zusammenhang zwischen der Laufleistung des 6-Minuten-Laufs [m] und der maximalen Sauerstoffaufnahme ($\dot{V}O_{2max}$ [l/min]) der Interventionsgruppe des Untersuchungskollektivs **CHILT II (StEP TWO)** zum Messzeitpunkt **T1**.

Betrachtet man den Zusammenhang zwischen der Laufleistung und der maximalen Sauerstoffaufnahme der Interventionsgruppe aus CHILT II (StEP TWO) der Gruppe der Acht- bis Zehnjährigen, dann ergibt sich für den Messzeitpunkt der Eingangsuntersuchung ein signifikanter Zusammenhang mit einem Korrelationskoeffizienten $r=0,735$ und einer Irrtumswahrscheinlichkeit von $p\leq 0,001$ ($n=17$; s. Abb. 4-2).

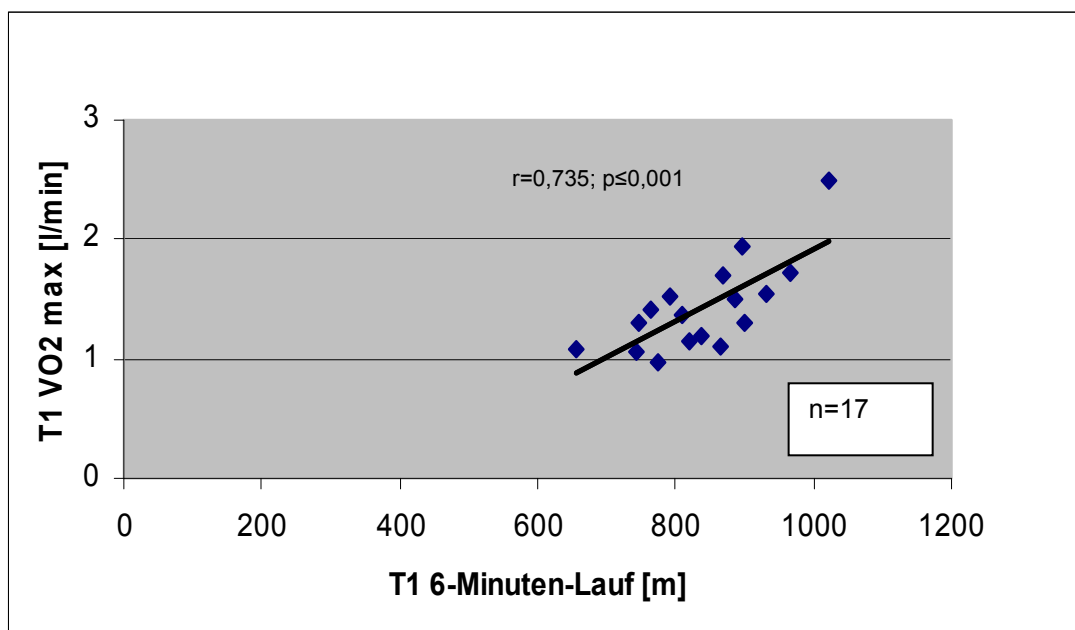


Abb. 4-2: Zusammenhang zwischen der Laufleistung des 6-Minuten-Laufs [m] und der maximalen Sauerstoffaufnahme ($\dot{V}O_{2max}$ [l/min]) des Untersuchungskollektivs **CHILT II (StEP TWO)** zum Messzeitpunkt **T1** der 8- bis 10-jährigen.

6-Minuten-Lauf vs. $rel\dot{V}O_{2max}$

Abbildung 4-3 zeigt den Zusammenhang zwischen der Laufleistung des 6-Minuten-Laufs und der relativen Sauerstoffaufnahme der Interventionsgruppe des Programms CHILT II (StEP TWO) zum Zeitpunkt der Eingangsuntersuchung (T1). Der Zusammenhang zwischen der Laufleistung und der relativen Sauerstoffaufnahme beträgt $r=0,827$ ($p\leq 0,001$; s. Abb. 4-3).

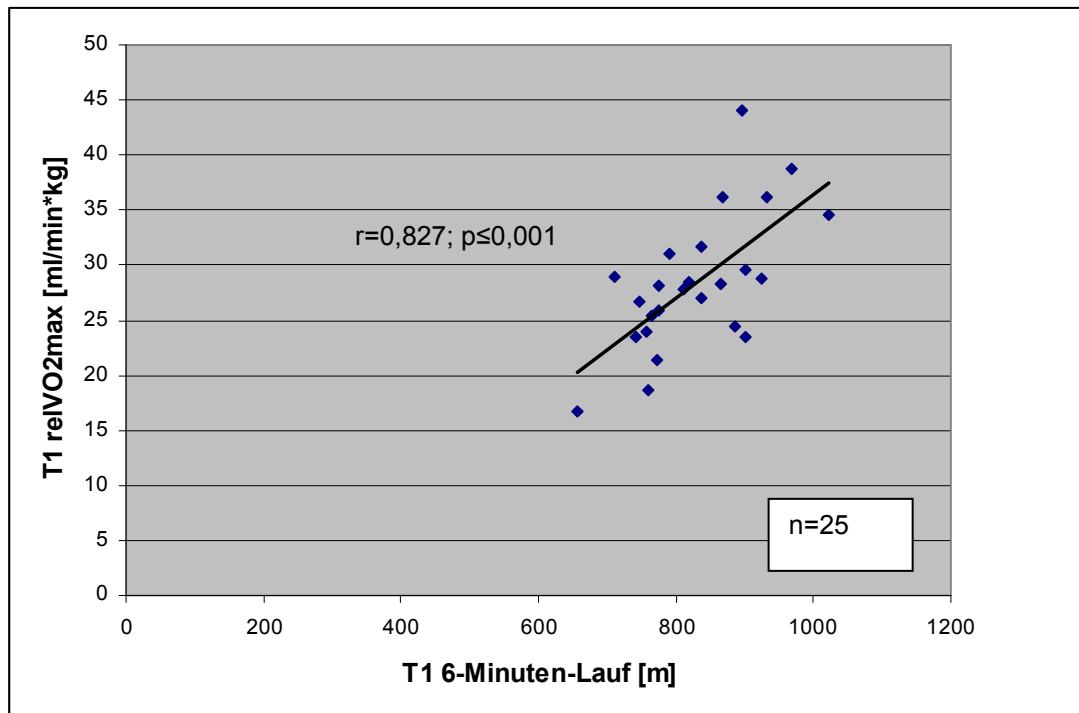


Abb. 4-3: Zusammenhang zwischen der Laufleistung des 6-Minuten-Laufs [m] und der gewichtsspezifischen maximalen Sauerstoffaufnahme ($\text{rel}\dot{V}O_{2\text{max}}$ [ml/min*kg]) der Interventionsgruppe des Untersuchungskollektivs **CHILT II (StEP TWO)** zum Messzeitpunkt **T1**.

Das Verhältnis von Laufleistung und relativer Sauerstoffaufnahme zum Zeitpunkt der Abschlussuntersuchung T2 ($r=0,717$; $p\leq 0,05$; $n=11$) ist in Abbildung 4-4 dargestellt.

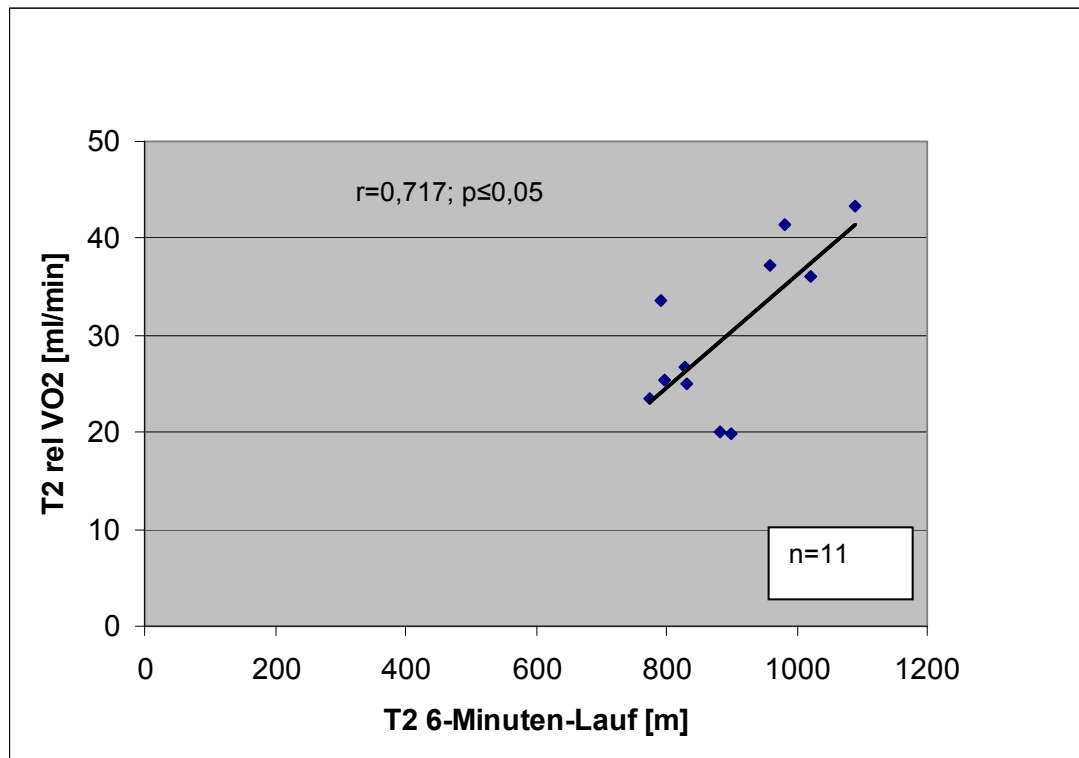


Abb. 4-4: Zusammenhang zwischen der Laufleistung des 6-Minuten-Laufs [m] und der gewichtsspezifischen maximalen Sauerstoffaufnahme ($\text{relVO}_{2\text{max}}$ [ml/min*kg]) der Interventionsgruppe des Untersuchungskollektivs **CHILT II (StEP TWO)** zum Messzeitpunkt **T2**.

6-Minuten-Lauf vs. Leistung bei 4mmol/l Laktat

Ein hoher Zusammenhang besteht zwischen der Laufleistung im 6-Minuten-Lauf und der Wattleistung bei 4 mmol/l Laktat (n=8): $r=0,747$ ($p\leq 0,001$; s. Abb. 4-5).

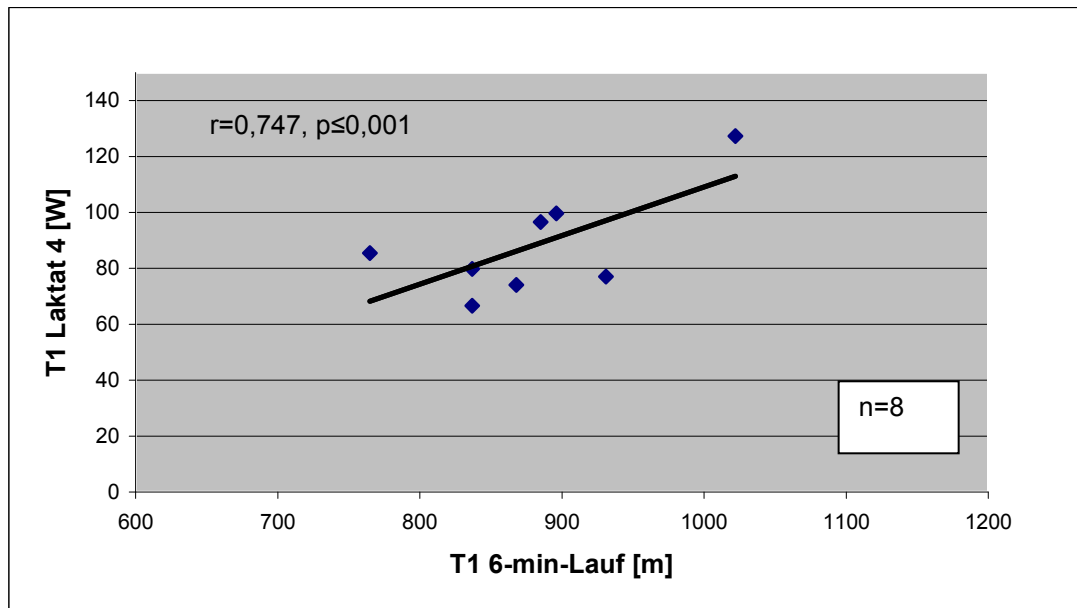


Abb. 4-5: Zusammenhang zwischen der Laufleistung des 6-Minuten-Laufs [m] und der Leistung [W] bei einer Laktatkonzentration von 4 mmol/l des Untersuchungskollektivs **CHILT II (StEP TWO)** zum Untersuchungszeitpunkt **T1**.

Im Gegensatz zur Eingangsuntersuchung stellt sich in der Abschlussuntersuchung kein Zusammenhang zwischen der Leistung bei einer Laktatkonzentration von 4 mmol/l Laktat und der Laufleistung des 6-Minuten-Laufs ein.

6-Minuten-Lauf vs. Leistung bei maximaler Laktatkonzentration

Zwischen der Laufleistung des 6-Minuten-Laufs zeigt sich in Bezug auf die Wattleistung auf dem Fahrradergometer zum Messzeitpunkt der maximalen Laktatkonzentration (n=23) der Eingangsuntersuchung T1, so zeigt sich ein mittlerer Zusammenhang von $r=0,583$ ($p\leq 0,01$; s. Abb. 4-6).

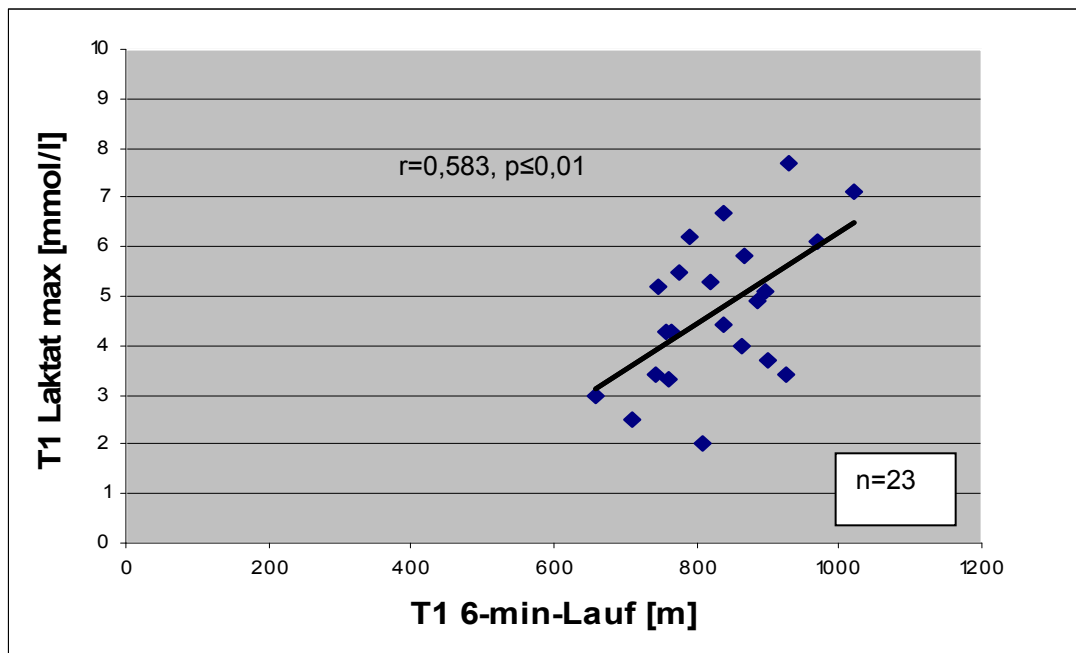


Abb. 4-6: Zusammenhang zwischen der Laufleistung des 6-Minuten-Laufs [m] und der Leistung [W] bei maximale Laktatkonzentration des Untersuchungskollektivs **CHILT II (StEP TWO)** zum Untersuchungszeitpunkt **T1**.

Der mittlere Zusammenhang bei der Eingangsuntersuchung T1 zwischen der Laufleistung des 6-Minuten-Laufs und der Leistung auf dem Fahrradergometer zum Messzeitpunkt der maximalen Laktatkonzentration (s. Abb. 4-6) liegt zur Abschlussuntersuchung (T2) nicht mehr vor ($r=0,067$; n. s.).

6-Minuten-Lauf vs. maximale Leistung

Zwischen der Laufleistung des 6-Minuten-Laufs und der maximalen Wattleistung der Probanden auf dem Fahrradergometer besteht ein mittlerer Zusammenhang mit einem Korrelationskoeffizienten $r=0,587$ ($p \leq 0,001$, $n=25$; s. Abb. 4-7).

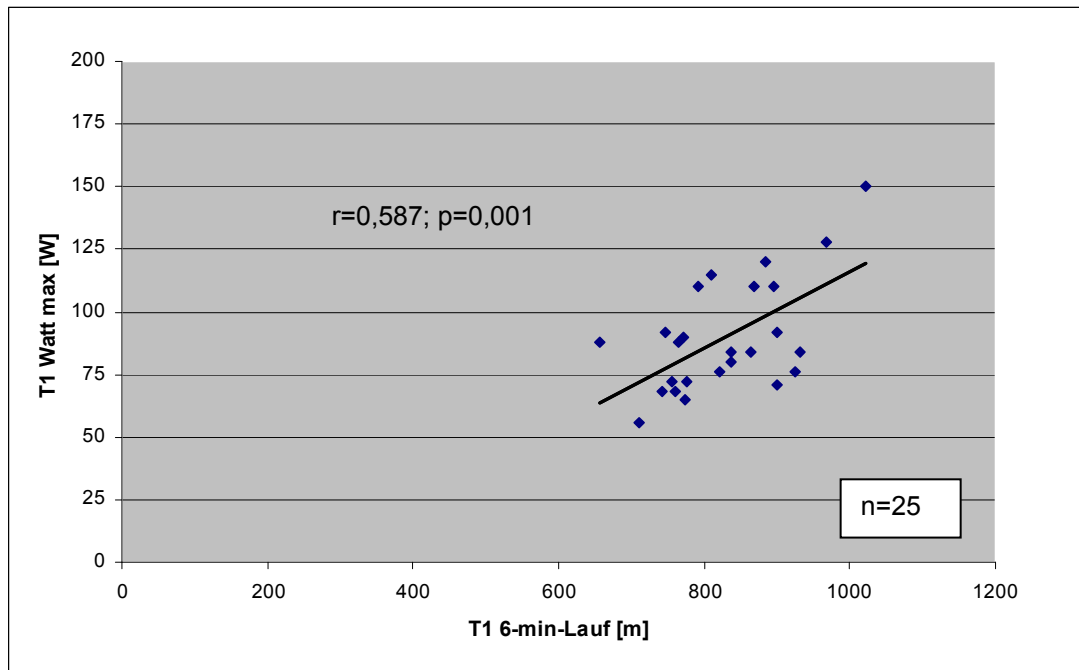


Abb. 4-7: Zusammenhang zwischen der Laufleistung des 6-Minuten-Laufs [m] und der maximalen Leistung [W] des Untersuchungskollektivs **CHILT II (StEP TWO)** zum Untersuchungszeitpunkt **T1**.

Der hohe Zusammenhang zwischen der maximalen Wattleistung auf dem Fahrradergometer und der Laufleistung des 6-Minuten-Laufs bestätigt sich zum Untersuchungszeitpunkt T2 nicht mehr: $r=0,166$ (n. s.) ($n=17$; s. Tab. 4-18).

6-Minuten-Lauf vs. gewichtsspezifische Leistung

Ein geringer Zusammenhang findet sich beim Vergleich der Laufleistung des 6-Minuten-Laufs mit der relativen Wattleistung auf dem Fahrradergometer. Abbildung 4-8 zeigt diesen Zusammenhang bei einer Stichprobe von $n=17$ mit $r=0,433$ ($p \leq 0,05$).

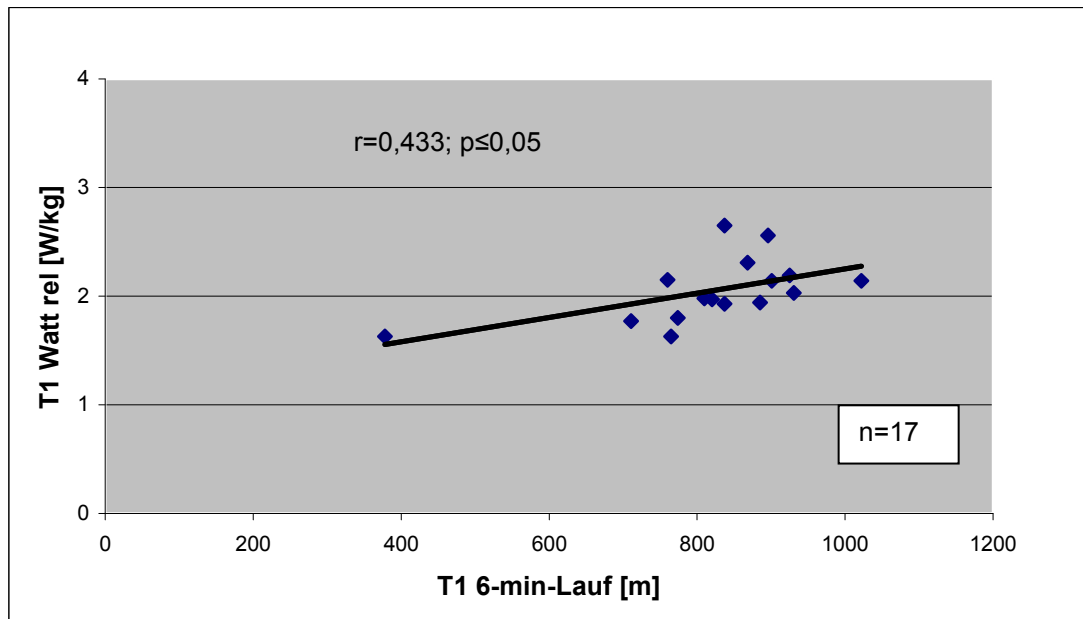


Abb. 4-8: Zusammenhang zwischen der Laufleistung des 6-Minuten-Laufs [m] und der maximalen Leistung des Untersuchungskollektivs **CHILT II (STEP TWO)** zum Untersuchungszeitpunkt **T1**.

Zur Abschlussuntersuchung (n=17) zeigt sich zwischen der Laufleistung des 6-Minuten-Laufs und der relativen Wattleistung auf dem Fahrradergometer mit einem Korrelationskoeffizienten $r=0,639$ ($p\leq 0,01$) ein mittlerer Zusammenhang (s. Abb. 4-9).

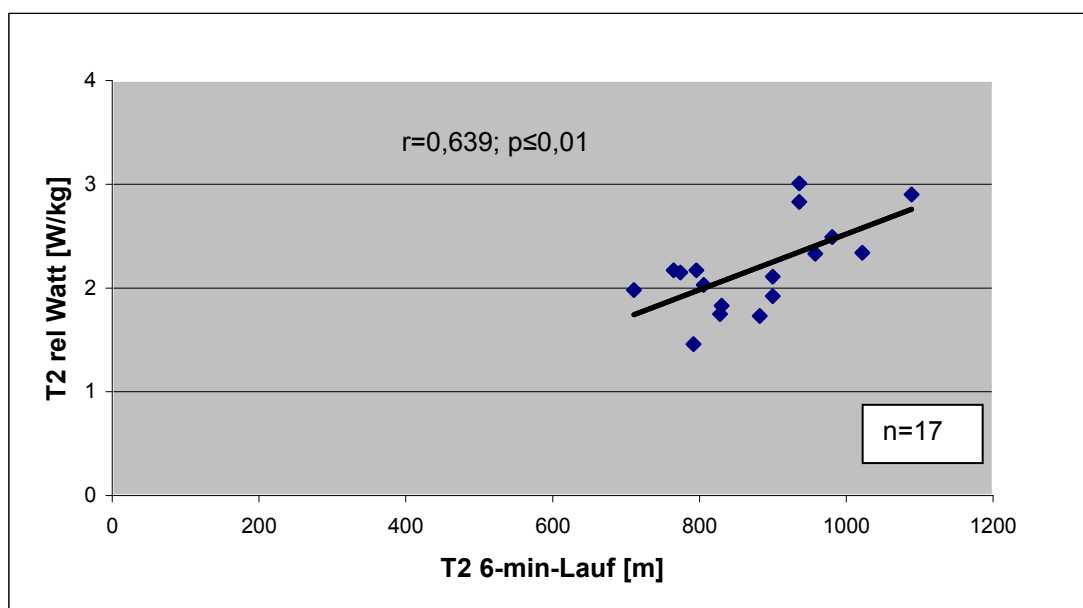


Abb. 4-9: Zusammenhang zwischen der Laufleistung des 6-Minuten-Laufs [m] und der maximalen Leistung des Untersuchungskollektivs **CHILT II (STEP TWO)** zum Untersuchungszeitpunkt **T2**.

4.1.2 CHILT III

Tabelle 4-4 zeigt die Zusammenhänge zwischen der Laufleistung des 6-Minuten-Laufs und den Daten der Spiroergometrie des CHILT III Kollektivs. Da nur ein Proband der Kontrollgruppe beide Tests absolviert hat, wird dieser Datensatz nicht berücksichtigt.

Zur Eingangsuntersuchung T1 ergeben sich signifikante Zusammenhänge nur zwischen der Laufleistung des 6-Minuten-Laufs mit der relativen Sauerstoffaufnahme ($r=0,419$, $p\leq 0,001$), der maximalen Leistung ($r=0,335$, $p\leq 0,001$), der relativen Leistung ($r=0,481$, $p\leq 0,001$) und der relativen Leistung bei einer Laktatkonzentration von 2 mmol/l ($r=0,612$; $p\leq 0,01$).

Zum Zeitpunkt der Abschlussuntersuchung T2 ergibt sich ausschließlich ein Zusammenhang zwischen der Laufleistung des 6-Minuten-Laufs mit der maximalen Leistung ($r=0,644$, $p\leq 0,05$).

Tab. 4-4: Korrelation zwischen der Laufleistung des 6-Minuten-Laufs und den spiroergometrischen Parametern des Untersuchungskollektivs **CHILT III** für die Eingangs- (T1) und Abschlussuntersuchung (T2): maximale Sauerstoffaufnahme ($\dot{V}O_{2max}$), relative maximale Sauerstoffaufnahme ($rel\dot{V}O_{2max}$), Ruheherzfrequenz (Hf_{Ruhe}), maximale Herzfrequenz (Hf_{max}), maximale Leistung, relative maximale Leistung, Leistung bei einer Laktatkonzentration von 2mmol/l, relative Leistung bei einer Laktatkonzentration von 2mmol/l, Leistung bei einer Laktatkonzentration von 4mmol/l und relative Leistung bei einer Laktatkonzentration von 4mmol/l. Dargestellt als Korrelationskoeffizient (r), Irrtumswahrscheinlichkeit (p) und Anzahl (n).

CHILT III			
	IG		
	6-Minuten-Lauf		
	T1		T2
$\dot{V}O_{2max}$	$r=0,280$ $p\leq 0,05$ $n=101$		$r=0,546$ $p=n.s.$ $n=11$
relative $\dot{V}O_{2max}$	$r=0,419$ $p\leq 0,001$ $n=101$		$r=0,284$ $p=n.s.$ $n=11$
Hf_{Ruhe}	$r=-0,148$ $p=n.s.$ $n=104$		$r=0,512$ $p=n.s.$ $n=13$
Hf_{max}	$r=0,075$ $p=n.s.$ $n=107$		$r=0,269$ $p=n.s.$ $n=13$
maximale Leistung	$r=0,335$ $p\leq 0,001$ $n=106$		$r=0,644$ $p\leq 0,05$ $n=13$
relative maximale Leistung	$r=0,481$ $p\leq 0,001$ $n=106$		$r=-0,552$ $p=0,050$ $n=13$
Leistung _{2mmol/l}	$r=0,256$ $p=0,014$ $n=92$		$r=0,494$ $p=n.s.$ $n=13$
relative Leistung _{2mmol/l}	$r=0,612$ $p\leq 0,01$ $n=17$		---
Leistung _{4mmol/l}	$r=0,304$ $p=0,016$ $n=62$		$r=0,168$ $p=n.s.$ $n=12$
relative Leistung _{4mmol/l}	---		---

6-Minuten-Lauf vs. $rel\dot{V}O_{2max}$

Abbildung 4-10 stellt den Zusammenhang zwischen der Laufleistung des 6-Minuten-Laufs und der relativen Sauerstoffaufnahme der Interventionsgruppe des Untersuchungskollektivs CHILT III zum Zeitpunkt der Eingangsuntersuchung T1 grafisch dar ($r=0,419$, $p\leq 0,001$)

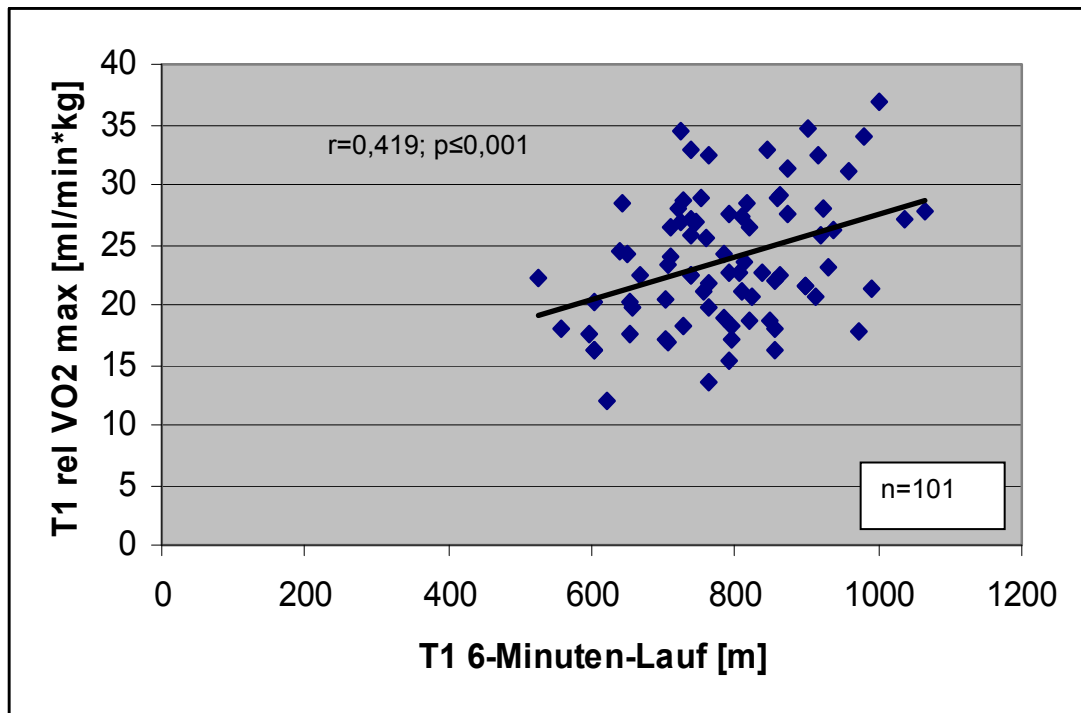


Abb. 4-10: Zusammenhang zwischen der Laufleistung des 6-Minuten-Laufs [m] und der gewichtsspezifischen maximalen Sauerstoffaufnahme ($\text{relVO}_{2\text{max}}$ [ml/min*kg]) der Interventionsgruppe des Untersuchungskollektivs **CHILT III** zum Messzeitpunkt **T1**.

6-Minuten-Lauf vs. maximale Leistung

Einen geringen Zusammenhang findet man zwischen der Laufleistung des 6-Minuten Laufs und der maximalen Leistung ($r=0,335$; $p\leq 0,001$) der Interventionsgruppe des Untersuchungskollektivs **CHILT III** zum Messzeitpunkt T1 (s. Abb. 4-11).

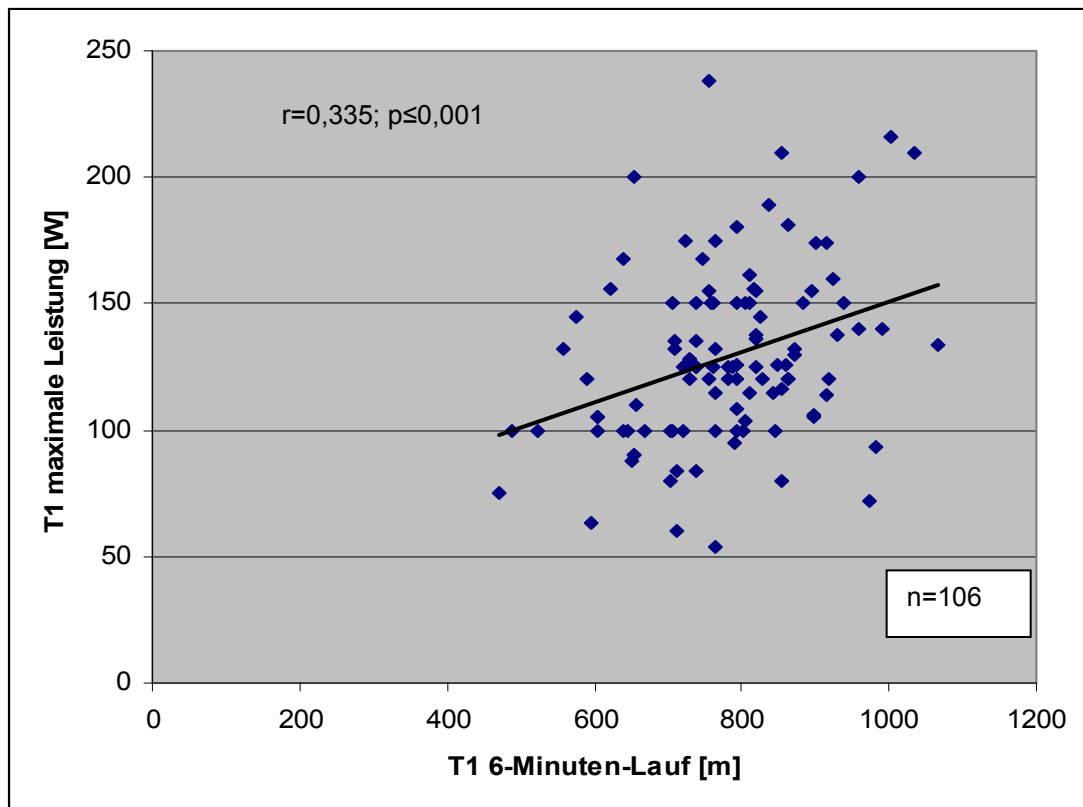


Abb. 4-11: Zusammenhang zwischen der Laufleistung des 6-Minuten-Laufs [m] und der maximalen Leistung [W] der Interventionsgruppe des Untersuchungskollektivs **CHILT III** zum Messzeitpunkt **T1**.

Zum Zeitpunkt der Abschlussuntersuchung T2 findet sich ein mittlerer Zusammenhang mit einem Korrelationskoeffizienten von $r=0,644$ ($p\leq 0,05$). Die grafische Darstellung zeigt Abbildung 4-12.

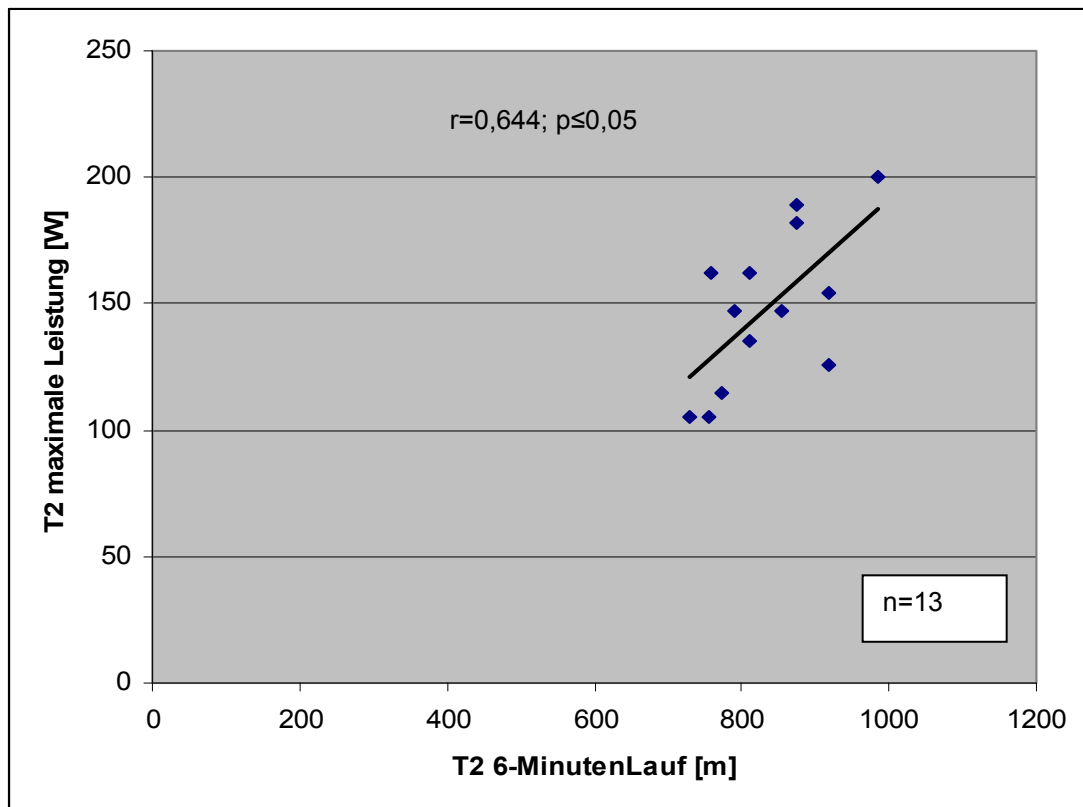


Abb. 4-12: Zusammenhang zwischen der Laufleistung des 6-Minuten-Laufs [m] und der maximalen Leistung [W] der Interventionsgruppe des Untersuchungskollektivs **CHILT III** zum Messzeitpunkt **T2**.

6-Minuten-Lauf vs. relative Leistung

Die grafische Darstellung des Zusammenhangs der Laufleistung des 6-Minuten-Laufs und der relativen Leistung der Interventionsgruppe des Programms CHILT III zur Eingangsuntersuchung ($r=0,481$; $p\leq 0,001$) zeigt Abbildung 4-13.

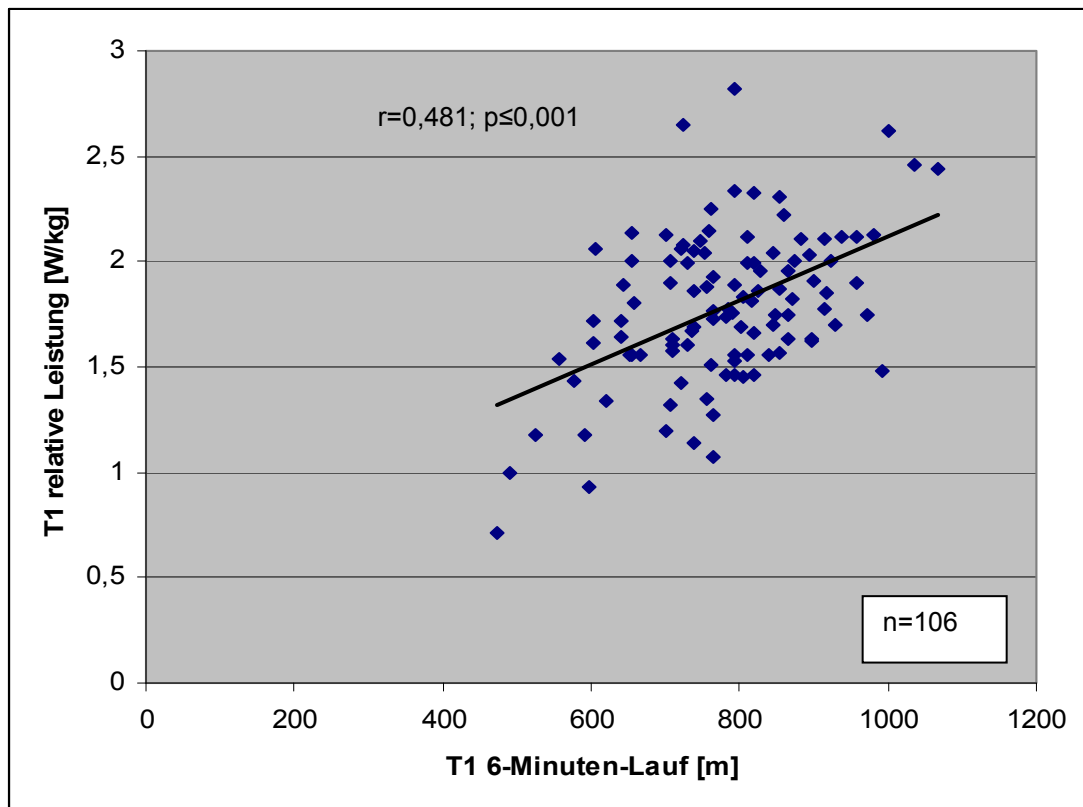


Abb. 4-13: Zusammenhang zwischen der Laufleistung des 6-Minuten-Laufs [m] und der relativen Leistung [W/kg] der Interventionsgruppe des Untersuchungskollektivs **CHILT III** zum Messzeitpunkt **T1**.

6-Minuten-Lauf vs. relative Leistung bei 2 mmol/l Laktat

Für das gleiche Kollektiv (CHILT III) findet sich ein mittlerer Zusammenhang zwischen der Laufleistung des 6-Minuten-Laufs und der relativen Leistung bei einer Laktatkonzentration von 2 mmol/l ($r=0,612$; $p\leq 0,01$). Die grafische Darstellung zeigt Abbildung 4-14.

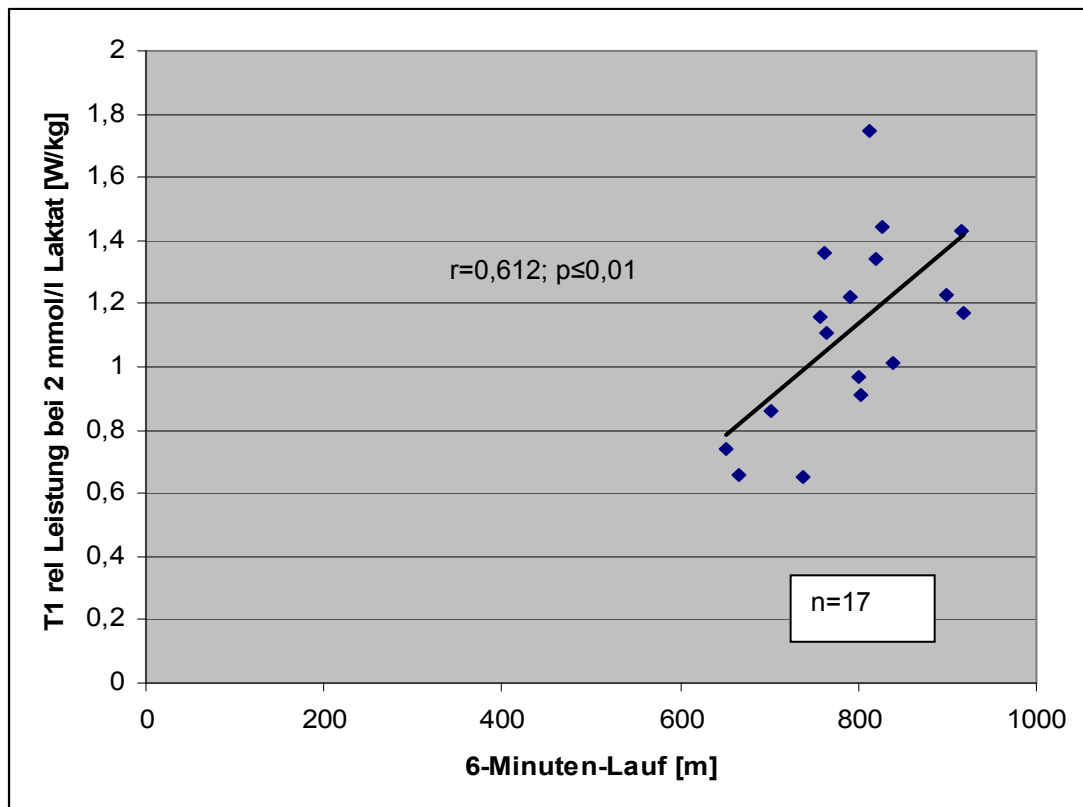


Abb. 4-14: Zusammenhang zwischen der Laufleistung des 6-Minuten-Laufs [m] und der relativen Leistung [W/kg] bei einer Laktatkonzentration von 2 mmol/l der Interventionsgruppe des Untersuchungskollektivs **CHILT III** zum Messzeitpunkt **T1**.

4.2 Interventionseffekte

Die Darstellung der Interventionseffekte hinsichtlich der anthropometrischen und der motorischen Daten sowie der spiroergometrischen Leistungsdaten erfolgt jeweils für die Interventions- und Kontrollgruppe. Die Leistungsdifferenz zwischen den beiden Messzeitpunkten (T2 minus T1) wird als Delta (Δ) bezeichnet. Geschlechtsspezifische Unterschiede innerhalb der IG und KG werden ausschließlich unter signifikanter Datenlage tabellarisch aufgeführt.

4.2.1 Anthropometrischen Daten

4.2.1.1 CHILT II (StEP TWO)

Die Tabellen 4-5 bis 4-9 zeigen die anthropometrischen Daten des Untersuchungskollektivs CHILT II (StEP TWO) der Interventions- und Kontrollgruppe im Vergleich der beiden Messzeitpunkte. Entwicklungsbedingt verändern sich die anthropometrischen Parameter hoch signifikant im Verlauf der Eingangs- (T1) zur Abschlussuntersuchung (T2).

Tab. 4-5: **Alter** des Untersuchungskollektivs **CHILT II (StEP TWO)** der Interventions- (IG) und Kontrollgruppe (KG) zur Eingangs- (T1) und Abschlussuntersuchung (T2). Dargestellt als Mittelwert (\bar{x}), Standardabweichung (s), Stichprobengröße (n) sowie die Signifikanzniveaus für den Zeitpunkt- und Gruppenvergleich sowie die Interaktion der Haupteffekte.

Alter [Jahren]		T1	T2	Zeitpunktvergleich
IG	$\bar{x} \pm s$	8,70 ± 1,26	9,48 ± 1,26	p≤0,001
	n	40	40	
KG	$\bar{x} \pm s$	8,47 ± 1,27	9,16 ± 1,25	p≤0,001
	n	145	145	
Gruppenvergleich		n. s.		Interaktion: n. s.

Tab. 4-6: **Größe** des Untersuchungskollektivs **CHILT II (StEP TWO)** der Interventions- (IG) und Kontrollgruppe (KG) zur Eingangs- (T1) und Abschlussuntersuchung (T2). Dargestellt als Mittelwert (\bar{x}), Standardabweichung (s), Stichprobengröße (n) sowie die Signifikanzniveaus für den Zeitpunkt- und Gruppenvergleich sowie die Interaktion der Haupteffekte.

Größe [m]		T1	T2	Zeitpunktvergleich
IG	$\bar{x} \pm s$	1,37 ± 0,10	1,42 ± 0,10	p≤0,001
	n	40	40	
KG	$\bar{x} \pm s$	1,36 ± 0,10	1,40 ± 0,09	p≤0,001
	n	145	145	
Gruppenvergleich		n. s.		Interaktion: n. s.

Tab. 4-7: **Gewicht** des Untersuchungskollektivs **CHILT II (StEP TWO)** der Interventions- (IG) und Kontrollgruppe (KG) zur Eingangs- (T1) und Abschlussuntersuchung (T2). Dargestellt als Mittelwert (\bar{x}), Standardabweichung (s), Stichprobengröße (n) sowie die Signifikanzniveaus für den Zeitpunkt- und Gruppenvergleich sowie die Interaktion der Haupteffekte.

Gewicht [kg]		T1	T2	Zeitpunktvergleich
IG	$\bar{x} \pm s$	43,60 ± 10,20	46,89 ± 11,44	p≤0,001
	n	40	40	
KG	$\bar{x} \pm s$	40,80 ± 9,60	44,66 ± 10,72	p≤0,001
	n	145	145	
Gruppenvergleich		n. s.		Interaktion: n. s.

Tab. 4-8: **BMI** des Untersuchungskollektivs **CHILT II (StEP TWO)** der Interventions- (IG) und Kontrollgruppe (KG) zur Eingangs- (T1) und Abschlussuntersuchung (T2). Dargestellt als Mittelwert (\bar{x}), Standardabweichung (s), Stichprobengröße (n) sowie die Signifikanzniveaus für den Zeitpunkt- und Gruppenvergleich sowie die Interaktion der Haupteffekte.

BMI [kg/m ²]		T1	T2	Zeitpunktvergleich
IG	$\bar{x} \pm s$	22,80 ± 3,60	23,08 ± 4,09	p≤0,001
	n	40	40	
KG	$\bar{x} \pm s$	21,80 ± 2,70	22,40 ± 3,07	p≤0,001
	n	145	145	
Gruppenvergleich		n. s.		Interaktion: n. s.

Tab. 4-9: **BMI-SDS** des Untersuchungskollektivs **CHILT II (StEP TWO)** der Interventions- (IG) und Kontrollgruppe (KG) zur Eingangs- (T1) und Abschlussuntersuchung (T2). Dargestellt als Mittelwert (\bar{x}), Standardabweichung (s), Stichprobengröße (n) sowie die Signifikanzniveaus für den Zeitpunkt- und Gruppenvergleich sowie die Interaktion der Haupteffekte.

BMI-SDS		T1	T2	Zeitpunktvergleich
IG	$\bar{x} \pm s$	1,99 ± 0,52	1,83 ± 0,59	p≤0,001
	n	40	40	
KG	$\bar{x} \pm s$	1,87 ± 0,41	1,82 ± 0,47	p≤0,001
	n	145	145	
Gruppenvergleich		n. s.		Interaktion: p≤0,05

Der Unterschied der Differenz der anthropometrischen Daten zwischen der Eingangs- und Abschlussuntersuchung der Interventions- und der Kontrollgruppe des Programms CHILT II (StEP TWO) ist in Tabelle 4-10 der Vollständigkeit halber dargestellt. Es findet sich nur beim alters- und geschlechtskorrigierten BMI-SDS ein signifikanter Unterschied zwischen der Interventions- und der Kontrollgruppe ($p \leq 0,05$).

Abbildung 4-15 zeigt den Verlauf des BMI-SDS von der Eingangsuntersuchung T1 zur Abschlussuntersuchung T2 sowohl für die Interventionsgruppe als auch für die Kontrollgruppe.

Tab. 4-10: Verlauf der anthropometrischen Daten (Δ T2-T1) des Untersuchungskollektivs **CHILT II (StEP TWO)** der Interventions- (IG) und Kontrollgruppe (KG). Dargestellt als mittlere Differenz (Δ), Standardabweichung (s) und Signifikanzniveau (p-Wert).

Parameter	Gruppe	n	Δ	s	p-Wert
Alter [Jahren]	IG	40	1,23	0,29	n. s.
	KG	145	1,20	0,31	
Größe [m]	IG	40	0,04	0,01	n. s.
	KG	145	0,04	0,02	
Gewicht [kg]	IG	40	3,32	2,90	n. s.
	KG	145	4,01	2,44	
BMI [kg]	IG	40	0,27	1,32	n. s.
	KG	145	0,66	1,16	
BMI-SDS	IG	40	-0,15	0,26	$\leq 0,05$
	KG	145	-0,05	0,27	

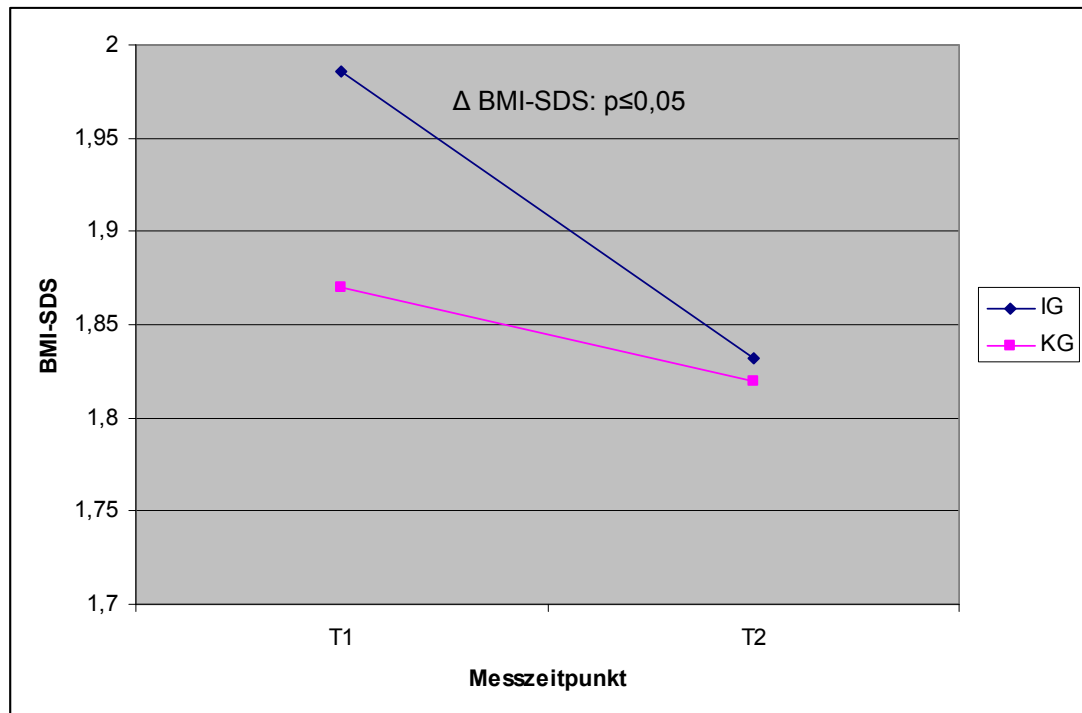


Abb. 4-15: Verlauf des BMI-SDS zwischen Eingangs- (T1) und Abschlussuntersuchung (T2). Dargestellt als Mittelwerte für die Interventionsgruppe (IG) und die Kontrollgruppe (KG).

4.2.1.2 CHILT III

Die anthropometrischen Daten des Untersuchungskollektivs CHILT III der Interventions- und Kontrollgruppe im Vergleich der beiden Messzeitpunkte zeigen die Tabellen 4-11 bis 4-15. Entwicklungsbedingt verändern sich die anthropometrischen Parameter hoch signifikant im Verlauf der Eingangs- (T1) zur Abschlussuntersuchung (T2) (jeweils $p \le 0,001$). Lediglich der BMI und der BMI-SDS der Interventions- und der Kontrollgruppe weisen keinen signifikanten Unterschied zwischen T1 und T2 auf.

Tab. 4-11: **Alter** des Untersuchungskollektivs **CHILT III** der Interventions- (IG) und Kontrollgruppe (KG) zur Eingangs- (T1) und Abschlussuntersuchung (T2). Dargestellt als Mittelwert (\bar{x}), Standardabweichung (s), Stichprobengröße (n) sowie die Signifikanzniveaus für den Zeitpunkt- und Gruppenvergleich sowie die Interaktion der Haupteffekte.

Alter [Jahren]		T1	T2	Zeitpunktvergleich
IG	$\bar{x} \pm s$	11,53 ± 2,33	12,88 ± 2,22	p≤0,001
	n	23	23	
KG	$\bar{x} \pm s$	10,22 ± 2,05	11,32 ± 2,15	p≤0,001
	n	9	9	
Gruppenvergleich		n. s.		Interaktion: n. s.

Tab. 4-12: **Größe** des Untersuchungskollektivs **CHILT III** der Interventions- (IG) und Kontrollgruppe (KG) zur Eingangs- (T1) und Abschlussuntersuchung (T2). Dargestellt als Mittelwert (\bar{x}), Standardabweichung (s), Stichprobengröße (n) sowie die Signifikanzniveaus für den Zeitpunkt- und Gruppenvergleich sowie die Interaktion der Haupteffekte.

Größe [m]		T1	T2	Zeitpunktvergleich
IG	$\bar{x} \pm s$	1,58 ± 0,10	1,62 ± 0,09	p≤0,001
	n	23	23	
KG	$\bar{x} \pm s$	1,49 ± 0,13	1,53 ± 0,13	p≤0,001
	n	9	9	
Gruppenvergleich		n. s.		Interaktion: n. s.

Tab. 4-13: **Gewicht** des Untersuchungskollektivs **CHILT III** der Interventions- (IG) und Kontrollgruppe (KG) zur Eingangs- (T1) und Abschlussuntersuchung (T2). Dargestellt als Mittelwert (\bar{x}), Standardabweichung (s), Stichprobengröße (n) sowie die Signifikanzniveaus für den Zeitpunkt- und Gruppenvergleich sowie die Interaktion der Haupteffekte.

Gewicht [kg]		T1	T2	Zeitpunktvergleich
IG	$\bar{x} \pm s$	73,23 ± 16,65	75,32 ± 16,94	p≤0,001
	n	23	23	
KG	$\bar{x} \pm s$	64,48 ± 14,60	69,29 ± 15,04	p≤0,001
	n	9	9	
Gruppenvergleich		n. s.		Interaktion: n. s.

Tab. 4-14: **BMI** des Untersuchungskollektivs **CHILT III** der Interventions- (IG) und Kontrollgruppe (KG) zur Eingangs- (T1) und Abschlussuntersuchung (T2). Dargestellt als Mittelwert (\bar{x}), Standardabweichung (s), Stichprobengröße (n) sowie die Signifikanzniveaus für den Zeitpunkt- und Gruppenvergleich sowie die Interaktion der Haupteffekte.

BMI [kg/m ²]		T1	T2	Zeitpunktvergleich
IG	$\bar{x} \pm s$	29,17 ± 3,95	28,58 ± 4,55	n. s.
	n	23	23	
KG	$\bar{x} \pm s$	28,40 ± 3,23	29,31 ± 3,50	n. s.
	n	9	9	
Gruppenvergleich		n. s.		Interaktion: p≤0,05

Tab. 4-15: **BMI-SDS** des Untersuchungskollektivs **CHILT III** der Interventions- (IG) und Kontrollgruppe (KG) zur Eingangs- (T1) und Abschlussuntersuchung (T2). Dargestellt als Mittelwert (\bar{x}), Standardabweichung (s), Stichprobengröße (n) sowie die Signifikanzniveaus für den Zeitpunkt- und Gruppenvergleich sowie die Interaktion der Haupteffekte.

BMI-SDS		T1	T2	Zeitpunktvergleich
IG	$\bar{x} \pm s$	2,43 ± 0,39	2,23 ± 0,53	n. s.
	n	23	23	
KG	$\bar{x} \pm s$	2,53 ± 0,48	2,58 ± 0,53	n. s.
	n	9	9	
Gruppenvergleich		n. s.		Interaktion: p≤0,05

Der Unterschied der Differenz der anthropometrischen Daten zwischen der Eingangs- und Abschlussuntersuchung der Interventions- und der Kontrollgruppe des Programms CHILT III ist in Tabelle 4-16 dargestellt.

Tab. 4-16: Verlauf der anthropometrischen Daten (Δ T2-T1) des Untersuchungskollektivs **CHILT III** der Interventions- (IG) und Kontrollgruppe (KG). Dargestellt als mittlere Differenz zwischen den Messzeitpunkten (Δ), Standardabweichung (s) und Signifikanzniveau (p-Wert).

Parameter	Gruppe	n	Δ	s	p-Wert
Alter [Jahren]	IG	23	1,35	0,37	n. s.
	KG	9	1,10	0,32	
Größe [m]	IG	23	0,04	0,02	n. s.
	KG	9	0,32	0,01	
Gewicht [kg]	IG	23	2,10	4,19	n. s.
	KG	9	4,81	2,41	
BMI [kg/m ²]	IG	23	-0,59	1,53	≤ 0,05
	KG	9	0,91	1,26	
BMI-SDS	IG	23	-0,19	0,27	≤ 0,001
	KG	9	0,05	0,14	

Es finden sich nur Gruppenunterschiede zwischen Interventions- und Kontrollgruppe beim BMI ($p \leq 0,05$) und insbesondere beim alters- und geschlechtskorrigierten BMI-SDS ($p \leq 0,001$). Diese sind in Abbildung 4-16 und 4-17 dargestellt.

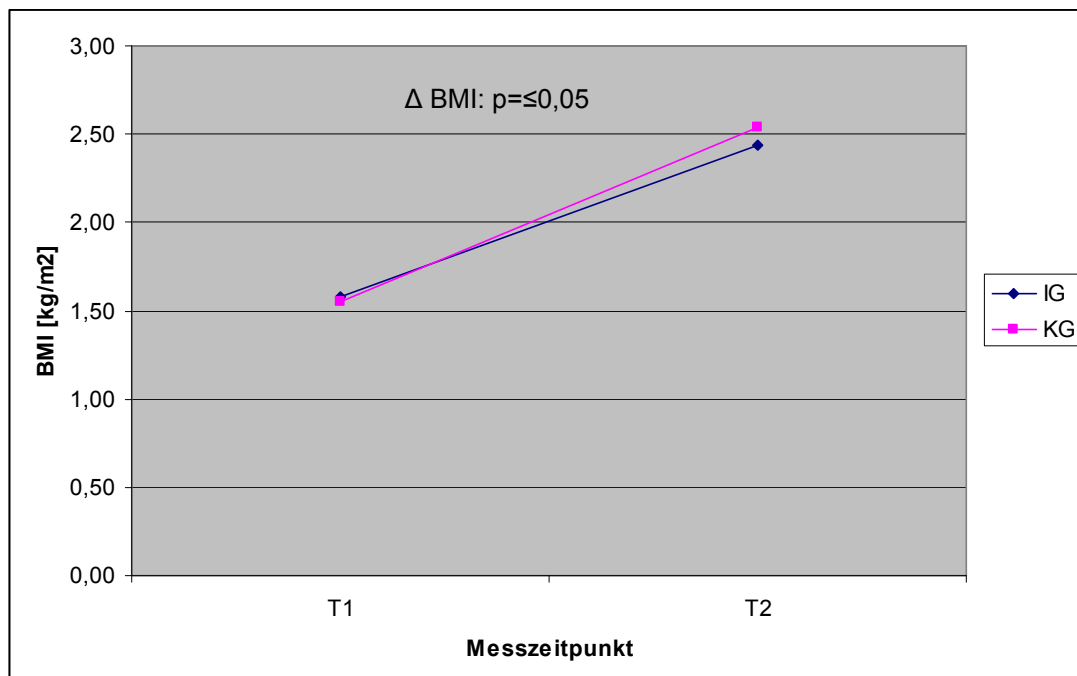


Abb. 4-16: Verlauf des BMI des Untersuchungskollektivs **CHILT III** zwischen Eingangs- (T1) und Abschlussuntersuchung (T2). Dargestellt als Mittelwerte für die Interventionsgruppe (IG) und die Kontrollgruppe (KG).

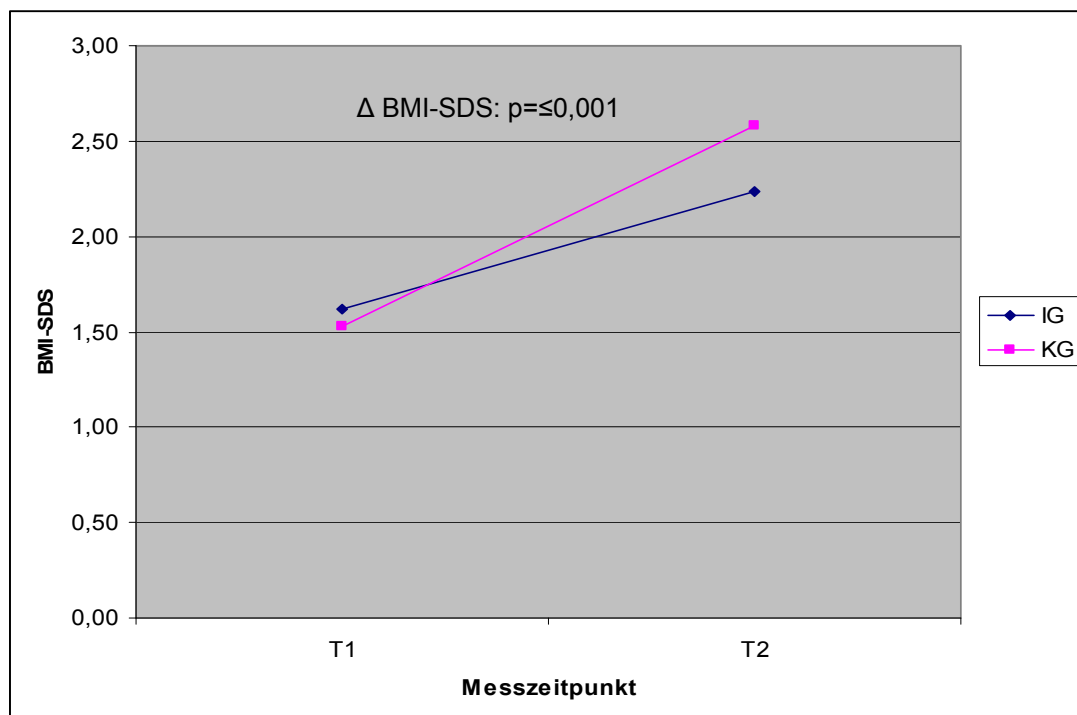


Abb. 4-17: Verlauf des BMI-SDS des Untersuchungskollektivs **CHILT III** zwischen Eingangs- (T1) und Abschlussuntersuchung (T2). Dargestellt als Mittelwerte für die Interventionsgruppe (IG) und die Kontrollgruppe (KG).

4.2.2 Laufleistung des 6-Minuten-Laufs

4.2.2.1 CHILT II (StEP TWO)

Die mehrfaktorielle Varianzanalyse mit Messwiederholung zeigt für das Probandengut des Projekts CHILT II (StEP TWO) keine signifikante Wechselwirkung zwischen den Messezeitpunkten (T1 und T2) und den Untersuchungsgruppen (IG und KG). Die mittlere Laufleistung des 6-Minuten-Laufs der Interventions- und Kontrollgruppe des Untersuchungskollektivs CHILT II (StEP TWO) ist in Tabelle 4-12 dargestellt. Für beide Gruppen ergibt sich zwischen den Messzeitpunkten für die Laufleistung ein signifikanter Unterschied.

Tab. 4-17: Laufleistung des 6-Minuten-Laufs des *Untersuchungskollektivs CHILT II (StEP TWO)* der Interventions- (IG) und Kontrollgruppe (KG) zur Eingangs- (T1) und Abschlussuntersuchung (T2). Dargestellt als Mittelwert (\bar{x}), Standardabweichung (s), Stichprobengröße (n) sowie die Signifikanzniveaus für den Zeitpunkt- und Gruppenvergleich sowie die Interaktion der Haupteffekte.

6-Minuten-Lauf [m]		T1	T2	Zeitpunktvergleich
IG	$\bar{x} \pm s$	821,85 ± 90,43	874,79 ± 109,79	p≤0,001
	n	34	34	
KG	$\bar{x} \pm s$	856,74 ± 87,11	885,76 ± 102,84	p≤0,001
	n	104	104	
Gruppenvergleich		n. s.		Interaktion: n. s.

Tabelle 4-13 stellt die Differenz (Δ) der Laufleistung zwischen den beiden Messzeitpunkten der Interventions- und der Kontrollgruppe dar. Es ergibt sich kein signifikanter Unterschied zwischen den durchschnittlichen Laufleistungen der beiden Gruppen.

Tab. 4-18: Verlauf der Laufleistung des 6-Minuten-Laufs [m] (Δ T2-T1) des Untersuchungskollektivs **CHILT II (StEP TWO)** der Interventions- (IG) und Kontrollgruppe (KG). Dargestellt als mittlere Differenz (Δ), Standardabweichung (s) und Signifikanzniveau (p-Wert).

	Gruppe	n	Δ	s	p-Wert
6-Min-Lauf [m]	IG	34	52,94	90,08	n. s.
	KG	104	29,02	80,39	

Vergleicht man die mittlere Laufleistung von Interventions- und Kontrollgruppe zu den beiden Messezeitpunkten, ergibt sich ein signifikanter Unterschied ($p = 0,01$) zu Beginn der Untersuchung (T1), der zur Abschlussuntersuchung (n. s.) nicht mehr besteht (s. Abb. 4-16).

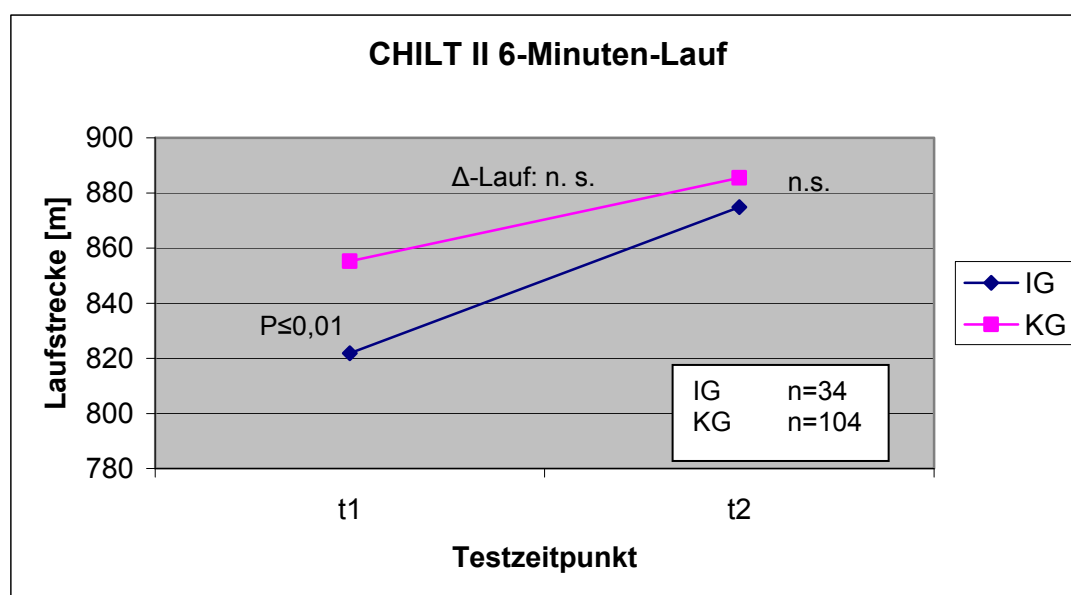


Abb. 4-18: Interventionseffekt der mittleren Laufleistung des 6-Minuten-Laufs [m] der Interventions- und der Kontrollgruppe des Untersuchungskollektivs **CHILT II (StEP TWO)**. IG = Interventionsgruppe, KG = Kontrollgruppe, Δ -Lauf = Differenz der Laufleistung zwischen den Testzeitpunkten.

4.2.2.2 CHILT III

Die durchschnittliche Laufleistung beim 6-Minuten-Lauf der Untersuchungsteilnehmer des Programms CHILT III ist in Tabelle 4-14 dargestellt. Es findet sich ein signifikanter Unterschied der mittleren Laufleistung zwischen der Eingangs- und Abschlussuntersuchung ($p \leq 0,001$).

Tab. 4-19: Laufleistung des 6-Minuten-Laufs des Untersuchungskollektivs **CHILT III** der Interventionsgruppe(IG). Dargestellt als Mittelwert (\bar{x}), Standardabweichung (s) und Signifikanzniveau (p-Wert) zu den beiden Messzeitpunkten (T1 und T2).

6-Minuten-Lauf				
	Messzeitpunkt	\bar{x} [m]	s	p-Wert
IG (n=14)	T1	769,14	80,74	≤ 0,001
	T2	836,64	73,77	

Im Projekt CHILT III existiert für den 6-Minuten-Lauf keine Kontrollgruppe, so dass keine weitere statistische Betrachtung der Daten erfolgen kann.

4.2.3 Spiroergometrische Leistungsdaten

4.2.3.1 CHILT II (StEP TWO)

Tabelle 4-15 zeigt die Differenz der spiroergometrischen Leistungsdaten der Interventionsgruppe des Untersuchungskollektivs CHILT II (StEP TWO) im Vergleich der beiden Messzeitpunkte. Es zeigen sich ausschließlich signifikante Unterschiede ($p \leq 0,05$) hinsichtlich der Parameter Ruheherzfrequenz und der maximalen Leistung. Die restlichen spiroergometrischen Parameter weisen keine Unterschiede zwischen T1 und T2 auf.

Eine Betrachtung der Kontrollgruppe (n=1) sowie die Wechselwirkung zwischen den Messzeitpunkten und den beiden Gruppen entfällt aufgrund der zu kleinen Stichprobe.

Tab. 4-20: Spiroergometrische Daten des Untersuchungskollektivs **CHILT II (STEP TWO)** der Interventions- (IG) zu den Messzeitpunkten T1 und T2. Dargestellt als Mittelwert (\bar{x}), Standardabweichung (s) und Signifikanzniveau (p-Wert).

	Parameter	Messzeitpunkt	n	\bar{x}	s	p-Wert
IG	VO _{2max} [l/min]	T1	14	1,35	0,48	n. s.
		T2	14	1,41	0,42	
	relative VO _{2max} [ml/min*kg]	T1	14	29,60	6,56	n. s.
		T2	14	29,59	7,59	
	Hf _{Ruhe} [S/min]	T1	21	102,14	13,83	≤ 0,05
		T2	21	94,86	13,94	
	Hf _{max} [S/min]	T1	21	184,29	14,04	n. s.
		T2	21	189,00	7,36	
	maximale Leistung [W]	T1	21	91,76	22,40	≤ 0,05
		T2	21	101,57	27,79	
	relative maximale Leistung [W/kg]	T1	13	2,08	0,42	n. s.
		T2	13	2,21	0,48	

4.2.3.2 CHILT III

Die spiroergometrischen Daten des Untersuchungskollektivs CHILT III zeigen die Tabellen 4-16 bis 4-21. Unterschiede zwischen den Messzeitpunkten finden sich bei der Interventionsgruppe bei der maximalen ($p \leq 0,01$) und der relativen ($p \leq 0,01$) Sauerstoffaufnahme, der Ruheherzfrequenz ($p \leq 0,05$) sowie bei der maximalen ($p \leq 0,001$) und der relativen ($p \leq 0,05$) Leistung.

Innerhalb der Kontrollgruppe zeigen sich Unterschiede zwischen den Untersuchungszeitpunkten bei der Ruheherzfrequenz ($p \leq 0,05$) und der maximalen Leistung ($p \leq 0,001$). Alle anderen Parameter weisen keine signifikanten Unterschiede zwischen der Eingangs- und der Abschlussuntersuchung auf.

Tab. 4-21: **Maximale Sauerstoffaufnahme** ($\dot{V}O_{2max}$) des Untersuchungskollektivs **CHILT III** der Interventions- (IG) und Kontrollgruppe (KG) zur Eingangs- (T1) und Abschlussuntersuchung (T2). Dargestellt als Mittelwert (\bar{x}), Standardabweichung (s), Stichprobengröße (n) sowie die Signifikanzniveaus für den Zeitpunkt- und Gruppenvergleich sowie die Interaktion der Haupteffekte.

VO _{2max} [l/min]		T1	T2	Zeitpunktvergleich
IG	$\bar{x} \pm s$	1,83 ± 0,57	2,17 ± 0,29	p ≤ 0,01
	n	15	15	
KG	$\bar{x} \pm s$	1,73 ± 0,57	1,78 ± 0,46	n. s.
	n	5	5	
Gruppenvergleich		n. s.		Interaktion: n. s.

Tab. 4-22: **Relative maximale Sauerstoffaufnahme** (relative $\dot{V}O_{2max}$) des Untersuchungskollektivs **CHILT III** der Interventions- (IG) und Kontrollgruppe (KG) zur Eingangs- (T1) und Abschlussuntersuchung (T2). Dargestellt als Mittelwert (\bar{x}), Standardabweichung (s), Stichprobengröße (n) sowie die Signifikanzniveaus für den Zeitpunkt- und Gruppenvergleich sowie die Interaktion der Haupteffekte.

relative $\dot{V}O_{2max}$ [ml/min*kg]		T1	T2	Zeitpunktvergleich
IG	$\bar{x} \pm s$	26,40 ± 5,73	31,12 ± 3,95	p≤0,01
	n	15	15	
KG	$\bar{x} \pm s$	25,21 ± 4,06	25,51 ± 4,83	n. s.
	n	5	5	
Gruppenvergleich		n. s.		Interaktion: n. s.

Tab. 4-23: **Ruheherzfrequenz** (Hf_{Ruhe}) des Untersuchungskollektivs **CHILT III** der Interventions- (IG) und Kontrollgruppe (KG) zur Eingangs- (T1) und Abschlussuntersuchung (T2). Dargestellt als Mittelwert (\bar{x}), Standardabweichung (s), Stichprobengröße (n) sowie die Signifikanzniveaus für den Zeitpunkt- und Gruppenvergleich sowie die Interaktion der Haupteffekte.

Hf_{Ruhe} [S/min]		T1	T2	Zeitpunktvergleich
IG	$\bar{x} \pm s$	83,80 ± 11,34	79,20 ± 13,32	p≤0,05
	n	20	20	
KG	$\bar{x} \pm s$	91,00 ± 14,14	79,38 ± 21,20	p≤0,05
	n	8	8	
Gruppenvergleich		n. s.		Interaktion: n. s.

Tab. 4-24: **Maximale Herzfrequenz** (Hf_{max}) des Untersuchungskollektivs **CHILT III** der Interventions- (IG) und Kontrollgruppe (KG) zur Eingangs- (T1) und Abschlussuntersuchung (T2). Dargestellt als Mittelwert (\bar{x}), Standardabweichung (s), Stichprobengröße (n) sowie die Signifikanzniveaus für den Zeitpunkt- und Gruppenvergleich sowie die Interaktion der Haupteffekte.

Hf_{max} [S/min]		T1	T2	Zeitpunktvergleich
IG	$\bar{x} \pm s$	177,50 ± 16,84	184,20 ± 9,62	n. s.
	n	20	20	
KG	$\bar{x} \pm s$	193,25 ± 12,50	182,00 ± 9,65	n. s.
	n	8	8	
Gruppenvergleich		n. s.		Interaktion: $p \leq 0,05$

Tab. 4-25: **Maximale Leistung** des Untersuchungskollektivs **CHILT III** der Interventions- (IG) und Kontrollgruppe (KG) zur Eingangs- (T1) und Abschlussuntersuchung (T2). Dargestellt als Mittelwert (\bar{x}), Standardabweichung (s), Stichprobengröße (n) sowie die Signifikanzniveaus für den Zeitpunkt- und Gruppenvergleich sowie die Interaktion der Haupteffekte.

max. Leistung [W]		T1	T2	Zeitpunktvergleich
IG	$\bar{x} \pm s$	123,75 ± 33,90	152,35 ± 31,54	$p \leq 0,001$
	n	20	20	
KG	$\bar{x} \pm s$	115,88 ± 30,82	121,63 ± 25,22	$p \leq 0,001$
	n	8	8	
Gruppenvergleich		n. s.		Interaktion: $p \leq 0,05$

Tab. 4-26: **Relative maximale Leistung** des Untersuchungskollektivs **CHILT III** der Interventions- (IG) und Kontrollgruppe (KG) zur Eingangs- (T1) und Abschlussuntersuchung (T2). Dargestellt als Mittelwert (\bar{x}), Standardabweichung (s), Stichprobengröße (n) sowie die Signifikanzniveaus für den Zeitpunkt- und Gruppenvergleich sowie die Interaktion der Haupteffekte.

relative max. Leistung [W/kg]		T1	T2	Zeitpunktvergleich
IG	$\bar{x} \pm s$	1,76 ± 0,36	2,11 ± 0,31	p≤0,05
	n	19	19	
KG	$\bar{x} \pm s$	1,81 ± 0,31	1,80 ± 0,25	n. s.
	n	8	8	
Gruppenvergleich		n. s.		Interaktion: n. s.

Tabelle 4-29 stellt den Unterschied zwischen der Differenz der spiroergometrischen Leistungsdaten zwischen Eingangs- und Abschlussuntersuchung dar. Signifikante Unterschiede finden sich nur bei der maximalen Herzfrequenz (p≤0,05) und der maximalen Leistung (p≤0,05).

Tab. 4-27: Verlauf der spiroergometrischen Daten (Δ T2-T1) des Untersuchungskollektivs **CHILT III** der Interventions- (IG) und Kontrollgruppe (KG). Dargestellt als mittlere Differenz (Δ), Standardabweichung (s) und Signifikanzniveau (p-Wert).

Parameter	Gruppe	n	Δ	s	p-Wert
$\dot{V}O_{2\max}$ [l/min]	IG	15	0,34	0,39	n. s.
	KG	5	0,05	0,25	
relative $\dot{V}O_{2\max}$ [ml/min*kg]	IG	15	4,71	5,82	n. s.
	KG	5	0,30	3,60	
Hf_{Ruhe} [S/min]	IG	20	-4,60	14,70	n. s.
	KG	8	-11,63	19,11	
Hf_{\max} [S/min]	IG	20	6,70	16,36	≤ 0,05
	KG	8	-11,25	14,92	
maximale Leistung [W]	IG	20	28,60	24,92	≤ 0,05
	KG	8	5,75	16,10	
relative maximale Leistung [W/kg]	IG	19	0,35	0,54	n. s.
	KG	8	-0,01	0,34	

5 Diskussion

Im Zentrum der vorliegenden Arbeit steht die Überprüfung des 6-Minuten-Laufs als Instrument zur Erfassung der kardiopulmonalen Ausdauerleistungsfähigkeit bei übergewichtigen und adipösen Kindern und Jugendlichen zum einen durch eine Gegenüberstellung mit spiroergometrischen Daten, zum anderen im Sinne einer Erfolgskontrolle in ambulanten Schulungseinrichtungen. Weiterhin werden im Rahmen der einjährigen interdisziplinären Intervention die Effekte hinsichtlich der anthropometrischen Daten sowie der Ausdauerleistungsfähigkeit untersucht.

Im Folgenden werden die in Kapitel 3 und 4 dargestellten Methoden und Ergebnisse in Bezug zu den in Kapitel 2.1 und 2.2 formulierten Hypothesen und den vorliegenden Ergebnissen aus der Literatur diskutiert.

5.1 Diskussion der Methoden

Belastungsuntersuchungen werden bei Kindern und Jugendlichen ebenso wie bei Erwachsenen unter verschiedenen medizinischen oder trainingswissenschaftlichen Fragestellungen durchgeführt. Das Hauptziel einer solchen Belastungsuntersuchung ist die objektive Messung der Ausdauerleistungsfähigkeit (LAWRENZ und HEBESTREIT, 2002). In der Literatur lassen sich eine Reihe verschiedener fahrrad- bzw. laufbandergometrischer Stufentests finden, die sich als Belastungsuntersuchung für Erwachsene etabliert haben (HOLLMANN et al., 2006). Für Kinder liegen modifizierte Fahrrad- und Laufbandtests vor (vgl. BAR-OR, 1986; ROST und HOLLMANN, 1982). In der vorliegenden Untersuchung wurde die Fahrradspiroergometrie (vgl. Kap. 3.2.4) als Messverfahren genutzt und als Vergleichsmethode zum 6-Minuten-Lauf eingesetzt. Die verschiedenen Belastungsprotokolle für Kinder werden in Kapitel 5.1.1.1 diskutiert.

5.1.1 Ergometrische Verfahren

In nahezu allen Altersklassen hat sich die Fahrradergometrie als ökonomisches Testverfahren durchgesetzt. Fahrradergometrische Belastungsuntersuchungen können bei Kindern etwa ab dem fünften Lebensjahr und einer Körpergröße von 105 cm durchgeführt werden (LAWRENZ und HEBESTREIT, 2002). Die modernen Ergometer sind transportabel, so dass sie auch in Schulen eingesetzt werden können. Sie lassen sich entsprechend der Körpergröße der Kinder individuell einstellen. Der Vorteil der Fahrradergometrie ist die exakte Dosierbarkeit und Reproduzierbarkeit der Belastung (DORDEL, 2007; ROST und HOLLMANN, 1982). Weiterhin bietet das Fahrradergometer den Vorteil der relativ ruhigen Oberkörperposition des Probanden, die während der Belastung eine einfache EKG-Registrierung und eine einfache Messung des Blutdrucks sowie – wenn erforderlich - eine Blutentnahme am Ohr ohne Unterbrechung zwischen den einzelnen Belastungsstufen ermöglicht. Gerade unter der Berücksichtigung von Sicherheitsfaktoren spielen die o.g. Punkte eine wesentliche Rolle, die eine rechtzeitige Beendigung der Untersuchung beim Auftreten von Abbruchkriterien (s. Kap. 3.2.4.1) gewährleisten (LAWRENZ und HEBESTREIT, 2002; ROST und HOLLMANN, 1982). Da die körperliche Belastung im Sitzen ausgeführt wird, ist das Körpergewicht der Probanden als leistungsbegrenzender Faktor weitgehend ausgeschaltet, im Gegenteil, ein höheres Gewicht ist im Rahmen der Fahrradergometrie eher von Vorteil. Dies ist insbesondere bei übergewichtigen und adipösen Personen zu beachten und erfordert daher die Relativierung der Ergebnisse auf das Körpergewicht (DORDEL, 2007).

Die Spiroergometrie als Messmethode zur Ermittlung der maximalen Sauerstoffaufnahme hat hinsichtlich ihrer besseren Standardisierung eine höhere Aussagekraft als die sportmotorischen Testverfahren (KLIMT, 1992) und stellt damit, ebenso wie für Erwachsene, auch für das Kindes-Jugendalter den „Goldstandard“ für die kardiopulmonale Belastungsuntersuchung dar (HOLLMANN et al., 2006). Durch die Erfassung der kardiopulmonalen Parameter während der spiroergometrischen

Untersuchung lassen sich neben der Erhebung von Herzkreislauf- und Atmungsparametern auch Rückschlüsse auf mögliche kardiale Erkrankungen ziehen (HOLLMANN et al., 2006).

Allerdings wird für das Kindes- und Jugendalter die Fahrradergometrie nicht unkritisch gesehen. Das entscheidende Argument gegen die Nutzung des Fahrradergometers bei Probanden im Kindes- und Jugendalter ist die frühzeitige lokale Ermüdung der Beinmuskulatur, insbesondere des Musculus quadriceps femoris, auf dem die Hauptbeanspruchung bei der fahrradergometrischen Untersuchung liegt (LAWRENZ und HEBESTREIT, 2002). Diese hohe Beanspruchung der Muskulatur in den unteren Extremitäten kann sich bei Kindern, die im Radfahren noch wenig geübt sind oder bei denen aufgrund ihres jungen Lebensalters die Muskulatur noch nicht ausreichend entwickelt ist, ungünstig auf das gemessene Leistungsvermögen auswirken. In diesen Fällen wird die gewünschte kardiopulmonale und metabolische Ausbelastung nicht erreicht. Die muskuläre Ermüdung der Beine wird stattdessen zum leistungslimitierenden Faktor, ohne dass die Herzkreislauf-Atmungsaktivität vollständig erfasst werden kann (vgl. ROWLAND, 1993; BAR-OR, 1986). Nach LAWRENZ und HEBESTREIT (2002) ist dieses Problem ab dem fünften Lebensjahr aber nicht weiter existent und damit für die Probanden mit einem Durchschnittsalter von 8,2 Jahren im Projekt CHILT II (StEP TWO) und 12,3 Jahren für das Projekt CHILT III eliminiert.

5.1.1.1 Belastungsprogramme

Für die Fahrradergometrie existiert eine Vielzahl verschiedener Belastungsprogramme, die sich aus den unterschiedlichsten Fragestellungen ergeben (LAWRENZ und HEBESTREIT, 2002). Die Anforderungen an die Belastungsuntersuchung entstammen den verschiedensten Betrachtungsweisen, wie der koronaren Diagnostik, der Arbeitsmedizin oder der Sportmedizin, so dass sich für die unterschiedlichen Sparten entsprechende Belastungsprogramme ergeben (ROST et al., 1996).

Dabei sollten jedoch bei der Auswahl der entsprechenden Protokolle für Kinder und Jugendliche folgende Aspekte berücksichtigt werden (ROWLAND, 1993):

- Kinder besitzen nur eine begrenzte Konzentrationsfähigkeit, so dass nicht zu viele Belastungsstufen gewählt werden sollten.
- Das Programm muss für die Parameter Größe, Gewicht und Leistungsfähigkeit ein breites Spektrum zulassen, da diese bei Kindern noch stark variieren.
- Eine Beeinträchtigung der Erfassung der kardiopulmonalen Ausdauerleistungsfähigkeit durch eine frühzeitige muskuläre Ermüdung muss vermieden werden.
- Eine gute Erfassung aller Messparameter muss auf allen Belastungsstufen gewährleistet sein.

Die o.g. Kriterien werden in der vorliegenden Untersuchung berücksichtigt (vgl. Kap. 3.2.4). In der Praxis finden verschiedene Testprotokolle Anwendung.

Die meisten Untersucher favorisieren wie bereits in Kapitel 3.2.4 beschrieben ein gewichtsbezogenes Belastungsschema mit 0,5 W/kg Körpergewicht und einer Steigerung der Belastung alle 2 bzw. 3 Minuten (KLEMT, 1988; ROST und HOLLMANN, 1982).

Mit der Wahl des gewichtsbezogenen Belastungsprotokolls nach LAWRENZ und HEBESTREIT (2002) wird den Aspekten von ROWLAND (1993) Rechnung getragen. Denn dieses gewichtsbezogene Belastungsprotokoll bietet den Vorteil, trotz wachstumsbedingter Veränderung des Körpergewichts einen guten intraindividuellen Vergleich bei Verlaufskontrollen zu gewährleisten. Gerade für chronisch kranke Kinder mit deutlich eingeschränkter Leistungsfähigkeit, wie in der vorliegenden Untersuchung, sind Belastungsstufen von mehr als 0,5 W/kg Körpergewicht sehr hoch gewählt. Deshalb stellt das o. g. Protokoll für das vorliegende

Untersuchungsgut das Belastungsschema der Wahl dar (LAWRENZ und HEBESTREIT, 2002).

Der entscheidende Nachteil von Belastungsprotokollen, die sich am Körpergewicht orientieren, besteht darin, dass übergewichtige und adipöse Kinder in Relation zu ihrer Muskelmasse höher belastet und ungünstiger bewertet werden als normalgewichtige Kinder. Dies lässt sich durch die Einführung eines längenbezogenen Referenzgewichts beheben (LAWRENZ und HEBESTREIT, 2002; s. Kap. 3.2.4); dennoch können dadurch bei adipösen Kindern bereits für ihr Leistungsvermögen sehr hohe Belastungsstufen entstehen.

5.1.1.2 Laktatbestimmung

Neben der Leistung in Watt oder Watt pro Kilogramm Körpergewicht spiegelt die Laktatbestimmung die energetische Situation des Probanden wider (HOLLMANN und STRÜDER, 2009; ROST und HOLLMANN, 1982). Grundsätzlich erreichen Kinder eine weniger hohe Milchsäurekonzentration als Erwachsene. Die anaerobe Ausbelastbarkeit von Kindern ist demnach geringer. Nach KULLMER et al. (1987) können bereits Laktatkonzentrationen von 5 mmol/l eine metabolische Ausbelastung bedeuten, was von den Autoren auf eine eventuell verminderte Enzymaktivität zurückzuführen ist. Danach sind Kinder weniger in der Lage, ihre Leistung nach Erreichen der maximalen aeroben Leistungsfähigkeit durch zusätzliche Laktatproduktion noch zu steigern (BAR-OR, 1986). Die anaerobe maximale Leistung ist jedoch sowohl bei absoluter als auch bei relativer Betrachtung in Bezug zum Körpergewicht, zum Quadrat der Körperlänge oder zur fettfreien Masse eingeschränkt (BAR-OR, 1986). Bei Kindern beträgt die Aktivität des Enzyms Phosphofruktokinase (PFK) im Vergleich zu Personen in der dritten Lebensdekade nur etwa 40 Prozent. Dadurch erklärt sich auch die sehr niedrige anaerobe Kapazität im Kindes- und frühen Jugendalter und der damit verbundene niedrige maximale Laktatspiegel, da die PFK das leistungsbegrenzende Enzym innerhalb der Glykolyse darstellt (HOLLMANN

und STRÜDER, 2009). Untersuchungen des maximalen Laktat-steady-states bei Kindern und Jugendlichen von HECK (1990) und SIMON et al. (1981) zeigen dagegen, dass kein signifikanter Unterschied bzgl. der aerob-anaeroben Schwelle zwischen Kindern und Erwachsenen besteht.

Bisher liegt keine aussagekräftige Längsschnittsuntersuchung zur Laktatproduktion bei maximaler Ausbelastung vor dem Hintergrund des biologischen Wachstums oder dem chronologischen Alter von Kindern vor (ROWLAND, 2005). Die vorliegenden Untersuchungen sind Querschnittsstudien, die in den meisten Fällen eine begrenzte Altersspanne wiedergeben (PFITZINGER und FREEDSON, 1997) und damit keine Rückschlüsse über die Entwicklung der anaeroben-laktaziden Energiebereitstellung im Altersgang geben (WELSMAN und ARMSTRONG, 1998). Dennoch lässt sich rückschließen, dass die maximale Laktatkonzentration bei beiden Geschlechtern mit zunehmendem Alter ansteigt, während die maximale Laktatkonzentration bei Kindern aber immer noch deutlich unter der von Erwachsenen liegt (ROWLAND, 2005). Dieses Phänomen zeigt sich ebenfalls bei Betrachtung der Laktatwerte in der vorliegenden Studie bei übergewichtigen und adipösen Kindern und Jugendlichen. So erreichen die Interventionskinder der Untersuchungsgruppe CHILT II (StEP TWO) einen maximalen Laktatwert bei T1 (n=23) von durchschnittlich 4,6 mmol/l und bei T2 (n=17) 4,9 mmol/l. Für die Untersuchungsgruppe CHILT III ergibt sich durchschnittlich ein maximaler Laktatwert bei T1 (n=111) von ebenfalls 4,6 mmol/l und zur Abschlussuntersuchung T2 (n=20) von 5,9 mmol/l. Dies entspricht den oben bereits genannten Querschnittsuntersuchungen von PFITZINGER und FREEDSON (1997) bei normalgewichtigen Kindern und Jugendlichen.

5.1.2 Sportmotorische Verfahren

Zur Erfassung der Ausdauerleistungsfähigkeit bei Kindern und Jugendlichen geben verschiedene sportpraktische Beurteilungsverfahren Auskunft über die Leistungsfähigkeit des Herz-Kreislauf-Atmungs-Systems. Diese

sportpraktischen Verfahren finden vor allem im Sportunterricht Anwendung, da sie ohne größeren apparativen Aufwand auskommen (DORDEL, 2007). Am häufigsten wird der *Cooper-Test* eingesetzt (COOPER, 1970). Dabei absolvieren die Probanden einen Dauerlauf über 12 Minuten und die jeweils zurückgelegte Strecke wird gemessen. Sie gibt Aufschluss über den Grad der aktuellen Fitness. Als Ergebnis umfangreicher Untersuchungen von Cooper sind Normwerte entstanden, die die zurückgelegte Laufstrecke in Leistungskategorien einordnen und eine Aussage über den Sauerstoffverbrauch zulassen (vgl. BÖS, 2001). Nach dem gleichen Prinzip wie der Cooper-Test arbeitet auch der in dieser Untersuchung durchgeführte 6-Minuten-Lauf nach BECK und BÖS (1995). Obwohl sich bei übergewichtigen Erwachsenen der 6-Minuten-Gehtest etabliert hat (LI et al., 2007), wird in der vorliegenden Arbeit der 6-Minuten-Lauf favorisiert, um eine kardiopulmonale Ausbelastung zu erzielen, die Möglichkeit des Gehens aber weiter bestehen blieb. Eine ausführliche Beschreibung des 6-Minuten-Laufs findet sich in Kapitel 3.2.2.

Auch wenn sich die aerobe Ausdauerleistungsfähigkeit bei Kindern und Jugendlichen wesentlich differenzierter über spiroergometrische Testverfahren im Labor bestimmen lässt, so stellen sportmotorische Tests wie der 6-Minuten-Lauf aufgrund ihrer hohen Korrelation mit den labordiagnostischen Verfahren geeignete Messverfahren zur Bestimmung der aeroben Kapazität dar (BECK und BÖS, 1995). BÖS und MECHLING (1983) bestätigen dem 6-Minuten-Lauf im Vergleich zu erhobenen Laborparametern mit einem Korrelationskoeffizienten von $r=0,917$ eine sehr hohe Konstruktvalidität. Im Hinblick auf das übergewichtige und adipöse Probandengut in der vorliegenden Studie können FAUDE et al. (2004) zudem in allen Gewichtsklassen eine hohe Korrelation zur fahrradergometrischen Belastungsuntersuchung feststellen, die unter den Belastungsverfahren als Maßstab für Validität und Reproduzierbarkeit gilt (HOLLMANN und STRÜDER, 2009).

Das Stufensteigen wie es von RUSCH und IRRGANG (1994) im Münchener-Fitnesstest genutzt wird, um den Trainingszustand und die kardiale

Belastungsreaktion der Probanden einschätzen zu können, wird in der vorliegenden Studie als Messverfahren abgelehnt. Das maßgebliche Ausschlusskriterium für das Stufensteigen liegt in der Belastungsform begründet: so wird durch diese Testform weniger die allgemeine aerobe als vielmehr die anaerobe Ausdauerleistungsfähigkeit bestimmt (FAUDE et al., 2004). Darüber hinaus ist die Reproduzierbarkeit dieser Testaufgabe deutlich eingeschränkt. Eine sichere und valide Bestimmung der aeroben Ausdauerleistungsfähigkeit anhand des Stufensteigens ist daher nicht gegeben (ebd.).

Als weiterer sportmotorischer Test bietet sich der Shuttle-Run-Test an, der ebenso wie der 6-Minuten-Lauf mit größeren Schülergruppen gut realisierbar ist. LEGER et al. (1988) stellen einen hohen Zusammenhang zwischen dieser Testform und der maximalen Sauerstoffaufnahme bei Kindern fest. BÖS und MECHLING (1983) können bei diesem Testverfahren einen hohen Zusammenhang ($r=0,88$) zwischen dem 6-Minuten-Lauf und dem Shuttle-Run-Test feststellen. Gegen den Shuttle-Run-Test spricht letztendlich die nicht vorgegebene Einschränkung der Geschwindigkeit während des Laufs, so dass zwischendurch kurze Strecken auch von den Probanden gegangen werden konnten, was dann nicht mehr einer gleichmäßigen aeroben Ausdauerbelastung entspricht.

Das grundlegende Problem solcher Ausdauerbelastungen ist, dass Kinder in der Regel ein nur sehr gering ausgeprägtes Zeit- und Tempogefühl besitzen. Häufig gehen sie eine Dauerbelastung zu schnell an, was durch den Wettkampfcharakter, der durch den gemeinsamen Start in der Gruppe bedingt ist, zusätzlich verstärkt wird (DORDEL, 2007). WEINECK (2000) stellt an dieser Stelle die Validität des 6-Minuten-Laufs in Frage, weil so nicht mehr eine reine aerobe Ausdauerbelastung stattfindet, sondern eine Mischform aus aeroben und anaeroben Stoffwechsel gemessen wird.

Um diesen Test in der Grundschule durchzuführen, bedarf es einer intensiven Instruktion der Probanden hinsichtlich der Testdauer und des gleichmäßig zu laufenden Tempos (s. Kap. 3.2.2). Das Lauftempo darf frei

gestaltet werden. Auch Gehen ist zwischendurch erlaubt. Kindern mit gut entwickeltem Zeit- und Tempogefühl bereitet der Test in der Regel keine Schwierigkeiten (DORDEL, 2007).

Unter der Berücksichtigung möglicher Störfaktoren gilt der 6-Minuten-Lauf als adäquates Testverfahren zur Beurteilung der Ausdauerleistungsfähigkeit von Schulkindern; denn die Hauptgütekriterien der Objektivität sowie der Reliabilität werden beim 6-Minuten-Lauf ausreichend erfüllt (BÖS und MECHLING, 1983). Der Test lässt sich bei geringem Material- und Zeitaufwand einfach durchführen und beinhaltet mit einem zeitlichen Umfang von sechs Minuten eine ausreichende Ausdauerbelastung. Er eignet sich durch seine ökonomische Anwendung sehr für den Einsatz im Unterricht (DORDEL, 2007; FUHRMANN und SCHUSTER, 1989).

Die Objektivität hinsichtlich der Auswertungs- und Interpretationsobjektivität des 6-Minuten-Laufs gilt als sehr hoch. BÖS und MECHLING (1983) führten nach acht Tagen einen Retest mit 20 Schülern durch und es ergab sich ein Reliabilitätskoeffizient von $r=0,87$. Die Retest-Zuverlässigkeit wurde in acht Untersuchungen mit einem mittleren Reliabilitätskoeffizienten von $r=0,90$ bestätigt (SAFRIT, 1973).

Insgesamt stellt somit der 6-Minuten-Lauf ein standardisiertes und valides Testverfahren zur Erfassung der Ausdauer dar (GRAF et al., 2004). Die hierfür notwendigen Bedingungen zur standardisierten Durchführung sind zum einen personell (durch geschultes Testpersonal) und zum anderen strukturell bzw. organisatorisch (durch das in jeder Sporthalle vorhandene Volleyballfeld) gewährleistet (s. Kap. 3.2.2). Zur Qualitätssicherung bei der Durchführung des 6-Minuten-Laufs, werden entsprechend den Vorgaben des Testmanuals des Dordel-Koch-Tests maximal zwölf Teilnehmer pro Lauf zugelassen. Verteilt auf die vier Ecken des Volleyballfeldes wird zum einen das Starterfeld für den Lauf auseinandergesogen und den vier Testhelfern je drei Probanden zugeteilt. Durch diese Organisationsform werden Unfälle bzw. ein aufkommender Wettkampfcharakter vermieden (DORDEL und KOCH, 2004).

Das Ergebnis dieser Arbeit hinsichtlich der Gültigkeit des 6-Minuten-Laufs als Maß für die Ausdauerleistungsfähigkeit *übergewichtiger* und *adipöser* Kinder wird in Kapitel 5.3 diskutiert.

5.2 Diskussion der Intervention

Angesichts des zunehmenden Bewegungsmangels im Kindes- und Jugendalter und der daraus resultierenden Zunahme an Übergewicht und Adipositas mit den assoziierten Herzkreislauf- und Bewegungsfunktionsstörungen erlangen Maßnahmen zur Erweiterung des Verständnisses der Wirkzusammenhänge von Sportpartizipation, motorischen Basiskompetenzen, Belastungsintensität und Gewichtsstatus eine aus präventivmedizinischer Sicht besondere Bedeutung (BERG et al., 2004; GRAF et al., 2004). Im Folgenden sollen jedoch nur ausgewählte Aspekte diskutiert werden, da der 6-Minuten-Lauf als Überprüfungsinstrument im Fokus dieser Arbeit steht.

CHILT II (StEP TWO)

Die Prävention von Übergewicht und Adipositas ist neben dem Aspekt der Fehlernährung und damit einer notwendigen Ernährungsmodifikation sehr eng mit der Vermeidung von körperlicher Aktivität verbunden. Das übergeordnete Ziel dieser Intervention ist es, bei den Grundschulkindern unter Einbeziehung ihrer Umfelder *Eltern / Familie, Schule* und *Freizeit* das Bewusstsein für eine gesund erhaltende Lebensführung zu schaffen. Darauf aufbauend sollen gegenwärtige Ernährungs- und Bewegungsmuster so verändert werden, dass durch ein gesundheitsförderndes Verhalten langfristig eine Gewichtsnormalisierung und -stabilisierung sichergestellt werden kann. Die Inhalte für die Programme CHILT II (StEP TWO) und CHILT III werden deshalb an die Leitlinien zur Diagnostik, Therapie und Prävention der kindlichen Adipositas der Arbeitsgemeinschaft Adipositas im Kindes- und Jugendalter angelehnt (vgl. AGA, 2004). Gemäß der Empfehlungen des Forschungsinstituts für Kinderernährung (OptimiX) sowie

des AID (Kindergesundheitspyramide) (KGAS, 2004) wurde in der vorliegenden Untersuchung gemeinsam mit den Kindern das Essen vorbereitet, gekocht und eingenommen. Die praktischen Bausteine zur Ernährungsmodifikation werden in CHILT II (StEP TWO) aufgegriffen und durch Ökotrophologen gemeinsam mit den Kindern umgesetzt (vgl. Kap. 1.4.1).

Das sich anschließende Sportprogramm zielt neben der Verbesserung der motorischen Leistungsfähigkeit auch auf die gesteigerte Freude an der Bewegung und die Übertragung in die Freizeit und den Alltag ab. Zur besseren Übertragbarkeit bzw. zur verstärkten Integration von körperlicher Aktivität in den Alltag dient die Kinderbewegungspyramide des AID (s. Abb. 1-7). Sie teilt die tägliche Bewegungszeit in „Portionen“ ein, ähnlich der Ernährungspyramide für Kinder (s. Abb. 1-6) (STACHOW, et al. 2004; MANNHARDT, 2003). Die Kinderbewegungspyramide ist im Rahmen des CHILT-Projekts gemeinsam mit Eltern und Kindern entwickelt worden. Ihr Ziel ist es, durch eine kind- und familiengerechte Gestaltung Kinder zu aktivieren und zu mehr Bewegung zu motivieren (GRAF et al., 2005e).

CHILT III

Das Projekt CHILT III setzt sich als Therapie-Programm von CHILT I und CHILT II (StEP TWO) ab und richtet sich gezielt an adipöse Kinder und Jugendliche. Angepasst an die Empfehlungen der Konsensusgruppe Adipositas im Kindesalter (KGAS, 2004), orientieren sich die Inhalte der Intervention an den Interventionsmaßnahmen des StEP TWO Programms. Als zusätzliches Schulungsmaterial dienen die Unterrichtseinheiten der CHILT I- und II-Projekte (GRAF et al., 2005d; GRAF, 2003).

Eine Kontrolle der Maßnahmen wird über die wöchentliche ärztliche Sprechstunde, die als Einzelgespräch stattfindet, gewährleistet. Ergänzt wird dies durch die sich anschließende Ernährungsberatung, die im Wechsel in Gruppengesprächen mit einem Psychologen, sowohl für die Kinder als auch für die Eltern, stattfindet.

Das Sportprogramm findet zweimal wöchentlich an der Deutschen Sporthochschule Köln statt (vgl. Kap. 1.4.1). Geleitet von erfahrenen Diplom-Sportwissenschaftlern wird hierbei auf die individuelle Förderung von Koordination, Ausdauer und Kraft Wert gelegt. Wie auch im Projekt CHILT II (StEP TWO) wird als Schwerpunkt der sportmotorischen Intervention besonderer Wert auf die Vermittlung von Bewegungsfreude gelegt, die die Grundlage für die Übertragung der körperlichen Aktivität in den kindlichen Alltag bildet. Gegen Ende des Programms werden die Kinder und Familien bei der Suche nach geeigneten Sportvereinen beraten und unterstützt. Sport bzw. körperliche Aktivität sind grundlegende Bestandteile einer jeden Adipositas-therapie, da übergewichtige und adipöse Kinder und Jugendliche per se unter Bewegungsmangel leiden und dieser wesentlich an der Entstehung der Adipositas beteiligt ist (WOWERIES, 2004). Der Sport bietet hier die Möglichkeit, den Energieumsatz zu steigern. Durch die vermehrte körperliche Aktivität erhöht sich der Anteil des Muskelgewebes an der Gesamtkörpermasse und führt dadurch zu einem gesteigerten Grundumsatz sowie zu einem erhöhten Energieverbrauch und damit zu einer Gewichtsabnahme (KAMPER und LAWRENZ, 2002).

BRETTMANN et al. (2005) konnten zeigen, dass bei Schülern der Jahrgangsstufen fünf bis sieben die Anzahl der in der Freizeit aktiven Kinder und Jugendlichen bei Normalgewichtigen (89%) etwa gleich groß ist wie bei den Übergewichtigen (83%). Auffällig ist aber, dass sich die Normalgewichtigen pro Woche deutlich mehr bewegen (5,3 Std./Woche vs. 3,2 Std./Woche) als ihre übergewichtigen Altersgenossen. Dabei gaben die Übergewichtigen an, während ihres Sporttreibens (sowohl in der Schule als auch im Verein) keine oder nur leichte Anstrengung zu verspüren. Die Normalgewichtigen dagegen formulieren hier eine subjektive Belastungsintensität von mittel bis stark.

Diese Ergebnisse zeigen, dass sowohl die Häufigkeit als auch die Intensität und die Art des Bewegungsverhaltens einen zentralen Stellenwert in der Ätiologie von kindlichem und juvenilem Übergewicht einnehmen. Deshalb ergeben sich daraus die Forderungen nach einer aktiveren Freizeitgestaltung

bei gleichzeitigem Entgegenwirken der zunehmenden Fehlernährung. In Anbetracht der multifaktoriellen Genese von Übergewicht und Adipositas und den weit reichenden Spätfolgen gilt es für die Zukunft, multimodale und ganzheitliche Interventionsprogramme zu implementieren und zu fördern (BRETTMANN et al., 2005).

In Querschnittuntersuchungen bleibt zunächst die Frage offen, ob Kinder deshalb übergewichtig sind, weil ihre Bewegungskompetenz reduziert ist, oder ob das Übergewicht für die vorhandenen Bewegungsdefizite verantwortlich ist. Da in gleichem Maße wie der Anteil der übergewichtigen Kinder in Deutschland steigt, aber die Bewegungskompetenz der Kinder und Jugendlichen sinkt, können prospektiv zu dieser Problematik nur Längsschnittuntersuchungen Antworten liefern (HUBER, 2004). Die vorliegenden Studien zur motorischen Leistungsfähigkeit von übergewichtigen und adipösen Kindern und Jugendlichen zeigen deutlich, dass es einen negativen Zusammenhang zwischen der Quantität und Qualität der Bewegung und dem jeweiligen Gewicht gibt (BAPPERT et al., 2003; GRAF et al., 2003; VAN MECHELEN et al., 2000). Die notwendige Steigerung der Quantität und Qualität der kindlichen Bewegung ist für die Erhaltung des altersspezifischen Gewichtsstatus also zwingend erforderlich!

Innerhalb des gesamten CHILT-Projekts wird insbesondere durch die Bewegungsangebote versucht, den Teilnehmern Freude an der Bewegung zu vermitteln, um sie damit zu einem lebenslangen Sporttreiben zu animieren. Gleichzeitig darf sich die Intervention aber nicht auf das einzelne Kind konzentrieren, sondern es bedarf einer familiären Intervention, wenn es tatsächlich zu einer Änderung des Lebensstils kommen soll. Die Koordinierung solcher gemeinsamer und interdisziplinärer Aktivitäten im Kampf gegen das juvenile Übergewicht bleibt eine Herausforderung für die Zukunft und folgt den aktuellen Aktivitäten der WHO (WHO-Charta von Istanbul, 2006).

Zur Überprüfung der Effekte entsprechender Interventionen wurden nicht selten Belastungstests eingesetzt. WATTS et al. (2005) belegen in ihrem

Review zu gezieltem Fitnessstraining bei adipösen Kindern und Jugendlichen, dass trotz körperlicher Aktivität nicht beständig das Körpergewicht und den BMI senken, dennoch positive Effekte zu erzielen sind. Positive Veränderungen zeigen sich hinsichtlich der Körperfettmasse, der Gewichtsreduktion und der langfristigen Veränderungen in der Körperzusammensetzung. Körperliche Aktivität verbessert die Ausdauerleistungsfähigkeit, die Muskelkraft und hat offenbar Einfluss auf die Blutfettwerte und den Blutdruck von adipösen Kindern und Jugendlichen. Dies entspricht den Aussagen von BALLOR und KEESEY (1991), EPSTEIN und GOLDFIELD (1999), VOTRUBA et al. (2000), PARIZKOVA und HILLS (2001), LEMURA und MAZIEKAS (2002), PARIZKOVA et al. (2002), die körperlichem Training auf der einen Seite nur eine geringe Wirkung auf das Übergewicht zuschreiben, auf der anderen Seite aber in der Kombination von körperlicher Aktivität und diätischen Interventionsmaßnahmen eine wesentlich höhere Wirkung bestätigen. Die höheren Effekte interdisziplinärer juveniler Adipositasprogramme sind im Gegensatz zu isolierten rein körperlichen Trainingsprogrammen auf die Überlagerung der reduzierten Energiezufuhr bei gleichzeitiger qualitativer Ernährungsumstellung und der Steigerung des Energieverbrauchs zurückzuführen (VAN GAAL et al., 1997; PARIZKOVA und HILLS, 2001).

Als weiteren Aspekt, neben der „reinen“ Überprüfung möglicher Therapieerfolge stellen GERBER et al. (2007) fest, dass sportmotorische Testverfahren in der Adipositas therapie bei Kindern und Jugendlichen als Eingangs- und Abschlusstests sinnvolle Instrumente zur Qualitätssicherung der Sporttherapie sind und darüber hinaus für jedes einzelne Kind motivationsfördernd sein können.

Mit den Ergebnissen der vorliegenden Studie lässt sich die kardiopulmonale Fitness von Kindern und Jugendlichen erfassen und vergleichen. Diese Auffassung teilen auch BRÜCKNER et al. (2007). Sie finden einen signifikanten Zusammenhang der kardiopulmonalen Leistungsfähigkeit adipöser Kinder mit dem Standard-Normalgewicht. Patienten mit einem erhöhten Risikoprofil können so identifiziert und individuell behandelt werden.

5.3 Diskussion der Ergebnisse

Wie bereits in Kapitel 1.3 und 2 beschrieben, stellen Bewegungsmangel bzw. Übergewicht und Adipositas zunehmende gesundheitliche Probleme im Kindes- und Jugendalter dar (AGA, 2004; KAVEY et al., 2003). Die Erfassung von Bewegungsmangel zählt zu den methodisch größten Herausforderungen, da bisher kein exakter Messparameter existiert (ROWLANDS et al., 2000). Gängige Verfahren sind Fragebögen, Beobachtungen, Schrittzähler oder – wie in dieser Untersuchung – motorische Testverfahren als indirektes Maß (GRAF et al., 2004).

5.3.1 Der 6-Minuten-Lauf als Instrument zur Erfassung der kardiopulmonalen Ausdauerleistungsfähigkeit

Der 6-Minuten-Lauf gilt gegenwärtig als der am weitesten verbreitete sportpraktische Ausdauer test. Er beinhaltet mit sechs Minuten eine ausreichende Ausdauerbeanspruchung und ist mit diesem zeitlichen Umfang für die Durchführung im Unterricht ein ökonomisches Testverfahren (vgl. BECK und BÖS, 1995; FUHRMANN und SCHUSTER, 1986). Durch den in der vorliegenden Untersuchung dargestellten Methodenvergleich zwischen dem 6-Minuten-Lauf und der Fahrradspiroergometrie, soll der 6-Minuten-Lauf als einfaches Screeningverfahren zur indirekten Erfassung des Bewegungsmangels eingesetzt werden. Da die Laufleistungen bei Feldtests wie die beim 6-Minuten-Lauf mit der maximalen Sauerstoffaufnahme ($\dot{V}O_2\text{max}$) bei *normalgewichtigen* Kindern und Jugendlichen korrelieren (BAUMGARTNER und JACKSON, 1975; BÖS und MECHLING, 1983). Diese sportpraxisbezogenen Beurteilungsverfahren lassen Aussagen über die Leistungsfähigkeit des Herzkreislauf-Atmungs-Systems zu (DORDEL, 2007). Sie finden ihre Anwendung eher im Sportunterricht, da sie ohne großen apparativen Aufwand auskommen.

LI et al. (2005) beschreiben bei gesunden, normalgewichtigen Grundschulkindern einen sehr hohen Zusammenhang zwischen den

Ergebnissen der Laufleistung beim 6-Minuten-Gehtest und der spiroergometrisch ermittelten maximalen Sauerstoffaufnahme ($\dot{V}O_2\text{max}$). In ihrer Studie mit 74 gesunden chinesischen Jugendlichen (43 Mädchen, 31 Jungen) im Alter von durchschnittlich 14,2 Jahren finden sie einen signifikanten Zusammenhang zwischen der spiroergometrisch ermittelten $\dot{V}O_2\text{max}$ und der Laufleistung beim 6-Minuten-Gehtest ($r=0,44$; $p\leq 0,001$). Ebenso konnte die Test-Retest-Reliabilität anhand von 52 Probanden (29 Mädchen, 23 Jungen) nachgewiesen werden. Im durchschnittlichen Abstand von 18 Tagen ließ sich kein signifikanter Unterschied zwischen den wiederholten Laufleistungen feststellen ($662,21 \pm 55,1$ vs. $677,23 \pm 50,8$ m; $p=0,56$). Der „interclass“ Korrelationskoeffizient lag bei $r=0,94$. Für gesunde und normalgewichtige Kinder ist der 6-Minuten-Gehtest also ein reliabler und valider Test zur Erfassung der Ausdauerleistungsfähigkeit.

Der 6-Minuten-Gehtest wird immer häufiger als Test zur Überprüfung der kardiopulmonalen Leistungsfähigkeit bei Kindern eingesetzt. Obwohl die Nutzung des Tests zusehends zunimmt, fehlen noch Normwerte für Kinder im Alter unter 12 Jahren (LAMMERS et al., 2007). Hierzu rekrutierten LAMMERS et al. (2007) 328 gesunde, normalgewichtige Londoner Kinder im Alter von vier bis elf Jahren. Die Probanden entstammen zu 83% ($n=272$) kaukasischer, zu 10% ($n=33$) asiatisch-kaukasischer und zu 7% ($n=23$) afrikanisch-karibischer Herkunft. Die Kinder absolvierten den 6-Minuten-Gehtest in Anlehnung an die Richtlinien der American Thoracic Society (ATS); die zurückgelegte Strecke in sechs Minuten wurde gemessen (ATS, 2002). Die mittlere Laufleistung steigt von 383 ± 41 m bei Vierjährigen bis zu 512 ± 41 m bei den Elfjährigen an. Da keine Normwerte für diese Altersgruppe vorliegen, wurden die Daten mit denen älterer Probanden extrapoliert (LAMMERS et al., 2007). Ebenso wie LI et al. (2005) bescheinigen bereits GULMANS et al. (1996) dem 6-Minuten-Gehtest eine hohe Test-Retest-Reliabilität. GULMANS et al. (1996) überprüften die Reproduzierbarkeit des 6-Minuten-Gehtests an 23 Kindern (12 Mädchen, 11 Jungen) im Alter von durchschnittlich 11,1 Jahren mit leichten Symptomen einer zystischen Fibrose. Die Teilnehmer absolvierten zwei standardisierte 6-Minuten-Gehtests innerhalb einer Woche. Dabei konnte kein signifikanter

Unterschied zwischen den Laufleistungen der beiden Tests festgestellt werden (737 ± 85 m versus 742 ± 90 m; $p=0.56$). Des Weiteren konnte ein signifikanter Zusammenhang zwischen den beiden Laufleistungen der Probanden gefunden werden ($r=0,90$, $p \leq 0,0001$).

Validität des 6-Minuten-Laufs

Die vorliegende Untersuchung stellt mit dem Untersuchungskollektiv CHILT II (StEP TWO) ein schulbasiertes Interventionsprogramm zur Reduktion des Körpergewichts von übergewichtigen und adipösen Kindern und Jugendlichen dar. Zur Erfassung der kardiopulmonalen Ausdauerleistungsfähigkeit bei großen Stichproben oder innerhalb des Settings *Schule* bietet sich ein Feldtest wie der 6-Minuten Lauf an. Kosten- und zeitintensive Verfahren wie die spiroergometrische Laboruntersuchung lassen sich für ein reines Screening¹⁹-Verfahren nicht umsetzen. In diesem Zusammenhang soll die vorliegende Untersuchung Aufschluss darüber geben, inwieweit der 6-Minuten-Lauf bei übergewichtigen und adipösen Kindern und Jugendlichen reliable und valide Daten liefert (vgl. Kap. 2.1).

Zur Bestimmung der Validität des 6-Minuten-Laufs wurden Korrelationen mit der maximalen Sauerstoffaufnahme durchgeführt. In der Untersuchung von BAUMGARTNER und JACKSON (1975) variieren die Zusammenhänge: in neun Untersuchungen ergaben sich Korrelationskoeffizienten von $r=0,34$ bis $r=0,90$. Im Mittel findet man einen Korrelationskoeffizienten von $r=0,68$ (BAUMGARTNER und JACKSON, 1975). Die Validität von Ausdauerläufen ist damit unstrittig (BÖS und MECHLING, 1983), was in vielen weiteren Untersuchungen belegt wird (ILG und KÖHLER, 1977; PAHLKE et al., 1976).

Diese Daten für normalgewichtige Kinder und Jugendliche von BAUMGARTNER und JACKSON (1975) decken sich mit denen der vorliegenden Untersuchung. Für das Untersuchungskollektiv CHILT II (StEP

¹⁹ Screening-Verfahren beschreiben für eine Untersuchung, die als [Reihenuntersuchung](#) bei möglichst vielen Menschen eine möglichst frühe Angabe zur Wahrscheinlichkeit des Vorliegens von bestimmten [Krankheiten](#) oder [Risikofaktoren](#) ermöglichen soll und somit meist als Vorsorgeuntersuchung bezeichnet wird, obgleich beim Vorliegen auffälliger Werte erst durch nachfolgende [diagnostische](#) Untersuchungen die [Früherkennung von Krankheiten](#) möglich ist (WILSON und JUNGNER, 1968).

TWO) ergibt sich zum Zeitpunkt der Eingangsuntersuchung T1 ein mittlerer Zusammenhang zwischen der Laufleistung des 6-Minuten-Laufs und der maximalen Sauerstoffaufnahme von $r=0,638$ ($p \leq 0,001$, $n=25$). Noch deutlicher wird dies bei Betrachtung der gewichtsspezifischen relativen Sauerstoffaufnahme. Hier findet sich ein hoher Zusammenhang von $r=0,827$ ($p \leq 0,001$, $n=25$).

BUTLAND et al. (1982) sind der Auffassung, dass eine längere Dauerbelastung wie der *12-minute-walk/run-test* aussagekräftigere Ergebnisse liefert als kürzere sportmotorische Testverfahren. Dies bestätigen auch McNAUGHTON et al. (1990), die eine stärkere Korrelation zwischen den längeren Dauerbelastungen (12-15 Minuten) mit der maximalen Sauerstoffaufnahme festgestellt haben als bei kürzeren Belastungen (5–9 Minuten). JACKSON und COLEMAN (1976) dagegen können diesen Unterschied in der Korrelation mit der maximalen Sauerstoffaufnahme nicht bestätigen.

Die angestrebte Ausbelastung und Erschöpfung der Probanden durch den 6-Minuten-Lauf ist stark abhängig von der Motivationslage bzw. der Bereitschaft, an diesem Test aktiv teilzunehmen. Im Allgemeinen haben die Kinder in der vorliegenden Untersuchung innerhalb des Klassenverbandes ihren Lauf sehr engagiert absolviert. Die übergewichtigen und adipösen Kinder waren jedoch häufig nicht bereit, sich ausreichend zu belasten. Dies entspricht den Ergebnissen von KLIMT (1991), der insbesondere dem beim übergewichtigen Probandengut fehlenden natürlichen Bewegungsdrang von Grundschulern eine früh-präventive Rolle gegenüber Zivilisationskrankheiten zuschreibt.

Systematische Untersuchungen von walk/run-Tests bei übergewichtigen und adipösen Kindern und Jugendlichen gibt es bisher nicht. DRINKARD et al. (2001) verglichen den 12- bzw. 9-Minuten-Lauf mit der spiroergometrisch ermittelten Ausdauerleistungsfähigkeit bei adipösen Jugendlichen. Als Probanden dienten acht afro-amerikanische (fünf Mädchen und drei Jungen) und zehn kaukasische (fünf Mädchen und fünf Jungen) übergewichtige bzw.

adipöse Jugendliche im Alter von durchschnittlich 14,5 Jahren hinsichtlich ihrer Ausdauerleistungsfähigkeit. Dabei fanden sie einen signifikanten Zusammenhang zwischen der Laufleistung des 9- bzw. 12-Minuten-Laufs und der maximalen Sauerstoffaufnahme ($\dot{V}O_2\text{max}$) (jeweils $r=0,63$; $p\leq 0,05$). Ein noch stärkerer Zusammenhang zeigte sich aber zwischen der Laufleistung und der maximalen Leistung in Watt auf dem Fahrradergometer ($r=0,82$; $p\leq 0,05$). Grundsätzlich kommt die Arbeitsgruppe um DRINKARD et al. (2001) zu dem Schluss, dass einfache Feldtests mit der kardiopulmonalen Leistungsfähigkeit und der Körperzusammensetzung korrelieren. Allerdings empfehlen sie wegen seiner differenzierteren Aussage hinsichtlich der maximalen Sauerstoffaufnahme den 12-Minuten-Lauf für den Fall, dass eine exakte Messung nicht möglich sein sollte. Dies belegen auch Untersuchungen von McNAUGHTON et al. (1990), die ebenso einen stärkeren Zusammenhang zwischen der Laufleistung bei längeren Belastungen und der maximalen Sauerstoffaufnahme finden. McNAUGHTON et al. (1990) belegen den Zusammenhang zwischen der Laufleistung des 15-Minuten-Laufs mit der maximalen Sauerstoffaufnahme bei zwölf bis 15-jährigen normalgewichtigen Kindern mit einem Korrelationskoeffizienten von $r=0,881$.

Im Gegensatz zu den Untersuchungen von DRINKARD et al. (2001) und McNAUGHTON et al. (1990) zeigen die Daten der vorliegenden Untersuchung, dass auch der 6-Minuten-Lauf bei übergewichtigen und adipösen Kindern signifikant korreliert. In der vorliegenden Arbeit weisen die Probanden des Projekts CHILT II (StEP TWO) signifikante mittlere Zusammenhänge zwischen dem kürzeren 6-Minuten-Lauf und der maximalen Sauerstoffaufnahme ($r=0,638$; $p\leq 0,001$) auf. Ebenso korreliert die maximale Leistung in Watt mit der Laufleistung des 6-Minuten-Laufs ($r=0,587$; $p\leq 0,001$). Die kürzere Belastungszeit des 6-Minuten-Laufs im Vergleich zum 9- bzw. 12-Minuten-Lauf scheint insbesondere jüngeren Kindern zwischen acht und zehn Jahren entgegenzukommen. Hier besteht innerhalb der Interventionsgruppe des Probandenguts CHILT II (StEP TWO) ein hoher Zusammenhang zwischen der Laufleistung des 6-Minuten-Laufs und der maximalen Sauerstoffaufnahme ($r=0,735$; $p\leq 0,001$). Noch deutlicher

wird dieser Zusammenhang im Vergleich mit der relativen maximalen Sauerstoffaufnahme ($r=0,872$; $p\leq 0,001$). Ähnlich dem alters- und geschlechtskorrigierten BMI-SDS, der bei Heranwachsenden als relatives Maß ein exakteres Bild des Gewichtsstatus widerspiegelt, findet sich auch bei der Messung der Ausdauerleistungsfähigkeit bei der gewichtsspezifischen Leistung ein deutlicheres Ergebnis als bei den absoluten Parametern.

Für ältere Kinder, wie die elf- bis zwölfjährigen des CHILT III-Projekts, findet sich für die Interventionsgruppe zwischen der Laufleistung des 6-Minuten-Laufs und der maximalen Sauerstoffaufnahme ($r=0,280$; $p\leq 0,05$) und der relativen maximalen Sauerstoffaufnahme ($r=0,419$; $p\leq 0,001$) nur noch ein geringer Zusammenhang. Auch die maximale ($r=0,335$; $p\leq 0,001$) und die relative maximale Leistung ($r=0,481$; $p\leq 0,001$) auf dem Fahrradergometer korrelieren hier mit der Laufleistung nur gering. Dies entspricht den Empfehlungen von DRINKARD et al. (2001), mit Beginn der Pubertät die längeren Ausdauerbelastungen zu bevorzugen.

Eine differenzierte Einordnung der Laufleistungen bei Lauf- bzw. Gehtests bleibt problematisch, da die Ergebnisse der unterschiedlichen Feldtestmethoden häufig nicht in entsprechende Daten der maximalen Sauerstoffaufnahme übertragen werden können (CURETON et al., 1995). Obwohl die sportmotorischen Feldtests eine gute Messmethode der kardiorespiratorischen Fitness sind, lassen sich die individuellen Leistungen der verschiedenen Testverfahren nur schwer vergleichen. Außerdem lassen sich die Daten der Spiroergometrie hinsichtlich der Interpretation für die Gesundheit besser einsetzen als die Rohdaten der unterschiedlichen Feldtests (CURETON et al., 1995).

Der 6-Minuten-Lauf hat sich dennoch in deutschen Adipositasprojekten für Kinder- und Jugendliche als einfaches Verfahren zur Erfassung der Ausdauerleistungsfähigkeit etabliert (THIEL et al., 2007; NIETHING et al., 2006; KORSTEN-RECK, 2005). Einige internationale Studien bevorzugen bei dieser besonderen Klientel den 6-Minuten-Gehtest. Die Entscheidung, den 6-

Minuten-Lauf dem 6-Minuten-Gehtest vorzuziehen, zielt darauf ab, durch den Feldtest eine Ausbelastung des Herz-Kreislaufsystems herbeizuführen, wie sie im Labor auf dem Fahrradergometer ebenso angestrebt wird. Dies wird durch die Korrelationen der Laufleistung des 6-Minuten-Laufs mit der maximalen ($r=0,638$ $p\leq 0,001$) und relativen Sauerstoffaufnahme ($r=0,827$, $p\leq 0,001$) innerhalb des Untersuchungskollektivs CHILT II (StEP TWO) zum Messzeitpunkt der Eingangsuntersuchung deutlich. Zum Messzeitpunkt T2 liegt dieser lineare Zusammenhang nur noch für die relative Sauerstoffaufnahme vor ($r=0,717$; $p\leq 0,05$), was auf die sehr kleine Stichprobe von nur elf Probanden zurückzuführen ist. Zusätzlich unterstrichen wird der Wunsch nach der Ausbelastung beim Vergleich der Laufleistung mit der Leistung bei einer definierten Laktatkonzentration von 4 mmol/l ($r=0,747$; $p\leq 0,001$; $n=8$). Bei maximaler Laktatausschüttung ergibt sich ein mittlerer Zusammenhang mit der Laufleistung des 6-Minuten-Laufs von $r=0,583$ ($p\leq 0,01$, $n=23$). Wie bereits in Kapitel 5.1.1.2 beschrieben stellen im Gegensatz zu Erwachsenen Laktatwerte um 4 mmol/l bei Kindern bereits Maximalwerte dar, so dass die Probanden in der vorliegenden Studie sowohl auf dem Fahrradergometer im Labor als auch beim 6-Minuten-Lauf in der Turnhalle ausbelastet wurden.

Der 6-Minuten-Lauf als Messinstrument zur Erfassung der kardiopulmonalen Ausdauerleistungsfähigkeit bei übergewichtigen und adipösen Kindern (aber auch bei normalgewichtigen Kindern) kann in verschiedenen Settings Anwendung finden. Institutionen wie Schule, Sportverein, Präventionsgruppe oder auch der klinisch-wissenschaftliche Bereich nutzen dieses Testverfahren (STEMPER et al., 2007; BÖS, 2003).

Zahlreiche Interventionsstudien belegen, dass in der Primärprävention des Bewegungsmangels und dessen Folgerkrankungen wie Übergewicht, aber auch bei Verlust motorischer und/oder sozial-kognitiver Fähigkeiten ein Ansatz bereits im frühen Kindesalter notwendig ist (WABITSCH und DENZER, 2004; WABITSCH, 2004b). Im Sinne der Erziehung zum lebenslangen Sporttreiben kommt der Institution Schule, insbesondere bei Kindern mit fehlender Anleitung im familiären Umfeld, die entscheidende Rolle zu.

Problematisch bei solchen Interventionsstudien ist es, dass der Schulsport ohnehin die körperlich aktiveren Kinder erreicht und sich die adipösen und motorisch weniger begabten Kinder noch weiter zurückziehen (NETHING et al., 2006).

Die Ergebnisse der vorliegenden Untersuchung zwischen der Laufleistung und den spiroergometrischen Leistungsdaten zeigen, dass der 6-Minuten-Lauf ein adäquater und valider Feldtest zur Erfassung der Ausdauerleistungsfähigkeit von übergewichtigen und adipösen Kindern und Jugendlichen ist. Der 6-Minuten-Gehtest bzw. der 6-Minuten-Lauf ist für den wissenschaftlich-klinischen Bereich und vor allem für den Einsatz in der Schule der Test der Wahl. Er ist einfach und kostengünstig durchzuführen, für die Probanden gut verträglich und spiegelt von allen Lauftests die Alltagsbelastungen am besten wider (SOLWAY et al., 2001).

5.3.2 Interventionseffekte

Die Prävalenz des kindlichen Übergewichts bzw. der Adipositas steigt sowohl im nationalen als auch im internationalen Vergleich stetig an und ist somit alarmierend (vgl. Kap. 1). Im Kindes- und Jugendalter hat sich in den letzten 15 Jahren der Anteil der übergewichtigen und adipösen Kinder und Jugendlichen verdoppelt bzw. verdreifacht (DIETZ, 2004). In Deutschland geht man mittlerweile von etwa 10 bis 20% übergewichtiger und adipöser Kinder aus (AGA, 2004).

Der Bewegungsmangel als eine der Hauptursachen für das juvenile Übergewicht bzw. Adipositas nimmt die entscheidende Rolle ein (MAFFEIS, 2000). Gleichzeitig verschlechtert sich nicht nur die Körpermasse bzw. die Körperzusammensetzung, sondern der Bewegungsmangel bewirkt ebenso erhebliche negative Auswirkungen auf die motorische Leistungsfähigkeit der Kinder- und Jugendlichen (OERTER und MONTADA, 2002). Gut ausgebildete motorische Fähigkeiten bieten einen Schutzmechanismus zur Bewältigung der Anforderungen an die Alltagsmotorik. Sie wirken auch gegen die

gesundheitsschädigenden Folgen des Bewegungsmangels (STARKER et al., 2007).

Die Auswirkungen der sich verändernden Lebens- und Bewegungswelten von Kindern und Jugendlichen in Deutschland hinsichtlich ihres Freizeit- und Bewegungsverhaltens und damit auch auf die motorische Entwicklung sind bislang noch nicht repräsentativ untersucht (STARKER et al., 2007). Die Einordnung der motorischen Leistungsfähigkeit und insbesondere der Ausdauerleistungsfähigkeit deutscher Kinder und Jugendlicher fehlt. Der Leistungsrückgang dieser Parameter ist jedoch stark zu vermuten.

TOMKINSON et al. (2007) konnten in Ihrer Untersuchung sechs- bis 18-jähriger koreanischer Kinder und Jugendlicher in den Jahren 1968 – 2000 zeigen, dass die aerobe Ausdauerleistungsfähigkeit von 1968 bis 1984 nur sehr wenig abgenommen hat, nämlich nur um 0,26% pro Jahr. Im Jahr 1984 erfolgte dann aber aus bislang unbekanntem Gründen ein starker Abfall der aeroben Ausdauerleistungsfähigkeit um 0,80% pro Jahr bis ins Jahr 2000. Interessant ist, dass die reduzierte Leistungsfähigkeit bei Jungen und jüngeren Kindern größer ist als bei Mädchen und bei Kindern, die außerhalb der Hauptstadt Seoul leben. Die Veränderungen der Laufleistung zeigen ein ähnliches Bild wie die Veränderungen im erwarteten Body Mass Index. Im Vergleich zu anderen Ländern zeigt sich bei koreanischen Kindern und Jugendlichen ein scharfer Abfall der aeroben Leistungsfähigkeit, der gleichlaufend mit dem gestiegenen BMI einhergeht.

Anthropometrische Daten

CHILT II (StEP TWO)

Nach Abschluss der einjährigen Intervention steigt der BMI in der Interventionsgruppe mit $0,3 \pm 1,3 \text{ kg/m}^2$ tendenziell weniger an als in der Kontrollgruppe mit $0,7 \pm 1,3 \text{ kg/m}^2$ ($p=0,069$). Einen deutlicheren Unterschied zeichnet der alters- und geschlechtsadjustierte BMI-SDS ab. Die Reduktion

des BMI-SDS unterscheidet sich in der Interventionsgruppe mit $-0,15 \pm 0,3$ signifikant von der Kontrollgruppe mit $-0,05 \pm 0,3$ ($p \leq 0,05$).

Bei den Teilnehmern des CHILT II (StEP TWO)-Projekts lässt sich nach einjähriger Intervention eine signifikante Reduktion des BMI-SDS ($p \leq 0,001$) feststellen. Die Kontrollgruppe kann ihren BMI-SDS auch reduzieren ($p \leq 0,05$). Allerdings fällt die Gewichtsreduktion - ausgedrückt als BMI-SDS der Interventionsgruppe - deutlicher aus (Δ BMI-SDS $p \leq 0,05$) als bei der Kontrollgruppe (Δ BMI-SDS $p = n.s.$).

Die Arbeitsgruppe FITOC (Freiburg Intervention Trial for Obese Children) untersuchte sowohl die motorischen Fähigkeiten als auch die aerobe Fitness bei 49 Kindern im Alter von acht bis 12 Jahren (KORSTEN-RECK et al., 2007). Die Gruppe stellte bei den übergewichtigen und adipösen Kindern nach siebenmonatiger Intervention eine signifikante Abnahme des BMI-SDS und des BMI (beides $p \leq 0,001$) fest. Alle motorischen Fähigkeiten verbesserten sich in der Interventions- als auch in der Kontrollgruppe. Der Unterschied hinsichtlich der Kraft wurde zwischen den adipösen Kindern und denen der Kontrollgruppe kleiner. Die Studie hat gezeigt, dass adipöse Kinder in Aktivitäten, die durch das eigene Körpergewicht determiniert sind, unterdurchschnittliche Leistungen erbringen, nicht aber in allen motorischen Fähigkeiten. Folglich sollten zu Beginn eines Adipositasprogramms solche durch das Körpergewicht determinierte Belastungen wie Klettern, Gerätturnen o. ä. vermieden werden. DEFORCHE et al. (2003) empfehlen hier im Besonderen bei Kräftigungsübungen statische Beanspruchungsformen. Die Reduktion des BMI-SDS und des Körperfettgehalts geht als Zielkriterium dieser Untersuchung mit einem Anstieg der körperlichen Leistungsfähigkeit einher. Gezieltes Training kann also die aerobe Ausdauerleistungsfähigkeit und die motorischen Kompetenzen stark verbessern. Gerade die weit reichenden gesundheitlichen Aspekte der gesteigerten körperlichen Leistungsfähigkeit führen zu sozialer Integration und zu Änderungen des Lebensstils. Diese Effekte bestätigen auch KORSTEN-RECK et al. (2007).

Die Betrachtung der Interventionseffekte hinsichtlich der anthropometrischen Daten muss auf den alters- und geschlechtskorrigierten BMI-SDS fokussiert werden. In beiden Untersuchungskollektiven der vorliegenden Studie handelt es sich um Heranwachsende, so dass sich die anthropometrischen Daten entwicklungsbedingt verändern. Lediglich der BMI-SDS dient hier als hartes Maß, um Aufschluss über den Interventionseffekt zu geben.

Das schulbasiertes Interventionsprogramm für übergewichtige und adipöse Grundschulkinder zeigt somit einen Effekt auf den BMI-SDS. Entsprechende Konzepte sollten demnach unbedingt weiterverfolgt werden.

Die interdisziplinäre Betreuung übergewichtiger / adipöser Kinder an ihren jeweiligen Grundschulen (CHILT II (StEP TWO)) bzw. adipöser Kinder an der Deutschen Sporthochschule Köln (CHILT III) ist im Gegensatz zu den jeweiligen Kontrollgruppen im Anschluss an die Intervention erfolgreich (vgl. Kap. 1.4.1). Besonders im frühen Schulkindalter ist eine Gewichtsstabilisierung anzustreben, um das Längenwachstum zu nutzen. Als besonderer Vorteil von CHILT II (StEP TWO) wird das frühe Aufnehmen der Kinder gesehen. Alleinige schulbasierende Programme in der Prävention von Übergewicht können zwar die motorische Leistungsfähigkeit der Kinder verbessern, zeigen aber keinen Einfluss auf die anthropometrischen Daten (FALKOWSKI, 2007; GRAF et al., 2003).

Die familiäre Einbindung durch die Integration der Eltern / Familie in die Betreuung ist bereits in anderen Programmen erfolgreich (MANIOS et al., 1999), obwohl die Teilnahme der Eltern im Programm CHILT II (StEP TWO) eher gering ist. Das regelmäßige gemeinsame Kochen mit den Kindern (zweimal pro Woche) und damit die Praxisnähe über das gesamte Schuljahr, haben einen erheblichen Einfluss auf das Essverhalten auch zu Hause und damit auf die anthropometrischen Daten.

Hinzu kommt, dass die Kinder jünger als in den meisten anderen ambulanten Adipositasprogrammen sind. Die Integration bereits übergewichtiger und nicht „erst“ adipöser Kinder führt neben der auch in dieser Hinsicht früheren

Betreuung zu einer geringeren Stigmatisierung der Gruppe in der Schule. Der wohnortnahe, kostengünstige und so für die Eltern unkomplizierte Ablauf soll auch Kindern die Teilnahme ermöglichen, die an anderen Intensivprogrammen nicht teilgenommen haben.

Kritisch muss man die Drop-Out-Quote betrachten. Mit etwa 10 Prozent ist sie zwar noch gering, jedoch handelt es sich hier immer um adipöse Kinder. Die Gründe hierfür sind vielfältig: z.B. der Kosteneigenanteil der Eltern ist nicht bezahlbar, andere Termine stehen der Teilnahme entgegen, etc. Möglicherweise würden aber diese Kinder eher von externen Programmen mit ihnen unbekanntem Kindern profitieren, so dass sie sich in der Gruppe neu definieren können und nicht auf die gleichen Kinder treffen, die sie möglicherweise in der Schule „hänseln“. Interdisziplinär geführte, schul- und familienbasierende Programme müssen dennoch unbedingt weiter ausgebaut und über die ganze Schulzeit der Kinder (und damit über die Grundschulzeit hinaus) durchgeführt werden (GONZALES-SUAREZ et al., 2009).

Schulbasierende Präventionsprogramme für übergewichtige und adipöse Kinder und Jugendliche haben Erfolg (vgl. Kap. 5.3.2). KAIN et al. (2003) untersuchten über 2000 chilenische übergewichtige und adipöse Schüler der Klassen eins bis acht. Sie reduzierten den BMI innerhalb eines halben Jahres signifikant, und zwar durch ausführliche Ernährungsberatung für die Kinder und die Eltern, durch die Umstellung des Angebots des schuleigenen Kiosk auf gesündere Waren, durch das zusätzliche 90-minütige Sportprogramm pro Woche und durch die Ausweitung der individuellen körperlichen Aktivität.

DAVIS et al. (2002) fordern neben schulbasierten Interventionen vor allem die Einbeziehung der gesamten Familie. Entscheidend sei das Einbinden von Familien mit Migrationshintergrund, um weit reichende Erfolge zu erzielen. Die Interventionsmaßnahmen orientieren sich an einer Lebensstiländerung durch Steigerung der körperlichen Aktivität, Änderung des Ernährungsverhaltens und der Reduktion des Fernsehkonsums.

Im Rahmen der Kieler Adipositaspräventionsstudie (DANIELZIK et al., 2005) fanden sowohl schul- als auch familienbasierte Maßnahmen statt. Die Familienintervention richtete sich dabei an Familien mit übergewichtigen Kindern oder Familien mit einem adipösen Elternteil. Die Intervention bestand aus jeweils drei, bei den Familien zu Hause durchgeführten Beratungseinheiten zu den Themen Ernährung, Bewegung und Essverhalten. Zusätzlich wurden Kochkurse angeboten. Für die Kinder wurde für einen Zeitraum von sechs Monaten zweimal wöchentlich ein einstündiger Sportunterricht durchgeführt. Untersuchungen nach einem Jahr zeigten in der Interventionsgruppe (26 Familien) eine günstige BMI-Entwicklung im Vergleich zur Kontrollgruppe. Allerdings wiesen die Ergebnisse eine deutliche Abhängigkeit vom sozioökonomischen Status (SES) der Eltern zu Ungunsten eines niedrigen SES auf.

CARREL et al. (2005) konnten in einer ebenfalls schulbasierten Intervention für adipöse Kinder ($12,5 \pm 0,6$ Jahre) keine Effekte auf den BMI ausmachen. Die Interventionskinder ($n=27$; BMI 32 ± 6) erhielten einen lebensstil- und fitnessorientierten Sportunterricht in kleineren Gruppen (max. 14 Kinder), verbunden mit einer kleinen Ernährungsschulung. Eine Kontrollgruppe ($n=23$; BMI $30,4 \pm 4$) nahm lediglich am normalen Sportunterricht teil. Nach 9-monatiger Intervention waren hinsichtlich des BMI keine signifikanten Veränderungen erkennbar (IG: 33 ± 10 ; KG: 30 ± 5), allerdings konnte im Vergleich zur Kontrollgruppe in der Interventionsgruppe eine signifikant höhere Reduktion des Körperfettanteils festgestellt werden ($-4,1\% \pm 3,4\%$ vs. $-1,9\% \pm 2,3\%$; $p=0,040$). HILLS und PARKER (1988) konnten bei adipösen Kindern, die einmal wöchentlich an einem Sportprogramm teilnahmen und zusätzlich drei- bis viermal wöchentlich zu Hause trainierten, im Vergleich zu einer Gruppe, deren Intervention nur in einer Ernährungsumstellung bestand, ebenfalls keine Gewichtsveränderung feststellen, wohl aber eine signifikante Reduktion der Hautfaltendicke von 90,06 mm auf 65,93 mm ($p \leq 0,001$). Zu ähnlichen Ergebnissen kamen DESTEFANO et al. (2000). Das lässt darauf schließen, dass bei diesen Programmen zwar keine Reduktion des Gewichtes, aber eine günstige Beeinflussung der Körperzusammensetzung erreicht werden konnte.

CHILT III

Innerhalb des CHILT III Projekts wurden die teilnehmenden Kinder an der Deutschen Sporthochschule Köln intensiv interdisziplinär betreut. Im Vergleich zu den Probanden des Programms CHILT II (StEP TWO) waren sie älter und stets adipös. Daher ist eine Gewichtsstabilisierung in den meisten Fällen nicht mehr ausreichend. Vielmehr ist eine deutliche Veränderung des kindlichen und auch des familiären Ess- und Bewegungsverhaltens angezeigt. Eine Integration der Eltern ist daher dringend erforderlich.

Nach einjähriger Intervention nehmen die Interventionskinder um $2,10 \pm 4,19$ kg und die Kontrollkinder um $4,81 \pm 2,41$ kg zu. Der BMI dagegen nimmt bei den Interventionskindern um $0,59 \pm 1,53$ kg/m² ab, während der BMI der Kontrollkinder um $0,91 \pm 1,26$ kg/m² anstieg ($p \leq 0,05$). Adjustiert nach Alter und Geschlecht reduziert sich der BMI-SDS der Interventionsgruppe um $0,19 \pm 0,27$ und bei der Kontrollgruppe nur um $0,05 \pm 0,14$ ($p \leq 0,05$).

Der Effekt auf die Gewichtsreduktion ist damit nicht ganz so deutlich. Es muss dennoch darauf hingewiesen werden, dass es sich bei den Kontrollkindern um Kinder der Warteliste handelt (Vgl. Kap. 3.1). Diesen sind somit die Struktur und die Inhalte der Intervention bekannt, wenngleich sie aber nicht geschult bzw. betreut werden. Dieser Aspekt verdeutlicht umso mehr die Bedeutung einer gezielten Schulungsmaßnahme, da die Kinder und Eltern für eine langfristige Änderung des Ernährungs- und Freizeitverhaltens auch ein entsprechend profundes Wissen und auch „Training“ benötigen. Den größten langfristigen Erfolg können EPSTEIN et al. (1990) in der Gruppe übergewichtiger Kinder nach fünf bzw. 10 Jahren zeigen, in der Kinder und Eltern gemeinsam teilnehmen. Eltern sind für die familiären und häuslichen Rahmenbedingungen verantwortlich, deshalb sind sie ebenso für die Umsetzung der gewonnenen Erkenntnisse, sowohl während als auch nach dem Besuch des Programms zuständig (FLODMARK et al., 2004). Allerdings zeigt sich im Rahmen des Obeldicks Programms bei 75 Kindern nach einem einjährigen Programm, bei dem der BMI-SDS bei 63% der Kinder erfolgreich um 0,4 reduziert wurde, als entscheidender Prädiktor für den Erfolg die

Teilnahme an einem Sportprogramm vor Beginn der eigentlichen Intervention (REINHER et al., 2003b). Auch ein frühzeitigerer Beginn mit jüngeren Kindern scheint Erfolg versprechender zu sein als eine spätere Betreuung (JEFFREY et al., 2000).

Die Aussagen in der Literatur hinsichtlich der Kriterien eines Therapieerfolgs bei übergewichtigen und adipösen Kindern und Jugendlichen sind unterschiedlich. Während bei Erwachsenen bereits eine Senkung des BMI um 1 kg/m^2 über ein Jahr bzw. eine Reduktion des Körpergewichts um fünf Prozent zu einer Verbesserung der Morbidität und Mortalität und damit als Kriterium einer erfolgreichen Gewichtsreduktion gilt, bleibt die Größe der Gewichtsreduktion bei Kindern und Jugendlichen unklar (REINHER, 2005a). Die Quantifizierung der Gewichtsabnahme in Bezug auf einen gesundheitlichen Mehrwert ist - basierend auf der aktuellen Datenlage - nicht möglich. Weiterhin müssen alters- und wachstumsbedingte Veränderungen berücksichtigt werden. Grundlegend besteht jedoch Einigkeit darüber, dass das Therapieziel keine kurzfristige und rasche Gewichtsreduktion, sondern eine nachhaltige und langfristige Abnahme- bzw. Stabilisierung des Körpergewichts ist (KOLETZKO, 2004). Die Arbeitsgemeinschaft für Adipositas im Kindes- und Jugendalter (AGA) empfiehlt Kindern ab sechs Jahren, bei Übergewicht eine Gewichtskonstanz und bei Adipositas oder Übergewicht verbunden mit Begleiterkrankungen eine Gewichtsreduktion anzustreben (AGA, 2006). BÖHLER und WABITSCH (2004) geben eine Reduktion des BMI-SDS um mehr als 0,2 oder eine Abnahme des BMI um fünf Prozent als Erfolgskriterium an. Einen wesentlich differenzierteren Ansatz verfolgen HAUNER et al. (2000), die neben einer Senkung des BMI zusätzlich die Verbesserung des Lebensstils, der Lebensqualität und der Reduktion der Adipositas-assoziierten Erkrankungen fordern.

Im Rahmen der vorliegenden Untersuchung konnte in der Interventionsgruppe des CHILT III-Projekts eine Stagnation des BMI und des BMI-SDS erreicht werden, während die Werte dieser Parameter in der Kontrollgruppe weiter anstiegen (vgl. Kap. 4.2.1.2). Damit scheinen hinsichtlich der BMI-Entwicklung vor allem die adipösen Kinder von der

Interventionsmaßnahme zu profitieren, wohingegen die übergewichtigen Kinder, insbesondere die Mädchen, durch das Programm weniger erreicht werden. Mögliche Ursachen hierfür, bleiben unklar. Aufgrund des hohen Anteils an adipösen Kindern kann der erhöhte „Leidensdruck“ als Grund für den stärkeren Interventionseffekt vermutet werden.

Das Programm ist insgesamt erfolgreich zu bewerten und entspricht in der Reduktion des BMI-SDS den Erfolgen anderer Programme (MÜLLER et al., 2004). Mit nur sechs Abbrechern liegt die Abbruchrate bei 3,1 Prozent. Durch eine intensivere Nachbetreuung (bis hin zu monatlichen Terminen zur Wiedervorstellung) soll versucht werden, den Erfolg des einzelnen Kindes auch langfristig zu stabilisieren. Das interdisziplinäre Interventionsprogramm des vorliegenden Projekts CHILT III für adipöse Kinder ist auch gegenüber entsprechenden Kontrollkindern erfolgreich, wenngleich der langfristige Effekt weiter überprüft werden muss. Eine langfristige Gewichtsstabilisierung nach solchen Maßnahmen ist in Deutschland noch nicht belegt (REINHER und WABITSCH, 2003). REINHER et al. (2009) finden in ihrem Review für die fünf besten Adipositas-Zentren (n=518) folgende Erfolgsstatistik für übergewichtige und adipöse Kinder und Jugendliche im Alter von zwei bis 20 Jahren: 83% der Kinder reduzieren ihr Übergewicht nach sechs Monaten, 67% nach zwölf Monaten und 51% nach 24 Monaten. Diese Zahlen sind allerdings rein theoretisch. In der Realität sind die meisten Adipositas-Zentren nicht in der Lage, Langzeiteffekte nachzuweisen, da häufig eine zu große „drop-out“-Quote besteht oder die Dokumentation nicht ausreichend nachgehalten wird. Auch international liegen nur wenige Daten vor. Eine Cochrane-Übersicht kommt zu dem Schluss, dass derzeit noch erheblicher Forschungsbedarf über Interventionsstrategien und Gründe für einen nachhaltigen Erfolg besteht (SUMMERBELL et al., 2003). Die weitere Arbeit muss daher die Suche nach Parametern sein, warum Kinder dauerhaft erfolgreich teilnehmen oder nicht, möglicherweise sogar früher abbrechen, um individuell für jedes Kind bzw. dessen Familie die richtigen Therapiemaßnahmen (stationär, ambulant, Therapiedauer etc.) einleiten zu können. Möglicherweise kann aber bereits mit einer verbesserten Leistungsfähigkeit der Teufelskreis, bestehend aus Übergewicht und

Adipositas, Inaktivität, motorischen Defiziten mit Frustrerleben, weiterer Rückzug in die Inaktivität, gekoppelt mit Fehlernährung und Gewichtszunahme, durchbrochen werden.

Laufleistung des 6-Minuten-Laufs

Körperliche Inaktivität und die Bevorzugung sitzender Tätigkeiten finden sich bei übergewichtigen und adipösen Kindern häufiger als bei gleichaltrigen Normalgewichtigen (TREMBLAY und WILLMS, 2003). Sie können deshalb schnell in den Teufelskreis aus Bewegungsmangel, motorischen Defiziten und Frustration geraten (GRAF und DORDEL, 2007). Neben der günstigen Beeinflussung des Gewichtsverlaufs muss daher im Rahmen einer Adipositasprävention bzw. -therapie auch die Förderung der Bewegung, sowie eine Verbesserung der Ausdauerleistungsfähigkeit angestrebt werden.

CHILT II (StEP TWO) und CHILT III

Die Laufleistung des 6-Minuten-Laufs verbessert sich in der Interventionsgruppe nach einjähriger Intervention um $52,94 \pm 90,08$ m, während sich die Kontrollgruppe um $29,02 \pm 80,39$ m verbessert (vgl. Kap. 4.2.2). Obwohl diese Steigerungen keinen signifikanten Unterschied zwischen den Gruppen darstellen, besteht erfreulicherweise der signifikante Unterschied der Laufleistung zwischen der Interventions- und der Kontrollgruppe zu Beginn der Untersuchung ($p \leq 0,01$) zugunsten der Kontrollgruppe nach einjähriger Intervention nicht mehr ($p = n.s.$).

Vergleicht man die zurückgelegten Strecken der Interventions- und Kontrollgruppe mit den Normwerten normalgewichtiger Kinder (BECK und BÖS, 1995), so schneiden die übergewichtigen und adipösen Grundschulkinder mit der Note drei und schlechter ab. Die mittlere Laufleistung des Untersuchungskollektivs CHILT II (StEP TWO) muss als durchschnittlich bis unterdurchschnittlich eingeordnet werden.

Dies bestätigen auch die Ergebnisse von HAERENS et al. (2007), die deutlich schlechtere Resultate der adipösen Kinder im Cooper-Test zeigen. In den

vorgegebenen 12 Minuten liefen die adipösen Kinder im Mittel 419,5 m weniger als die normalgewichtigen. KORSTEN-RECK et al. (2005) und FÖGER et al. (1993) konnten bei adipösen Kindern ebenfalls Defizite vor allem im Bereich der Ausdauer ausmachen. Auch hier müssen neben energetisch-konditionellen Aspekten mangelnde Bewegungserfahrung und eine daraus resultierende fehlende Bewegungsökonomie als leistungslimitierender Faktor in Betracht gezogen werden. TOMKINSON et al. (2003) gehen von einer allgemeinen Verschlechterung der aeroben Ausdauerleistung bei Kindern und Jugendlichen in den letzten Jahren um ca. 0,5% pro Jahr aus. Aufgrund aktueller Normwerte beim Dordel-Koch-Test kann dies als Einflussfaktor jedoch weitgehend ausgeschlossen werden (DORDEL und KOCH, 2004).

GATELY et al. (2005) konnten bei Teilnehmern eines Gewichtsreduktions-Camps eine Verbesserung der aeroben Ausdauer nachweisen. Die neun bis 18-jährigen Kinder und Jugendlichen nahmen während ihres Aufenthaltes für ca. sechs Stunden täglich an verschiedenen Bewegungsaktivitäten teil. Nach durchschnittlicher Interventionszeit von 29 Tagen konnte bei den Teilnehmern mittels Laufbandtest, auch im Vergleich mit einer normal- und einer übergewichtigen Kontrollgruppe, eine verbesserte aerobe Fitness festgestellt werden.

Ebenfalls positive Effekte konnten NEMET et al. (2005) mit einem zweimal wöchentlich stattfindenden Programm erreichen. Über einen Zeitraum von drei Monaten wurden den Kindern (n=24; Alter 10,9 Jahre) für jeweils 60 Minuten Bewegungsaktivitäten angeboten, hauptsächlich ausdauerbetonte Spiele. Zusätzlich wurden die Kinder aufgefordert, 30-45 Minuten zu Hause zu trainieren. Die Umsetzung dieser Aktivitäten musste wöchentlich dokumentiert und dem Trainer vorgelegt werden. Weitere Kontrollmaßnahmen erfolgten nicht. Eine Ernährungs- und Verhaltensmodifikation wurde mittels Vorträgen und Gesprächen mit Ernährungsberatern angestrebt. Nach Abschluss der Intervention zeigten die Interventionskinder gegenüber den Kontrollkindern im Laufbandtest eine

signifikant gesteigerte Fitness (215 ± 107 vs. 50 ± 116 Sekunden längere Laufzeit).

VAJDA et al. (2007) untersuchten den Effekt eines 20wöchigen Bewegungsprogramms auf die kardiorespiratorische Leistungsfähigkeit adipöser Jungen ($n=21$, $10,03 \pm 0,26$ Jahre). Neben dem normalen Sportunterricht (zweimal wöchentlich 45 min) erhielt die Interventionsgruppe drei weitere Bewegungseinheiten von jeweils 60 Minuten. Einmal monatlich fanden psychologische Beratungsgespräche statt. Maßnahmen zu Ernährungs- oder Lebensstilveränderung waren nicht enthalten. Als Kontrollgruppe dienten 28 adipöse Jungen ($9,88 \pm 0,29$ Jahre), deren Eltern die Teilnahme am Programm abgelehnt hatten. Sie nahmen lediglich an den normalen Sportstunden teil. Im Vergleich zur Kontrollgruppe zeigten sich bei den Interventionskindern kein Anstieg des BMI und eine Verbesserung der kardiorespiratorischen Parameter.

LI et al. (2005) findet bei 74 gesunden und normalgewichtigen chinesischen Kindern und Jugendlichen (Durchschnittsalter 14,2 Jahre) für den 6-Minuten-**Gehstest** mittlere Laufleistungen von $662,21 \pm 551$ m. Diese Werte entsprechen denen der vorliegenden Untersuchung (vgl. Kap. 4.2.2), obwohl hier der 6-Minuten-**Lauf** Anwendung findet. Die Interventionskinder des Programms CHILT II (StEP TWO) laufen zur Eingangsuntersuchung (T1) mit $821,85 \pm 90,43$ m nur wenig weiter. Im Programm CHILT III ist die Laufleistung der Interventionsgruppe mit $769 \pm 80,74$ m (T1) noch geringer. Dies zeigt auf der einen Seite die verminderte kardiopulmonale Leistungsfähigkeit dieser übergewichtigen Klientel und unterstreicht auf der anderen Seite die Notwendigkeit der sportmotorischen Förderung dieser besonderen Zielgruppe. Ein spezifisches auf die Indikation des Übergewichts und der Adipositas abgestimmtes Interventionsprogramm, wie es in dieser Untersuchung Anwendung findet, ist also zwingend erforderlich.

Spiroergometrische Parameter

CHILT II (StEP TWO)

Die Probanden des Programms CHILT II (StEP TWO) weisen lediglich hinsichtlich der Ruheherzfrequenz eine signifikante Veränderung auf. Die Teilnehmer senken ihre Ruheherzfrequenz im Mittel von $102,14 \pm 13,83$ S/min auf $94,86 \pm 13,94$ S/min ($p \leq 0,05$). Ebenso können sie ihre maximale Leistung auf dem Fahrradergometer signifikant von $91,76 \pm 22,40$ Watt auf $101,57 \pm 27,79$ Watt steigern ($p \leq 0,05$). Die übrigen spiroergometrischen Leistungsdaten weisen keine signifikante Veränderung zwischen der Eingangs- und der Abschlussuntersuchung auf.

Die aerobe Ausdauerleistungsfähigkeit, gemessen anhand der maximalen Sauerstoffaufnahme, verhält sich umgekehrt proportional zum steigenden Übergewicht. JOHNSON et al. (2000) zeigen, dass eine reduzierte aerobe Leistungsfähigkeit bei vorpubertären Kindern die Entstehung von Übergewicht und Adipositas begünstigen. Dabei gibt es keinen ethnischen Unterschied zwischen afroamerikanischen und hellhäutigen Kindern.

CHILT III

Bei übergewichtigen Kindern und Jugendlichen der Interventionsgruppe des Programms CHILT III finden sich für die maximale Sauerstoffaufnahme ($p \leq 0,01$), die relative maximale Sauerstoffaufnahme ($p \leq 0,01$), die Ruheherzfrequenz ($p \leq 0,05$), die maximale Leistung ($p \leq 0,001$) und die relative maximale Leistung ($p \leq 0,05$) signifikante Verbesserungen im Verlauf der Intervention. Lediglich die maximale Herzfrequenz weist keinen signifikanten Unterschied zwischen den Testzeitpunkten auf.

Übergewichtige Kinder und Jugendliche weisen im Vergleich zu ihren normalgewichtigen Altersgenossen ähnliche absolute Werte der maximalen Sauerstoffaufnahme auf. Dies gilt auch für die Probanden der vorliegenden Untersuchung. Mit einer mittleren maximalen Sauerstoffaufnahme von $1,83 \pm 0,57$ l/min bei T1 und $2,17 \pm 0,29$ l/min bei T2 entsprechen diese Werte denen ihrer normalgewichtigen Altersgenossen (vgl. LAWRENZ und

HEBESTREIT, 2002). Die limitierte Ausdauerleistungsfähigkeit der Übergewichtigen wird auf das überdurchschnittliche Körpergewicht zurückgeführt, welches bewegt werden muss (NORMAN et al., 2005). NORMAN et al. (2005) folgern weiter, dass der höhere Prozentsatz des Sauerstoffverbrauchs bei submaximaler Belastung übergewichtiger Kinder und Jugendlicher im metabolischen Mehraufwand ihrer übermäßigen Körpermasse begründet liegt. Empfehlungen zur körperlichen Aktivität sollten deshalb von geringerer Intensität sein, so dass die Belastung einige Zeit durchgehalten werden kann. TÖRÖK et al. (2001) kommen zum gleichen Ergebnis, dass sich übergewichtige und adipöse Kinder und Jugendliche in den absoluten Werte der maximalen Sauerstoffaufnahme von normalgewichtigen Altersgenossen nicht unterscheiden. Unterschiede finden sich aber in der relativen maximalen Sauerstoffaufnahme. Hier sind die übergewichtigen und adipösen Kinder und Jugendlichen signifikant reduziert in ihrer Leistungsfähigkeit. Vergleicht man erneut die Daten der vorliegenden Untersuchung mit den Normwerten normalgewichtiger Kinder, so liegen die Interventionskinder des Programms CHILT III mit ihrer relativen maximalen Sauerstoffaufnahme (T1: $26,40 \pm 5,73$ ml/min*kg und T2: $31,12 \pm 3,95$ ml/min*kg) deutlich unter den Werten normalgewichtiger Kinder und Jugendlicher. GORAN et al. (2000) stellen in ihrer Querschnittsuntersuchung fest, dass nicht die Körperfettmasse der limitierende Faktor für die eingeschränkte maximale Sauerstoffaufnahme darstellt, sondern dass die freie Fettmasse die submaximale Leistungsfähigkeit reduziert.

Schulbasierte und ambulante Programme wie die vorliegenden Projekte CHILT II (StEP TWO) und CHILT III zeigen mittelfristige Erfolge, wenn sie möglichst viele soziale Verantwortungsebenen einbeziehen (JAMES und KERR, 2005; LOBSTEIN et al., 2004). In diesen Programmen konnte gezeigt werden, dass sie durch die Vermittlung einfacher Botschaften über einen möglichst breiten Ansatz zum Erfolg führen. Bei den schulbasierten Programmen wird auf spielerische Art und Weise die Gesundheitskompetenz gestärkt (JAMES und KERR, 2005).

POIRIER und DESPRES (2001) fordern für ein multidisziplinäres Gewichtsmanagementprogramm für adipöse Kinder 30 bis 45 Minuten körperliche Aktivität bei mittlerer Intensität für drei bis fünf Einheiten in der Woche. Dies erscheint zur Gewichtsreduktion und als Prävention gegen Herz-Kreislauf-Erkrankungen zu wenig. Die „European Youth Heart Study“ (RIDDOCH et al., 2005) zeigt, dass 60 Minuten Sport bzw. Bewegung pro Tag zur Gesunderhaltung unserer Kinder und Jugendlichen nicht ausreichen. Zum Schutz vor kardiovaskulären Erkrankungen bedarf es mindestens 90 Minuten körperlicher Aktivität am Tag. Kinder mit 116 Minuten Bewegung pro Tag wiesen die besten Werte auf. Bei Teenagern reichen laut RIDDOCH et al. (2005) 88 Minuten am Tag.

Die Daten des Kinder- und Jugendgesundheits surveys (KiGGS-Studie des Robert-Koch-Instituts) zeigen, dass unsere deutschen Kinder im Durchschnitt unterhalb des oben geforderten Aktivitätsniveaus liegen (LAMPERT et al., 2007). Damit ist der Anteil an körperlicher Aktivität der Kinder und Jugendlichen nicht nur mit Blick auf eine gesundheitliche Prävention zu niedrig, sondern auch hinsichtlich der steigenden Prävalenz von Übergewicht und Adipositas im Kindes- und Jugendalter zu gering (BRETTSCHEIDER, 2006). STRONG et al. (2005) empfehlen in ihrem Review für schulbasierte Fitnessprogramme eine intensive Bewegungsintensität für Schulkinder ab acht Jahren von 80% der maximalen Leistungsfähigkeit für mehr als 30 Minuten an mindestens drei Tagen der Woche. Positive Veränderungen durch körperliche Aktivität hinsichtlich der Steigerung der Ausdauerleistungsfähigkeit und damit eine Protektion gegen Herz-Kreislauf-Erkrankungen und vor allem juveniles Übergewicht und Adipositas herzustellen, ist neben der intensiven Belastung von 80% der maximalen Leistung, alternativ auch eine tägliche Belastung von 30 bis 45 Minuten, anzustreben.

Die Schule allein kann diese Problematik nicht beheben. Aber sie kann erheblich dazu beitragen, dass vor allem die Kinder systematisch gefördert werden, die nicht zu den sozial privilegierten zählen und daher auch beim Gesundheits- und Bewegungsstatus die schlechtesten Werte aufweisen

(STARKER et al., 2007). Damit sich die Schule dieser Verantwortung stellen kann, ist es notwendig, dass die sportliche Handlungsfähigkeit und die körperliche Fitness wieder die maßgebenden Ziele für den Sportunterricht in der Schule sind, denen wieder prioritäre Bedeutung zugeschrieben wird (BRETTSCHEIDER, 2006). Der 6-Minuten-Lauf hat damit als Feldtest zur Einschätzung der Ausdauerleistungsfähigkeit gerade im Schulsport seine Berechtigung. Er liefert dem Lehrer valide Daten zur Einordnung der kardiovaskulären Leistungsfähigkeit und gibt ihm dadurch die Möglichkeit, Handlungsempfehlungen an seine Schüler und deren Eltern auszusprechen. Wenn heutzutage eine sehr breite Diskussion über die mangelhafte Fitness von Kindern und Jugendlichen im Gange ist, dann hängt das auch damit zusammen, dass Messen und Testen im Sportunterricht in Deutschland ein Schattendasein fristen. Regelmäßiges Überprüfen (evtl. einmal pro Jahr) wird Sportlehrern und Schülern eine objektive Basis für die Beurteilung der körperlichen Leistungsfähigkeit bieten und trägt darüber hinaus dazu bei, ein Bewusstsein für Fitness und Gesundheit zu entwickeln (WYDRA und LEWECK, 2007).

In Bezug zu Hypothese 2 zeigt sich, dass in der vorliegenden Untersuchung die Zielkriterien „Steigerung der Ausdauerleistungsfähigkeit“ und „Reduktion von BMI und BMI-SDS“ durch das Interventionsprogramm erfüllt wurden. Die Ergebnisse dieser Studie zeigen, dass das gezielte Sporttreiben bzw. angeleitete körperliche Training die Ausdauerleistungsfähigkeit verbessert. Der 6-Minuten-Lauf als ritualisierter Abschluss der sporttherapeutischen Interventionsstunden stellt ein einfaches Instrumentarium zur Verbesserung der aeroben Fitness dar.

6 Zusammenfassung

Die Zahl übergewichtiger und adipöser Kinder und Jugendlicher ist sowohl in den westlichen Industrienationen, als auch in Schwellenländern erheblich angestiegen und das Übergewicht damit zu einem bedeutenden gesundheitlichen Risikofaktor angewachsen. Die Prävalenz der juvenilen Adipositas hat sich in den letzten 15 Jahren verdoppelt bzw. verdreifacht. Sie ist damit ebenso als eine weltweite Epidemie zu betrachten wie bei Erwachsenen.

Übergewicht gilt als multifaktorielle Erkrankung, bei der neben einer genetischen Disposition und soziodemographischen Faktoren vor allem Fehlernährung und Bewegungsmangel die entscheidenden Rollen spielen. Herz-Kreislauf-, Stoffwechsel- und orthopädische Erkrankungen treten bei Übergewicht und Adipositas als Begleiterkrankungen auf. Zusätzlich leiden übergewichtige Kinder und Jugendliche unter den psychosozialen Folgen und isolieren sich dadurch nicht selten von Ihrer Umwelt.

Ein allgemeingültiges Konzept zur optimalen Therapie für übergewichtige und adipöse Kinder und Jugendliche fehlt bis heute. Am erfolgreichsten sind interdisziplinäre Modelle, die sich sowohl auf die Bereiche Ernährung und Bewegung, als auch auf das Verhalten der Kinder und Eltern beziehen.

Sport bzw. körperliche Aktivität ist ein grundlegender Bestandteil einer jeden Adipositas-therapie, denn übergewichtige und adipöse Kinder und Jugendliche weisen per se Bewegungsmangel auf und dieser ist insbesondere an der Entstehung der Adipositas beteiligt.

Die wesentlichen Aspekte dieser Studie sind die Überprüfung des 6-Minuten-Laufs als einfacher Feldtest zur Erfassung der Ausdauerleistungsfähigkeit von übergewichtigen und adipösen Kindern und Jugendlichen und die Frage nach dem Erfolg einer einjährigen interdisziplinären Adipositasintervention.

Die Interventionsmaßnahme der vorliegenden Arbeit kann in Bezug auf die Steigerung der Ausdauerleistungsfähigkeit bei gleichzeitiger Senkung des BMI und des BMI-SDS der Probanden als erfolgreich eingestuft werden. Das interdisziplinäre und damit vielseitige Interventionsprogramm mit dem zentralen Element der Bewegungsförderung wirkt sich positiv auf die erhobenen kardiopulmunalen Parameter und den Gewichtsstatus in Form eines reduzierten BMI und BMI-SDS aus. Wie in vielen ähnlichen Interventionsstudien zur Bekämpfung des juvenilen Übergewichts (unabhängig, ob ambulant oder stationär) bleibt der langfristige Erfolg und die nachhaltige Gewichtsreduktion bzw. -stabilisation bei gleichzeitiger Lebensstiländerung offen. Hierzu sind weitere Längsschnittuntersuchungen notwendig.

Der 6-Minuten-Lauf kann nicht an die Objektivität einer spiroergometrischen Untersuchung heranreichen. Dennoch bietet er ein sehr einfaches, kostengünstiges und gut durchführbares Messverfahren zur Erfassung der Ausdauerleistungsfähigkeit. Die Beurteilung der Laufleistung erfolgt über Normwerttabellen und ist somit ebenso sehr komfortabel. Gerade bei übergewichtigen und adipösen Kindern und Jugendlichen lässt sich der 6-Minuten-Lauf gut einsetzen, da neben einer gewünschten Ausbelastung trotzdem die Möglichkeit des Gehens bestehen bleibt und gleichzeitig die Gesamtlaufzeit mit sechs Minuten für die Probanden bzw. Schüler überschaubar ist. Insbesondere übergewichtige und adipöse Kinder und Jugendliche lassen sich über die geringere Laufzeit von nur 6-Minuten (im Vergleich zum 9- bzw. 12-Minuten-Lauf) eher motivieren.

Neben der Erfassung der Leistungsfähigkeit der Schüler kann der 6-Minuten-Lauf nicht nur als Messinstrument Anwendung finden. Er stellt gerade durch seine Einfachheit ein ideales methodisches Mittel zum Training der kardiopulmonalen Ausdauerleistungsfähigkeit dar. So ist es möglich, über verschiedene Laufspiele (mit zunächst kürzeren Ausdauerintervallen) den 6-Minuten-Lauf im Unterricht vorzubereiten. Die Durchführung des 6-Minuten-Laufs kann dem Lehrer dann sowohl als Screeningverfahren im klinisch-wissenschaftlichen Sinne als auch zur Notenfindung dienen. Darüber hinaus

wird er vor allem zur Schulung der körperlichen Selbsteinschätzung der Schüler eingesetzt, die diese dann anhand der Normwerte eigenständig in ein Notensystem einordnen können. Das sind die wesentlichen Vorteile und die Legitimation für die Verwendung des 6-Minuten-Laufs in der Schule.

7 Literaturverzeichnis

AGA - Arbeitsgemeinschaft Adipositas im Kindes- und Jugendalter der Deutschen Adipositas Gesellschaft (2006). *Leitlinien 2006*. [URL: <http://www.a-g-a.de>] Zugriff am 28.11.2007

AGA - Arbeitsgemeinschaft Adipositas im Kindes- und Jugendalter der Deutschen Adipositas Gesellschaft (2004). *Leitlinien*. Konsensuskonferenz vom 10.09.2004, Hamburg: 1-57.

AGA – Arbeitsgemeinschaft Adipositas im Kindes- und Jugendalter der Deutschen Adipositas Gesellschaft (2004a). *Konsensuspapier - Patientenschulungsprogramme für Kinder und Jugendliche mit Adipositas*. Konsensuskonferenz im September 2004, Berlin.

AHA – American Heart Association (2004). *Statistical Fact Sheet – Risk Factors. Physical Activity*. Zugriff am 20. August 2006 unter <http://www.amhrt.org/downloadable/heart/1136820352230PhysActivity06.pdf>

ATS statements: guidelines for the six-minute walk test. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine* 2002; 166: 111-117.

BALLOR, D.L.; KEESEY, R.E. (1991). A meta-analysis of the factors affecting exercise-induced changes in body mass, fat mass and fat-free mass. *International Journal of Obesity*, 15, 717-726.

BAPPERT, S.; WOLL, A.; BÖS, K. (2003). Motorische Leistungsunterschiede bei über- und normalgewichtigen Kindern im Vorschulalter. *Haltung und Bewegung*. 3: 35-37.

- BAR-OR, O. (1986). *Die Praxis der Sportmedizin in der Kinderheilkunde. Physiologische Grundlagen und klinische Anwendung*. Berlin, New York: Springer.
- BAUMGARTNER, T.A.; JACKSON, A.S. (1975). *Measurement for evaluation in physical education*. Boston: Houghton Mifflin.
- BECK, J.; BÖS, K. (1995). *Normwerte sportmotorischer Tests*. Köln: Sport & Buch Strauß.
- BENEKE, R.; LEITHÄUSER, M.; HÜTLER, M. (2002): Leistungsfähigkeit und Trainierbarkeit im Kindes- und Jugendalter. In: H. HEBESTREIT, R. FERRARI, J. MEYER-HOLZ, A. LAWRENZ, B. K. JÜNGST (Hrsg.), *Kinder- und Jugendsportmedizin. Grundlagen, Praxis, Trainingstherapie*. Stuttgart, New York: Thieme.
- BERG, A.; DEIBERT, P.; BERG, A. Jr.; KÖNIG, D.; DICKHUT, H.H. (2004). Current views on the importance of physical activity. *Fortschritt der Medizin*. Jul 8;146(27-28):27-30
- BERENSON, G.S.; WATTIGNEY, W.A.; TRACY, R.E.; NEWMAN, W.P.; SRINIVASAN, S.R.; WEBBER, L.S.; DALFERES, E.R.; STRONG, J.P. (1992). Atherosclerosis of the aorta and coronary arteries and cardiovascular risk factors in persons aged 6 to 30 years and studies at necropsy (The Bogalusa Heart Study). *American Journal of Cardiology*; 70: 851-858.
- BLAIR, S.N.; KAMPERT, J.B.; KOHL, H.W. 3rd, et al. (1996). Influences of cardiorespiratory fitness and other precursors on cardiovascular disease and all-cause mortality in men and women. *JAMA*, 276: 205-210.
- BÖHLER, T.; WABITSCH, M. (2004). Adipositastherapie und –prävention im Kindesalter. Leistungsrechtlicher Rahmen. *Monatszeitschrift Kinderheilkunde*, 152, 856-863.

- BÖHLER, T.; WABITSCH, M.; WINKLER, U. (2005). Konsensuspapier Patientenschulungsprogramme für Kinder und Jugendliche mit Adipositas. In: *Gesundheitsförderung konkret. Band 4. Qualitätskriterien für Programme zur Prävention und Therapie von Übergewicht und Adipositas bei Kindern und Jugendlichen*. Köln, BzGA, S. 37-55.
- BÖHM, A. (2001). Adipositas bei Einschülern: Ausmaß, Entwicklung und Zusammenhänge zum Sozialstatus. *Psychomed*, 13, 235-241.
- BÖHM, A.; FRIESE, E.; LÜDECKE, K. (2002). Körperliche Entwicklung und Übergewicht bei Kindern und Jugendlichen – Eine Analyse von Daten aus ärztlichen Reihenuntersuchungen des öffentlichen Gesundheitsdienstes im Land Brandenburg. *Monatsschrift Kinderheilkunde*, 150, 47-48.
- BÖS, K. (1999). Kinder und Jugendliche brauchen Sport! In: K. BÖS, N. SCHOTT (Hrsg.), *Kinder brauchen Bewegung – leben mit Turnen, Sport und Spiel*. Band 117, Czwalina, Hamburg: 29-47.
- BÖS, K. (2001). *Handbuch Motorische Tests*. Göttingen, Bern, Toronto, Seattle: Hogrefe.
- BÖS, K. (2003). Motorische Leistungsfähigkeit bei Kindern und Jugendlichen. In: SCHMIDT et al. (Hrsg.): *Erster Deutscher Kinder- und Jugendsportbericht*. Schorndorf: Hofmann; 2003: 85-105.
- BÖS, K; MECHLING, H. (1983). *Dimensionen sportmotorischer Leistungen*. Schorndorf: Hoffmann.
- BRETTMANN, K.; VOGT, L.; BANZER, W. (2005). Körperliche Aktivität und Anstrengung übergewichtiger Kinder und Jugendlicher. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, Jahrgang 56, Nr. 7/8 (2005): S. 211.

- BRETTSCHEIDER, W.-D.: Zahlen statt Mythen – Aber wie interpretiert man die Daten zum Gesundheitsstatus unserer Kinder und was bedeuten Sie für den Schulsport? Sportunterricht, Schorndorf, 55 (2006), Heft 11.
- BRÜCKNER, A.; NIELINGER, J.; FUSCH, C. (2007). Kardiopulmonale Leistungsfähigkeit bei adipösen und extrem adipösen Kindern und Jugendlichen. In: Deutsche Rentenversicherung Bund (Hrsg.). *Gesund älter werden – mit Prävention und Rehabilitation. 16. Rehabilitationswissenschaftliches Kolloquium vom 26. bis 28. März 2007 in Berlin*. DRV-Schriften: Bd. 72, S. 586-587.
- BÜHL, A.; ZÖFEL, P. (2005). *SPSS 12. Einführung in die moderne Datenanalyse unter Windows*. Pearson Studium.
- BUTLAND, R.J.; PANG, J.; GROSS, E.R.; WOODCOCK, A.A.; GEDDES, D.M. (1982). Two-, six- and 12-minute walking tests in respiratory disease. *British Medical Journal (Clin Res Ed)*, 284, 1607-1608.
- CARREL, A.L.; RANDALL, C; PETERSON, S.; NEMETH, B.A.; SULLIVAN, J.; ALLEN, D.B. (2005). Improvement of Fitness, Body Composition, and Insulin Sensitivity in Overweight Children in a School-Based Exercise Program. *Arch Pediatr Adolesc Med* 159 (10), 963-986
- CLAUß, G.; FINZE, F.R.; PARTZSCH, L. (1995). *Statistik Band 1: Statistik für Soziologen, Pädagogen, Psychologen und Mediziner*. Thun, Frankfurt a. Main: Harri Deutsch Verlag.
- COLE, T.J. (1990). The LMS method for constructing normalized growth standards. *European Journal of Clinical Nutrition*, 44: 45-60.
- CONZELMANN, A. (1994). *Entwicklung der Ausdauer*. In: BAUR, J.; BÖS, K.; SINGER, R.: Motorische Entwicklung. Ein Handbuch. Schorndorf: Hofmann.

- COOPER, K.H. (1970). *Bewegungstraining. Praktische Anleitung zur Steigerung der Leistungsfähigkeit*. Frankfurt a. Main: Fischer.
- CURETON, K.J.; SLONIGER, M.A.; O'BANNON, J.P.; BLACK, D.M.; McCORMACK, W.P. (1995). A generalized equation for prediction VO_2 peak from 1-mile run/walk performance. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 27, 445-451.
- CZERWINSKI-MAST, M.; DANIELZIK, S.; ASBECK, I.; LANGNÄSE, K.; SPETHMANN, C.; MÜLLER, M.J. (2003). Kieler Adipositaspräventionsstudie (KOPS). Konzept und erste Ergebnisse der Vierjahres-Nachuntersuchungen. *Bundesgesundheitsblatt*, 46, 727-731.
- DANIELZIK, S.; PUST, S.; LANDSBERG, B.; MÜLLER, M.J. (2005). Die Kieler Adipositas-Präventionsstudie (KOPS). In: B. BJARNASSON-WEHRENS, S. DORDEL (Hrsg.), *Adipositas im Kindes- und Jugendalter*. Sankt Augustin: Academia Verlag, S. 191-196.
- DAVIS, S.P.; DAVIS, M.; NORTHINGTON, L.; MOLL, G.; KOLLAR, K. (2002). Childhood obesity reduction by school based programs. *Association of Black Nursing Faculty Journal*; 13(6):145-9
- DEFORCHE, B.; LEFEVRE, J.; DE BOURDEAUDHUIJ, I.; HILLS, A.P.; DUQUET, W.; BOUCKAERT, J. (2003). Physical Fitness and Physical Activity in Obese and Non-Obese Flemish Youth. *Obesity Research* 11: 434-441.
- DELEKAT, D. (2003). *Zur gesundheitlichen Lage von Kindern in Berlin. Ergebnisse und Handlungsempfehlungen auf der Basis der Einschulungsuntersuchungen 2001*. Gesundheitsberichterstattung Berlin, Spezialbericht 2003. Senatsverwaltung für Gesundheit, Soziales und Verbraucherschutz Berlin.

- DESTEFANO, R.A.; CAPRIO, S.; FAHEY, J.T.; TAMBORLANE, W.V.;
GOLDBERG, B. (2000). Changes in body composition after a 12-wk
aerobic exercise program in obese boys. *Pediatr Diabetes* 1 (2), 61-65
- DIETZ, W; GORTMAKER, S. (1985). Do we fatten our children at the televi-
sion set. *Pediatrics*, 75, 807-812.
- DIETZ, W.H. (2004). Overweight in childhood and adolescence. *New England
Journal of Medicine*, 350, 855-857.
- DIETZ, W.H.; BELLIZZI, M.C. (1999). The use of body mass index to assess
obesity in children. *American Journal of Clinical Nutrition* 70, 123-125.
- DRINKARD, B.; McDUFFIE, J.; McCANN, S.; UWAIFO, G.I.; NICHOLSON, J.
YANOVSKI, J.A. (2001). Relationship between walk/run performance
and cardiorespiratory fitness in adolescents who are overweight.
Physical Therapy 81, 1889-1896.
- DORDEL, S. (2000). Kindheit heute: Veränderte Lebensbedingungen = redu-
zierte motorische Leistungsfähigkeit? Motorische Entwicklung und
Leistungsfähigkeit im Zeitwandel. *Sportunterricht*. 49, 341-349.
- DORDEL, S. (2007): *Bewegungsförderung in der Schule. Handbuch des
Sportförderunterrichts*. Dortmund: Verlag Modernes Lernen.
- DORDEL, S.; BERNOTEIT, M. (1981). Ausdauer bei acht- bis neunjährigen
Auswahluntersuchung. Ein Beitrag zur für das Schulsonderturnen.
Sportunterricht 30, 345-350.
- DORDEL S.; BREITHECKER, D. (2003). Bewegte Schule als Chance einer
Förderung der Lern- und Leistungsbereitschaft. *Haltung und
Bewegung* 23:5-15.

- DORDEL, S.; KOCH, B. (2004): *Basistest zur Erfassung der motorischen Leistungsfähigkeit von Kindern und Jugendlichen*. Deutsche Sporthochschule Köln. [<http://www.fitnessolympiade.de/Inhalt/manual-dordel-koch-test.pdf>], Zugriff am 22.05.09.
- DORDEL, S.; KOCH, B.; GRAF, C. (2008): *CHILT-B. Bewegungsförderung*. Verlag modernes lernen. Dortmund.
- DWYER, T.; COONAN, W.E.; LEITCH, D.R.; HETZEL, B.S.; BAGHURST, R.A. (1983). An investigation of the effects of daily physical activity on the health of primary school students in South Australia. *International Journal of Epidemiology*; 12: 308-13.
- ELMADFA, I.; FREISLING, H.; KÖNIG, J.; BLACHFELLNER, J.; CVITKOVICH-STEINER, H., GENSER, D.; GROSSGUT, R.; HASSAN-HAUSER, C.; KICHLER, R.; KUNZE, M.; MAICHRZAK, D.; MANAFI, M.; RUST, P.; SCHINDLER, K.; VOJIR, F.; WALLNER, S.; ZILBERSZAC, A. (2003). *Österreichischer Ernährungsbericht 2003*. Herausgegeben vom Institut für Ernährungswissenschaften Wien im Auftrag des Bundesministeriums für Gesundheit und Frauen, Sektion IV, 242.
- EPPENDORF AG (2000). *Bedienungsanleitung EBIO PLUS*. Hamburg.
- EPSTEIN, L.H.; VALOSKI, A.; WING, R.R.; McCURLY, J. (1990). Ten-year follow-up behavioural, family-based treatment for obese children. *Journal of the American Medical Association*, 264, 2519-2523.
- EPSTEIN, L.H.; GOLDFIELD, G.S. (1999). Physical activity in the treatment of childhood overweight and obesity: current evidence and research issues. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 31 (Suppl.), S.553-559.

- ERIKSSON, B.O. (1972). Physical training, oxygen supply and muscle metabolism in 11 – 13 year old boys. *Acta Physiol. Scand.* 384 (Suppl.): 5
- ETNIER, J.L.; SALAZAR, W.; LANDERS, D.M.; et al. (1997). The influence of physical fitness and exercise upon cognitive functioning: a meta-analysis. *Journal Sport and Exercise Psychology* 19: 249-277.
- FALKOWSKI, G. (2007). *Effekte einer primärpräventiven Schulintervention auf die Prävalenz des Übergewichts/der Adipositas und motorischer Leistungsschwächen im Grundschulalter.* Diss., Deutsche Sporthochschule Köln.
- FAUDE, O.; NOWACKI, P.E.; URHAUSEN, A. (2004). Vergleich ausgewählter (unblutiger) Testverfahren zur Bestimmung der kardiopulmonalen Ausdauer bei Schulkindern. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin* 55, 232-236.
- FLODMARK, C.E.; LISSAU, I.; MORENO, L.A.; PIETROBELLI, A.; WIDHALM, K. (2004): New insights into the field of children and adolescents obesity: the European perspective. *International Journal of obesity*, 28, 1189-1196.
- FÖGER, M.; BART, G.; RATHNER, G.; JÄGER, B.; FISCHER, H.; ZOLLNER-NEUSSL, D. (1993). Körperliche Aktivität, Ernährungsberatung und psychologische Führung in der Behandlung adipöser Kinder. Eine kontrollierte Verlaufsstudie über sechs Monate. *Monatsschrift Kinderheilkunde* 141, 491-497.
- FÖRSTER, H. (2005). Messung der körperlichen Aktivität und der körperlichen Leistungsfähigkeit. In: WABITSCH, M.; ZWIAUER, K.; HEBEBRAND, J.; KIESS, W.: *Adipositas bei Kindern und Jugendlichen. Grundlagen und Klinik.* Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York.

- FREEDMAN, DS; DIETZ, WH; SRINIVASAN, SR, BERENSON GS (1999). The Relation of Overweight to Cardiovascular Risk Factors among Children and Adolescents: The Bogalusa Heart Study. *Pediatrics* 103: 1175-1182.
- FUHRMANN, R.; SCHUSTER, A. (1989). Zum Problem der Ausdauer im Auswahlverfahren des Sportförderunterrichts. *Haltung und Bewegung* 9, 13-18.
- FUßGÄNGER, R. (1998). Historische Betrachtungen zum Ernährungs- und Essverhalten. In: J.G. WECHSLER (Hrsg.), *Adipositas. Ursachen und Therapie*. Blackwell, 1-44.
- GATELY, P.J.; COOK, C.B.; BARTH, J.H.; BEWICK, M.; RADLEY, D.; HILL, A.J. (2005). Children`s Residential Weight-Loss Programs Can Work: A Prospective Cohort Study of Short-Term Outcomes for Overweight and Obese Children. *Pediatrics* 116 (1), 73-77.
- GERBER, D.; KING, S.; LANGHOF, H. (2007). Verbesserung der sportmotorischen Leistungsfähigkeit adipöser Jugendlicher durch eine vier- bis sechswöchige stationäre Rehabilitationsmaßnahme. In: Deutsche Rentenversicherung Bund (Hrsg.). *Gesund älter werden – mit Prävention und Rehabilitation. 16. Rehabilitationswissenschaftliches Kolloquium vom 26. bis 28. März 2007 in Berlin*. DRV-Schriften: Bd. 72, S. 577-578.
- GOLAN, M.; WEIZMAN, A. (2001). Familial approach to the treatment of childhood obesity: conceptual mode. *Journal of Nutrition Education*, 33(2):102-107.

- GOLDAPP, C.; MANN, R.; SHAW, R. (2005). *Qualitätsraster für Präventionsmaßnahmen für übergewichtige und adipöse Kinder und Jugendliche*. In: *Gesundheitsförderung konkret. Band 4. Qualitätskriterien für Programme zur Prävention und Therapie von Übergewicht und Adipositas bei Kindern und Jugendlichen*. Köln: BzGA; 5-36.
- GONZALES-SUAREZ, C.; WORLEY, A.; GRIMMER-SOMMERS, K.; DONES, V. (2009). School-Based Interventions on Childhood Obesity: A Meta-Analysis, *American Journal of Preventive Medicine*. 37 (5): 418-427.
- GORAN, M.I. (1998). Measurement issues related to studies of childhood obesity: assessment of body composition, body fat distribution, physical activity, and food intake. *Pediatrics*, 101, 505-18.
- GORAN, M.; FIELDS, D.A.; HUNTER, G.R.; HERD, S.L.; WEINSIER, R.L. (2000). Total body fat does not influence aerobic capacity. *International Journal of Obesity*, 24(7): 841-848.
- GORTMAKER, S.; DIETZ, W.H.; CHEUNG, L. (1990). Inactivity, diet and the fattening of America. *Journal of the American Diet Association* 90, 1247-1255.
- GORTMAKER, S.; MUST, A.; SOBOL, A.M.; PETERSON, K.; COLDITZ, G.A.; DIETZ, W.H. (1996). Television viewing as a cause of increasing obesity among children in the United States, 1986-1990. *Archives of Pediatric and Adolescents Medicine* 150, 356-362.
- GRAF, C. (2003). Das CHILT-Projekt. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, 54, 247.

- GRAF, C.; DORDEL, S. (2007). Körperliche Aktivität und Bewegungsmangel. In: GRAF, C.; DORDEL, S.; REINEHR, T. *Bewegungsmangel und Fehlernährung bei Kindern und Jugendlichen. Prävention und interdisziplinäre Therapieansätze bei Übergewicht und Adipositas*. Deutscher Ärzte-Verlag, Köln.
- GRAF, C.; KOCH, B.; PETRASCH, R.; DORDEL, S. (2003). Übergewicht und motorische Fähigkeiten im frühen Schulalter. *Haltung und Bewegung*, 3:38-40.
- GRAF, C.; MENKE, W.; PLATEN, P.; ROST, R.; SCHÜLE, K. (2001). Sport im Kindes und Jugendalter. In: R. ROST (Hrsg.), *Lehrbuch der Sportmedizin*. Deutscher Ärzteverlag. 629-659.
- GRAF, C.; KOCH, B.; KRETSCHMANN-KANDEL, E.; GÜTTGE, C.; BJARNASON-WEHRENS, B.; PREDEL, H.G.; DORDEL, S. (2002). Das Kölner-Kinder-Projekt – ein Projekt zur Adipositasprävention im Grundschulalter im sozialen Brennpunkt – Ergebnisse nach 18-monatiger Intervention. *Haltung und Bewegung*, 22, 5-10.
- GRAF, C.; KOCH, B.; KLIPPEL, S.; BÜTTNER, S.; COBURGER, S.; CHRIST, H.; LEHMACHER, W.; BJARNASON-WEHRENS, B.; PLATEN, P.; HOLLMANN, W.; PREDEL, H.G.; DORDEL, S. (2003). Zusammenhänge zwischen körperlicher Aktivität und Konzentration im Kindesalter – Eingangsergebnisse des CHILT-Projektes. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin* 9, 242-246.
- GRAF, C.; KOCH, B.; DORDEL, S.; SCHINDLER-MARLOW, S.; ICKS, A.; SCHULLER, A.; BJARNASON-WEHRENS, B.; TOKARSKI, W.; PREDEL, H.G. (2004). Physical activity, leisure habits and obesity in first grade children. *European Journal of cardiovascular prevention and rehabilitation* 11, 284-290.

- GRAF, C.; TOKARSKI, W.; PREDEL, H.G. (2005a). Bewegungsmangel bei Kindern und Jugendlichen. Ein Fehlverhalten mit unabsehbaren Konsequenzen. *Pädiatrische Praxis*, 66, 117-123.
- GRAF, C.; KUPFER, A.; KURTH, A.; STÜTZER, H.; KOCH, B.; JÄSCHKE, S.; JOUCK, S.; LAWRENZ, A.; PREDEL, H.G.; BJARNASON-WEHRENS, B. (2005b). Effekte einer interdisziplinären Intervention auf den BMI-SDS sowie die Ausdauerleistungsfähigkeit adipöser Kinder – das CHILT III-Projekt. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*. 10. 353-357.
- GRAF, C.; KOCH, B.; FALKOWSKI, G.; JOUCK, S.; CHRIST, H.; STAUEN-MAIER, K.; BJARNASON-WEHRENS, B.; TOKARSKI, W.; DORDEL, S.; PREDEL, H.G. (2005c): Effects of a school-based intervention on BMI and motor abilities in childhood. *Journal of Sports Science and Medicine*, 4. 291-299.
- GRAF, C.; ROST, S.; KOCH, B.; HEINEN, S.; FALKOWSKI, G.; DORDEL, S.; BJARNASSON-WEHRENS, B.; NARAYANSWAMI, S.; BROCKMEYER, K.; CHRIST, H.; PREDEL, H.-G. (2005d). Data from the StEP TWO programme showing the effect on blood pressure and different parameters for obesity in overweight and obese primary school children. *Cardiology in the Young*; 15. 291-298.
- GRAF, C.; KOCH, B.; JAESCHKE; R.; DORDEL, S. (2005e). Die Kinder-Bewegungspyramide. In: B. BJARNASSON-WEHRENS, S. DORDEL; S. (Hrsg.). *Adipositas im Kindes- und Jugendalter*. Sankt Augustin: Academia Verlag. 148-155.
- GRAF, C.; PREDEL, H.-G.; TOKARSKI, W.; DORDEL, S. (2006). The Role of Physical Activity in the Development and Prevention of Overweight and Obesity in Childhood. *Current Nutrition and Food Science*, 2. 215-219.

- GRAF, C. (2007). Gesundheitsförderung. In: GRAF, C.; DORDEL, S.; REINHER, T. (Hrsg.). *Bewegungsmangel und Fehlernährung bei Kindern und Jugendlichen. Prävention und interdisziplinäre Therapieansätze bei Übergewicht und Adipositas*. Köln: Deutscher Ärzteverlag.
- GULMANS, V.; VAN VELDHOVEN, P.E.; DE MEER, K.; HELDERS, P.T. (1996). The six-minute walking test in children with cystic fibrosis: Reliability and validity. *Pediatric Pulmonology*, 22(2):80.
- GUNKEL, J; HEBESTREIT, H (2002). *Auswirkungen von Training im Kindes- und Jugendalter*. In: HEBESTREIT, H.; FERRARI, R.; MEYER-HOLZ, J.; LAWRENZ, W.; JÜNGST, B.: *Kinder- und Jugendsportmedizin. Grundlagen, Praxis, Trainingstherapie*. Stuttgart, New York, Thieme.
- HAERENS, L.; DEFORCHE, B.; MAES, L.; CARDON, G.; DEBOURDEAUDHUIJ, I. (2007). Physical activity and endurance in normal weight versus overweight boys and girls. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness* 47, 344-350
- HAUNER, H.; WECHSLER, R.; KLUTHE, R.; LIEBERMEISTER, H.; EBERS DOBLER, H.; WOLFRAM, G.; FÜRST, P.; JAUCH, K.W. (2000). Qualitätskriterien für ambulante Adipositasprogramme. Eine gemeinsame Initiative der Deutschen Adipositas Gesellschaft, Deutsche Akademie für Ernährungsmedizin, Deutsche Gesellschaft für Ernährung, Deutsche Gesellschaft für Ernährungsmedizin. *Adipositas* 10, 5-8.
- HARMS, V. (1998). *Biomathematik, Statistik und Dokumentation*. Kiel: Harms Verlag.
- HEBESTREIT, H. (2005). Regulation des Energieverbrauchs über körperliche Belastung. In: M. WABITSCH, K. ZWIAUER, J. HEBEBRAND, W. KIESS (Hrsg.). *Adipositas bei Kindern und Jugendlichen. Grundlagen und Klinik*. Berlin, Heidelberg, New York: Springer.

- HECK, H. (1990). *Laktat in der Leistungsdiagnostik*. Wissenschaftliche Schriftenreihe des Deutschen Sportbundes. Schorndorf, Hofmann.
- HECK, H. (1990a). Energiestoffwechsel und medizinische Leistungsdiagnostik. *Studienbrief Nr. 8 der Trainerakademie Köln des Deutschen Sportbundes*. Schorndorf.
- HEDLEY, AA.; OGDEN CL.; JOHNSON CL.; CARROLL MD.; CURTIN LR.; FLEGAL KM. (2004), Prevalence of overweight and obesity among US children, adolescents and adults, 1999-2002. *JAMA* 291: 2847-50.
- HILLS, A.P.; PARKER, A.W. (1988): Obesity management via diet and exercise intervention. *Child Care Health Dev.* 14 (6), 409-416
- HOLLMANN, W.; STRÜDER, H.K. (2009). *Sportmedizin: Grundlagen für körperliche Aktivität, Training und Präventivmedizin (5. Aufl.)*. Stuttgart, New York: Schattauer.
- HOLLMANN, W.; STRÜDER, H.K.; PREDEL, H.-G.; TAGARAKIS, C.V.M. (2006). *Spiroergometrie. Kardiopulmonale Leistungsdiagnostik des Gesunden und Kranken*. Stuttgart, New York: Schattauer.
- HUBER, G. Abnormales Gewicht als normale Antwort auf eine abnormale Umwelt. *Bewegungstherapie und Gesundheit* 2004; 20: 223-227.
- HUBERT, H.B.; FEINLEIB, M.; McNAMARA, P.M.; CASTELLI, W.P. (1983). Obesity as an independent risk factor for cardiovascular disease: a 26-year follow-up of participants in the Framingham Heart Study. *Circulation*; 67, 968-977.
- ILG, H.; KÖHLER, H. (1977). Über die Vervollkommnung der Laufausdauer im Schulalter. *Theorie und Praxis der Körperkultur*, 26, 914.
- JACKSON, A.S.; COLEMAN, A.E. (1976). Validation of distance run tests for elementary school children. *Res Q.* 47 (1), S. 86-94.

- JAMES, J; KERR, D. (2005). Prevention of childhood obesity by reducing soft drinks. *International Journal of Obesity*, 29, 54-57.
- JEFFREY R.W.; DREWNOWSKI, A.; EPSTEIN, L.H.; STUNKARD, A.J.; WILSON, G.T.; WING, R.R.; HILL, D.R. (2000). Long-term maintains of weight loss: current status. *Health Psychology*, 19:5-16.
- JOHNSON, M.S.; FIGUEROA-COLON, R.; HERD, S.L.; FIELDS, D.A.; MIN SUN; HUNTER, G.R.; GORAN, M.I (2000). Aerobic Fitness, Not Energy Expenditure, Influences Subsequent Increase in Adiposity in Black and White Children. *Pediatrics*, Vol. 106, No. 4.
- KAIN, J.; UAUY, R.; ALBALA, F.V.; CERDA, R.; LEYTON, B. (2003). School-based obesity prevention in Chilean primary school children: methodology and evaluation of a controlled study. *International Journal of Obesity* 28, 483-493.
- KAMPER, A.; LAWRENZ, A. (2002). Adipositas. In: H. HEBESTREIT, R. FERRARI, J. MEYER-HOLZ, W. LAWRENZ, B.-K. JÜNGST (Hrsg.), *Kinder- und Jugendsportmedizin. Grundlagen, Praxis, Trainingstherapie*. Stuttgart – New York: Thieme 2002, 221 – 225.
- KAVEY, R.E., DANIELS, S.R.; LAUER, R.M.; ATKINS, D.L.; HAYMAN, L.L.; TAUBERT, K.T. (2003). American Heart Association Guidelines for primary prevention of atherosclerotic Cardiovascular Disease beginning in childhood. *Circulation* 107, 1562-1566.
- KGAS (Konsensusgruppe Adipositasschulung) (2004). *AID. Trainermanual leichter, aktiver, gesünder. Interdisziplinäres Konzept für die Schulung übergewichtiger oder adipöser Kinder und Jugendlicher*. Bonn: AID.
- KLEINE, W. (2003). *Tausend gelebte Kindertage. Kinder – Alltag – Bewegung*. Weinheim, München: Juventa.

- KLEMT, U. (1988): *Die kardiopulmonale Leistungsfähigkeit im Kindes- und Jugendalter*. Köln, Sport & Buch Strauß.
- KLEMT, U.; ROST, R. (1986). Normwerte kindlicher Leistungsfähigkeit. In: R. ROST & STARISCHKA (Hrsg.). *Das Kind im Zentrum interdisziplinärer sportwissenschaftlicher Forschung*. Erlensee, SFT, 193-203.
- KLIMT, F. (1991). Physical fitness for sports in the preschool age. *Monatsschrift Kinderheilkunde* 139, 749-751.
- KLIMT, F. (1992). *Sportmedizin im Kindes- und Jugendalter*. Stuttgart, Thieme.
- KLINGE, R. (2002). *Das Elektrokardiogramm: Leitfaden für Ausbildung und Anwendung*. Stuttgart, Thieme.
- KOHL, H.W.; FULTON, J.E.; CASPERSEN, C.J. (2000). Assessment of Physical Activity among Children and Adolescents: A Review and Synthesis. *Preventive Medicine* 31(2), 54-76
- KOLETZKO, B. (2004). Therapie bei Adipositas. Was ist praktikabel? *Monatsschrift Kinderheilkunde* 152 (8), 849-855
- KORSTEN-RECK, U. (1997). Konzept für ein bundesweit umsetzbares ambulantes Programm der Therapie und Prävention der Adipositas bei Kindern und Jugendlichen. In: K. TRAENCKNER, A. BERG. B.-K. JÜNGST, M.J. HALHUBER, R. ROST (Hrsg.), *Prävention und Rehabilitation im Kindes- und Jugendalter*. Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft mbH, 153-156.
- KORSTEN-RECK, U. (2005). FITOC (Freiburg Intervention Trial for Obese Children). In: B. BJARNASSON-WEHRENS, S. DORDEL (Hrsg.), *Adipositas im Kindes- und Jugendalter*. Sankt Augustin: Academia Verlag, 176-180.

- KORSTEN-RECK, U.; KASPAR, T.; KORSTEN, K.; KROMEYER-HAUSCHILD, K.; BÖS, K.; BERG, A.; DICKHUT, H.-H. (2007). Motor Abilities and Aerobic Fitness of Obese Children. *International Journal of Sports Medicine*, 28, 762-767.
- KORSTEN-RECK, U.; KROMEYER-HAUSCHILD, K.; WOLFARTH, B.; DICKHUTH, H.-H.; BERG, A. (2005). Freiburg Intervention Trial for Obese Children (FITOC): results of a clinical observation study. *International Journal of Obesity* 29, 356-361
- KRETSCHMER, J. (2000). Was wissen wir wirklich über die Folgen der veränderten Bewegungswelt? *Körpererziehung* 4: 217-213.
- KROMEYER-HAUSCHILD, K. (2004). Definition, Anthropometrie und deutsche Referenzwerte für BMI. In: M. WABITSCH, W. KIESS, J. HEBEBRAND (Hrsg.). *Adipositas im Kindes- und Jugendalter – Grundlagen und Klinik*. Berlin – Heidelberg: Springer 2005, 3-15.
- KROMEYER-HAUSCHILD, K.; WABITSCH, M.; KUNZE, D.; GELLER, F.; GEISS, H.; HEESE, V.; HIPPEL, A.; JAEGER, U.; JOHNSON, D.; KORTE, W.; MENNER, K.; MÜLLER, G.; MÜLLER, J.; NIEMANN-PILATUS, A.; REMER, T.; SCHAEFER, F.; WITTCHEN, H.; ZABRABNSKY, S.; ZELLNER, K.; ZIEGLER, A.; HEBEBRAND, J. (2001): Perzentile für den Body-Mass-Index für das Kindes- und Jugendalter unter Heranziehung verschiedener deutscher Stichproben. *Monatsschrift Kinderheilkunde, Band 149*, 807-818.
- KULLMER, T.; RAAB, S.; KINDERMANN, W. (1987): Ergometrie im Kindesalter – Vergleich unterschiedlicher Belastungsmethoden. In: RIECKERT, H. (Hrsg.). *Sportmedizin – Kursbestimmung*. Springer 1987, 688-692.

- KURTH, B.; SCHAFFRATH-ROSARIO, A. (2007). Die Verbreitung von Übergewicht und Adipositas bei Kindern und Jugendlichen in Deutschland. Ergebnisse des bundesweiten Kinder und Jugendgesundheits surveys (KiGGS). *Bundesgesundheitsblatt*, 50: 736-743.
- LAASER, U. (1989). *Jugendärztliche Definitionen*. Manuskript durch Bielefeld. IDIS Institut für Dokumentation und Information, Sozialmedizin und öffentliches Gesundheitswesen.
- LAMMERS, A.E.; HISLOP, A.A.; FLYNN, Y.; HAWORTH, S.G. (2007). The 6-minute walk test: normal values for children of 4-11 years of age. *Archives of Disease in Childhood*; 93: 464-468.
- LAMPERT, T.; MENSINK, G.B.M.; ROMAHN, N.; WOLL (2007). Körperlich-sportliche Aktivität von Kindern und Jugendlichen in Deutschland. Ergebnisse des Kinder- und Jugendgesundheits surveys (KiGGS). *Bundesgesundheitsblatt – Gesundheitsforschung – Gesundheitsschutz* 2007. 50:634-642. Springer Medizin Verlag.
- Landesinstitut für den öffentlichen Gesundheitsdienst NRW (LÖGD) (2003). *Schulärztliche Untersuchungen in Nordrhein-Westfalen – Jahresbericht 2002*. LÖGD, Bielefeld.
- LAWRENZ, A. (2005). Übergewicht und Adipositas im Kindes- und Jugendalter – medizinische Grundlagen. In: B. BJARNASSON-WEHRENS, S. DORDEL (Hrsg.). *Adipositas im Kindes- und Jugendalter*. Sankt Augustin: Academia Verlag, 9-21.
- LAWRENZ, W.; HEBESTREIT, H. (2002). *Ergometrie im Kindes- und Jugendalter*. In: HEBESTREIT, H.; FERRARI, R.; MEYER-HOLZ, J.; LAWRENZ, W.; JÜNGST, B.: *Kinder- und Jugendsportmedizin. Grundlagen, Praxis, Trainingstherapie*. Stuttgart, New York, Thieme.

- LÉGER, L.A.; MERCIER, D.; GADOURY, C. ; LAMBERT, J. (1988). The multistage 20 metre shuttle run test for aerobic fitness. *Journal of Sports Science*, 6 (2): 93-101.
- LEHRKE, R.; LAESSLE, S. (2002). Adipositas. In: U. EHLERT (Hrsg.), *Lehrbuch der Verhaltensmedizin*. Heidelberg: Springer, 497-529.
- LEMURA, L.M.; MAZIEKAS, M.T. (2002). Factors that alter body fat, body mass and fat-free mass in pediatric obesity. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 34 (3), 487-496.
- LI, A.M.; YIN, J.; AU, J.T.; SO, H.K.; TSANG, T.; WONG, E.; FOK, T.F.; NG, P.C. (2007). Standard reference for the six-minute-walk test in healthy children aged 7 to 16 years. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*; 176(2): 174-80. Epub 2007 Apr 26.
- LI, A.M.; YIN, J.; YU, C.C.W.; TSANG, T.; SO, H.K.; WONG, E.; CHAN, D.; HON, E.K.L.; SUNG, R. (2005). The six-minute walk test in healthy children: reliability and validity. *European Respiratory Journal*; 25: 1057-1060.
- LITTLE, R.J.A.; RUBIN, D.B. (1987). *Statistical Analysis with Missing Data*. New York: Wiley Verlag.
- LIVINGSTONE, M.B.; ROBSON, P.J.; WALLACE, J.M.; MCKINLEY, M.C. (2003). How active are we? Levels of routine physical activity in children and adults. *Proceedings of Nutrition Society*, 62(3), 681-701.
- LOBSTEIN, T.; BAUR, L.; UAUY, R. (2004). Childhood Obesity Working Group. Obesity in children and young people: a crisis in public health. Report to the World Health Organisation. *Obesity Reviews* 5. 4-85.

- MADER, A. (1976). Zur Beurteilung der sportartspezifischen Ausdauerleistungsfähigkeit im Labor. Sonderdruck aus: *Sportarzt und Sportmedizin, Heft 4 und 5*. Köln.
- MAFFEIS, C. (2000). Aetiology of overweight and obesity in children and adolescents. *European Journal of Pediatrics, 159*, 35-44.
- MAHON, A.D. (2000). *Excercise Training*. In: ARMSTRONG, N.; VAN MECHELEN, W.; eds. Paediatric Exercise science and medicine. Oxford: Oxford University Press: 200-222.
- MANNHARDT, S. (2003). Ernährungspyramide für Kinder – Entwicklung und Anwendung. *Ernährung im Fokus, 7*, 206-209.
- MANIOS, Y.; MOSCHANDREAS, J.; HATZIS, C.; KAFATOS, A. (1999): Evaluation of health and nutrition education program in primary school children of Crete over a three year period. *Preventive Medicine, 28*, 149-159.
- MASGF: Ministerium für Arbeit, Soziales, Gesundheit und Frauen des Landes Brandenburg (1999). *Einschüler in Brandenburg: soziale Lage und Gesundheit 1999*. Potsdam.
- McGILL, H.C. Jr.; McMAHAN, C.A.; HEDERICK, E.E.; ZIESKE, A.W.; MALCOM, G.T.; TRACY, R.E.; STRONG, J.P. (2002). Obesity accelerates the progression of coronary atherosclerosis in young men. *Circulation; 105*, 2712-2718.
- McNAUGHTON, L.; CROFT, R.; PENNICOTT, J.; LONG, T. (1990). The 5 and 15 minute runs as predictors of aerobic capacity in high school students. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness, 30*, 24-28.

- MELANSON, E.L. Jr.; FREEDSON, P.S. (1996). Physical activity assessment: a review of methods. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*; 36(5): 385-96.
- MICHAUD, P.A.; NARRING, F.; CAUDERAY, M.; et al. (1999). Sport activity, physical activity and fitness for 9- to 19-year-old teenagers in the canton Vaud (Switzerland). *Schweizer Medizinische Wochenschrift* 129, 691-699.
- MOKDAD, A.H.; JAMES, S.M.; STROUP, D.F.; GERBERDING, J.L. (2004). Actual causes of death in the United States, 2000. *JAMA* 291, 1238-1245.
- MÜLLER, M.J.; MUST, M.; DANIELZIK, S.; SPETHMANN, C.; LANGNÄSE, K. (2002). Prävention der Adipositas. *Aktuelle Ernährungsmedizin* 27, 139-141.
- MÜLLER, U.; BEYER, P.; BÖTTNER, A.; CHEN-STUTE, A.; DEMUTH, M.; FROMME, C.; GRAF, C.; HAMBURGER, U.; HASSMANN, R.; HOLL, R.W.; KILIAN, U.; KNAUTH, B. (2004): Adipositas-Dokumentation mit dem APV Programm – gemeinsame Auswertung von 8344 Patienten aus 42 Behandlungszentren. *Abstractband der Jahrestagung der Deutschen Adipositas-Tagung*, Hamburg.
- NEMET, D.; BARKAN, S.; EPSTEIN, Y.; FRIEDLAND, O.; KOWEN, G.; ELIAKIM, A. (2005). Short- and Long-Term Effects of a Combined Dietary-Behavioural-Physical Activity Intervention for the Treatment of Childhood Obesity. *Pediatrics* 115 (4), 443-449
- NETHING, K.; STROTH, S.; WABITSCH, M.; GALM, C.; RAPP, K.; BRANDSTETTER, S.; BERG, S.; KRESZ, A.; WARTHA, O.; STEINACKER, J.M. (2006). Primärprävention von Folgeerkrankungen des Übergewichts bei Kindern und Jugendlichen. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, 52 (2): 42-45.

- NORMAN, A.C.; DRINKARD, B.; McDUFFIE, J.R.; GHORBANI, S.; YANOFF, L.B.; YANOVSKI, J.A. (2005). Influence of excess adiposity on exercise fitness and performance in overweight children and adolescents. *Pediatrics*, 115(6): 690-696.
- OBERT, P.; MANDIGOUT, S.; VINET, A.; N'GUYEN, L.D.; STECKEN, F.; COUTREIX, D. (2001). Effect of aerobic training and detraining on left ventricular dimensions and diastolic function in prepubertal boys and girls. *International Journal of Sports Medicine*: 2290-96.
- OERTER R.; MONTADA, L. (2002). *Entwicklungspsychologie. Ein Lehrbuch*. 5. vollständig überarbeitete Aufl. Psychologie Verlagsunion. München, Weinheim.
- PAHLKE, U; PETERS, H.; WURSTER, H. (1976). Sportmedizinische und sportmethodische Untersuchungsergebnisse zur Ausdauerentwicklung durch den Sportunterricht im jüngeren Schulalter. *Medizin und Sport* 16, 189-194.
- PARIZKOVA, J.; HILLS, A. (2001). *Childhood Obesity – Prevention and Treatment*. CRC Press LLC, Florida (USA).
- PARIZKOVA, J.; MAFFEIS, C.; POSKITT, E.M.E. (2002). Management through activity. In: BURNIAT, W.; COLE, T.; LISSAU, I., POSKITT, E. (Eds.). *Child and Adolescent Obesity. Causes and Consequences, Prevention and Management*. S. 307-326. Cambridge: Cambridge University Press.
- PETERMANN, F. (Hrsg.) (1997). *Patientenschulung und Patientenberatung*. Göttingen: Hogrefe.
- PETERMANN, F.; KOCH, U.; HAMPEL, P. (2006). Rehabilitation von Kindern und Jugendlichen. *Rehabilitation*, 45, 1-8.

- PETERSEN, C. (1999). Moby Dick – ein Hamburger Programm zur Sekundärprävention. *Hamburger Ärzteblatt*, 5, 220.
- PETERSEN, C. (2005). Moby Dick – Gesundheitsprogramm für übergewichtige und adipöse Kinder. In: B. BJARNASSON-WEHRENS, S. DORDEL; (Hrsg.). *Adipositas im Kindes- und Jugendalter*. Sankt Augustin: Academia Verlag, 181-190.
- PFITZINGER, P.; FREEDSON, P. (1997). Blood lactat response to exercise in children: Part I. Peak lactate concentration. *Pediatric Exercise Science* 9, 210-220.
- POIRIER, P.; DESPRES, J.P. (2001). Exercise in weight management of obesity. *Cardiology Clinics*; 19 (3): 459-470.
- REINKEN, L.; STOLLEY, H.; DROESE, W. (1980). Zur Diagnostik von Überernährung und Übergewicht – ein neues Somatogramm. *Monatsschrift Kinderheilkunde*, 128, 662-667.
- REINHER, T. (2005). Adipositasschulung „Obeldicks“. In: B. BJARNASSON-WEHRENS, S. DORDEL (Hrsg.). *Adipositas im Kindes- und Jugendalter*. Sankt Augustin: Academia Verlag, 197-208.
- REINEHR, T. (2005a). Übersicht über konventionelle Therapiemöglichkeiten. In: WABITSCH, M.; ZWIEAUER, K.; HEBEBRAND, J.; KIESS, W.: *Adipositas bei Kindern und Jugendlichen*. Springer, Berlin 2005
- REINHER, T.; WABITSCH, M. (2003). Treatment of obese children and adolescents in Germany. *Journal of Pediatric Gastroenterology and Nutrition* 37, 208.
- REINHER, T.; DOBE, M; KERSTING, M. (2003a). *Therapie der Adipositas im Kindesalter – Adipositasschulung OBELDICKS*. Göttingen, Bern, Toronto, Seattle: Hogrefe Verlag.

- REINHER, T.; BRYLAK, K.; ALEXU, U.; KERSTING, M.; ANDLER, W.
(2003b): Predictors to success in outpatient training in obese children and adolescents. *International Journal of obesity*, 27, 1087-1092.
- REINHER, T.; WIDHALM, K.; L'ALLEMAND, D.; WIEGAND, S.; WABITSCH, M.; HOLL, R.W.; APV-Wiss Study Group and German Competence Net Obesity (2009): Two year follow-up in 21784 overweight children and adolescents with lifestyle intervention. *Obesity*, 17 (6): 1196-1199.
- REYBROUCK, T.; WEYMANS, M.; VINCKX, J.; STIJNS, H.; VANDER-SCHUEREN -LODEWEYCKX, M. (1987). Cardiorespiratory function during exercise in obese children. *Acta Paediatrica Scandinavica* 76, 342-348.
- RIDDOCH, C.; EDWARDS, D.; PAGE, A.; FROBERG, K.; ANDERSSON, S.A.; WEDDERKOPP, N.; BRAGE, S.; COPPER, A.; SARDINHA, L.; HARRO, M.; HEGGEBØ, L.K.; VAN MECHELEN, W.; BOREHAM, C.; EKELUND, U.; ANDERSEN, L.B.. The European Youth Heart Study - cardiovascular disease risk factors in children: rationale, aims, study design and validation of methods. *J Physical Activity and Health*, 2:115-29; 2005.
- ROBERTS, S.; SAVAGE, J.; COWARD, W.; CHEW, B.; LUCAS, H. (1988). Energy expenditure and intake in infants born to lean and overweight mothers. *New England Journal of Medicine*, 318, 461-466.
- RÖTHLISBERGER, C.; SEILER, R. (1999). Sport, stress, emotional support and mental health in adolescents. A two year longitudinal study. *European Yearbook of Sport Psychology* 3, 58-76.
- ROST, R. (1995). *Sport- und Bewegungstherapie bei inneren Krankheiten. Lehrbuch für Sportlehrer, Übungsleiter, Krankengymnasten und Sportärzte*. Köln: Deutscher Ärzteverlag.

- ROST, R.; HOLLMANN, W. (1982). *Belastungsuntersuchungen in der Praxis. Grundlagen, Technik und Interpretation ergometrischer Untersuchungsverfahren*. Stuttgart, New York: Thieme.
- ROST, R.; LAGERSTRØM, D.; VÖLKER, K. (1996). *Die Fahrradergometrie und körperliches Training bei Herzkreislaufpatienten*. Köln: Echo-Verlag.
- ROST, R. (Hrsg.); APPELL, H.J.; GRAF, C.; HARTMANN, U.; MENKE, W.; PLATEN, P.; PREDEL, H.G.; SCHÄNZER, W.; SCHNELL, D.; SCHÜLE, K.; WILCZKOWIAK, I.U. (2001). *Lehrbuch der Sportmedizin*. Köln: Deutscher Ärzte-Verlag.
- ROWLAND, T. (1990). Developmental aspects of physiological function relating to aerobic exercise. *Sports Medicine*, 10, 255-266.
- ROWLAND, T. (1993). Aerobic exercise testing protocols. In: T. Rowland (editors). *Paediatric Laboratory Exercise Testing*. Champaign II. Human Kinetics, 19-41.
- ROWLAND, T. (1996). *Development Exercise Physiology*. Champaign, Illinois, Human Kinetics.
- ROWLAND, T. (2000). *Effects of training on a child's body*. In: SULLIVAN, J.A.; ANDERSON, S.J., eds. *Care the young athlete*. American Academy of Orthopaedic Surgeons, American Academy of Pediatrics.
- ROWLAND, T. (2005). *Children's exercise physiology*. 2nd Ed., Champaign, Human Kinetics.
- ROWLANDS, A.V.; INGLEDEW, D.K.; ESTON, R.G. (2000). The effect of the type of physical activity measure on the relationship between body fatness and habitual physical activity in children: a meta-analysis. *Annals of Human Biology* 27, 479-497.

- RUSCH, H.; IRRGANG, W. (1994). Handreichungen für den Münchner-Fitnesstest – MFT. *Sportunterricht – Lehrhilfen* 43, Nr.1, S. 1-7.
- SAFRIT, M.J. (1973). *Evaluation in physical education. Assessing motor behaviour*. Englewood Cliffs, N.J.: Prentice-hall.
- SALLIS, J.F.; MCKENZIE, T.L.; KOLODY, B.; LEWIS, M.; MARSHALL, S.; RO-SENGARD, P. (1999). Effects of health-related physical education on academic achievement: Project SPARK. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 70, 127-134.
- SCHWAB, G. (1991): *Fehlende Werte in der angewandten Statistik*. Wiesbaden: Deutscher Universitäts-Verlag; S. 7
- SCHWARTZ, F.W. (1998). *Das Public Health Buch – Gesundheit und Gesundheitswesen*. Urban und Schwarzenberg.
- SCHWIMMER, J.B., BURWINKLE, T.M.; VARNI, J.W. (2003). Health-related quality of life of severely obese children and adolescents. *JAMA*; 289, 1813-1819.
- SHEPARD, R.J. (1997). Curricular physical activity and academic performance. *Paediatric Exercise Science*, 9, 113-126.
- SIMON, G.; BERG, A.; DICKHUT; H.H.; SIMON-ALT, A.; KEUL, J. (1981). Bestimmung der anaeroben Schwelle in Abhängigkeit von Alter und von der Leistungsfähigkeit. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin* 32, 7-14.
- SINHA, R.; FISCH, G.; TEAGUE, B.; TAMBORLANE, W.V.; BANYAS, B.; ALLEN, K.; SAVOYE, M.; RIEGER, V.; TAKSALI, S.; BARBETTA, G.; SHERWIN, R.S.; CAPRIO, S. (2002). Prevalence of impaired glucose tolerance among children and adolescents with marked obesity. *New England Journal of Medicine*; 346, 802-810.

- SIRARD, J.R.; PATE, R.R. (2001). Physical activity assessment in children and adolescents. *Sports Medicine*, 31(6), 439-54.
- SOLWAY, S.; BROOKS, D.; LACASSE, Y.; THOMAS, S. (2001). A qualitative systematic overview of the measurement properties of functional walk tests used in the cardiorespiratory domain. *Chest* 2001; 119: 256-270.
- STACHOW, R.; WOLF, J.; KROMEYER-HAUSCHILD, K.; DOST, A.; WABITSCH, M.; GRABERT, M.; HOLL, R.W. (2003). Übergewicht und Adipositas bei Kindern und Jugendlichen mit Diabetes mellitus Typ 1. Prävalenz und Einflussfaktoren. *Monatsschrift Kinderheilkunde*, 151, 194-201.
- STACHOW, R.; KÜHN-DOST, A.; MANNHARDT, S.; CZERWINSKI-MAST, M.; JEß, S.; WERNING, A.; RÄDERICH, U.; WESTENHÖFER, J.; CLAUßNITZER, G.; ECKSTEIN, E. (2004). Schulungsbereich Ernährung. In: aid Infodienst und Deutsche Gesellschaft für Ernährung (Hrsg.). *Trainermanual leichter, aktiver, gesünder. Interdisziplinäres Konzept für die Schulung übergewichtiger und adipöser Kinder und Jugendlicher*. Bonn: AID, S. 321-428.
- STARKER, A.; LAMPERT, T.; WORTH, A.; OBERGER, J.; KAHL, H.; BÖS, K. (2007). Motorische Leistungsfähigkeit. Ergebnisse des Kinder- und Jugendgesundheits surveys (KiGGS). *Bundesgesundheitsblatt*, 50: 775-783.
- STEPHENS, M.B.; WENTZ, S.W. (1998). Supplement fitness activities and fitness in urban elementary school classrooms. *Family Medicine*; 30: 220-223.
- STEMPER, T.; BACHMANN, C.; DIEHLMANN K. (2007). DüMo – Das Düsseldorfer Modell der Bewegungs-, Sport- und Talentförderung (2003-2006). *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, 58, 718: 228.

- STUNKARD, A.J.; SÖRENSEN, T.I.A.; HANIS, C.; TEASDALE, T.W.;
CHAKRABORTY, R.; SCHULL, W.J.; SCHULSINGER, F. (1986). An
adoption study of human obesity. *New England Journal of Medicine*
314, 193-198.
- STUNKARD, A.J.; HARRIS, J.R.; PEDERSEN, N.L.; McCLEARN, G.E. (1990):
The body-mass-index of twins who have been reared apart. *New
England Journal of Medicine* 322, 1483-1487.
- STRONG, W.B.; MALINA, R.M.; BLIMKIE, C.J.R.; DANIELS, S.R.; DISHMAN,
R.K.; GUTIN, B.; HERGENROEDER, A.C.; MUST, A.; NIXON, P.A.;
PIVARNIK, J.M; ROWLAND, T.; TROST, S; TRUDEAU, F. (2005).
Evidence based physical activity for school-age youth. *Journal of
Paediatrics*: 732-737.
- SUMMERBELL, C. D.; ASHTON, V.; CAMPBELL, K. J.; EDMUNDS, L.; KELLY,
S.; WATERS, E. (2003): *Interventions for treating obesity in children*.
In: Cochrane Library, Issue 3. John Wiley & Sons, Ltd., Chichester,
UK.
- THIEL, C.; CLAUßNITZER, G.; VOGT, L.; BANZER, W. (2007). Validität
herzfrequenzbasierter Energieverbrauchsberechnungen in der
pädiatrischen Adipositas therapie. *Deutsche Zeitschrift für
Sportmedizin*, 56, 3: 78-81.
- TOMKINSON, G.R.; OLDS, T.S.; KANG, S.J., KIM, D.Y. (2007). Secular
Trends in the aerobic fitness test performance and Body Mass Index
of Korean Children and Adolescents. *International Journal of Sports
Science* 2007; 28: S. 314-320.
- TOMKINSON, G.R.; LEGER, L.A.; OLDS, T.S.; CAZORLA, G. (2003). Secular
trends in the performance of children and adolescents (1980-2000): an
analysis of 55 studies of the 20m shuttle run test in 11 countries.
Sports Medicine 33 (4), 285-300.

- TORTELERO, S.R.; TAYLOR, W.C.; MURRAY, N.G. (2000). Physical activity, physical fitness and social psychological and emotional health. In: N. ARMSTRONG, W. VAN MECHELEN (editors). *Paediatric Exercise Science and Medicine*. Oxford: Oxford University Press, 273-293.
- TÖROK, K.; SZELENYI, Z.; PORSZASZ, J.; MOLNAR, D. (2001). Low physical performance in obese adolescent boys with metabolic syndrome. *International Journal of Obesity* 25, 966-970.
- TREMBLAY, M.S.; WILLMS, J.D. (2003). Is the Canadian childhood obesity epidemic related to physical inactivity? *International Journal of Obesity* 27, 1100-1105.
- TROST, S.G.; KERR, L.M.; WARD, D.S.; PATE, R.R. (2001). Physical activity and determinants of physical activity in obese and non-obese children. *International Journal of Obesity*, 25, 822-829.
- VAJDA, I.; MESZAROS, J.; PROKAI, A.; SZIVA, A.; PHOTIOU, A.; ZSIDEGH, P. (2007). Effects of 3 hours a week of physical activity on body fat and cardio-respiratory parameters in obese boys. *Acta Physiologica Hungarica* 94 (3), 191-198
- VAN GAAL, E.F.; WOUTERS, M.A.; DELEEuw, I.H. (1997). The beneficial effects of modest weight loss on cardiovascular risk factors. *International Journal of Obesity*, 27 (Suppl.), S. 5-9.
- VAN MECHELEN, W.; TWISK, J.W.; POST, G.B.; SNEL, J.; KEMPER, H.C. Physical activity of young people: the Amsterdam longitudinal growth and health study. *Medicine and Science in Sports and Exercise*
- VERBAND DEUTSCHER RENTENVERSICHERUNGSTRÄGER (Hrsg.) (1998). *Statistik Rehabilitation des Jahres 1998 – Leistungen zur Rehabilitation und sonstige Leistungen der gesetzlichen Rentenversicherung im Jahre 1998*. Frankfurt, VDR.

- VERBAND DEUTSCHER RENTENVERSICHERUNGSTRÄGER (Hrsg.) (2003). *Statistik Rehabilitation des Jahres 1998 – Leistungen zur Rehabilitation und sonstige Leistungen der gesetzlichen Rentenversicherung im Jahre 2003*. Frankfurt, VDR.
- VOTRUBA, S.B.; HORVITZ, M.A.; SCHOELLER, D.A. (2000). The role of exercise in the treatment of obesity. *Nutrition*, 16, 179-188.
- WABITSCH, M. (2004a). Adipositas bei Kindern und Jugendlichen in Deutschland. *Monatsschrift Kinderheilkunde* 152, S. 832-833.
- WABITSCH, M. (2004b). Kinder und Jugendliche mit Adipositas in Deutschland. *Bundesgesundheitsblatt* 47, 251-255.
- WABITSCH, M.; DENZER, C. (2004). *Examination and Diagnostic Procedure*. In: KIESS, W.; MARCUS, C.; WABITSCH, M. (Hrsg.): *Obesity in Childhood and Adolescence*. Basel, Karger, 30-40.
- WABITSCH, M.; KUNTZE, D. (2001). Adipositas im Kindes- und Jugendalter – Basisinformationen und Leitlinien für Diagnostik, Therapie und Prävention. *Monatsschrift Kinderheilkunde* 149, S. 805-806.
- WABITSCH, M.; ZWIAUER, K.; HEBEBRAND, J.; KIESS, W. (2005). *Adipositas bei Kindern und Jugendlichen. Grundlagen und Klinik*. Berlin, Heidelberg, New York: Springer.
- WALTER, U.; SCHWARTZ, F. W. (2003). Prävention. In: SCHWARTZ, F. W.; BADURA, B.; BUSSE, R.; LEIDL, R.; RASPE, H.; SIEGRIST, J.; WALTER, U. (Hrsg.). *Das Public Health Buch. Gesundheit und Gesundheitswesen*. München – Jena: Urban 2003, 189-225.
- WATTS, K.; JONES, T.W.; DAVIS, E.A.; GREEN, D. (2005). Exercise Training in obese children and adolescents: current concepts. *Sports Medicine*; 35 (5): 375-392.

- WEINECK, J. (2000). *Optimales Training: leistungsphysiologische Trainingslehre unter besonderer Berücksichtigung des Kinder- und Jugendtrainings*. Balingen: Spitta.
- WELK, G.J.; CORBIN, C.B.; DALE, D. (2000). Measurement issues in the assessment of physical activity in children. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 71(2S), 59-73.
- WELSMAN, J.R.; ARMSTRONG, N. (1998). The influence of age and sexual maturation on children's blood lactate responses to exercise. In: *Paediatric anaerobic performance*. VAN PRAAGH, P. (Hrsg.). Champaign, IL: Human Kinetics, 137-190.
- WHITAKER, R.; WRIGHT, J.A.; PEPE, M.S.; SEIDEL, K.D; DIETZ, W.H. (1997). Predicting obesity in young adulthood from childhood and parental obesity. *New England Journal of Medicine* 337, 869-873.
- WHO (1986). *Ottawa Charter for health promotion*. World Health Organisation. Geneva.
- WHO physical status (1995). *The use and interpretation of anthropometrie*. Report of a WHO expert committee. World Health Organisation, Geneva. *Technical Report Series, No. 854*, 368.
- WHO report obesity (1998). *Preventing and managing the global epidemic*. Report of a WHO consultation on obesity. World Health Organisation, Geneva.
- WHO-Charta (2006). *Bericht über die europäische Ministerkonferenz der WHO zur Bekämpfung der Adipositas*. Istanbul. Zugriff am 06.08.2008 unter <http://www.euro.who.int/document/E90143G.pdf?language=German>.

- WIAD-Studie (2001). *Bewegungsstatus von Kindern und Jugendlichen in Deutschland. Kurzfassung einer Untersuchung auf der Basis einer sekundäranalytischen Sichtung, einer repräsentativen Befragung bei 12- bis 18-Jährigen und eines Bewegungs-Check-Up in Schulen*. Eine Analyse des Wissenschaftlichen Instituts der Ärzte Deutschlands DSB (Hrsg.): Frankfurt.
- WIEDEBUSCH, S.; PETERMANN, F.; WARSCHBURGER, P. (1997). Chronische Erkrankungen im Kindes- und Jugendalter. In: F. PETERMANN (Hrsg.). *Rehabilitation. Ein Lehrbuch zur Verhaltensmedizin*. Göttingen: Hogrefe, 476-506.
- WILLIMCZIK, K. (1997). *Statistik im Sport: Grundlagen, Verfahren, Anwendungen*. Band 1. Ahrensburg: Czwalina.
- WILSON J.M.G.; JUNGNER G. (1968). Principles and Practice of Screening for Disease. *WHO Chronicle*, 22(11):473
- WIRTH, A. (2003). *Adipositas-Fibel*. Berlin, Heidelberg, New York: Springer.
- WOWERIES, J. (2004). Bewegung / körperliche Aktivität / Sport als Behandlungsprinzip bei Adipositas im Kindes- und Jugendalter. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin* 55, S. 6-7.
- WYDRA, G.; LEWECK, P. (2007). Zur kurzfristigen Trainierbarkeit der Fitness im Schulsport. *Sportunterricht*, Schorndorf, 56 (2007), Heft 7.
- ZIESKE A.W.; MALCOM, G.T.; STRONG, J.P. (2002). Natural history and risk factors of arteriosclerosis in children and youth: the PDAY study. *Paediatric Pathology and Molecular Medicine*, 21, 213-237.
- ZINTL, F.; EISENHUT, A. (2004). *Ausdauertraining. Grundlagen – Methoden – Trainingssteuerung*. BLV Verlagsgesellschaft.

ZWIAUER, K. (1998). Adipositas im Kindes- und Jugendalter – Prävention und Therapie. In: J.G. WECHSLER (Hrsg.). *Adipositas Ursachen und Therapie*. Berlin, Wien: Blackwell Wissenschafts-Verlag.

Anhang

A.1 Testprotokoll des Dordel-Koch-Tests



Stempel oder Name der Einrichtung

ggf. ID Kind

Vorname Kind

Tag Geburt

Monat Geburt

Testprotokoll der ‚Fitness-Olympiade‘ - DKT

zur Erfassung der motorischen Leistungsfähigkeit bei Kindern

<p>Vorname, Name: _____</p> <p>_____</p> <p>Geschlecht: <input type="checkbox"/> männl. <input type="checkbox"/> weibl.</p> <p>Geburtsdatum: _____</p> <p><input type="text"/><input type="text"/>.<input type="text"/><input type="text"/>.<input type="text"/><input type="text"/><input type="text"/><input type="text"/></p> <p>Körpergröße: <input type="text"/><input type="text"/><input type="text"/>. <input type="text"/> cm</p> <p>Gewicht in kg: <input type="text"/><input type="text"/><input type="text"/>. <input type="text"/> kg</p>	<p>Testdatum: <input type="text"/><input type="text"/>.<input type="text"/><input type="text"/>. 20<input type="text"/><input type="text"/></p> <p>Testbeginn: <input type="text"/><input type="text"/>:<input type="text"/><input type="text"/> Uhr</p> <p>Testleiter: _____</p> <p>Schule / Verein: _____</p> <p>Schulform: _____</p> <p>Klasse: _____</p> <p>Links-/Rechtshänder: <input type="checkbox"/> links <input type="checkbox"/> rechts</p> <p>Anmerkungen: _____</p> <p>_____</p>
--	--

Aufgabe	Beschreibung	Ergebnis
1. Seitliches Hin- und Herspringen Erklären und <u>korrekt</u> demonstrieren!	Beidbeinige Sprünge seitlich über das Seilchen innerhalb von 15 Sekunden in zwei Durchgängen.	1. Durchgang: <input type="text"/> <input type="text"/> Sprünge 2. Durchgang: <input type="text"/> <input type="text"/> Sprünge Summe der Sprünge : <input type="text"/> <input type="text"/>
2. Sit and Reach Erklären und <u>korrekt</u> demonstrieren!	Nullpunkt in Höhe der Ferse; positive Werte (in cm) liegen in der Verlängerung des Beines, Negative Werte in Richtung Unterschenkel.	Vorzeichen (+ oder -) / cm: <input type="text"/> / <input type="text"/> <input type="text"/>
3. Standweitsprung Erklären und <u>korrekt</u> demonstrieren!	Entfernung von der Absprunglinie bis zur Ferse des hinteren Fußes.	1. Versuch: _____ cm 2. Versuch: _____ cm Bester Versuch (cm): <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>

A.2 Normtabellen des Dordel-Kocht-Tests

1. Seitliches Hin- und Herspringen

Jungen:

Alter/Note	1	2	3	4	5	6
6 Jahre	≥60	46-59	29-45	25-28	20-24	0-19
7 Jahre	≥65	56-64	44-55	31-43	20-30	0-19
8 Jahre	≥76	62-75	50-61	39-49	23-38	0-22
9 Jahre	≥87	70-86	55-69	43-54	30-42	0-29
10 Jahre	≥83	76-82	62-75	50-61	36-49	0-35
11 Jahre	≥96	80-95	70-79	57-69	41-56	0-40
12 Jahre	≥98	86-97	76-85	61-75	46-60	0-45
13 Jahre	≥95	88-94	79-87	65-78	52-64	0-51
14 Jahre	≥105	93-104	80-92	69-79	57-68	0-56
15 Jahre	≥106	90-105	79-89	70-78	50-69	0-49
16 Jahre	≥110	94-109	82-93	74-81	60-73	0-59

Mädchen:

Alter/Note	1	2	3	4	5	6
6 Jahre	≥62	45-61	31-44	24-30	18-23	0-17
7 Jahre	≥68	54-67	39-53	26-38	21-25	0-20
8 Jahre	≥78	63-77	49-62	37-48	29-36	0-28
9 Jahre	≥82	68-81	57-67	46-56	33-45	0-32
10 Jahre	≥90	77-89	64-76	51-63	39-50	0-38
11 Jahre	≥89	80-88	68-79	54-67	41-53	0-40
12 Jahre	≥89	82-88	70-81	57-69	45-56	0-44
13 Jahre	≥98	86-97	72-85	60-71	38-59	0-37
14 Jahre	≥92	86-91	73-85	60-72	51-59	0-50
15 Jahre	≥96	83-95	74-82	63-73	53-62	0-52
16 Jahre	≥94	86-93	77-85	64-76	37-63	0-36

2. Sit and Reach

Jungen:

Alter/Note	1	2	3	4	5	6
6 Jahre	≥10	5-9	0-4	-5--1	-14--6	≤-15
7 Jahre	≥10	6-9	-1-5	-7--2	-11--8	≤-12
8 Jahre	≥11	4-10	-4-3	-10--5	-18--11	≤-19
9 Jahre	≥14	4-13	-2-3	-10--3	-17--11	≤-18
10 Jahre	≥9	4-8	-2-3	-11--3	-19--12	≤-20
11 Jahre	≥11	5-10	-1-4	-10--2	-17--11	≤-18
12 Jahre	≥9	5-8	-1-4	-11--2	-20--12	≤-21
13 Jahre	≥11	3-10	-4-2	-10--5	-19--11	≤-20
14 Jahre	≥15	6-14	0-5	-9--1	-16--10	≤-17
15 Jahre	≥20	7-19	-2-6	-8--3	-16--9	≤-17
16 Jahre	≥20	10-19	1-9	-9-0	-17--10	≤-18

Mädchen:

Alter/Note	1	2	3	4	5	6
6 Jahre	≥14	10-13	4-9	-2-3	-12--3	≤-13
7 Jahre	≥12	8-11	0-7	-4--1	-10--5	≤-11
8 Jahre	≥12	6-11	1-5	-6-0	-11--7	≤-12
9 Jahre	≥13	7-12	-1-6	-8--2	-16--9	≤-17
10 Jahre	≥16	8-15	0-7	-8--1	-16--9	≤-17
11 Jahre	≥13	6-12	-1-5	-10--2	-14--11	≤-15
12 Jahre	≥16	9-15	1-8	-8-0	-17--9	≤-18
13 Jahre	≥19	14-18	5-13	-4-4	-12--5	≤-13
14 Jahre	≥22	14-21	6-13	-5-5	-17--6	≤-18
15 Jahre	≥20	14-19	4-13	-7-3	-19--8	≤-20
16 Jahre	≥24	18-23	4-17	-5-3	-19--6	≤-20

3. Sit-up

Jungen:

Alter/Note	1	2	3	4	5	6
6 Jahre	≥18	15-17	7-14	1-6	0	
7 Jahre	≥24	16-23	12-15	7-11	1-6	0
8 Jahre	≥24	18-23	14-17	9-13	3-8	0-2
9 Jahre	≥30	22-29	16-21	11-15	5-10	0-4
10 Jahre	≥29	24-28	17-23	12-16	5-11	0-4
11 Jahre	≥32	27-31	21-26	16-20	5-15	0-4
12 Jahre	≥35	30-34	24-29	17-23	13-16	0-12
13 Jahre	≥37	31-36	24-30	18-23	10-17	0-9
14 Jahre	≥37	30-36	25-29	20-24	13-19	0-12
15 Jahre	≥40	33-39	26-32	21-25	15-20	0-14
16 Jahre	≥41	35-40	27-34	21-26	15-20	0-14

Mädchen:

Alter/Note	1	2	3	4	5	6
6 Jahre	≥21	16-20	12-15	0-11		
7 Jahre	≥23	16-22	11-15	6-10	0-5	
8 Jahre	≥20	16-19	13-15	8-12	1-7	
9 Jahre	≥26	19-25	14-18	9-13	4-8	0-3
10 Jahre	≥29	21-28	17-20	11-16	1-10	
11 Jahre	≥28	23-27	18-22	12-17	1-11	
12 Jahre	≥32	24-31	19-23	15-18	2-14	0-1
13 Jahre	≥33	27-32	20-26	15-19	4-14	0-3
14 Jahre	≥34	28-33	20-27	15-19	4-14	0-3
15 Jahre	≥32	25-31	20-24	15-19	2-14	0-1
16 Jahre	≥40	29-39	21-28	16-20	6-15	0-5

4. Standweitsprung (cm)

Jungen:

Alter/Note	1	2	3	4	5	6
6 Jahre	≥140	127-139	110-126	93-109	60-92	≤59
7 Jahre	≥156	140-155	126-139	103-125	86-102	≤85
8 Jahre	≥175	153-174	136-152	120-135	94-119	≤93
9 Jahre	≥185	164-184	139-163	117-138	104-116	≤103
10 Jahre	≥184	160-183	144-159	121-143	89-120	≤88
11 Jahre	≥186	166-185	146-165	121-145	91-120	≤90
12 Jahre	≥192	175-191	156-174	128-155	99-127	≤98
13 Jahre	≥206	184-205	160-183	133-159	88-132	≤87
14 Jahre	≥213	191-212	170-190	145-169	112-144	≤111
15 Jahre	≥225	201-224	174-200	152-173	129-151	≤128
16 Jahre	≥233	204-232	181-203	157-180	129-156	≤128

Mädchen:

Alter/Note	1	2	3	4	5	6
6 Jahre	≥135	124-134	109-123	84-108	66-83	≤65
7 Jahre	≥152	128-151	111-127	98-110	79-97	≤78
8 Jahre	≥156	139-155	119-138	102-118	90-101	≤89
9 Jahre	≥173	151-172	127-150	112-126	85-111	≤84
10 Jahre	≥162	149-161	130-148	114-129	102-113	≤101
11 Jahre	≥177	156-176	132-155	115-131	93-114	≤92
12 Jahre	≥177	165-176	140-164	117-139	92-116	≤91
13 Jahre	≥179	162-178	145-161	127-144	109-126	≤108
14 Jahre	≥191	165-190	145-164	120-144	99-119	≤98
15 Jahre	≥187	160-186	138-159	117-137	83-116	≤82
16 Jahre	≥210	160-209	141-159	121-140	102-120	≤101

5.a Einbeinstand* - quantitative Beurteilung (Bodenkontakte)

Jungen:

Alter/Note	1	2	3	4	5	6
6 Jahre	0	1	2-6	7-10	11-19	≥20
7 Jahre	0		1-2	3-9	10-15	≥16
8 Jahre	0		1	2-4	5-13	≥14
9 Jahre	0		1-2	3-6	≥7	
10 Jahre	0		1-3	4-8	≥9	
11 Jahre	0		1-2	3-5	≥6	
12 Jahre	0		1	2-7	≥8	
13 Jahre	0		1	2-5	≥6	
14 Jahre	0		1	2-5	≥6	
15 Jahre	0				1-3	≥4
16 Jahre	0				1-3	≥4

Mädchen:

Alter/Note	1	2	3	4	5	6
6 Jahre	0		1-4	5-14	15-18	≥19
7 Jahre	0		1	2-8	9-24	≥25
8 Jahre	0		1	2-5	6-12	≥13
9 Jahre	0		1-3	4-14	≥15	
10 Jahre	0		1-2	3-8	≥9	
11 Jahre	0		1	2-6	≥7	
12 Jahre	0		1	2-6	≥7	
13 Jahre	0		1	2-4	≥5	
14 Jahre	0		1	2-3	≥4	
15 Jahre	0				1-2	≥3
16 Jahre	0			1-10	≥11	

* Der Einbeinstand in der vorliegenden Form eignet sich nicht für eine differenzierte Leistungsbeurteilung; er findet aber Einsatz im Rahmen der Auslese motorisch auffälliger Kinder und Jugendlicher.

5.b Einbeinstand – qualitative Beurteilung

Jungen:

Alter/Note	1	2	3	4	5	6
6 Jahre	0-4	5-6	7-9	10-11	12	
7 Jahre	0-4		5-8	9-10	11	12
8 Jahre	0-4		5	6-9	10-11	12
9 Jahre	0-4		5-8	9-11	12	
10 Jahre	0-4		5	6-8	9-11	12
11 Jahre	0-4		5	6-7	8-9	≥10
12 Jahre	0-4		5-7	8-11	12	
13 Jahre	0-4		5	6-7	8-10	≥11
14 Jahre	0-4		5-7	8-11	12	
15 Jahre	0-4		5-7	8	≥9	
16 Jahre	0-4		5-7	≥8		

Mädchen:

Alter/Note	1	2	3	4	5	6
6 Jahre	0-4		4-7	8-11	11	12
7 Jahre	0-4		5-6	7-10	11	12
8 Jahre	0-4		5-6	7	8-11	12
9 Jahre	0-4		5	6-7	8-11	12
10 Jahre	0-4		5	6-8	≥9	
11 Jahre	0-4		5-7	8-9	≥10	
12 Jahre	0-4		5-7	8-11	12	
13 Jahre	0-4		5-6	7-10	≥11	
14 Jahre	0-4		5-7	8-11	12	
15 Jahre	0-4		5-7	8-10	≥11	
16 Jahre	0-4	5	6-10	≥11		

6. Liegestütz**Jungen:**

Alter/Note	1	2	3	4	5	6
6 Jahre	≥13	6-12	3-5	0-2		
7 Jahre	≥13	8-12	5-7	1-4	0	
8 Jahre	≥13	9-12	6-8	2-5	0-1	
9 Jahre	≥19	12-18	7-11	3-6	0-2	
10 Jahre	≥17	12-16	6-11	3-5	0-2	
11 Jahre	≥18	14-17	9-13	5-8	0-4	
12 Jahre	≥21	15-20	11-14	7-10	3-6	0-2
13 Jahre	≥18	15-17	10-14	6-9	3-5	0-2
14 Jahre	≥20	15-19	12-14	7-11	2-6	0-1
15 Jahre	≥20	17-19	12-14	8-11	2-7	0-1
16 Jahre	≥27	19-26	14-18	10-13	4-9	0-3

Mädchen:

Alter/Note	1	2	3	4	5	6
6 Jahre	≥11	5-10	1-4	0		
7 Jahre	≥14	8-13	4-7	1-3	0	
8 Jahre	≥14	9-13	5-8	1-4	0	
9 Jahre	≥16	10-15	6-9	2-5	1	0
10 Jahre	≥15	10-14	6-9	2-5	0-1	
11 Jahre	≥16	12-15	6-11	2-5	0-1	
12 Jahre	≥14	11-13	8-10	3-7	0-2	
13 Jahre	≥16	12-15	9-11	4-8	1-3	0
14 Jahre	≥15	12-14	9-11	3-8	0-2	
15 Jahre	≥16	13-16	8-12	3-7	0-2	
16 Jahre	≥21	14-20	9-13	5-8	1-4	0

7. 6-Minuten Lauf (m)**Jungen:**

Alter/Note	1	2	3	4	5	6
6 Jahre	≥1026	969-1025	887-968	792-886	659-791	0-659
7 Jahre	≥1146	1007-1145	936-1006	774-935	515-773	0-514
8 Jahre	≥1170	1070-1169	981-1069	843-980	666-842	0-665
9 Jahre	≥1255	1134-1254	1007-1133	895-1006	773-894	0-772
10 Jahre	≥1226	1116-1225	995-1115	872-994	756-871	0-755
11 Jahre	≥1271	1110-1270	999-1109	864-998	708-863	0-707
12 Jahre	≥1259	1179-1258	1038-1178	878-1037	764-877	0-763
13 Jahre	≥1269	1161-1268	1071-1160	936-1070	699-935	0-698
14 Jahre	≥1348	1215-1347	1107-1214	954-1106	688-953	0-687
15 Jahre	≥1423	1260-1422	1153-1259	988-1152	546-987	0-545
16 Jahre	≥1425	1322-1424	1164-1321	1045-1163	742-1044	0-741

7. 6-Minuten-Lauf (m)

Mädchen:

Alter/Note	1	2	3	4	5	6
6 Jahre	≥1022	966-1021	840-965	736-839	430-735	0-429
7 Jahre	≥1062	940-1061	846-939	758-845	663-757	0-662
8 Jahre	≥1097	991-1096	877-990	738-876	553-737	0-552
9 Jahre	≥1090	992-1089	900-991	837-899	726-836	0-725
10 Jahre	≥1138	979-1137	891-978	819-890	653-818	0-652
11 Jahre	≥1160	1015-1159	879-1014	802-878	678-801	0-677
12 Jahre	≥1143	1060-1142	937-1059	805-936	639-804	0-638
13 Jahre	≥1193	1088-1192	981-1087	862-980	693-861	0-692
14 Jahre	≥1185	1103-1184	1008-1102	864-1007	718-863	0-717
15 Jahre	≥1241	1089-1240	957-1088	847-956	437-846	0-436
16 Jahre	≥1230	1108-1229	972-1107	715-971	437-714	0-436

Persönliche Daten

Name: Axel Christian Kupfer
Geboren: 15.12.1974 in Mühldorf am Inn / Obb.
Familienstand: verheiratet
Staatsangehörigkeit: deutsch

Schulbildung

1981 – 1985 Konrad-Adenauer-Grundschule in Heppenheim / Bergstr.
1985 – 1994 Starkenburg Gymnasium in Heppenheim / Bergstr.
(Abschluss: Allgemeine Hochschulreife, Juni 1994)

Wehrdienst

07/94 – 06/95 Sanitätsdienst in der 1. Kompanie des Sanitätsbataillon 10 in Horb
a. Neckar

Studium

WS 95/96 – WS 01/02 Studium der Sportwissenschaften an der Deutschen Sporthochschule Köln. Studienschwerpunkt: Prävention und Rehabilitation
(Abschluss: Diplom, Februar 2002)

WS 03/04 – WS 10/11 Promotionsstudium an der Deutschen Sporthochschule Köln in den Fächern Trainingslehre und Rehabilitation

Beruflicher Werdegang

04/00 – 04/01 Freier Mitarbeiter in der Abt. Sport- und Physiotherapie der Klinik Königsfeld in Ennepetal

SS 01 – WS 01/02 Lehrbeauftragter für das Fach Gerätturnen am Institut für Individualsport (Abt. Turnen) der Deutschen Sporthochschule Köln

SS 02 - WS 03/04 Lehrkraft für besondere Aufgaben am Institut für Individualsport (Abt. Turnen) an der Deutschen Sporthochschule Köln

SS 04 – WS 04/05 Wissenschaftlicher Mitarbeiter im Institut für Motorik und Bewegungstechnik – Abt. Turnen (ehemaliges Institut für Individualsport) der Deutschen Sporthochschule Köln

seit SS 2005 Lehrkraft für besondere Aufgaben am Institut für Bewegungs- und Neurowissenschaft (ehemaliges Institut für Motorik und Bewegungstechnik) der Deutschen Sporthochschule Köln

Abstract

Einleitung: Neben der genetischen Disposition gilt heute vor allem die Abnahme der körperlichen Aktivität als Ursache für die Entstehung von Übergewicht und Adipositas im Kindes- und Jugendalter (DIETZ und BELIZZI, 1999; GORTMAKER et al., 1990; STUNKARD et al., 1986). Zur Erfassung des Bewegungsverhaltens werden Interviews, Beobachtungen, Herzfrequenzmessungen, Schrittzähler sowie motorische Testverfahren als indirekte Merkmale eingesetzt (ROWLANDS et al., 2000). Möglichkeiten zur Bestimmung der körperlichen Leistungsfähigkeit sind motorische Testverfahren (ROWLAND, 2005). Hier steht der einfache 6-Minuten-Lauf zur Überprüfung der kardiopulmonalen Ausdauer der aufwendigen und kostenintensiven Fahrrad-Spiroergometrie gegenüber (BECK und BÖS, 1995).

Methodik: Die Studie setzt sich aus den Populationen *CHILT II (StEP TWO)* (n=203) und *CHILT III* (n=194) zusammen. Die wesentlichen Aspekte dieser Studie sind die Überprüfung des 6-Minuten-Laufs - als einfacher Feldtest zur Erfassung der Ausdauerleistungsfähigkeit von übergewichtigen und adipösen Kindern und Jugendlichen - sowie die Frage nach dem Erfolg einer einjährigen interdisziplinären Adipositasintervention.

Ergebnisse: Für das Untersuchungskollektiv *CHILT II (StEP TWO)* ergibt sich zum Zeitpunkt der Eingangsuntersuchung T1 ein mittlerer Zusammenhang zwischen der Laufleistung des 6-Minuten-Laufs und der maximalen Sauerstoffaufnahme mit einem Korrelationskoeffizienten von $r=0,638$ ($p \leq 0,001$, $n=25$). Noch deutlicher wird dies bei Betrachtung der gewichtsspezifischen relativen Sauerstoffaufnahme ($r=0,827$, $p \leq 0,001$, $n=25$). Bei älteren Kindern, wie die elf- bis zwölfjährigen des *CHILT III-Projekts*, ergeben sich für die Interventionsgruppe zwischen der Laufleistung des 6-Minuten-Laufs und der maximalen Sauerstoffaufnahme ($r=0,280$; $p \leq 0,05$) sowie der relativen maximalen Sauerstoffaufnahme ($r=0,419$; $p \leq 0,001$) nur noch ein geringe Zusammenhänge. Auch die maximale ($r=0,335$; $p \leq 0,001$) und die relative maximale Leistung ($r=0,481$; $p \leq 0,001$) auf dem Fahrradergometer korrelieren hier mit der Laufleistung nur gering.

Die Laufleistung des 6-Minuten-Laufs beider Untersuchungskollektive verbessert sich in der Interventionsgruppe nach einjähriger Intervention um $52,94 \pm 90,08$ m, während sich die Kontrollgruppe um $29,02 \pm 80,39$ m steigert.

Diskussion: Der 6-Minuten-Lauf kann nicht die Objektivität einer spiroergometrischen Untersuchung erreichen. Dennoch zeigen die Ergebnisse der vorliegenden Studie, dass dieser ein sehr einfaches, kostengünstiges und valides Messverfahren zur Erfassung der Ausdauerleistungsfähigkeit bei übergewichtigen und adipösen Kindern und Jugendlichen darstellt. Gerade bei übergewichtigen und adipösen Kindern und Jugendlichen lässt sich der 6-Minuten-Lauf gut einsetzen, da neben einer gewünschten Ausbelastung trotzdem die Möglichkeit des Gehens bestehen bleibt und gleichzeitig die Gesamtlaufzeit mit sechs Minuten für die Probanden bzw. Schüler überschaubar ist. Die Interventionsmaßnahme der vorliegenden Arbeit kann in Bezug auf die Steigerung der Ausdauerleistungsfähigkeit bei gleichzeitiger Senkung des BMI und des BMI-SDS der Probanden als erfolgreich eingestuft werden.

Introduction: In addition to genetic factors in particular a decreased physical activity of children and adolescents causes the development of juvenile overweight and obesity (DIETZ und BELIZZI, 1999; GORTMAKER et al., 1990; STUNKARD et al., 1986). Interviews, observations, heart rate monitoring, pedometer and motor tests are indirect markers to verify the physical activity of children and adolescents (ROWLANDS et al., 2000). Motor tests are used to verify the performance capacity (ROWLAND, 2005). In order to prove the endurance capacity the 6-minute-run will be compared to treadmill testing (BECK und BÖS, 1995).

Methods: The study consists of two populations: *CHILT II (StEP TWO)* (n=203) and *CHILT III* (n=194). The aim of this study is to verify the 6-minute-run as a simple and valid field test to determine the endurance capacity of overweight and obese children and adolescents. Further the success of a one-year interdisciplinary obesity intervention is proved.

Results: The results of the 6-minute-run and $\dot{V}O_2\text{max}$ correlate at the starting point of the study (T1) of the *CHILT II (StEP TWO)* program ($r=0,638$, $p\leq 0,001$, $n=25$). This correlation becomes more considerable by focussing the weight related $\dot{V}O_2\text{max}$ ($r=0,827$, $p\leq 0,001$, $n=25$). The older children (11 to 12 years) of the intervention group of the *CHILT III* program only showing a minor correlation between the results of the 6-minute-run and the $\dot{V}O_2\text{max}$ ($r=0,280$; $p\leq 0,05$) and the weight related $\dot{V}O_2\text{max}$ ($r=0,419$; $p\leq 0,001$). Also the maximum performance [W_{max}] ($r=0,335$; $p\leq 0,001$) and the weight related maximum performance [$\text{rel}W_{\text{max}}$] ($r=0,481$; $p\leq 0,001$) show only a minor correlation with the 6-minute-run.

After the intervention program the results of the 6-minute-run increases in both programs. The intervention group gain $52,94 \pm 90,08$ m their running performance, while the control group increased $29,02 \pm 80,39$ m.

Discussion: The 6-minute-run is not as objective as the treadmill testing. Nevertheless the results of this study show that the 6-minute-run is a simple, beneficial and valid test to verify the endurance capacity of overweight and obese children and adolescents. Especially for overweight and obese children the 6-minute-run is suitable test. Maximum exposure associated with the possibility to walk and a run time of only 6 minutes are the advantages for the use of the 6-minute-run. With regard to increased endurance capacity

and decreased BMI and BMI-SDS the interdisciplinary obesity intervention program is successful.