

Aus dem Institut für Sportmedizin
(Direktor: Prof. Dr. med. B. Weisser)
der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel

**Die körperliche Leistungsfähigkeit und das subjektive
Belastungsempfinden von chronisch kranken Kindern
am Beispiel von Adipositas und Asthma bronchiale**

Inauguraldissertation
zur
Erlangung der Doktorwürde
der Medizinischen Fakultät
der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel

vorgelegt von

DANIEL STAMM

aus Hannover

Kiel 2009

1. Berichterstatter: Prof. Dr. Weisser

2. Berichterstatter: Prof. Dr. Eggert

Tag der mündlichen Prüfung: 23. Juli 2009

Zum Druck genehmigt, Kiel, den 23. Juli 2009

gez.: Prof. Dr. Dr. Cascorbi

(Ausschussvorsitzender)

**Diese Arbeit widme ich meinen lieben Eltern Annette und
Thomas, ohne die es niemals zu diesem Werk gekommen wäre**

Inhaltsverzeichnis

I	ABBILDUNGSVERZEICHNIS	6
II	TABELLENVERZEICHNIS	7
III	ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS	8
1.	<u>EINLEITUNG</u>	10
1.1	ADIPOSITAS	11
1.1.1	Definition	11
1.1.2	Ursachen und Folgen der Adipositas	13
1.2	ASTHMA BRONCHIALE	15
1.2.1	Definition	15
1.2.2	Ursachen und Folgen des Asthma bronchiale	16
1.3	ZUSAMMENHÄNGE ZWISCHEN ASTHMA UND ADIPOSITAS	17
1.4	ROLLE DER KÖRPERLICHEN AKTIVITÄT BEI ADIPOSITAS UND ASTHMA	18
1.5	KÖRPERLICHE LEISTUNGSFÄHIGKEIT	20
1.5.1	Körperliche Leistungsfähigkeit bei Kindern und Jugendlichen	22
1.6	SUBJEKTIVES BELASTUNGSEMPFINDEN	23
1.7	FRAGESTELLUNG DER VORLIEGENDEN ARBEIT	25
2.	<u>PROBANDEN UND METHODEN</u>	26
2.1	STUDIENDESIGN	26
2.2	UNTERSUCHTE PERSONENGRUPPEN	26
2.2.1	Definition der Gruppen	26
2.2.1.1	Adipositas-Patienten	27
2.2.1.2	Asthma-Patienten	27
2.2.1.3	Gesunde Kinder	27
2.2.2	Rekrutierungsorte und Testräume	28
2.2.2.1	Fachklinik Satteldüne auf Amrum	28
2.2.2.2	Realschule Tönning	28
2.2.2.3	Klinikum Nordfriesland - Klinik Tönning	29
2.3	ABLAUF DER UNTERSUCHUNG	29
2.3.1	PWC 170	30
2.3.2	Belastungsprotokoll	31
2.4	DATENERHEBUNG	31
2.4.1	Objektive Daten	32
2.4.1.1	Fahrradergometrie	32
2.4.1.2	Herzfrequenz	32
2.4.1.3	Blutdruck	33
2.4.1.4	Watt	35
2.4.1.5	BMI-Messung	35
2.4.2	Subjektive Daten	36
2.4.2.1	OMNI-Skala	36
2.4.2.2	Selbst erstellter Fragebogen	36
2.5	STATISTISCHE AUSWERTUNG	37
3.	<u>ERGEBNISSE</u>	39
3.1.	ALLGEMEINE BEOBACHTUNGEN	39
3.2.	AKTIVITÄTSNIVEAU	40
3.2.1	Zusammenhang zwischen Aktivitätsniveau und erbrachter Leistung	45
3.2.2	Zusammenhang zwischen Aktivitätsniveau und Belastungsempfinden	47
3.2.3	Zusammenhang zwischen Aktivitätsniveau und BMI	47
3.3	KÖRPERLICHE LEISTUNGSFÄHIGKEIT	50
3.4.	BELASTUNGSEMPFINDEN	54
4.	<u>DISKUSSION</u>	56
4.1	AKTIVITÄTSNIVEAU	56
4.2	KÖRPERLICHE LEISTUNGSFÄHIGKEIT UND HERZKREISLAUFPARAMETER	60
4.3	BELASTUNGSEMPFINDEN	65

4.4 METHODENDISKUSSION.....	68
4.5 SCHLUSSFOLGERUNGEN UND AUSBLICK	69
5. ZUSAMMENFASSUNG	72
6. LITERATURVERZEICHNIS	74
7. ANHANG	81
7.1 FRAGEBOGEN UND BELASTUNGSPROTOKOLL	81
7.2 ELTERNBRIEF FÜR DIE KINDER DER REALSCHULE TÖNNING	82
7.3 DANKSAGUNG.....	83
7.4 LEBENSLAUF	84

I Abbildungsverzeichnis :

- Abb. 1: Perzentilen für den Body Mass Index von Mädchen im Alter von 0 bis 18 Jahren nach Kromeyer-Hauschild
- Abb. 2: Perzentilen für den Body Mass Index von Jungen im Alter von 0 bis 18 Jahren nach Kromeyer-Hauschild
- Abb. 3: Die kindgerechte OMNI-Skala
- Abb. 4: Darstellung des Herzfrequenzanstieges dreier Probanden mit unterschiedlicher Leistungsfähigkeit bei der PWC 170
- Abb. 5: Korotkow-Geräusche bei der sphygmomanometrische Blutdruckmessung
- Abb. 6-7: Aktivitätsniveau der Jungen
- Abb. 8-9: Aktivitätsniveau der Mädchen
- Abb. 10: Zusammenhang zwischen BMI und Vereinsmitgliedschaften bei allen Probanden
- Abb. 11: Zusammenhang zwischen BMI und Schulweg bei männlichen Probanden
- Abb. 12: Zusammenhang zwischen BMI und Sport bei weiblichen Adipositas-Probanden
- Abb. 13: Erbrachte Leistung in Watt/kg KG der männlichen Probanden
- Abb. 14: Erbrachte Leistung in Watt/kg KG der weiblichen Probanden
- Abb. 15: Herzfrequenz und systolischer Blutdruckwert der männlichen Probanden in Ruhe und nach Erholung
- Abb. 16: Herzfrequenz und systolischer Blutdruckwert der weiblichen Probanden in Ruhe und nach Erholung
- Abb. 17: Belastungsempfinden der männlichen Probanden bei Stufe eins, Stufe drei und der letzten erreichten Stufe der Ergometrie
- Abb. 18: Belastungsempfinden der männlichen Probanden bei Stufe eins, Stufe drei und der letzten erreichten Stufe der Ergometrie

II Tabellenverzeichnis :

- Tab. 1: Gewichtsklassifikation bei Erwachsenen anhand des BMI
- Tab. 2: Schweregradeinteilung des Asthma bronchiale
- Tab. 3: Die limitierenden Faktoren der körperlichen Leistungsfähigkeit
- Tab. 4: Körperlich-konstitutionelle Merkmale der drei Gruppen
- Tab. 5: Aktivitätsniveau der Jungen
- Tab. 6: Aktivitätsniveau der Mädchen
- Tab. 7: Zusammenhang zwischen der erbrachten Leistung und dem Aktivitätsniveau bei den männlichen Probanden
- Tab. 8: Zusammenhang zwischen der erbrachten Leistung und dem Aktivitätsniveau bei den weibliche Probanden
- Tab. 9: Parameter zur Verifizierung der körperlichen Leistungsfähigkeit der Probanden
- Tab. 10: Herzfrequenz und Blutdruck in Ruhe, Belastung und Erholung der drei Gruppen im Vergleich

III Abkürzungsverzeichnis :

A	Arbeit
Abb.	Abbildung
BMI	Body Mass Index
ca.	circa
cm	Zentimeter
et al.	et alii = und andere
f	Kraft
FEV	Forciertes expiratorisches Volumen
HF	Herzfrequenz
kg	Kilogramm
KG	Körpergewicht
m	Meter
m ²	Quadratmeter
max.	maximal
min.	Minute
mmHG	Millimeter Quecksilber-Säule
n	Anzahl
P	Leistung
RR	Blutdruck
PWC 170	Physical Work Capacity 170
Q	Herzminutenvolumens
RPE	Rate of perceived exertion = subjektive Einschätzung der Belastungsintensität
s	Weg
S.	Seite
S/min	Schläge pro Minute
S/W	Sporteinheiten pro Woche
SD	Standardabweichungen
Std.	Stunde
SV	Schlagvolumen
syst.	Systolisch
t	Zeit
Tab.	Tabelle

TP	Testperson
U/min	Umdrehungen pro Minute
v	Geschwindigkeit
VO ₂ max.	maximale Sauerstoffaufnahme
W	Watt
Watt/kg KG	Watt pro Kilogramm Körpergewicht
WHO	World Health Organisation = Weltgesundheitsorganisation

1. Einleitung

Asthma bronchiale und Adipositas gehören in Deutschland zu den häufigsten Diagnosen im Kindesalter. In Mitteleuropa ist Asthma mit einer Inzidenz von 10% die häufigste chronische Krankheit im Kindesalter (Sitzmann, 2002, S. 311). Für Deutschland reichen Angaben der Prävalenzen von 4,7% bis 14,1% (Weiland et al., 1999, ISAAC- Studie, Mutius et al., 1994, Kamtsiuris et al., 2007). Bei Übergewicht und Adipositas sieht es ähnlich aus: Bei Kindern und Heranwachsenden zwischen drei und siebzehn Jahren haben 15 % einen BMI über der 90. Perzentile, d.h. Übergewicht, und 6,3% einen BMI über der 97. Perzentile, d.h. Adipositas. Dabei sind 9% der 3-6 Jährigen, 15% der 7-10 Jährigen und 17% der 14-17 Jährigen übergewichtig, bei Adipositas sind 2,9%, 6,4% und 8,5% der Kinder vergleichbarer Altersklassen betroffen. (Kurth et al., 2007). Andere Studien geben an, dass jedes 5. Schulkind und jeder 3. Teenager übergewichtig ist und Adipositas als Diagnose bei 4-8% aller Schulkinder gestellt werden kann (Wabitsch, 2004).

Die von 2003 bis 2006 in Deutschland durchgeführte KiGGS-Studie mit 18000 untersuchten Kinder und Jugendlichen im Alter von 0 bis 17 Jahren gibt bei Übergewicht eine Prävalenz von 15%, bei Adipositas eine Prävalenz von 6 % bei Kinder und Jugendlichen zwischen 3 und 17 Jahren an. 3% der Kinder leiden an Asthma bronchiale.

Heute schon sind die zwei Hauptindikationsbereiche innerhalb der Leistungen der Rentenversicherungsträger (Kinderheilbehandlungen) Asthma bronchiale und Adipositas. Und die Prävalenzen steigen weiter an, so wie viele Studien verdeutlichen (Wabitsch et al., 2002, Kromeyer-Hauschild et al., 1999, Kalies et al., 2002).

1.1 Adipositas

1.1.1 Definition

„Liegt das Körpergewicht 20% über dem Längensollgewicht spricht man von Adipositas bzw., da das Fettgewebe den Hauptanteil an überschüssigem Gewicht ausmacht, von Fettsucht.“ So definiert Sitzmann die Adipositas (Sitzmann, 2002, S. 50).

Die WHO (= World Health Organisation = Weltgesundheitsorganisation) hat 1997 eine Einteilung zur Definition von Adipositas aufgestellt, bei welcher der BMI (= Body Mass Index, siehe auch 2.4.1.5.) das entscheidende Kriterium darstellt.

Tab. 1: Gewichtsklassifikation bei Erwachsenen anhand des BMI (nach WHO, 2000)	
BMI	Bezeichnung
< 18,5 kg/m ²	Untergewicht
18,5 – 24,9 kg/m ²	Normalgewicht
25 – 29,9 kg/m ²	Übergewicht
> 30 kg/m ²	Adipositas
30 – 34,9 kg/m ²	Moderate Adipositas
35 – 39,9 kg/m ²	Extreme Adipositas
> 40 kg/m ²	Morbide Adipositas

Da sich beim BMI aber eine deutliche Alters- und Geschlechtsabhängigkeit abzeichnet, hat sich gezeigt, dass es bei Kindern und Jugendlichen sinnvoller ist, so genannte Perzentilen zu verwenden und Übergewicht über der 90. und Adipositas über der 97. Altersperzentile zu definieren (Remschmidt, 2005, S. 280). Diese Perzentilen wurden durch Kromeyer-Hauschild et al. (2001) definiert. In der vorliegenden Arbeit beziehen sich die Begriffe Übergewicht und Adipositas auf die Einteilung nach Perzentilen für Kinder und Jugendliche.

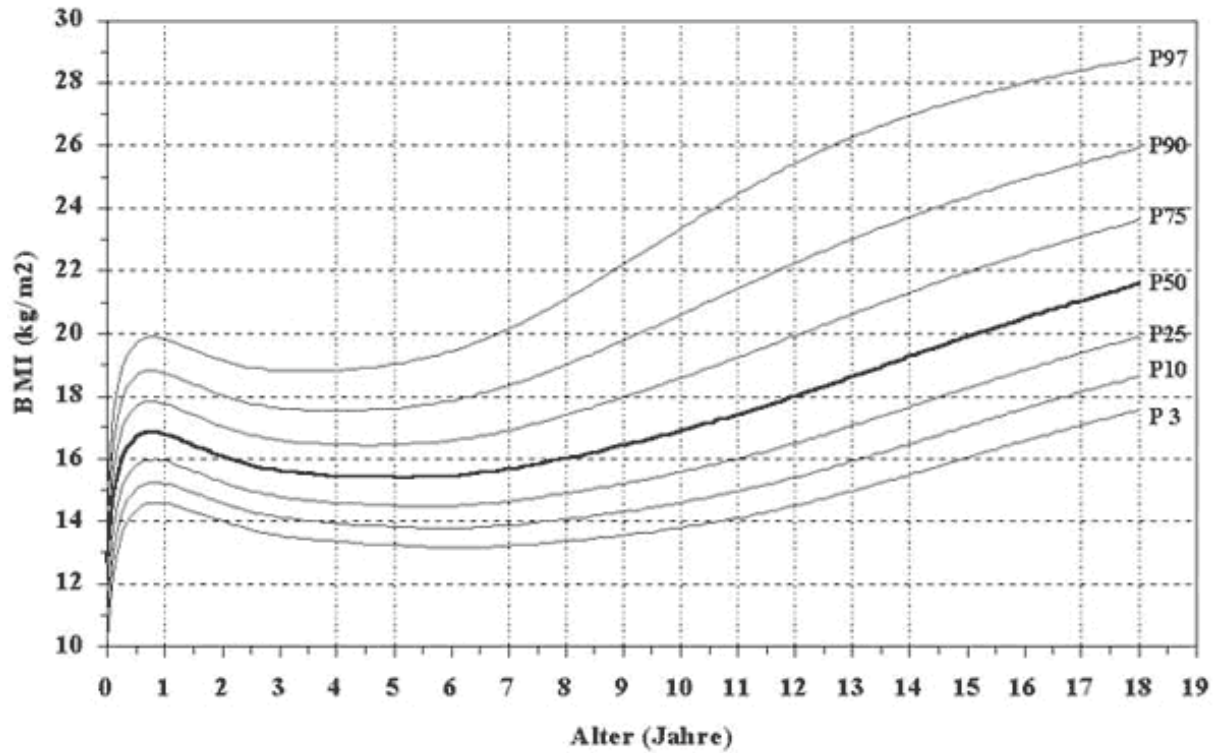


Abb. 1: Perzentilen für den Body Mass Index von Mädchen im Alter von 0 bis 18 Jahren nach Kromeyer-Hauschild, Uni Jena, 02/2001; Monatsschr. Kinderheilk. 149 (2001)

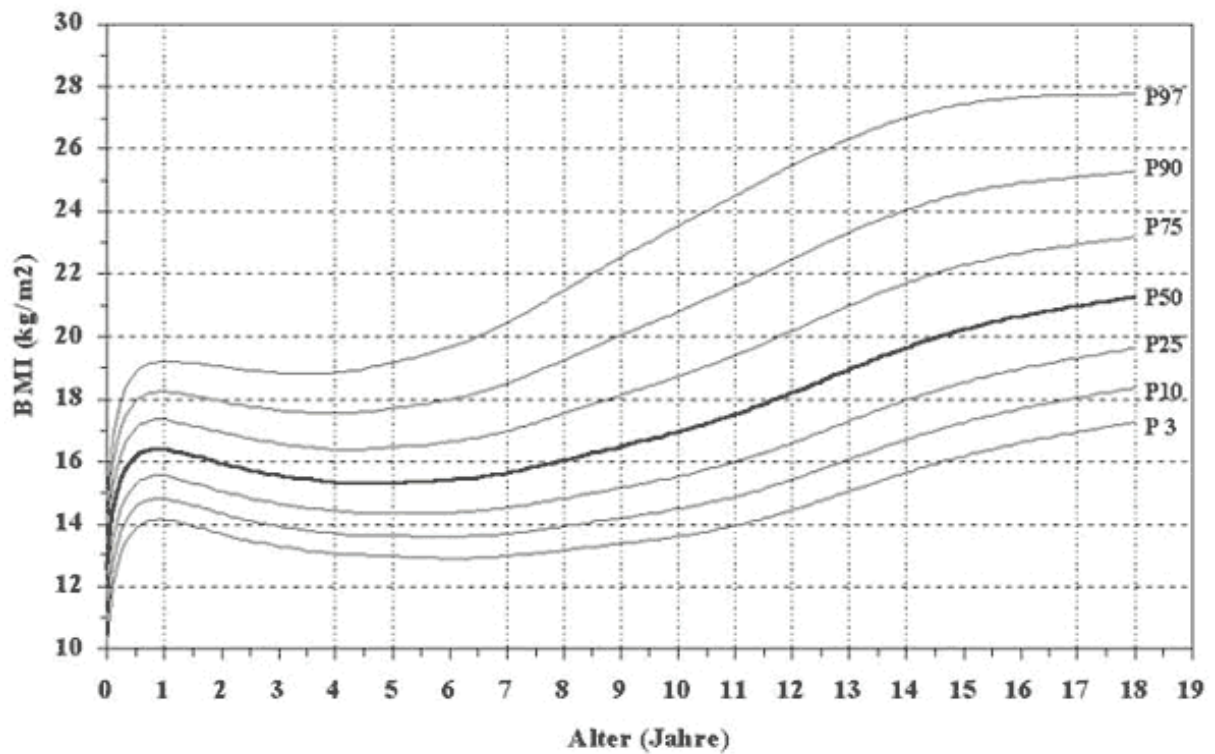


Abb. 2: Perzentilen für den Body Mass Index von Jungen im Alter von 0 bis 18 Jahren nach Kromeyer-Hauschild, Uni Jena, 02/2001; Monatsschr. Kinderheilk. 149 (2001)

1.1.2 Ursachen und Folgen der Adipositas

Die Entwicklung der Adipositas setzt eine positive Energiebilanz voraus. Diese entsteht entweder, wenn zu wenig Kalorien verbraucht oder zu viele aufgenommen werden. In den evidenzbasierten Leitlinien zur Prävention und Therapie von Adipositas werden die folgenden Gründe für Adipositas angegeben:

- Familiäre Disposition, genetische Ursache
- Moderner Lebensstil (Bewegungsmangel, Fehlernährung)
- Stress
- Essstörungen (z.B. Binge-Eating-Disorder, Bulimie, Night-Eating-Disorder)
- Endokrine Erkrankungen (z.B. Hypothyreose, Cushing-Syndrom)
- Medikamente (z.B. Antidepressiva, Neuroleptika, Antidiabetika, Glukokortikoide, Betablocker)
- Andere Ursachen (z.B. Immobilisierung, Schwangerschaft, Operationen in der Hypothalamusregion, Nikotinverzicht)
- Migrationshintergrund

(modifiziert nach Hauner et al.: „, Prävention und Therapie von Adipositas – Version 2007)

Diese Ursachen werden an vielen Stellen von der Literatur unterstützt. Sitzmann nennt neben genetischen und metabolischen Faktoren vor allem fehlerhaftes Verhalten seitens der Eltern, die Ernährung und reduzierte körperliche Aktivität als Gründe für die Adipositas (Sitzmann, 2002, S. 50). Auch Koletzko gibt als ersten Grund der alimentären Adipositas eine vermehrte Kalorienzufuhr und daraus resultierend eine positive Kalorienbilanz, die durch das geänderter Essverhalten und die bewegungsarmen Tagesabläufe entsteht, an. Weiterhin nennt er Zusammenhänge zu seelischen Fehlentwicklungen, also Stress, sowie hormonellen oder zerebralen Störungen (Koletzko, 2000, S. 24-25). Der wichtigste Risikofaktor für das Vorkommen einer Adipositas ist nach Renschmidt die Adipositas bei den Eltern. Bis zu 80% der übergewichtigen Kinder haben zumindest einen übergewichtigen Elternteil, mindestens 25% der Kinder haben zwei übergewichtige Elternteile. Den alleinigen genetischen Zusammenhang hierzu zieht er aber nicht, da Eltern das Ess- und Bewegungsverhalten ihrer Kinder prägen (Renschmidt, 2005, S. S.282-285).

Die Folgen der Adipositas sind schon in jungen Jahren sichtbar und setzen sich bis ins Erwachsenenalter fort. So hat ein übergewichtiger Junge im Alter von sieben Jahren mit schlanken Eltern ein Risiko von 37%, ein gleichaltriger Junge mit übergewichtigen Eltern ein Risiko von 71%, auch im Erwachsenenalter übergewichtig zu sein (Wabitsch et al., 2002). Assoziiert ist Adipositas im Kindes- und Jugendalter unter anderem mit Diabetes mellitus Typ 2, Hypertonie, Hyperlipidämie, kardiovaskulären Erkrankungen und Gelenkerkrankungen (Fehlhaltungen, Arthrose). Vor allem aber steht die soziale Stigmatisierung der übergewichtigen Kinder im Vordergrund. Sie werden oft von anderen Kindern gehänselt, was zu einem verminderten Selbstwertgefühl und unter Umständen zu einer Fehlentwicklung im psychosozialen Bereich führen kann (Remschmidt, 2005, S. 281-282, Wabitsch et al., 2002, Wabitsch, 2004, Scheffler et al., 2007, Mangge, 2006).

1.2 Asthma bronchiale

1.2.1 Definition

Beim Asthma bronchiale kommt es aufgrund einer Hyperreagibilität der Bronchialschleimhaut zu anfallsweise auftretender Atemwegsobstruktion. Die Grundlage hierfür ist eine chronisch eosinophile Entzündung beruhend auf verschiedenen immunologischen, physikalisch-chemischen oder pharmakologischen Reizen (Sitzmann, 2002, S.311, Koletzko, 2000, S.444). Die Einteilung des Asthma erfolgt anhand der Symptomatik und wurde durch die deutsche Atemwegsliga 1999 wie folgt definiert:

Tab. 2: Schweregradeinteilung des Asthma bronchiale (mod. nach dt. Atemwegsliga, 1999)	
Intermittierend	
Grad I	Symptome tagsüber höchstens 2x/Woche, nachts höchstens 2x/Monat; FEV > 80% des Sollwertes
Persistierend	
Grad II	Geringe Symptome < 1x tgl. und > 2x/Monat auch nachts; FEV > 80% des Sollwertes
Grad III	Symptome mehrfach tgl. und > 1x/Woche auch nachts; FEV > 60% bis < 80% des Sollwertes
Grad IV	Ständige Symptome von erheblicher Intensität, häufig auch nachts; FEV < 60% des Sollwertes
Status asthmaticus	Anhaltender schwerer Asthmaanfall, der trotz Ausschöpfung der pharmakologischen Möglichkeiten nicht innerhalb von 6-24 h durchbrochen werden kann.
FEV = Forciertes expiratorisches Volumen, entspricht der Menge Luft, die man maximal in einer Sekunde ausatmen kann	

1.2.2 Ursachen und Folgen des Asthma bronchiale

Asthma bronchiale wird grundsätzlich in zwei Formen unterschieden:

- Exogen-allergisches Asthma (extrinsisches Asthma)
- Nichtallergisches Bronchialasthma (intrinsisches Asthma)

Der Pathomechanismus des exogenen Asthma ist eine allergische Reaktion Typ I. Es besteht eine familiäre Disposition. Oft sind Kinder mit Atopie (genetische Neigung zur allergischen Reaktion Typ I) bzw. einem Atopiesyndrom (allergisches Asthma, allergische Rhinokonjunktivitis, Neurodermitis, einige Urtikaria-Formen) betroffen.

Häufige Allergene sind Pollen, Hausstaubmilben, Tierhaare und Nahrungsmittel (z.B. Eiweiße, Erdnüsse, Hülsenfrüchte).

Das endogene Asthma hingegen tritt vor allem im Erwachsenenalter auf. Die Hyperreagibilität führt zu anfallsartigen Atemwegsobstruktionen bei:

- Infektionen, durch bakterielle und/oder virale Infekte ausgelöst
- irritierende Faktoren wie Kälte, Wetterumschwünge, feuchtes oder trockenes Klima, starke Duftstoffe oder Rauch
- Anstrengung
- Medikamente, die den Prostaglandinstoffwechsel beeinträchtigen (z.B. ASS, Indometazin und Pyridone) oder die Bronchokonstriktion durch Blockade der Beta-Rezeptoren fördern (Betablocker für Hypertonie-Therapie).

(modifiziert nach Classen/Diehl/Kochsiek, 1998, S. 1394, Lohr/Keppler, 2000, S. 209)

Etwa 40% der kindlichen Asthmatiker sind nach der Pubertät beschwerdefrei. 50-80% der Asthmapatienten haben unter chronischer Therapie eine uneingeschränkte Lebenserwartung. Nur bei mangelnder Compliance kann es neben Leistungseinschränkungen zum Cor pulmonale oder Lungenparenchymveränderung und im schlimmsten Fall zum Tod kommen. Die Prognose ist umso ungünstiger, je schwerer das Asthma primär ist.

1.3 Zusammenhänge zwischen Asthma und Adipositas

Dass es einen Zusammenhang zwischen Asthma und Adipositas zu geben scheint, ist heute nicht mehr von der Hand zu weisen. Eine Vielzahl der Asthmatiker ist übergewichtig und viele Übergewichtige leiden an Asthma-Symptomen. In einer kanadischen Studie konnte gezeigt werden, dass der BMI bei Asthmatikern deutlich höher als bei Nicht-Asthmatikern ist (Boulet et al., 2007). Zu einem vergleichbaren Ergebnis kam eine englische Studiengruppe, die untersuchte, in wie weit sich das Aktivitätslevel von Asthmatikern und Nicht-Asthmatikern unterscheidet. Dabei stellte sie heraus, dass 21,4% der untersuchten Asthmatiker an Adipositas litten, aber nur 6,6% der Nicht-Asthmatiker (Glazebrook et al., 2007).

Den nicht abstreitbaren Zusammenhang beschreibt auch Castro-Rodríguez in seiner Arbeit. Er zeigte auf, dass sich nach Gewichtsabnahme die Asthma-Symptomatik bessert. Immunologische, entzündliche, hormonelle, genetische, ernährungsbedingte, mechanische und bewegungsbedingte Gründe führt er an, um diesen Zusammenhang zu erläutern. Seiner Meinung nach ist der Zusammenhang jedoch ein komplexes Geschehen, an dem viele Mechanismen gleichzeitig teilhaben (Castro-Rodríguez, 2007).

Auch in Taiwan wurde ein steigendes Risiko für respiratorische Symptome bei Verbindung mit Übergewicht an knapp 2300 5-Klässlern gezeigt (Tsai et al., 2007).

Ein genetisches Bindungsglied zwischen Adipositas und Asthma haben australische Forscher in dem Gen für das Fettsäuren-Bindungsprotein aP2 entdeckt. Dieses Protein reguliert den Kohlenhydrat- und Fett-Metabolismus. Hohe Konzentrationen davon wurden in Lungen bei Asthmaanfällen entdeckt. Wurde das Gen bei Mäusen entfernt, besserte sich die Asthma-Symptomatik deutlich (Shum et al., 2006).

Bei einer dänischen Zwillingsstudie wurde untersucht, in wie weit der bekannte Zusammenhang beider chronischen Erkrankungen erblich bedingt ist. Dieser genetische Zusammenhang konnte aber nur in Bezug auf weibliche Zwillinge bestätigt werden (Thomsen et al., 2007). Genannte Feststellung wird ebenfalls durch die Studie von Kries et al. gestützt, die die Assoziation von Asthma und weiblichen übergewichtigen oder adipösen Mädchen bestätigten. Da aber keine Assoziation zu anderen atopischen Erkrankungen nachgewiesen werden konnte, schlussfolgern sie, dass die Verbindung zu einem anderen Faktor als der atopischen Sensibilisierung bestehen muss (Kries et al., 2001).

Schließlich findet sich auch ein Zusammenhang zwischen den beiden Erkrankungen durch die Therapie selbst. Asthma wird ab einem bestimmten Schweregrad mit Glukokortikoiden

behandelt. Diese können als Nebenwirkung unter anderem das „Cushing-Syndrom“ hervorrufen, was mit einer Gewichtszunahme und einem erhöhten Blutdruck einher geht (Engelhardt/Neumann, 1994, S. 198ff).

Ob nun Asthma Adipositas aufgrund der geringeren körperlichen Aktivität im Alltag (z.B. aus Angst vor Atemnot) oder Adipositas Asthma (z.B. durch Dyspnoe bei sportlichen Aktivitäten) bedingt, ist noch nicht abschließend geklärt.

1.4 Rolle der körperlichen Aktivität bei Adipositas und Asthma

Körperliche Aktivität gehört zum Alltag von Menschen, vor allem bei Kindern. Beim Spielen und Toben schließen sie Freundschaften, lernen ihre körperlichen Grenzen kennen, trainieren ihren Bewegungsapparat und ihr Herz-Kreislauf-System und üben durch die Interaktionen zu anderen Menschen ihre soziale Kompetenz. So ist körperliche Aktivität eine wichtige Voraussetzung für eine gesunde Entwicklung im Kindesalter. Kinder, die an einer chronischen Erkrankung wie Adipositas oder Asthma leiden, werden durch diese häufig in ihrem Bewegungsdrang behindert. Dabei ist Bewegung bei Adipositas und Asthma wichtig. Durch körperliche Aktivität steigt der Kalorienverbrauch, langfristig betrachtet der Grundumsatz durch Zunahme der Muskelmasse. Dadurch kann eine negative Energiebilanz erreicht werden, eine der Grundvoraussetzungen zur Reduktion des Körpergewichtes. Eine Reduktion des Körpergewichtes wiederum hilft auch übergewichtigen Asthmatikern, denn diese geben im Vergleich zu normalgewichtigen Asthmatikern bei körperlicher Betätigung vermehrt Dyspnoe an. In Folge dessen ist ihr Medikamentenverbrauch signifikant höher (Pianose et al., 2004). So könnte ein Umkehrschluss lauten, dass eine Gewichtsreduktion dazu führt, den Medikamentenverbrauch deutlich zu reduzieren.

In einer kürzlich publizierten Studie mit 56 Asthmatikern und 61 Nicht-Asthmatikern im Alter von 7 bis 14 Jahren konnte gezeigt werden, dass Asthma der stärkste Einflussfaktor auf die körperliche Aktivität ist. Das Ziel der Studie war, Barrieren gegenüber körperlicher Betätigung offen zu legen (Glazebrook et al., 2007). Unterstützend dazu zeigte Chiang an 430 Kindern in Taiwan, dass Asthma als einer der Hauptfaktoren Kinder an körperlicher Aktivität hindert (Chiang et al., 2006).

Weiterhin konnten in Taiwan an 2300 Kindern zwei andere Aspekte aufgezeigt werden. Ein TV-Konsum von mehr als drei Stunden pro Tag verstärkt respiratorische Symptome und eine

mehr als dreimal die Woche stattfindende sportliche Aktivität ist mit weniger Symptomen assoziiert (Tsai et al, 2007).

Die Inaktivität in der heutigen Medien geprägten Gesellschaft nimmt immer mehr zu. So werden selbst Kinder immer inaktiver und begnügen sich eher mit Fernsehen oder Computerspielen als mit körperlicher Ertüchtigung. Dabei ist ein deutlich positiver Zusammenhang zwischen körperlicher Inaktivität und dem BMI aufzuweisen, wie zum Beispiel eine Arbeitsgruppe aus Belgien bestätigt (Guillaume et al., 1997). Ein vergleichbarer Zusammenhang wurde von einer Arbeitsgruppe vorgestellt, die bei 872 Kindern aus der Schweiz herausstellte, dass sowohl die Beschäftigung mit Computern als auch TV-Konsum mit Adipositas positiv und hochsignifikant korrelieren (Stettler et al., 2004). In der deutschen KiGGS-Studie mit 18.000 Kindern und Jugendlichen von 0 bis 17 Jahren konnte gezeigt werden, dass ein Medienkonsum von mehr als 6 Stunden pro Tag signifikant mit einem erhöhten Adipositas-Risiko einhergeht (Lampert et al. 2007).

Den gleichen Zusammenhang betrachtet die Arbeitsgruppe um Korsten-Reck von einer anderen Seite und fanden heraus, dass übergewichtige Kinder, die an einer intensiven Trainingsphase von 8 Monaten teilnahmen, im Vergleich zu einer nicht trainierenden Kontrollgruppe eine signifikante Abnahme des BMI und dabei eine ebenfalls signifikante Steigerung der körperlichen Leistungsfähigkeit aufwiesen (Korsten-Reck et al., 2006).

Eine andere Arbeitsgruppe zeigte die Korrelation zwischen motorischer und körperlicher Leistungsfähigkeit und BMI. So zeigte sich bei der Untersuchung von 555 Patienten zwischen der 90. und der 97. Perzentile und 372 Patienten über der 97. Perzentile ein inverser Zusammenhang zwischen Perzentile und Leistungsfähigkeit (Gruber et al., 2006).

Auch hier sollte die Aufgabe der Schulen, Ärzte und vor allen Dingen der Eltern sein, die Kinder zur Aktivität anzuhalten.

Die Adipositas-Leitlinien empfehlen zur Prävention einen gesunden Lebensstil mit regelmäßiger körperlicher Bewegung. Auch die Asthma-Leitlinien schreiben vor, dass eine optimal medikamentöse Therapie die Teilnahme an Schul- und Freizeitsport ermöglichen soll.

1.5 Körperliche Leistungsfähigkeit

Man kann körperliche Leistung auf verschiedene Art und Weise definieren. Ehlenz/Grosser/Zimmermann (1998, S.12) geben vier verschiedene Möglichkeiten der Definition an, wobei jede für einen unterschiedlichen Bereich zutrifft:

1. physiologisch
2. physikalisch
3. trainingspädagogisch
4. psychologisch

Für diese Arbeit relevant sind die Definitionen, die zu den Punkten eins und zwei gehören.

1. Physiologisch gesehen ist die Leistung der Energieumsatz pro Zeiteinheit.
2. Physikalisch gesehen ist die Leistung der Quotient aus der Arbeit und der für die Arbeit benötigten Zeit: Leistung $P = \text{Arbeit } A / \text{Zeit } t$; da Arbeit $A = \text{Kraft } f \text{ mal Weg } s$ ist, ergibt sich Leistung $P = \text{Kraft } f \times \text{Weg } s / \text{Zeit } t$; und da Weg $s / \text{Zeit } t = \text{Geschwindigkeit } v$ ist, ergibt sich: Leistung $P = \text{Kraft } f \text{ mal Geschwindigkeit } v$. Die Einheit ist Watt [W].

($P = \text{Leistung}$, $A = \text{Arbeit}$, $t = \text{Zeit}$, $f = \text{Kraft}$, $s = \text{Weg}$, $v = \text{Geschwindigkeit}$)

Körperliche Leistung in Bezug auf den Menschen bedeutet, mit den Muskeln physikalisch Arbeit verrichten und dabei Energie umsetzen. Körperliche Leistungsfähigkeit besteht daraus folgend aus verschiedenen Komponenten wie Ausdauer, Kraft, Beweglichkeit, Koordination und Schnelligkeit, die auf der Grundlage der physikalisch verrichteten Arbeit durch die Muskeln mittels Energieumsatz ermöglicht werden. Als Basis hierfür müssen Energiebereitstellung durch aerobe und anaerobe Prozesse, neuromuskuläre Funktionen wie Kraft und Technik sowie psychologische Faktoren wie Motivation und Taktik vorhanden sein (Knechtle, 2002, S. 18).

Alle Komponenten sind mehr oder weniger trainierbar. Durch ein richtig dosiertes Training lassen sich die einzelnen Bereiche komponentenspezifisch oder -unspezifisch erweitern,

wobei jeder Mensch eine individuelle Grenze der Trainierbarkeit aufweist. Die limitierenden Faktoren der körperlichen Leistungsfähigkeit sind in der folgenden Tabelle aufgezeigt.

Tab. 3: Die limitierenden Faktoren der körperlichen Leistungsfähigkeit (übernommen von Knechtle, 2002, S. 21)	
Lunge	Max. Sauerstoffaufnahme, Vitalkapazität
Herz	Schlagvolumen, Herzminutenvolumen, Herzfrequenz,
Blut	Hämatokrit
Muskulatur	Muskelmenge, Kapillardichte, Mitochondrienvolumen
Transportsysteme	Sauerstofftransport in die Zelle, Kohlendioxidtransport aus der Zelle, Laktatmetabolismus, Wärmeabtransport
Muskuläre Energiespeicher	Energiereiche Phosphate, Glykogen, Lipide

All diese in Tabelle 3 genannten Faktoren der körperlichen Leistungsfähigkeit sind durch Steigerung des körperlichen Trainings beeinflussbar (Engelhardt/Neumann, 1994, S. 98). Das gilt auch für das Training im Kindes- und Jugendalter (Engelhardt/Neumann, 1994, S. 122 ff). Bei Ausdauerleistungen wird zur Beurteilung der körperlichen Leistungsfähigkeit vor allem die maximale Sauerstoffaufnahme VO_2 max. herangezogen, da sie als gutes Kriterium der kardio-pulmo-zirkulatorischen Kapazität gilt (Knechtle, 2002, S. 21; Shephard/Åstrand, 1993, S.367).

Neuere Studien zeigen deutlich die körperliche Leistungsfähigkeit als Prognosefaktor für die Gesundheit. Sui et al. testeten 2600 Personen mittels eines Ausbelastungstests per Fahrrad-Ergometer und hielten ihre konstitutionellen Daten fest. Während der 12 Jahre andauernden Beobachtung zeigten sie bei steigender körperlicher Leistungsfähigkeit die signifikant abnehmende Sterberate (Sui et al., 2007). Nebenbei wiesen sie nach, dass mit steigenden BMI die Mortalitätsrate steigt. Höhere körperliche Leistungsfähigkeit, ebenfalls mittels Ausbelastungstest per Fahrradergometer festgestellt, korreliert weiterhin mit einer niedrigeren Krebssterberate (Farrell et al., 2007) und weniger kardiovaskulären Ereignissen (Wei et al., 1999). Auch Muskelmasse ist gegenläufig mit der Sterblichkeit verbunden (Wannamethee et al., 2007). Inverse Zusammenhänge zwischen körperlicher Leistungsfähigkeit und Adipositas und hohem Blutdruck zeigten auch Kukuchi et al. (2008) an knapp 600 Acht- und Neunjährigen auf.

Aufgrund der oben aufgezeigten Zusammenhänge wurde die körperliche Leistungsfähigkeit als wichtiger Prognose- und Schutzfaktor der Gesundheit im Rahmen dieser Arbeit untersucht.

Gemessen wird die körperliche Leistungsfähigkeit heutzutage mit standardisierten Verfahren. Das sind meist die Fahrrad- oder Laufbandergometrie. Hierbei wird anhand der erreichten Leistung z.B. in Watt/kg KG oder Geschwindigkeit ein Urteil über die Ausdauerleistungsfähigkeit als Teil der körperlichen Leistungsfähigkeit des Probanden abgegeben.

Während der in der vorliegenden Arbeit durch die Probanden absolvierten Fahrradergometrie leisteten die Probanden also physikalische Leistung in Form von Watt und physiologische Leistung in Form von Energieumsatz pro Zeiteinheit.

1.5.1 Körperliche Leistungsfähigkeit bei Kindern und Jugendlichen

Kinder haben einen natürlichen Bewegungsdrang, der aber laut der Medien heutzutage unter anderem gerade durch dieselbigen immer mehr unterdrückt wird. Der Lebensstil wird immer inaktiver, Übergewicht und Adipositas oder Haltungsschäden und –schwächen nehmen immer mehr zu.

In wie weit sich nun die sportliche Leistungsfähigkeit von Kinder und Jugendlichen in den letzten Jahren verändert hat, ist schwierig zu beurteilen. Studien, die diesen Zusammenhang klären sollen, haben oftmals unterschiedliche Ergebnisse.

Klein et al. (2004) untersuchten Schüler und Schülerinnen der 6. und 9. Klassen von Realschulen und Gesamtschulen sowie Gymnasien hinsichtlich verschiedener motorischer Fähigkeiten wie z.B. Ausdauer, Kraft, Schnelligkeit, Beweglichkeit usw. Dabei stellen sie fest, dass sich die Kinder im Vergleich zu Ergebnissen von Studien von 1975 bis 1993 in einigen Bereichen verschlechterten, aber auch in einigen verbesserten. Deutlich schlechter - im Vergleich zu den normalgewichtigen Kindern - schnitten die übergewichtigen Kinder bei der aktuellen Untersuchung durch seine Arbeitsgruppe ab.

Ketelhut et al. (2005) stellten bei einer Studie mit 172 gesunden Kindergartenkindern folgendes heraus: Schnellkraft und Grobmotorik verschlechtern sich in den letzten 30 Jahren, wohin gegen das Gleichgewicht unverändert bleibt und die Handkoordination sogar besser abschneidet.

Lawrenz et al. untersuchten 43 Kinder im Alter von 7-9 Jahren hinsichtlich ihrer Leistungsfähigkeit mittels Fahrradergometrie und verglichen die Daten mit den letzten 20 Jahren. Auch sie konnten keine Verschlechterung in dieser Altersgruppe feststellen.

Bös (2003) hingegen zeigt in seiner Übersichtsarbeit auf, dass nach Vergleich von 54 Studien, erarbeitet von 43 Autoren mit Kinder im Alter von 6-17 Jahren und in einem Zeitraum von 25 Jahren, eine deutliche Abnahme der motorischen Leistungsfähigkeit um ca. 10% zu verzeichnen ist.

1.6 Subjektives Belastungsempfinden

Das Anstrengungs- oder Belastungsempfinden ist eine subjektive Beurteilung eines Probanden oder Patienten darüber, wie anstrengend eine gerade ausgeführte körperliche oder geistige Belastung ist. Sie gibt also die individuelle Einstufung einer Reizintensität einer physikalischen oder geistigen Leistung wieder.

Dabei wird das Empfinden mittels einer numerischen Skala, wie z.B. der Borg- oder OMNI-Skala, erfasst und kann sowohl regionale Belastung (z.B. Beinbelastung) als auch globale (z.B. Herz-Kreislaufbelastung) angeben (Löllgen, 2004).

Durch dieses Mittel der subjektiven Beurteilung können Personen nach einer Einführung in die Benutzung z.B. ihre Trainingsintensität selbst steuern. Außerdem werden die Skalen bei klinischen, epidemiologischen oder Trainingsstudien, im Bereich der Rehabilitation, Prävention und im Leistungssport eingesetzt (Borg, 2004, Löllgen, 2004).

Die Borg-Skala reicht von 6-20. Mit dem Faktor 10 multipliziert ergibt sich daraus die Herzfrequenz des Probanden in der jeweiligen Belastungsintensität. Diesen engen Zusammenhang zwischen den RPE (= Rate of perceived exertion) –Werten und den physiologischen Parametern wie Herzfrequenz, Laktatwert, Sauerstoffaufnahme oder Atemfrequenz stellt Löllgen (2004) in einer Übersichtsarbeit heraus. Auch Borg gibt diesen Zusammenhang an (Borg, 2004). Als Erklärung, warum sich Personen gut selbst einschätzen können, gibt Löllgen in einer weiteren Übersichtsarbeit an, dass man im alltäglichen Leben jede Belastung unbewusst einschätzt und dadurch lernt. Diese Hypothese wird durch die Tatsache unterstützt, dass Kinder sich mit zunehmendem Alter immer besser selbst einschätzen können (Löllgen et al., 2004).

Die in dieser Arbeit verwendete OMNI-Skala reicht von 0-10 und wurde aufgrund der kindgerechten Aufmachung verwendet (siehe unten). Die Benutzung ist ansonsten identisch.

Diese Entscheidung zugunsten der OMNI-Skala wird durch verschiedene Arbeiten unterstützt: Pfeiffer et al. (2002) verglichen die Verwendung der OMNI- und der Borg-Skala bei heranwachsenden Mädchen und kamen zu dem Schluss, dass die OMNI-Skala verlässlicher und sicherer zu sein scheint als die Borg-Skala. Utter et al. (2002) wiesen nach, dass die OMNI-Skala bei Kindern während Ausdauer-Leistungen eine hohe Korrelation zur maximalen Sauerstoffaufnahme und zur Herzfrequenz hat. Hingegen deutet Hessling auf Probleme mit der Borg-Skala hin (2005). Bei Verwendung mit übergewichtigen Kindern sei sie laut Hessling nur mit Einschränkungen zu nutzen, da sich teilweise negative Korrelation zwischen Herzfrequenz und Borg-Werten zeigten. Ward und Bar-Or (1990) verglichen die Angaben zur Selbsteinschätzung von übergewichtigen Kindern beim Fahrrad fahren und Laufen. Die Kinder sollten sich in den vorgegebenen Bereich 7, 10, 13 und 16 betätigen. Hierbei stellten sie fest, dass die Angaben der Kinder bei den beiden verschiedenen Belastungsformen nicht zu den Herzfrequenzen passten und schlussfolgerten daraus, dass übergewichtige Kinder mehr Hilfe bei der Benutzung der Borg-Skala brauchen. Insgesamt schien die Omni-Skala geeigneter für diese Studie als die Borg-Skala.

Die Untersuchung des Belastungsempfindens im Rahmen dieser Arbeit soll klären, ob es Hinweise auf einen Zusammenhang zwischen körperlicher Leistungsfähigkeit und dem Belastungsempfinden gibt. Könnte ein hohes Belastungsempfinden eine Barriere gegenüber Sport und Bewegung darstellen? Hinweise auf unterschiedliches Belastungsempfinden zwischen Gesunden und Kranken, Mädchen und Jungen gibt es (Hessling (2005), Marinov (2003)), nur sind die Ergebnisse wenig stimmig und zeigen keine Ursachen hierfür auf.

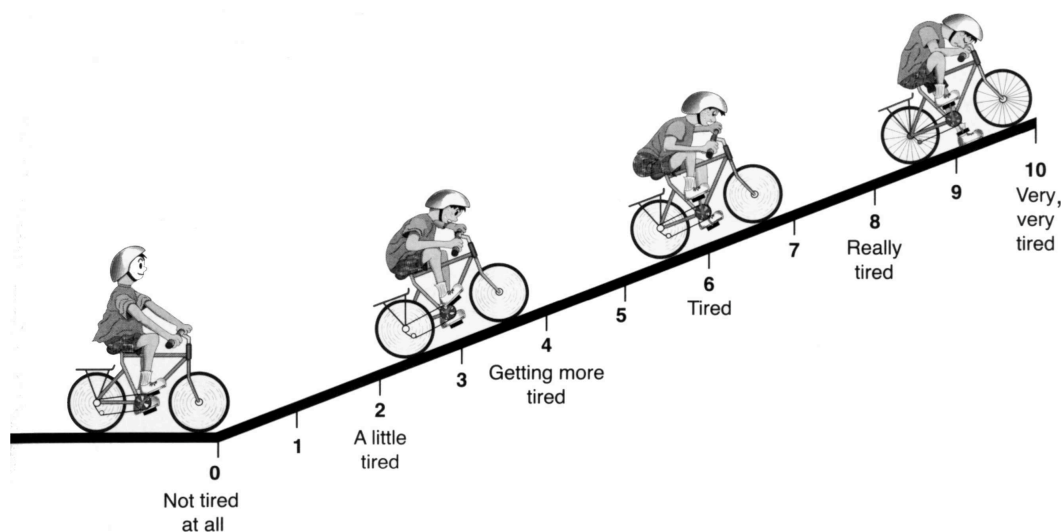


Abb. 3: Die kindgerechte OMNI-Skala

1.7 Fragestellung der vorliegenden Arbeit

Aufgrund der immer noch wachsenden Zahlen von chronisch kranken Kindern, vor allen mit den Diagnosen Adipositas und Asthma bronchiale, gibt es keine Zweifel an dem akuten Handlungsbedarf. Hierbei müssen sowohl Prävention als auch Therapie ins Visier genommen werden. Die vorliegende Arbeit untersucht die Unterschiede und den Zusammenhang zwischen dem Aktivitätsniveau und den Lebensgewohnheiten, der körperlichen Leistungsfähigkeit und dem Belastungsempfinden von chronisch kranken Kindern im Vergleich zu Kindern einer gesunden Kontrollgruppe. Hierbei wird aufgrund der bekannten Unterschiede zwischen Jungen und Mädchen geschlechterspezifisch ausgewertet. Anhand der dabei evaluierten Daten können dann möglicherweise verschiedene Präventions- und Therapiemaßnahmen für Schule, Freizeit und Ärzte aufgezogen werden. Aus dieser Zielvorstellung ergeben sich die drei folgenden Hauptfragestellungen für diese Arbeit:

1. In wie weit unterscheidet sich das Aktivitätsniveau von chronisch kranken Kinder in Bezug auf eine gesunde Kontrollgruppe? Sind Unterschiede in den Medien- und Sportgewohnheiten feststellbar?
2. Sind chronisch kranke Kinder in der Lage, die gleiche körperliche Leistung zu erbringen wie Kinder einer gesunden Kontrollgruppe?
3. Ist das subjektive Belastungsempfinden chronisch kranker Kinder vergleichbar dem gesunder Kinder?

2. Probanden und Methoden

2.1 Studiendesign

Bei der hier vorgestellten Untersuchung handelt es sich um eine klinische Studie mit transversalem Design. Stellvertretend für die Gruppe der chronisch kranken Kinder wurden Adipositas- und Asthmapatienten ausgewählt. Die Vergleichsgruppe bildeten gesunde Realschüler, die keine chronischen Erkrankungen aufweisen durften.

Folgende Verfahren wurden zur Klärung der oben genannten Hypothesen der nachstehenden Untersuchung erhoben:

1. Fahrradergometrie
2. Fragebogen.

2.2 Untersuchte Personengruppen

In der Studie wurden Kinder und Jugendliche im Alter von elf bis siebzehn Jahren untersucht:

1. Patienten mit Adipositas
2. Patienten mit Asthma
3. Gesunde Kinder als Kontrollgruppe.

Die Rekrutierung der Kinder fand entweder während ihres Aufenthaltes in der Fachklinik Satteldüne auf Amrum oder in der Realschule Tönning statt. Die anschließende Testung der Kinder wurde, je nach Ort der Rekrutierung, entweder in den Belastungsräumen der Fachklinik Satteldüne oder des Klinikum Nordfriesland Klinik Tönning durchgeführt.

2.2.1 Definition der Gruppen

Die Einschlusskriterien waren Alter (11 bis 17 Jahre), Geschlecht (männlich oder weiblich) und Erkrankung (Übergewicht, Adipositas, Asthma) bzw. völlige körperliche Gesundheit bei der Kontrollgruppe.

2.2.1.1 Adipositas-Patienten

Testprobanden dieser Gruppe waren fast ausschließlich Patienten der Fachklinik Satteldüne. Vier Probanden waren Schüler der Realschule Tönning und wurden aufgrund ihrer Perzentilenwerte nachträglich in diese Gruppe eingeteilt. Ansonsten war zur Teilnahme an der Studie Voraussetzung, dass die Kinder mit der Diagnose „Übergewicht“ oder „Adipositas“ vom behandelnden Kinder- oder Hausarzt in die Satteldüne eingewiesen worden waren und dort an dem strukturierten Adipositas-Schulungsprogramm (Amrumer XXL-Schulung) teilnahmen. Dieses Programm orientiert sich an den Vorgaben der Arbeitsgemeinschaft Adipositas und setzt sich aus einem interdisziplinären Team, bestehend aus den Berufsgruppen Medizin, Ernährung, Psycho-Soziales sowie körperliche Aktivität und Sport, zusammen. Bei Übergewicht lagen die BMI-Werte der Probanden über der 90., bei Adipositas über der 97. Perzentile. Da nicht Fragestellung dieser Arbeit wird nicht zwischen Adipositas und Übergewicht unterschieden sondern nur in Bezug auf die beiden anderen Gruppen (Asthma- und Kontrollgruppe) analysiert.

2.2.1.2 Asthma-Patienten

Probanden, dieser Gruppe waren ebenfalls ausschließlich Patienten der Fachklinik Satteldüne. Voraussetzung zur Teilnahme an der Studie war die Diagnose „Asthma bronchiale“, Einweisung durch den behandelnden Kinder- oder Hausarzt in die Satteldüne und dortige Teilnahme an dem Asthma-Schulungs-Programm nach der AG Asthaschulung, bestehend aus edukativen Schulungseinheiten, Atem-Physiotherapie und Asthma-Sport .

2.2.1.3 Gesunde Kinder

Probanden, die in dieser Gruppe getestet wurden, besuchten ausschließlich die Realschule Tönning. Voraussetzung zur Teilnahme an der Studie war, dass die Kinder an keinerlei chronischen Erkrankungen, vor allem aber nicht an Asthma bronchiale oder Adipositas litten. Weiterhin durfte ihre aktuelle Leistungsfähigkeit nicht eingeschränkt sein durch akute Erkrankungen oder Verletzungen.

2.2.2 Rekrutierungsorte und Testräume

2.2.2.1 Fachklinik Satteldüne auf Amrum

In der Fachklinik Satteldüne werden ganzjährig chronisch kranke Kinder und Jugendliche aller Altersstufen mit Erkrankungen der Atmungsorgane und der Haut sowie mit Ernährungsstörungen behandelt. Schwerpunktmäßig sind es Patienten mit Asthma bronchiale, Neurodermitis, Mukoviszidose und Adipositas. CF-Patienten werden bis ins Erwachsenenalter hinein behandelt.

Das multiprofessionelle Team setzt sich wie folgt zusammen:

KinderärzteInnen, PsychologenInnen, PädagogenInnen, HeilpädagogInnen, Motopäden, Kinderkrankenschwestern/-pfleger, ErzieherInnen, ÖkotrophologenInnen, ErnährungsberaterInnen, Diplom-SportlehrerInnen, PhysiotherapeutenInnen, MasseurInnen und med. BademeisterInnen. Angeschlossen an die Klinik ist eine pädiatrische sowie eine pneumologische Facharztpraxis. Außerdem besteht die Zulassung als Mukoviszidose-Ambulanz. (übernommen von www.sattelduene-amrum.de)

Nach Absprache mit dem ärztlichen Direktor Dr. med. Gerd Hüls und seinem Mitarbeiter Dr. sportwiss. Wolfgang Gruber wurde die Erlaubnis zur Rekrutierung und Testung der Patienten in der Satteldüne erteilt.

2.2.2.2 Realschule Tönning

Die Realschule Tönning wurde 1912 gegründet. Zum Zeitpunkt der Rekrutierung unterrichteten dort 14 Lehrkräfte ca. 260 Kinder.

Nach Absprache mit der Direktorin der Schule, Frau Schreiber, wurde die Studie in den einzelnen Klassen anhand des Schreibens „Elternbrief Realschule“ (siehe Anhang) während der Unterrichtszeit vorgestellt und Fragen seitens der Schüler geklärt. Anhand der im Schreiben vermerkten Kontaktdaten konnten die Kinder dann Termine für die Durchführung der Tests ausmachen.

2.2.2.3 Klinikum Nordfriesland - Klinik Tönning

Die Klinik Tönning ist Teil des Klinikum Nordfriesland, zu dem ebenfalls die Kliniken in Husum, Niebüll und Föhr-Amrum gehören.

Träger der Klinik ist der Kreis Nordfriesland. Ca. 80 Angestellte versorgen im Durchschnitt 2200 Patienten pro Jahr in den Bereichen Innere Medizin, Chirurgie, plastisch-kosmetischen Chirurgie, Anästhesie, Radiologie und Physiotherapie.

Nach Vorstellung und Absprache mit Dr. med. Alfonso Grande, Chefarzt der Inneren Medizin in Tönning könnten die Schüler der Realschule in einem Funktionsraum der Klinik getestet werden.

2.3 Ablauf der Untersuchung

Die Testung der Probanden wurde einzeln durchgeführt und dauerte inklusive Ausfüllen des Fragebogens ca. 20-30 min.

Als erstes wurde das Fahrradergometer auf die Größe der Kinder eingestellt. Genaue Angaben zu dem Fahrradergometer sind unter „2.4.1.1. Fahrradergometrie“ zu finden. Außerdem wurde den Kindern ein Funksender für die drahtlose Funkpulsmessuhr der Firma Polar® um den Brustkorb gelegt und die Blutdruckmanschette der Firma Boso® am linken Oberarm befestigt. Die Benutzung fand nach den jeweiligen Gebrauchsanweisungen der Hersteller statt. Nachdem der Ruheblutdruck mittels manueller Blutdruckmessung und die Ruheherzfrequenz ermittelt worden waren, starteten die Kinder mit einer Wattzahl von 25 Watt (W). Ihnen wurde mitgeteilt, dass sie probieren sollten, mit einer Frequenz von 60-70 Umdrehungen pro Minute (U/min) zu treten. Alle zwei Minuten wurde die Belastung um 20 W erhöht, bis die Kinder bei einer Herzfrequenz von 170 Schlägen/Minute (S/min) oder mehr angekommen waren. In den letzten 30 Sekunden jeder Stufe wurden neben der Messung der Herzfrequenz und des Blutdruckes die Kinder anhand der OMNI-Skala befragt, wie sie ihre Belastung, mittels einer konkreten Zahl, zurzeit subjektiv einschätzen würden. Hierbei kam es auf die ehrliche, spontane und unbeeinflusste Selbsteinstufung der Probanden an. Alle drei Werte wurden auf dem jeweiligen Belastungsprotokoll festgehalten. Genaue Angaben zum Belastungsprotokoll sind unter „2.3.2 Belastungsprotokoll“ zu finden.

Bei Erreichen der festgelegten Ziel-Herzfrequenz wurde die Belastung zurück auf 25 W gestellt und die Probanden traten mit 60 bis 70 U/min für zwei Minuten weiter. Am Ende

dieser Zeitspanne wurden erneut Blutdruck und Herzfrequenz gemessen und als Erholungswert festgehalten.

Abbruchkriterien bei der Ergometrie waren Versagen der Überwachungsgeräte, mangelnde Kooperation oder Erschöpfung der Probanden, auffällige Blässe, Zyanose, Dyspnoe, Stridor, Husten- oder Asthmaanfall, Schwindel, Schmerzen, v.a. Kopf- oder Thoraxschmerzen, unzureichender Anstieg des systolischen Blutdruckes oder Blutdruckabfall oder Blutdruckanstieg über 250 mmHG systolisch.

Im Anschluss an die Ergometrie füllten die Kinder die Fragebögen aus, die neben der Feststellung der persönlichen Daten zur Verifizierung der Sport- und Mediengewohnheiten dienten.

2.3.1. PWC 170

Einer der bekanntesten und am häufigsten eingesetzten Belastungstest in der Fahrradergometrie ist der PWC 170, was für „Physical Work Capacity 170“ steht (vgl. de Marées, 2003, S. 460) Der Test ist ein submaximaler Belastungstest und wird in dieser Studie einem Ausbelastungstest vorgezogen, da gerade bei chronisch kranken Probanden eine maximale Ausbelastung mit einem gesundheitlichen Risiko einhergehen könnte. Dies sollte in jedem Falle vermieden werden. Bei dem PWC 170 wird bei stufenförmig ansteigender Belastung die Leistungsfähigkeit des Probanden geprüft, in dem man solange die Wattzahlen steigert, bis der Proband eine Herzfrequenz von 170 Schlägen pro Minute aufweist. Dann gilt der Test als beendet. Je höher hierbei die erreichte Wattzahl pro Kilogramm bei der Endherzfrequenz von 170 S/min, umso leistungsfähiger ist der Patient.

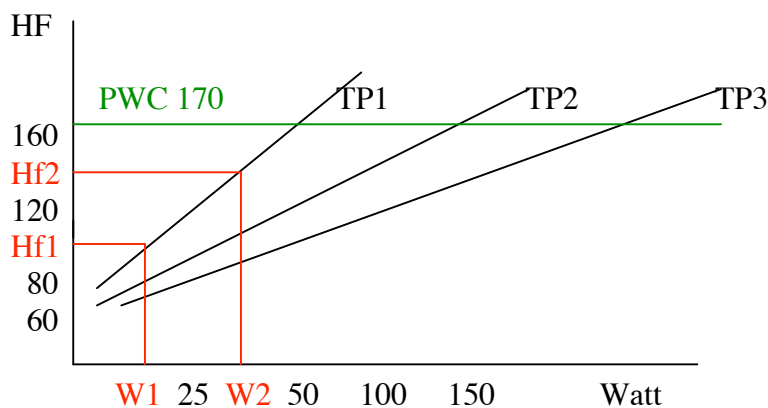


Abb. 4: Darstellung des Herzfrequenzanstieges dreier Probanden mit unterschiedlicher Leistungsfähigkeit bei der PWC 170 (HF = Herzfrequenz; TP = Testperson)

Der Graphik ist zu entnehmen, je höher die Leistungsfähigkeit, desto flacher verläuft die Gerade (Engelhardt/Neumann, 1994, S.99). Somit lässt sich die Leistungsfähigkeit auch graphisch darstellen. Berechnet wird sie nach folgender Formel:

$$PWC170 = W1 + (W2 - W1) \cdot [(170 - Hf1) / (Hf2 - Hf1)]$$

Alle Kinder erreichten die Zielherzfrequenz von 170 S/min.

2.3.2 Belastungsprotokoll

Üblicherweise findet man in der Literatur Belastungsprotokolle mit einem Startpunkt von 25 bis 50 W und Steigerungen alle 3 min um 25 W. Von diesem Schema wurde aufgrund der Überlegung, dass die chronisch kranken Kinder vermutlich nicht so leistungsfähig sind wie gesunde Kinder und somit zu schnell an die vorgegeben Grenze von 170 S/min kommen würden, bewusst abgewichen. In Folge dessen wurde im verwendeten Belastungsprotokoll ein Startpunkt von 25 W und eine Steigerung der Belastung alle 2 min um 20 W festgelegt.

2.4 Datenerhebung

Die Testung der Patienten der Fachklinik Satteldüne fand vom 27. August bis zum 1. September und vom 7. bis zum 9. September 2006 in den Funktionsräumen der Fachklinik statt. Hier wurden insgesamt 36 Adipositas- und 29 Asthma-Patienten untersucht. Bei den Adipositas-Patienten waren 14 männliche und 22 weibliche Probanden in einem Durchschnittsalter von 13,3 (männlich) bzw. 14,2 (weiblich) Jahren vertreten. Die Gruppe der Asthma-Patienten setzte sich aus 12 männlichen und 17 weiblichen Probanden in einem Durchschnittsalter von 12,8 (männlich) bzw. 13,9 (weiblich) Jahren zusammen.

Die Kontrollgruppe wurde vom 4. bis zum 7. Dezember 2006 in den Funktionsräumen der Klinik Tönning getestet. Hier wurden insgesamt 25 Probanden untersucht, wovon nachträglich vier männliche Probanden aufgrund ihrer BMI-Werte über der 90. Perzentile mit Übergewicht in die Adipositas-Gruppe aufgenommen wurden. Die Geschlechtsverteilung umfasste 14 männliche und 11 weibliche Probanden mit einem Durchschnittsalter von 12,8 (männlich) bzw. 12,5 (weiblich) Jahren.

Insgesamt wurden 90 Probanden getestet, wovon letztendlich 40 zur Adipositas-, 29 zur Asthma- und 21 zur Kontrollgruppe gehörten.

Alle Kinder haben freiwillig an der Untersuchung teilgenommen.

2.4.1 Objektive Daten

2.4.1.1 Fahrradergometrie

Fahrradergometrie und Laufband sind weit verbreitete Methoden zur Bestimmung der körperlichen Leistungsfähigkeit im kardiopulmonalen Bereich. Gegenüber dem Laufband hat die Fahrradergometrie jedoch den Vorteil, dass die Belastung sich jederzeit reproduzieren und exakt dosieren lässt, und somit die Vergleichbarkeit zwischen den einzelnen Probanden besser gesichert ist. Außerdem sind die koordinative Belastung und die Gefahr von orthopädischen Fehlbelastungen gering. Somit fiel die Wahl auf die Fahrradergometrie, da dieses Verfahren geeigneter für die chronisch kranken Kinder schien als ein Laufbandtest.

Es wurde jeweils ein sitzendes, belastungsprotokollmodifizierbares Fahrradergometer verwendet. Dieses ließ sich in Lenker- und Sattelhöhe frei auf die individuellen Bedürfnisse der Probanden einstellen. Die Füße der Probanden wurden in Laschen an den Pedalen fixiert. Auf einer digitalen Anzeige konnten die Probanden die vorgegebene Umdrehungszahl von 60 bis 70 U/min selbst überprüfen.

Die Erhöhung der jeweiligen Watt-Belastung wurde durch den Untersucher vorgenommen.

2.4.1.2 Herzfrequenz

Die Herzfrequenz zählt zu den Parametern der kardialen Funktion. Sie ist abhängig vom Lebensalter (maximale Frequenz nimmt im Alter ab), Geschlecht (bei Männern niedriger), Trainings- und / oder Leistungszustand (z.B. je besser der Trainingszustand um so niedriger der Arbeitsbereich des Herzens in Ruhe und Belastung; Flüssigkeitsdefizite lassen die Herzfrequenz steigen), Umgebung (hohe Umgebungstemperatur steigert die Herzfrequenz) und der Art der Tätigkeit (z.B. beim Laufen ist die Herzfrequenz bei gleicher Belastungsintensität ca. 10% höher als beim Schwimmen oder Radfahren) (Shephard/Åstrand, 1993, S. 27; Hartmann, Minow, Senf, 2002, S.117; Engelhardt, Neumann, 1994, S. 16). Kontrolliert wird die Herzfrequenz über den Sympathikus, einem Teil des vegetativen Nervensystems. Mit dem Beginn der körperlichen Belastung steigert sich die Aktivität des

Sympathikus, was eine Adrenalinausschüttung zur Folge hat und so zu einer Herzfrequenzerhöhung führt. Somit wird mehr Blutvolumen durch den Körper gepumpt, was die Leistungsfähigkeit steigert (Knechtle, 2002, S. 14, S. 46). Schließlich besteht zwischen Herzfrequenz und Sauerstoffaufnahme ein deutlicher Zusammenhang. Steigert sich die Herzfrequenz, steigt auch die Sauerstoffaufnahme (Knechtle, 2002, S. 47).

Während der Ergometrie trugen die Probanden eine Pulsuhr der Firma Polar[®], die drahtlos mit einem Sender verbunden war. Dieser Sender wurde den Probanden zu Beginn der Testung mit Hilfe eines Gurtes um den Brustkorb auf die Haut knapp unter den Mamillen umgeschnallt. So konnte jederzeit die Herzfrequenz überprüft werden. Dokumentiert wurde sie am Anfang als Ruhewert, am Ende jeder gefahrenen Stufe und nach der zweiminütigen Erholungsphase. Die Uhr wurde nach Betriebsanleitung des Herstellers verwendet. Das Verfahren war dem Großteil der Probanden bekannt und konnte so gut eingesetzt werden. Außerdem war es vom Aufwand erheblich leichter zu realisieren als eine Belastungs-EKG-Messung.

2.4.1.3 Blutdruck

Der arterielle Blutdruck RR ist eine Funktion des Herzminutenvolumens Q (= Herzfrequenz HF x Schlagvolumen SV) und des peripheren Widerstandes R. Dies entspricht der Formel:

$$RR = Q \times R = HF \times SV \times R.$$

Er setzt sich aus zwei Werten zusammen, wobei der erste den systolischen und der zweite den diastolischen Druck beschreibt. Der diastolische Druck ist der niedrigste pulsatorische Druckwert am Ende der Diastole (Füllungsphase des Herzens), wohin gegen der systolische Wert für den maximal erreichten Druckwert während der Systole (Austreibungsphase des Herzens) steht (Schmidt, Thews, 1995, S.505).

Der Blutdruck wird, ähnlich wie die Herzfrequenz, durch viele Faktoren wie Tageszeit (Schmidt, Thews, 1995, S. 545), Geschlecht (Schmidt, Thews, 1995, S.545), Alter (im Alter steigend; Kannel, 1976; Amery et al., 1978), Trainingszustand (je besser der Trainingszustand, um so niedriger der Blutdruck; Weineck, 1996, S. 688) und physische und psychische Belastung (Schmidt, Thews, 1995, S.545) beeinflusst. Mit dem Beginn der körperlichen Belastung steigert sich die Aktivität des Sympathikus, was eine Adrenalinausschüttung zur Folge hat und so zu einer Blutdruckerhöhung über eine Steigerung

des Herzminutenvolumens führt. Somit wird mehr Blutvolumen durch den Körper gepumpt, was die Leistungsfähigkeit steigert (Knechtle, 2002, S. 14, S. 46).

Die Blutdruckmessung erfolgt unblutig durch die indirekte sphygmomanometrische Ermittlung der Korotkow-Geräuschphänomene, einer Verfeinerung der Riva-Rocci-Methode. Diese nach dem russischen Arzt Nikolai Korotkow benannten Geräusche werden mittels Stethoskop bei der Blutdruckmessung mit Oberarmmanschette abgehört. Insgesamt gibt es dabei fünf akustische Phänomene. Nachdem die Manschette auf einen ca. 30 mmHg höheren als den geschätzten systolischen Blutdruckwert aufgepumpt wurde, lässt man die Luft langsam ab und hört dabei mittels Stethoskop auf die Arteria brachialis. Der erste Ton, den man dabei hört, wird 1. Korotkow-Ton genannt und entspricht dem systolischen Blutdruck. Danach folgen der 2. und 3. Korotkow-Ton, bei denen die Geräusche erst leiser und dann wieder lauter werden. Der diastolische Blutdruck liegt zwischen dem 4. Korotkow-Ton, bei dem das Pulsgeräusch wieder leiser wird und dem 5. Korotkow-Ton, dem letzten hörbaren Geräusch. Zu beachten ist dabei nur die so genannte auskultatorische Lücke, die bei einigen Patienten auftreten kann, und sich in einem unhörbar leisen Puls zwischen den 2. und 3. Korotkow-Ton äußert. So kann es zur Fehlinterpretation von Blutdruckwerten kommen. Man kann zum Beispiel den 3. Ton für den ersten halten, wenn man die Manschette nicht weit genug aufgepumpt hat, und so zu niedrige Werte bestimmen. Oder aber man hält den 2. Ton für den fünften und misst so zu hohe diastolische Werte. Siehe dazu folgende Abbildung:

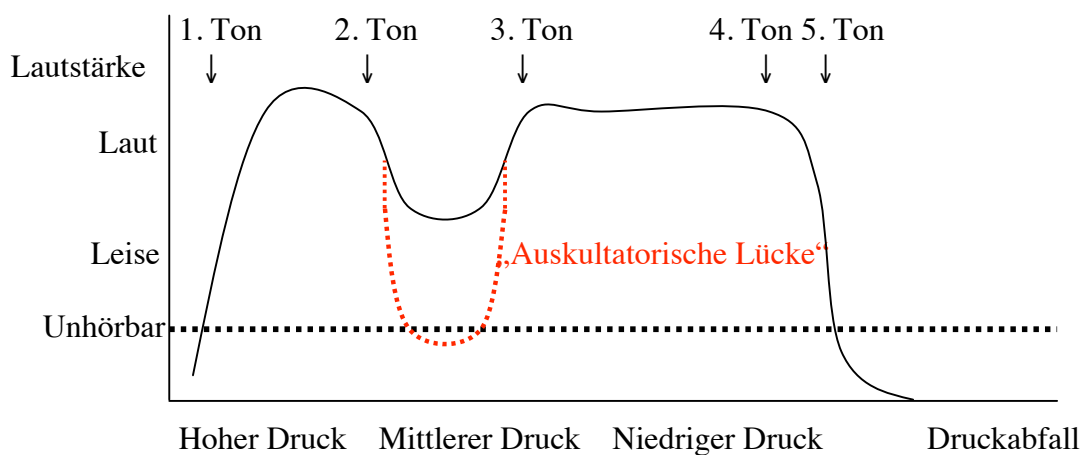


Abb. 5: Korotkow-Geräusche bei der sphygmomanometrische Blutdruckmessung

Während der Ergometrie trugen die Kinder eine Blutdruckmanschette, die je nach Umfang des Armes an das jeweilige Kind angepasst wurde. Vor der Untersuchung wurde ein Ruheblutdruckwert gemessen. Während der Untersuchung wurde jeweils am Ende der Stufe

ein Blutdruckwert ermittelt. Außerdem wurde ein Erholungswert zwei Minuten nach Ende der Belastung festgehalten.

2.4.1.4 Watt

Watt ist die SI-Einheit der Leistung in der Physik und gibt die Änderung der Energie oder Arbeit im Zeitintervall an. In meiner Arbeit ist sie folglich als Einheit für die durch die Probanden geleistete mechanische Arbeit zu sehen. Die physikalische Formel hierfür lautet:

$$P = F \times s / t$$

(P = Leistung; F = Kraft; s = Weg, auf den die Kraft einwirkt; t = Zeit der Krafteinwirkung).

Zur besseren Differenzierung der einzelnen Probanden wurde die Leistung der einzelnen auf Watt pro Kilogramm Körpergewicht umgerechnet. Somit wird die Vergleichbarkeit einfacher.

2.4.1.5 BMI-Messung

Die Abkürzung BMI steht für „Body Mass Index“ und gibt das Verhältnis von Körpergewicht in Kilogramm zu Körperlänge in Meter zum Quadrat an. Die Formel dazu lautet:

$$\text{BMI} = \text{Gewicht (kg)} / \text{Größe}^2 (\text{m}^2).$$

In der Medizin hat sich die Beurteilung des relativen Gewichts, also der Body Mass Index, als allgemeines Maß zur Abschätzung des Körpergewichtes in Bezug auf die Körpergröße durchgesetzt.

In dieser Arbeit wurden die Daten Körpergröße und –gewicht durch den Fragebogen ermittelt und zum BMI umgerechnet. Somit konnte eine ausreichende Beurteilung der Konstitution der Probanden erfolgen.

2.4.2 Subjektive Daten

2.4.2.1 OMNI-Skala

Die OMNI-Skala misst das subjektive Belastungsempfinden in einer Abstufung von 0 bis 10 (überhaupt nicht müde bis sehr müde). Der Proband soll während der Belastung ohne langes Überlegen auf eine der Zahlen zeigen oder diese nennen. Beeinflussung in jeglicher Art, seien es Kommentare oder Tipps des Versuchsleiters, sind zu vermeiden. In dieser Untersuchung wurde eine kindgerechte Variante der OMNI-Skala verwendet (siehe „1.6. Subjektives Belastungsempfinden“). Diese mit Bildern versehene Variante soll die Verständlichkeit für Kinder vereinfachen. Aufgrund dieser kindgerechten Version fiel die Entscheidung zwischen Borg- und OMNI-Skala zugunsten der OMNI-Skala aus.

2.4.2.2 Selbst erstellter Fragebogen

Mit Hilfe des selbst entworfenen Fragebogens wurden die persönlichen Daten der Probanden ermittelt. Alle Fragen sollten nach bestem Gewissen beantwortet werden. Die erhobenen Parameter sind im Folgenden aufgelistet:

- Name
- Alter
- Geschlecht
- Größe + Gewicht (durch Probanden angegeben) \Rightarrow BMI (vom Versuchsleiter errechnet)
- Ruheblutdruck und -puls (vom Versuchsleiter erfasst)
- Sportarten
- Häufigkeit / Woche (Einheiten pro Woche)
- Vereinsmitgliedschaft
- Schulweg (Auto, Fahrrad, Bus, Zu Fuß)
- Mediengewohnheiten (Std. / Tag).

Die Probanden erhielten beim Ausfüllen des Fragebogens auf Wunsch Unterstützung durch den Versuchsleiter.

2.5 Statistische Auswertung

Die Fragebögen wurden durchnummeriert und anonymisiert. Anschließend wurden sie kodiert und in Excel eingegeben. Die statistische Auswertung erfolgt neben Excel X für Mac mit SPSS 13.0. Es wurden folgende Verfahren angewendet:

- Deskriptive Statistik (Häufigkeiten, Mittelwerte, Standardabweichungen)
- Chi-Quadrat Test, ein Verfahren, um Unterschiedshypothesen zu überprüfen, die sich auf Nominaldaten beziehen. Beim Chi-Quadrat-Test wird überprüft, in wie weit sich die erwarteten mit den tatsächlich gemessenen Werten decken (Anpassungstest).
- Exakter Test nach Fischer, ein Signifikanztest auf Unabhängigkeit in der Kontingenztafel, der auch dann anwendbar ist, wenn es sich um eine geringe Anzahl von Beobachtungen handelt. Ansonsten entspricht er dem Anwendungsgebiet der Chi-Quadrat-Tests.
- Univariate Varianzanalyse (auch als Oneway Anova = analysis of variance bekannt), ein parametrisches Verfahren, um eine Prüfgröße zu ermitteln, anhand dessen über die Gültigkeit der Hypothesen entschieden werden kann. Kommt allerdings erst dann zum Einsatz, wenn das Design über ein Zwei-Gruppen-Design hinausgeht.
- Der Kruskal-Wallis-Test, ein parameterfreier statistischer Test, mit dem im Rahmen einer Varianzanalyse verglichen wird, ob sich verschiedene Gruppen in Bezug auf eine ordinalskalierten Variable unterscheiden. Der Test kann für den Vergleich von mehr als zwei Gruppen herangezogen werden.

- Rangkorrelationskoeffizient nach Spearman, ein parameterfreies Maß für die Korrelation. Er zeigt, wie gut eine Funktion den Zusammenhang zwischen zwei Variablen beschreibt, ohne hierbei irgendwelche Annahmen über die Wahrscheinlichkeitsverteilung der Variablen zu tätigen. Es wird im Gegensatz zu Kendalls Tau von einer Gleichheit der Abstände der Skalenwerte ausgegangen.
- Korrelationskoeffizient nach Pearson, ein dimensionsloses Maß für das Ausmaß des linearen Zusammenhangs zwischen zwei mindestens intervallskalierten Merkmalen.
- Die Daten werden als Mittelwerte mit der Standardabweichung dargestellt.
- Das Signifikanz-Niveau wurde bei $p < 0,05$ festgesetzt. Höchst signifikant sind Werte bei $p < 0,001$.
- Die Gruppen der Adipösen und der Asthmatiker werden jeweils mit der Kontrollgruppe verglichen. Signifikante Unterschiede beziehen sich, wenn nicht anders angegeben, im Folgenden immer auf diesen Vergleich und sind mit einem Sternchen „*“ oder mit „**Fettdruck**“ markiert.

3. Ergebnisse

In drei Hauptbereiche gegliedert, werden die Ergebnisse der Untersuchung und des Fragebogens darstellt. Vorab sollen die allgemeinen Beobachtungen der Studie in einem ersten Abschnitt aufgezeigt werden, bevor die drei Hauptteile folgen:

- Aktivitätsniveau
- Körperliche Leistungsfähigkeit
- Belastungsempfinden

3.1. Allgemeine Beobachtungen

An der Untersuchung nahmen insgesamt 90 Kinder im Alter von 11 bis 17 Jahren teil, wovon 40 zur Adipositas-, 29 zur Asthma- und 21 zur Kontrollgruppe zählten. Das Durchschnittsalter der Adipositasgruppe beträgt $13,8 \pm 1,5$, das der Asthmagruppe $13,4 \pm 1,6$ und das der Kontrollgruppe $12,6 \pm 2,0$ Jahre. Die genauen körperlich-konstitutionellen Merkmale sind in der unten stehenden Tabelle ersichtlich.

Tab. 4: Körperlich-konstitutionelle Merkmale der drei Gruppen.						
Variable	Adipositas (n = 40)		Asthma (n = 29)		Kontrollgruppe (n = 21)	
	Männlich (n = 18)	Weiblich (n = 22)	Männlich (n = 12)	Weiblich (n = 17)	Männlich (n = 10)	Weiblich (n = 11)
Alter (Jahre)	13,2 ($\pm 1,5$)	14,2 ($\pm 1,3$)	12,8 ($\pm 1,0$)	13,9 ($\pm 1,8$)	12,7 ($\pm 2,1$)	12,5 ($\pm 1,8$)
Größe (cm)	163,5 ($\pm 8,2$)	166,32 ($\pm 6,6$)	161,67 ($\pm 10,8$)	162,59 ($\pm 8,6$)	157,02 ($\pm 12,7$)	159,73 ($\pm 10,0$)
Gewicht (kg)	78,95 ($\pm 16,4$)	89,16 ($\pm 16,2$)	52,64 ($\pm 9,6$)	57,06 ($\pm 13,8$)	47,6 ($\pm 12,1$)	48,45 ($\pm 7,1$)
BMI (kg/m ²)	29,77 ($\pm 5,1$)	32,13 ($\pm 4,9$)	20,00 ($\pm 2,7$)	21,36 ($\pm 3,7$)	19,03 ($\pm 2,7$)	18,94 ($\pm 1,6$)
Ruhepuls (S/min)	84,39 ($\pm 10,1$)	88,82 ($\pm 11,6$)	88,5 ($\pm 12,5$)	100,35 ($\pm 18,7$)	79,01 ($\pm 15,3$)	89,55 ($\pm 10,5$)
Ruheblutdruck syst. (mmHG)	113,78 ($\pm 8,7$)	120,14 ($\pm 12,1$)	106,25 ($\pm 7,7$)	108,94 ($\pm 11,4$)	111 ($\pm 10,7$)	112,73 ($\pm 10,5$)

Die Daten sind angegeben als Mittelwert \pm SD. (S/min= Schläge pro Minute; syst. = systolisch; n = Anzahl; Fettdruck = signifikant auf dem Niveau von $p < 0,05$ beim Vergleich mit der Kontrollgruppe nach Geschlechtern getrennt)

Alle 90 Probanden führten die Ergometrie nach den Vorgaben des Untersuchungsleiters, wie sie unter „2.3. Ablauf“ erläutert sind, ordnungsgemäß aus. Auch der Fragebogen wurde von allen 90 vollständig bearbeitet, so dass jeder Proband in die Wertung aufgenommen werden konnte.

3.2. Aktivitätsniveau

Das Aktivitätsniveau der Probanden wurde anhand von fünf Parametern abgeschätzt:

- Vereinsmitgliedschaft (ja oder nein)
- Sportart (kein Sport, Ausdauersport, Ballsport, Sonstiges, Gemischt – zusammengefasst als Sport oder kein Sport)
- Häufigkeit der Sporteinheiten / Woche (Sporteinheiten pro Woche)
- Absolvierung des Schulweges (passiv mit dem Auto oder Bus vs. aktiv zu Fuß oder mit dem Fahrrad)
- Mediengewohnheiten (PC, Spielkonsole, Fernseher in Stunden pro Tag)

Bei der Auswertung der Fragebögen stellte sich dar, dass es so gut wie keine signifikanten Unterschiede im Aktivitätsniveau der drei nach Geschlechtern aufgeteilten Probandengruppen gab. Lediglich bei den männlichen Probanden zeigte sich ein signifikanter Unterschied in Bezug auf den Schulweg. Hier absolvierten 27,8 % der Adipösen den Schulweg zu Fuß oder mit dem Rad, 66,6% der Asthmatiker und 70% der Kontrollgruppe. Der Rest der jeweiligen Gruppe fuhr mit dem Bus oder Auto zur Schule ($p < 0,05$).

Die Mediengewohnheiten der einzelnen Gruppen werden im Mittel bei den männlichen Probanden mit $2 \pm 1,2$ Std./Tag von den Adipösen, $1,6 \pm 0,9$ Std./Tag von den Asthmatikern und $2,1 \pm 1,3$ Std./Tag von der Kontrollgruppe, bei den weiblichen Probanden mit $2,3 \pm 1,3$ Std./Tag von den Adipösen, $2,1 \pm 1,2$ Std./Tag von den Asthmatikern und $2,3 \pm 1,8$ Std./Tag von der Kontrollgruppe angegeben. Signifikante Unterschiede sind hier nicht festzustellen, wobei es scheint, dass die Jungen im Vergleich zu den Mädchen einen geringeren Medienkonsum haben. Überraschend ist das Ergebnis, dass bei den männlichen Probanden sowohl die Adipösen mit $3,0 \pm 2,0$ Sporteinheiten/Woche (S/W) als auch die Asthmatiker mit $3,3 \pm 1,6$ S/W mehr S/W aufweisen als die Kontrollgruppe mit nur $2,2 \pm 1,5$ S/W. Ähnliches

zeigt sich bei den weiblichen Probanden. Hier treiben wiederum die Adipösen mit $2,7 \pm 2,4$ S/W mehr Sport als die Asthmatiker mit $1,6 \pm 1,3$ S/W oder die Kontrollgruppe mit $1,8 \pm 1,6$ S/W. Allerdings sind diese Unterschiede nicht signifikant.

Tendenziell sind die weiblichen Probanden aller Gruppen im Alltag inaktiver als ihre männlichen Gegenüber.

Da bei der Unterscheidung der einzelnen Sportarten (Ausdauersport, Ballsport, Sonstiges wie Turnen, Reiten, Fechten, Gemischte Sportarten) innerhalb der Gruppen ebenfalls keine signifikanten Unterschiede herauskommen, wird zur Vereinfachung nur noch zwischen Sport oder keinem Sport unterschieden.

Die restlichen Ergebnisse sind in den Tabellen 5 und 6 und den aufgezeigten Graphiken 6 bis 9 verdeutlicht.

Tab. 5: Aktivitätsniveau der Jungen			
	Adipositas	Asthma	Kontrolle
Sporteinheiten/Woche	3,0 ± 2,0	3,3 ± 1,6	2,2 ± 1,5
Mediengewohnheiten (Std./Tag)	2,0 ± 1,2	1,6 ± 0,9	2,1 ± 1,3
Verein Ja (in %)	44,5	66,6	80
Verein Nein (in %)	55,6	33,4	20
Sport Ja (in %)	83,3	91,6	100
Sport Nein (in %)	16,7	8,4	0
Schulweg Fuß/Fahrrad (in %)	27,8	66,6	70
Schulweg Bus/Auto (in %)	72,2	33,4	30

(Verein ja/nein = Vereinsmitgliedschaften; Sport ja/nein = Probanden, die Sport treiben; Schulweg Fuß/Fahrrad = Probanden, die den Schulweg mit dem Fahrrad oder zu Fuß zurücklegen; Schulweg Bus/Auto = Probanden, die den Schulweg mit Bus oder Auto zurücklegen; Fettdruck = signifikant auf dem Niveau von $p < 0,05$)

Tab. 6: Aktivitätsniveau der Mädchen			
	Adipositas	Asthma	Kontrolle
Sporteinheiten/Woche	2,7 ± 2,4	1,6 ± 1,3	1,8 ± 1,6
Mediengewohnheiten (Std./Tag)	2,3 ± 1,3	2,1 ± 1,2	2,3 ± 1,8
Verein Ja (in %)	31,8	41,2	72,7
Verein Nein (in %)	68,2	58,8	27,3
Sport Ja (in %)	68,2	70,6	81,8
Sport Nein (in %)	31,8	29,4	18,2
Schulweg Fuß/Fahrrad (in %)	59,1	35,3	63,6
Schulweg Bus/Auto (in %)	40,9	64,7	36,4

(Verein ja/nein = Vereinsmitgliedschaften; Sport ja/nein = Probanden, die Sport treiben; Schulweg Fuß/Fahrrad = Probanden, die den Schulweg mit dem Fahrrad oder zu Fuß zurücklegen; Schulweg Bus/Auto = Probanden, die den Schulweg mit Bus oder Auto zurücklegen)

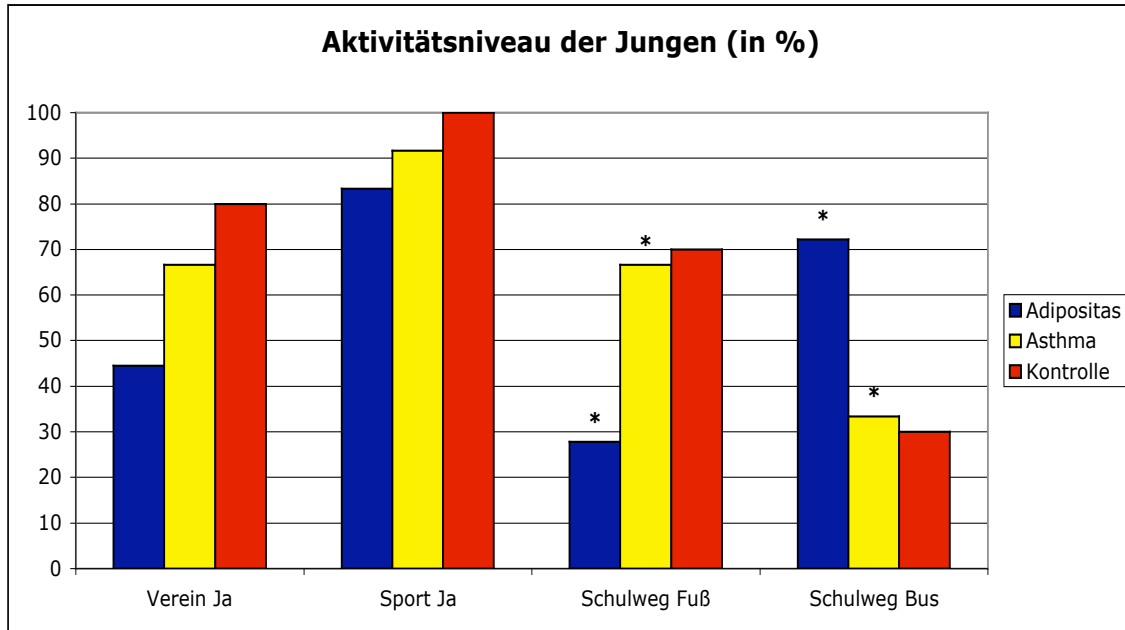


Abb. 6: Aktivitätsniveau der Jungen (Verein ja = Prozent der Vereinsmitgliedschaften; Sport ja = Prozent der Probanden, die Sport treiben; Schulweg Fuß = Schulweg wird mit dem Auto oder zu Fuß bewältigt; Schulweg Bus = Schulweg wird mit dem Auto oder Bus bewältigt; * = signifikant mit $p < 0,05$)

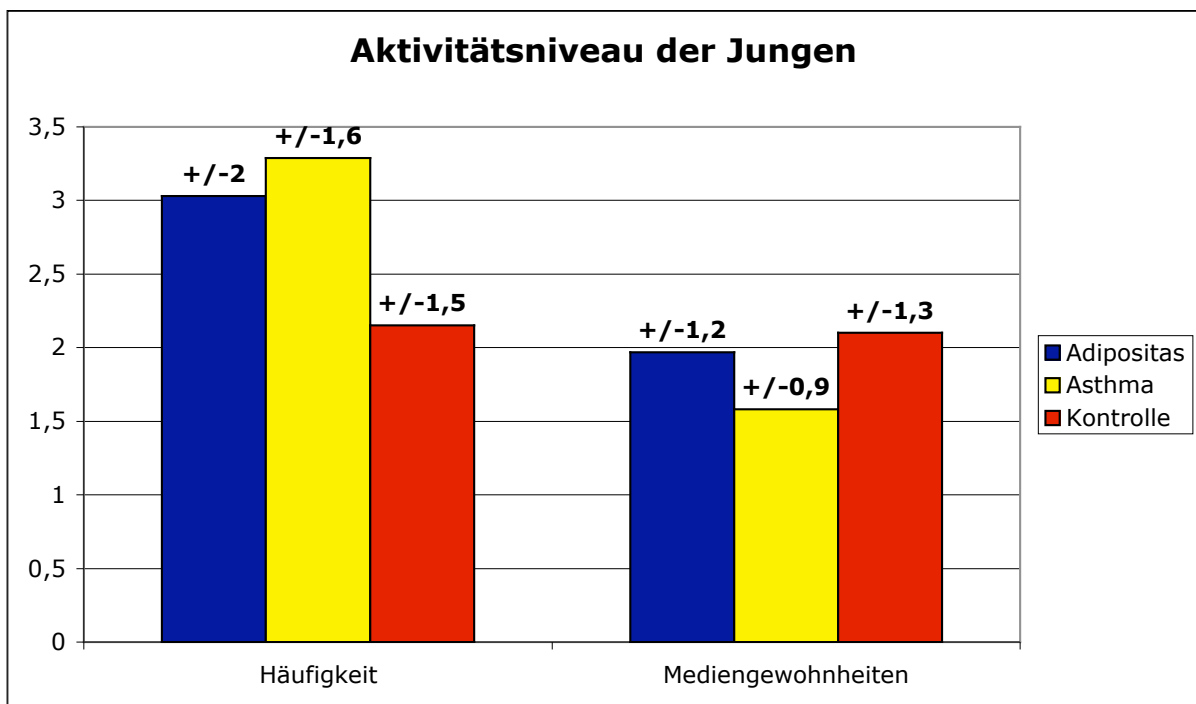


Abb. 7: Aktivitätsniveau der Jungen (Häufigkeit = Anzahl der Sporteinheiten pro Woche, Mediengewohnheiten = Medienkonsum pro Tag in Stunden; +/- = Standardabweichung)

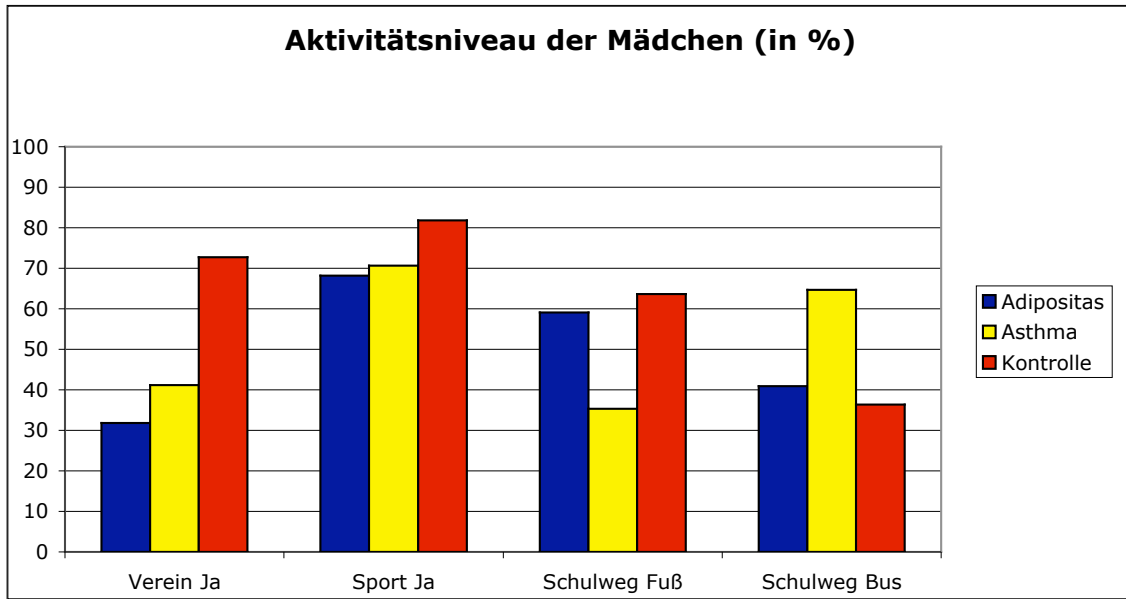


Abb. 8: Aktivitätsniveau der Mädchen (Verein ja = Prozent der Vereinsmitgliedschaften; Sport ja = Prozent der Probanden, die Sport treiben; Schulweg Fuß = Schulweg wird mit dem Auto oder zu Fuß bewältigt; Schulweg Bus = Schulweg wird mit dem Auto oder Bus bewältigt)

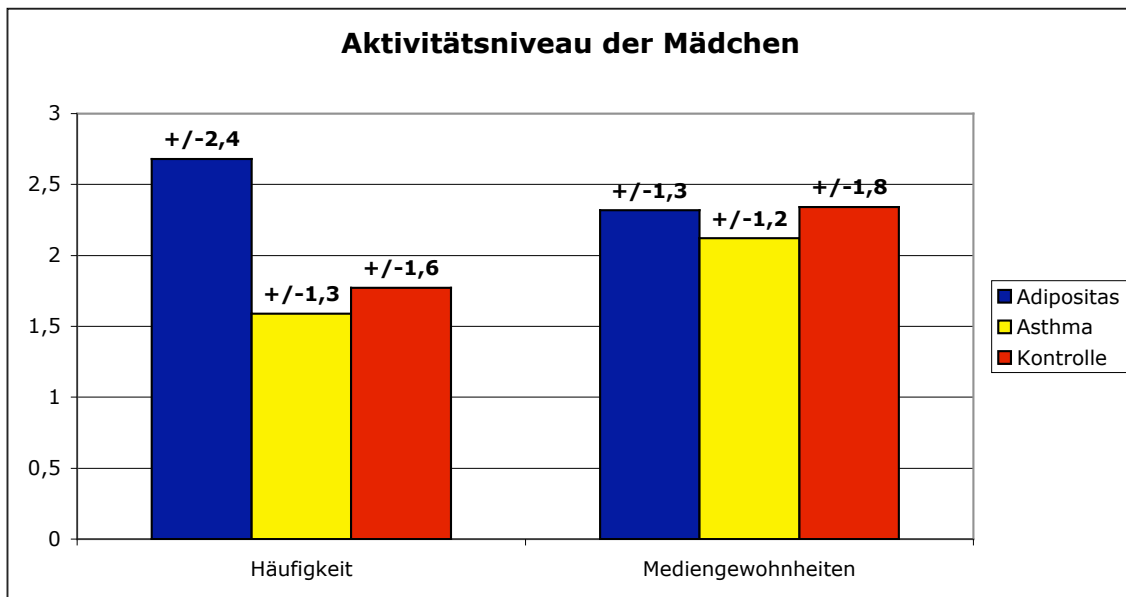


Abb. 9: Aktivitätsniveau der Mädchen (Häufigkeit = Anzahl der Sporteinheiten pro Woche, Mediengewohnheiten = Medienkonsum pro Tag in Stunden; +/- = Standardabweichung)

Nachdem die unterschiedlichen Aktivitätsniveaus der einzelnen Gruppen miteinander verglichen wurden, sollen nun Zusammenhänge mit der erbrachten Leistung, dem Belastungsempfinden und dem BMI aufgeführt werden.

Dabei wurde geschaut, ob die einzelnen Parameter Vereinsmitgliedschaften, Sport oder kein Sport, Sporteinheiten pro Woche, Absolvieren des Schulweges aktiv oder passiv und Medienkonsum mit den Parametern erbrachte Leistung (also Watt/kg KG), Belastungsempfinden (Omni-Werte bei den Stufen eins, drei und der erreichten Endstufe) und BMI in irgendeiner Weise miteinander korrelieren.

3.2.1 Zusammenhang zwischen Aktivitätsniveau und erbrachter Leistung

Die Probanden wurden geschlechtsspezifisch und gruppenübergreifend ausgewertet. Dabei wurde deutlich, dass bei den männlichen Probanden die Art, wie der Schulweg absolviert wurde, eine signifikante Korrelation mit der erbrachten Leistung aufzeigte. Probanden, die den Schulweg aktiv mit Fahrrad oder zu Fuß absolvierten, schafften im Mittelwert $2,4 \pm 0,5$ Watt/kg, wogegen diejenigen, die den Schulweg passiv mit Bus oder Auto bestritten, es nur auf einen Mittelwert von $1,9 \pm 0,5$ Watt/kg brachten ($p < 0,002$; $r = 0,481$). Ansonsten zeigten sich bei den männlichen Probanden keine signifikanten Korrelationen zwischen dem Aktivitätsniveau und der erbrachten Leistung. Die Ergebnisse sind der folgenden Tabelle zu entnehmen.

Tab. 7: Zusammenhang zwischen der erbrachten Leistung und dem Aktivitätsniveau bei den männlichen Probanden	
Parameter	Watt/kg \pm SD
Sport / Kein Sport	$2,2 \pm 0,5$ / $1,7 \pm 0,4$
Schulweg aktiv/Schulweg passiv	$2,4 \pm 0,5$ / $1,9 \pm 0,5$
Verein ja / Verein nein	$2,2 \pm 0,6$ / $2,0 \pm 0,5$
Häufigkeit/Woche (Einheiten/Woche)	
0	$1,7 \pm 0,4$
1	$2,4 \pm 0,3$
1,5	$2,1 \pm 0,6$
2	$2,2 \pm 0,6$
2,5	$2,5 \pm 0,0$
3	$2,0 \pm 0,6$
3,5	$2,0 \pm 0,2$
4	$2,9 \pm 0,1$
4,5	$1,9 \pm 0,4$
5	$2,1 \pm 0,0$
6	$2,3 \pm 0,5$
Mediengewohnheiten (Std./Tag)	
0,5	$2,3 \pm 0,5$
0,75	$2,2 \pm 0,0$
1	$2,2 \pm 0,5$
1,5	$2,2 \pm 0,6$
2	$2,3 \pm 0,4$
2,5	$1,6 \pm 0,0$
3	$1,8 \pm 0,4$
3,5	$1,9 \pm 0,1$
4	$3,1 \pm 0,0$
4,5	$1,1 \pm 0,0$
5	$2,2 \pm 0,0$

(Fettdruck = signifikant auf dem Niveau von $p < 0,05$)

Bei den weiblichen Probanden ergab sich als einzige signifikante Korrelation ein Zusammenhang zwischen Vereinsmitgliedschaften und erbrachter Leistung. Die Probanden, die einem Sportverein angehörten, leisteten im Mittel $2,1 \pm 0,4$ Watt/kg, die ohne Vereinsmitgliedschaft im Mittel nur $1,8 \pm 0,4$ Watt/kg ($p < 0,025$, $r = -0,317$). Alle anderen Ergebnisse sind in der folgenden Tabelle dargestellt.

Tab. 8: Zusammenhang zwischen der erbrachten Leistung und dem Aktivitätsniveau bei den weiblichen Probanden	
Parameter	Watt/kg \pm SD
Sport / Kein Sport	$2,0 \pm 0,4$ / $1,7 \pm 0,4$
Schulweg aktiv/Schulweg passiv	$1,9 \pm 0,5$ / $1,9 \pm 0,4$
Verein ja / Verein nein	$2,1 \pm 0,4$ / $1,8 \pm 0,4$
Häufigkeit/Woche (Einheiten/Woche)	
0	$1,7 \pm 0,4$
1	$2,2 \pm 0,3$
1,5	$1,6 \pm 0,0$
2	$1,9 \pm 0,5$
2,5	$1,9 \pm 0,4$
3	$1,8 \pm 0,3$
4	$2,0 \pm 0,3$
6	$2,1 \pm 0,3$
7	$1,6 \pm 0,0$
Mediengewohnheiten (Std./Tag)	
0,5	$2,3 \pm 0,2$
0,75	$2,0 \pm 0,0$
1	$2,1 \pm 0,5$
1,5	$1,8 \pm 0,3$
2	$1,7 \pm 0,4$
2,5	$1,7 \pm 0,3$
3	$1,8 \pm 0,6$
3,5	$1,6 \pm 0,4$
4	$1,8 \pm 0,2$
4,5	$1,8 \pm 0,5$
5	$2,2 \pm 0,0$
6,5	$2,1 \pm 0,0$

(Fettdruck = signifikant auf dem Niveau von $p < 0,05$)

Tendenziell scheint die erbrachte Leistung zu steigen, wenn die Probanden Sport treiben, einem Sportverein angehören oder den Schulweg aktiv absolvieren. Es zeigt sich kein Zusammenhang zwischen der erbrachten Leistung und der Sporthäufigkeit pro Woche oder den Mediengewohnheiten.

Testet man die Gruppen einzeln und geschlechterspezifisch zeichnet sich bei der weiblichen Adipositas-Gruppe ein signifikanter Zusammenhang zwischen der erbrachten Leistung derjenigen Probanden ab, die Sport bzw. keinen Sport treiben. Die Sportler erreichten $1,8 \pm 0,3$ Watt/kg, wohin gegen die Nichtsportler nur $1,3 \pm 0,2$ Watt/kg erreichten ($p < 0,003$; $r = 0,608$). Weiterhin zeigt sich in dieser Gruppe eine Korrelation zwischen der Häufigkeit der absolvierten Sporeinheiten pro Woche und der erbrachten Leistung. Probanden, die bis zu 2,5 Sporeinheiten pro Woche absolvierten, erreichten im Mittel $1,5 \pm 0,1$ Watt/kg, bei mehr als 2,5 absolvierten Sporeinheiten pro Woche leisteten die Probanden $1,9 \pm 0,2$ Watt/kg ($p < 0,000$; $r = 0,700$). Schließlich wird eine signifikante Korrelation im Bereich der Vereinsmitgliedschaften beobachtet. Hierbei leisteten die Vereinsmitglieder $2,0 \pm 0,3$ Watt/kg, die Nichtmitglieder $1,5 \pm 0,3$ Watt/kg ($p < 0,001$; $r = -0,668$).

Bei allen anderen Gruppen waren keine Korrelationen zwischen dem Aktivitätsniveau und der erbrachten Leistung nachweisbar.

3.2.2 Zusammenhang zwischen Aktivitätsniveau und Belastungsempfinden

Zwischen dem Aktivitätsniveau und dem Belastungsempfinden konnte bei geschlechtsspezifischer Testung weder Gruppen übergreifend noch Gruppen intern eine Korrelation gefunden werden.

3.2.3 Zusammenhang zwischen Aktivitätsniveau und BMI

Bei der Auswertung aller Probanden zeigt sich, dass es einen signifikanten Zusammenhang zwischen den Vereinsmitgliedschaften und dem BMI gab. Die Probanden mit einer Vereinsmitgliedschaft hatten im Mittel einen BMI von $21,3 \pm 5,6$ kg/m², die Probanden ohne Vereinsmitgliedschaft wiesen im Mittel einen BMI von $26,9 \pm 7,4$ kg/m² auf ($p < 0,01$; $r = 0,267$).

Trennt man nun die Probanden in eine männliche und eine weibliche Gruppe, so zeigte sich eine weitere signifikante Korrelation. Die männlichen Probanden, die ihren Schulweg aktiv mit Fahrrad oder zu Fuß absolvierten, hatten im Mittel einen BMI von $21,6 \pm 6,1$ kg/m² im Vergleich zu einem BMI von $26,7 \pm 5,7$ kg/m² bei den Probanden, die den Schulweg passiv mit dem Bus oder Auto absolvierten ($p < 0,003$, $r = -0,455$).

Unterscheidet man noch zwischen den einzelnen Gruppen, kristallisiert sich bei den weiblichen Adipositas-Probanden heraus, dass der BMI von adipösen Sportlerin bei $30,7 \pm 4,7$ kg/m² im

Vergleich zu $35,1 \pm 3,8 \text{ kg/m}^2$ von adipösen Nichtsportlerin lag ($p < 0,05$; $r = -0,423$). Außerdem zeigt sich eine Korrelation zwischen der Anzahl der Sporteinheiten pro Woche und dem BMI. Probanden die weniger als 2,5 Sporteinheiten pro Woche absolvierten, haben im Mittel einen BMI von $34,4 \pm 4,6 \text{ kg/m}^2$, diejenigen, die mehr als 2,5 Sporteinheiten pro Woche absolvierten jedoch nur einen BMI von im Mittel $28,9 \pm 3,1 \text{ kg/m}^2$ ($p < 0,01$; $r = 0,506$).

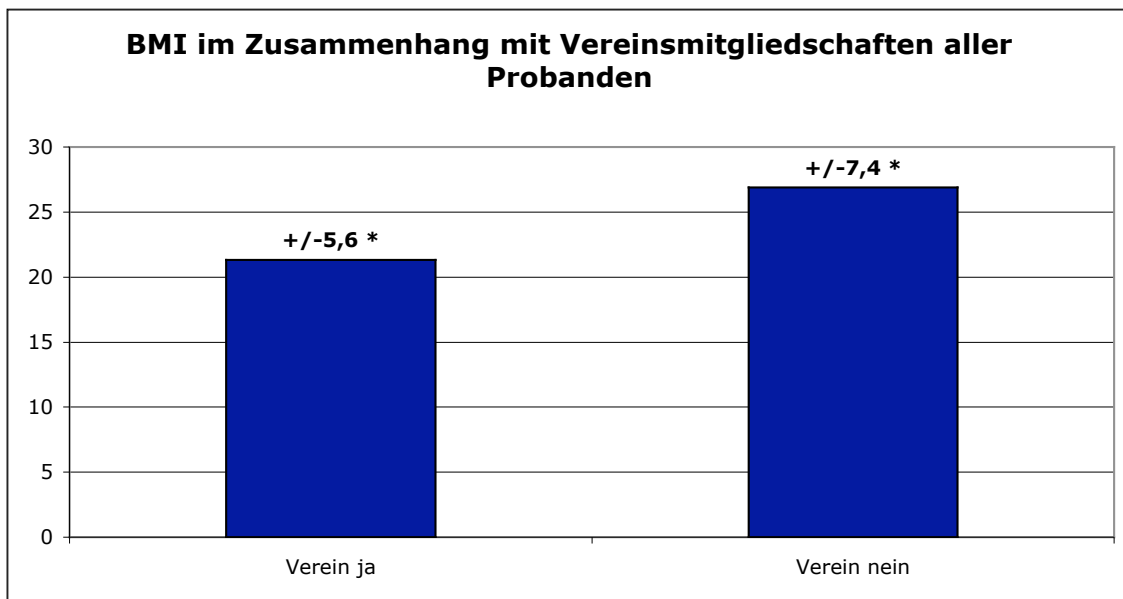


Abb. 10: Zusammenhang zwischen BMI und Vereinsmitgliedschaften bei allen Probanden (Verein ja = Vereinsmitglied, Verein nein = kein Vereinsmitglied, BMI in kg/m^2 ; +/- = Standardabweichung; * = signifikant mit $p < 0,01$)

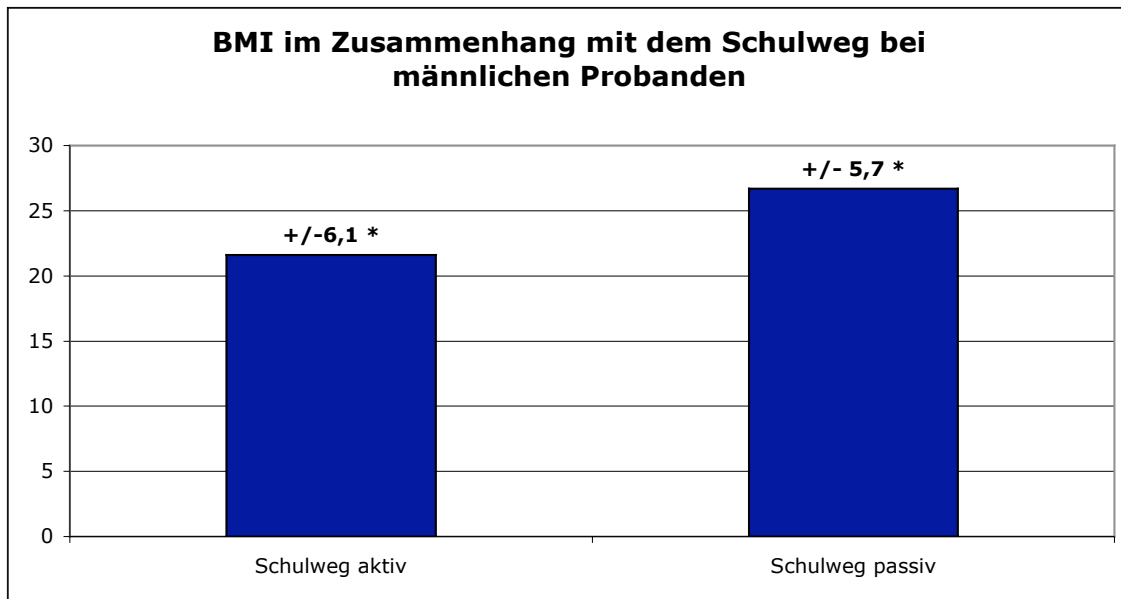


Abb. 11: Zusammenhang zwischen BMI und Schulweg bei männlichen Probanden (Schulweg aktiv = mit Fahrrad oder zu Fuß, Schulweg passiv = bis Bus oder Bahn, BMI in kg/m² ; +/- = Standardabweichung; * = signifikant mit $p < 0,003$)

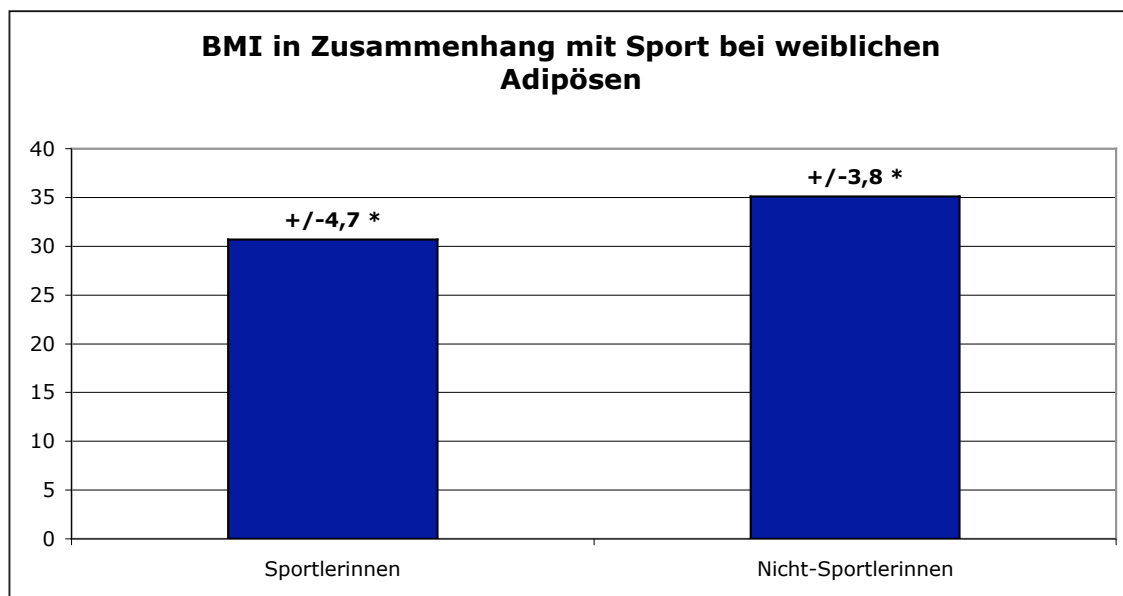


Abb. 12: Zusammenhang zwischen BMI und Sport bei weiblichen Adipositas-Probanden (BMI in kg/m²; +/- = Standardabweichung; * = signifikant mit $p < 0,01$)

3.3 Körperliche Leistungsfähigkeit

Zur Bestimmung der körperlichen Leistungsfähigkeit der Probanden wurden folgenden Parameter verwendet:

Tab. 9: Parameter zur Verifizierung der körperlichen Leistungsfähigkeit der Probanden	
Parameter	Erläuterung
Erbrachte Leistung in Watt/kg	Erreichte Stufe in Watt in Bezug auf das Körpergewicht
Ruheherzfrequenz Ruheblutdruck systolisch	Wie im Abschnitt „Probanden und Methoden“ unter „2.4.1.2 Herzfrequenz“ und „2.4.1.3. Blutdruck“ erläutert, besteht ein Zusammenhang zwischen Trainingszustand und Herzparametern: Bei einem besseren Trainingszustand besteht eine niedrigere Frequenz und ein niedrigerer Blutdruck.
Erholungsherzfrequenz Erholungsblutdruck systolisch	Je schneller sich die Herzparameter nach Belastung normalisieren, umso besser ist ein Proband trainiert und umso leistungsfähiger wird er sein.

Außerdem wurden die Belastungsherzfrequenz und –blutdruckwerte untersucht. Hierbei ergaben sich allerdings keine eindeutigen Ergebnisse, so dass im Folgenden primär auf die Ruhe- und Erholungswerte eingegangen wird. Die Belastungswerte finden sich zur Gewährleistung der Vollständigkeit in Tabelle 10.

Die erreichte Watt-Zahl/kg Körpergewicht ist das Maß für die körperliche Leistungsfähigkeit. Als unterstützende Parameter werden die Herzfrequenz und der systolische Blutdruck in Ruhe und nach zwei Minuten Erholung mit in die Bewertung einbezogen.

Hierbei wurde deutlich, dass es Unterschiede im Bereich der körperlichen Leistungsfähigkeit unter den jeweiligen Probanden gab. Die Adipositas-Probanden erreichten hier $1,73 \pm 0,33$ Watt/kg KG bei den Jungen und $1,64 \pm 0,3$ Watt/kg KG bei den Mädchen, bei den Asthmatikern waren es $2,42 \pm 0,5$ Watt/kg KG bei den Jungs und $1,92 \pm 0,4$ Watt/kg KG bei den Mädchen. Die Kontrollgruppe schaffte $2,57 \pm 0,4$ Watt/kg KG bei den Jungen und $2,38 \pm 0,3$ Watt/kg KG bei den Mädchen ($p < 0,001$).

Auch die Herzfrequenz und die systolischen Blutdruckwerte wiesen signifikante Unterschiede auf. Einzige Ausnahme waren hier Ruheherzfrequenz (Ruhe-HF) und Ruheblutdruck (Ruhe-RR) der Jungen, die keine signifikanten Unterschiede aufzeigten. Hier hatte die Adipositasgruppe eine Ruhe-HF im Mittel von $84,39 \pm 10,4$ S/min und einen Ruhe-RR im Mittel von $113,78 \pm 8,9$ mmHG, die Asthma-Gruppe eine Ruhe-HF von $88,5 \pm 13,1$ S/min

und $106,25 \pm 8$ mmHG und die Kontroll-Gruppe eine Ruhe-HF von $79,1 \pm 16,2$ S/min und eine Ruhe-RR von $111 \pm 11,3$ mmHG. Die Erholungswerte von Blutdruck und Herzfrequenz waren signifikant unterschiedlich. Die adipösen Probanden hatten eine Erholungs-HF von $108,06 \pm 8,4$ S/min und einen Erholungs-RR von $126,06 \pm 12,7$ mmHG, gegenüber einer Erholungs-HF von $107 \pm 11,3$ S/min und Erholungs-RR von $120,42 \pm 5,4$ mmHG bei den Asthmatikern und $94,8 \pm 13,5$ S/min und $111 \pm 20,4$ mmHG bei der Kontrollgruppe ($p < 0,05$).

Bei den Mädchen waren sowohl die Ruhewerte (Adipositas-Gruppe: HF: $88,82 \pm 11,9$ S/min, RR: $120,14 \pm 12,4$ mmHG; Asthma-Gruppe: HF: $100,35 \pm 19,2$ S/min, RR: $108,94 \pm 11,7$ mmHG; Kontroll-Gruppe: HF: $89,55 \pm 11$ S/min, RR: $112,73 \pm 11$ mmHG) als auch die Erholungswerte (Adipositas-Gruppe: HF: $117,55 \pm 9,2$ S/min, RR: $131,27 \pm 13,2$ mmHG; Asthma-Gruppe: HF: $121,35 \pm 13,2$ S/min, RR: $118,94 \pm 18,6$ mmHG; Kontroll-Gruppe: HF: $110,91 \pm 10,4$ S/min, RR: $118,64 \pm 10,3$ mmHG) signifikant unterschiedlich ($p < 0,05$). Ergebnisse sind graphisch und tabellarisch dargestellt in Tabelle 10 und Abbildungen 13 bis 16.

Tab. 10: Herzfrequenz und Blutdruck in Ruhe, Belastung und Erholung der drei Gruppen im Vergleich			
	Adipositas (m/w)	Asthma (m/w)	Kontrolle (m/w)
Ruhe-HF (S/min)	$84,39 \pm 10,4$ / $88,82 \pm 11,9$	$88,5 \pm 13,1$ / $100,35 \pm 19,2$	$79,1 \pm 16,2$ / $89,55 \pm 11$
Ruhe-BD	$113,78 \pm 8,9$ / $120,14 \pm 12,4$	$106,25 \pm 8$ / $108,94 \pm 11,7$	$111 \pm 11,3$ / $112,73 \pm 11$
Stufe 1 HF	$104,94 \pm 12,7$ / $105,09 \pm 11,9$	$105,42 \pm 10,2$ / $115,24 \pm 16,2$	$110,4 \pm 14,6$ / $118,27 \pm 11,4$
Stufe 1 BD	$119,11 \pm 10,6$ / $124,73 \pm 13,9$	$113,33 \pm 6,9$ / $115,89 \pm 13$	$116 \pm 11,2$ / $119,55 \pm 6,9$
Stufe 3 HF	$130,94 \pm 16,9$ / 127 ± 15	$131,58 \pm 10,6$ / $143,35 \pm 17,6$	$142,1 \pm 21,2$ / $151,36 \pm 12,9$
Stufe 3 BD	$137,78 \pm 11,5$ / $139,32 \pm 14,9$	$131,92 \pm 10,5$ / $133,47 \pm 14,8$	$134 \pm 12,2$ / $140 \pm 9,5$
Stufe Ende HF	$172,56 \pm 5,1$ / $171,68 \pm 5,1$	$172,5 \pm 2,9$ / $174 \pm 4,9$	$171,9 \pm 3,8$ / $176,09 \pm 4,7$
Stufe Ende BD	$164,67 \pm 17,9$ / $172,18 \pm 20,7$	$155 \pm 17,5$ / $152,76 \pm 21,6$	$151,5 \pm 20,4$ / $153,64 \pm 8,7$
Erholungs-HF (S/min)	$108,06 \pm 8,4$ / $117,55 \pm 9,2$	$107 \pm 11,3$ / $121,35 \pm 13,2$	$94,8 \pm 13,5$ / $110,91 \pm 10,4$
Erholungs-BD	$126,06 \pm 12,7$ / $131,27 \pm 13,2$	$120,42 \pm 5,4$ / $118,94 \pm 18,6$	$111 \pm 20,4$ / $118,64 \pm 10,3$

Hf = Herzfrequenz, BD = syst. Blutdruck, m = männlich, w = weiblich; Stufe 1, 3 und Ende = exemplarisch ausgewählte Belastungsstufen bei der Ergometrie; Fettdruck = signifikant auf dem Niveau von $p < 0,05$

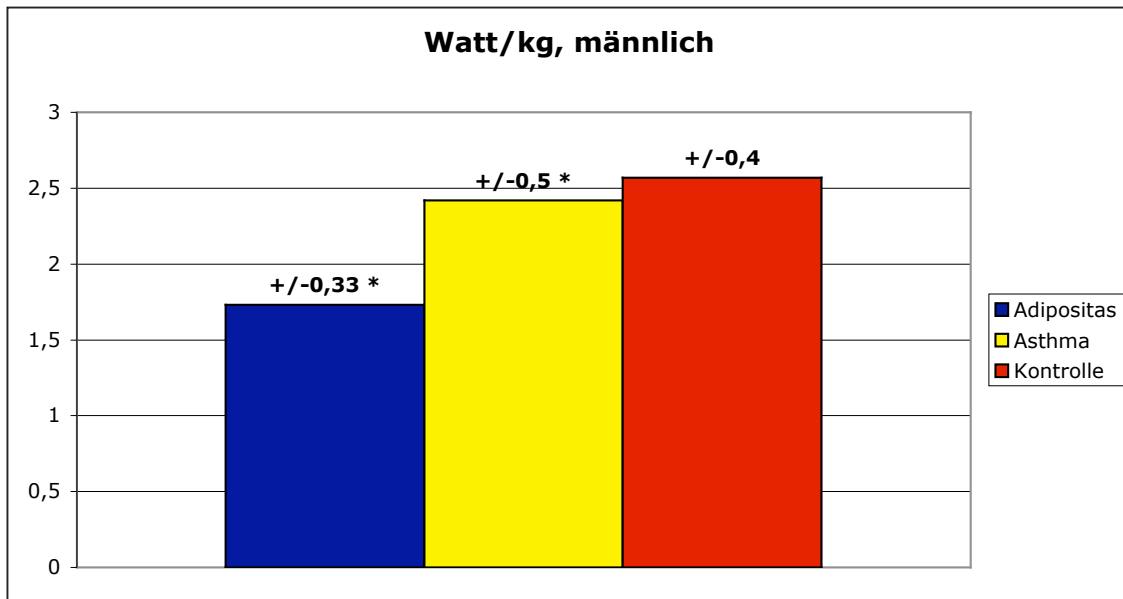


Abb. 13: Erbrachte Leistung in Watt/kg KG der männlichen Probanden
(+/- = Standardabweichung; * = signifikant mit $p < 0,001$)

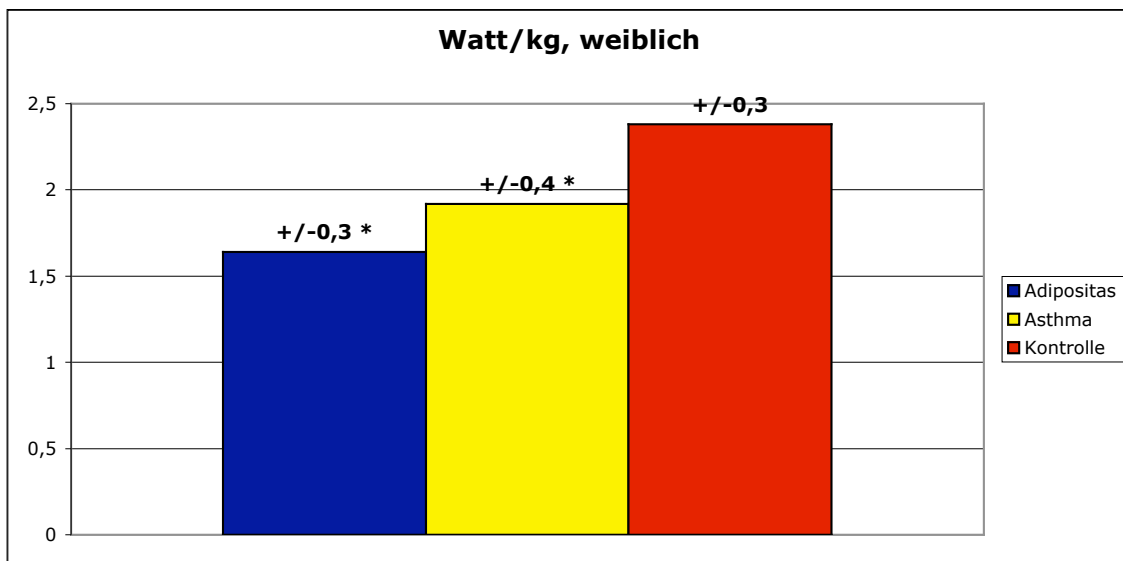


Abb. 14: Erbrachte Leistung in Watt/kg KG der weibliche Probanden
(+/- = Standardabweichung; * = signifikant mit $p < 0,001$)

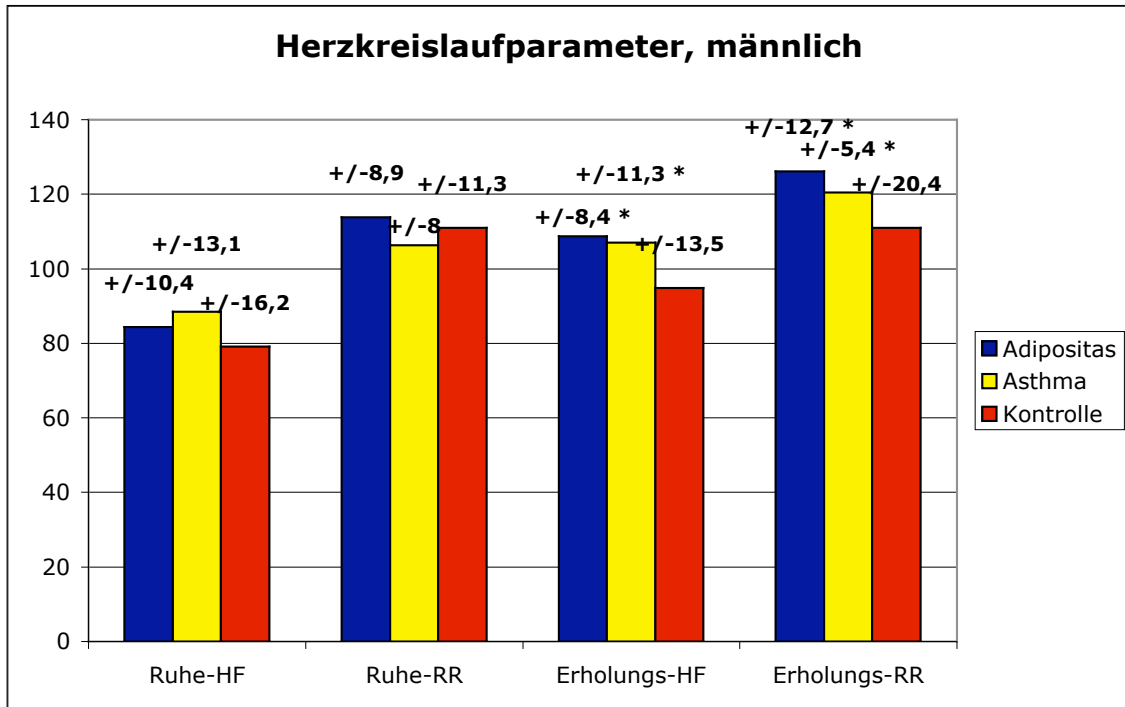


Abb. 15: Herzfrequenz (in S/min) und systolischer Blutdruckwert (in mmHG) der männlichen Probanden in Ruhe und nach Erholung (+/- = Standardabweichung; * = signifikant mit $p < 0,05$)

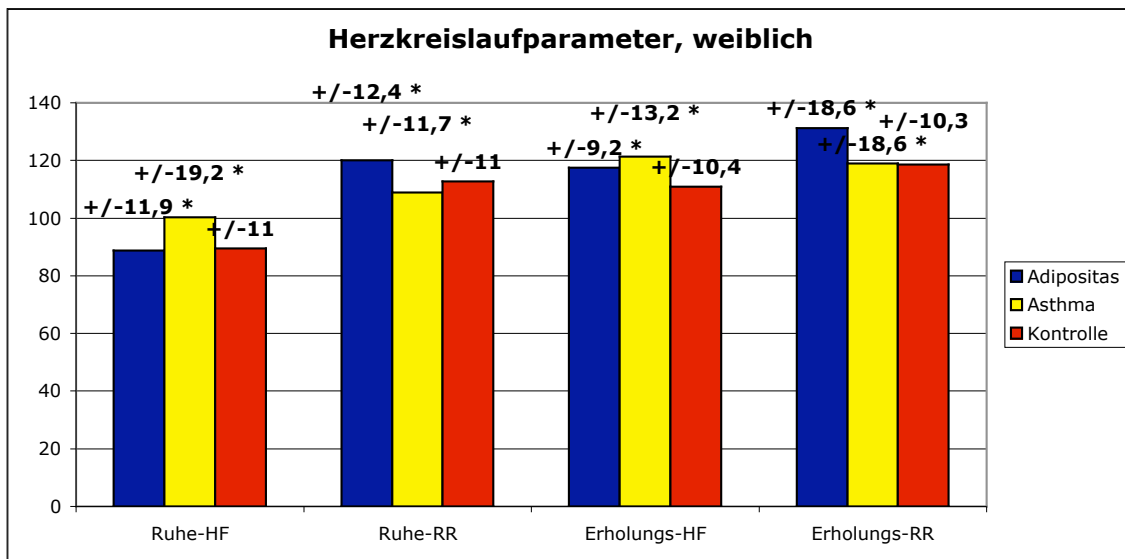


Abb. 16: Herzfrequenz (in S/min) und systolischer Blutdruckwert (in mmHG) der weiblichen Probanden in Ruhe und nach Erholung (+/- = Standardabweichung; * = signifikant mit $p < 0,05$)

3.4. Belastungsempfinden

Das Belastungsempfinden wurde in dieser Studie mit der Omni-Skala ermittelt. Zum Vergleich der individuellen Angaben wurden drei Stufen der Ergometrie mit den dazugehörigen Omni-Werten der Probanden ausgewählt. Dabei handelt es sich um die erste Stufe der Ergometrie mit einer Watt-Belastung von 25 W, um die dritte Stufe als Mittelwert mit einer Watt-Belastung von 65 W und die von dem jeweiligen Probanden erreichte letzte Stufe mit einer Herzfrequenz von 170 S/min. Hierbei wurden drei Probanden, zwei aus der Kontrollgruppe und einer aus der Asthmagruppe, aus der Bewertung herausgenommen, da bei ihnen Stufe 3 mit 65 Watt auch jeweils der Endstufe mit einer Herzfrequenz von 170 S/min entsprach.

Es stellen sich bei den männlichen Probanden signifikante Unterschiede in Stufe eins und drei dar, bei den Mädchen in Stufe drei. So bewerteten die männlichen Adipositas-Probanden Stufe eins mit dem Omni-Wert von $0,06 \pm 0,2$, die Asthma-Probanden mit $0,08 \pm 0,3$ und die Kontroll-Probanden mit $1,1 \pm 1,0$ ein ($p < 0,01$), wohin gegen die vergleichbaren Gruppen der weiblichen Probanden $0,41 \pm 0,8$, $0,24 \pm 0,5$ und $0,73 \pm 1,1$ angeben.

Bei Stufe drei werden wiederum bei der gleichen Gruppereihenfolge bei den männlichen Probanden Werte von $1,22 \pm 1,2$, $1,75 \pm 1,2$ und $3,8 \pm 1,6$ und bei den weiblichen Probanden $1,45 \pm 1,5$, $2,35 \pm 1,5$ und $4,27 \pm 2,0$ angegeben ($p < 0,01$). Die Endstufe wird bei den männlichen Probanden mit $6 \pm 2,8$ von den Adipösen, $6,33 \pm 2,2$ von den Asthmatikern und $7,11 \pm 2,4$ von der Kontroll-Gruppe und mit $6,73 \pm 2,9$, $6,69 \pm 3,1$ und $7,55 \pm 2,5$ bei den dazugehörigen weiblichen Probanden bewertet. Graphisch dargestellt sind diese Ergebnisse in den Abbildungen 17 und 18.

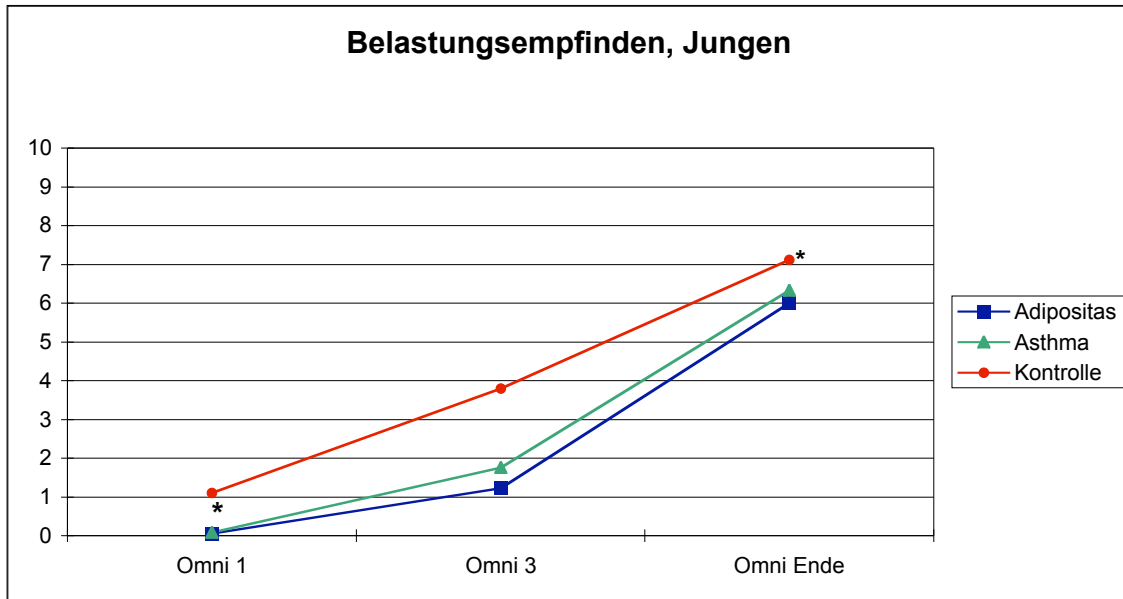


Abb. 17: Belastungsempfinden der männlichen Probanden bei Stufe eins (Omni 1), Stufe drei (Omni 3) und der letzten erreichten Stufe (Omni Ende) der Ergometrie (* = signifikant mit $p < 0,01$)

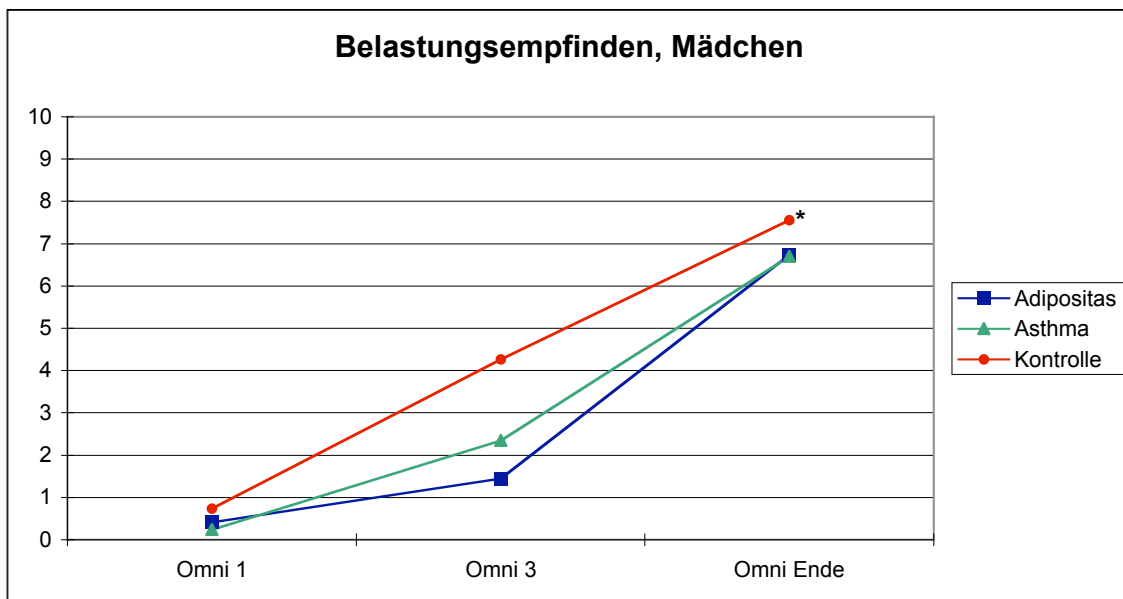


Abb. 18: Belastungsempfinden der weiblichen Probanden bei Stufe eins (Omni 1), Stufe drei (Omni 3) und der letzten erreichten Stufe (Omni Ende) der Ergometrie (* = signifikant mit $p < 0,01$)

4.Diskussion

4.1 Aktivitätsniveau

In dieser Arbeit wurde das Aktivitätsniveau von Kindern mit und ohne chronische Erkrankungen mit Hilfe eines selbst erstellten Fragebogens ermittelt. Ziel dieser Befragung war die Beantwortung der Fragestellung: *In wie weit unterscheidet sich das Aktivitätsniveau von chronisch kranken Kindern in Bezug auf eine gesunde Kontrollgruppe? Sind Unterschiede in den Medien- und Sportgewohnheiten feststellbar?*

Eine eindeutige Aussage hierzu ist nicht zu treffen.

Bei der Anzahl der Sporteinheiten pro Woche konnten keine signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppen aufgezeigt werden. Tendenziell gaben die adipösen Kinder im Durchschnitt die meisten Sporteinheiten pro Woche an, wobei sie gleichzeitig die geringste körperliche Leistungsfähigkeit aufwiesen. Der Anteil der Nichtsportler in den Gruppen der chronisch kranken Kinder ist insgesamt jedoch größer als bei der Kontrollgruppe. Mehrere andere Studien zeigen hierzu nicht stimmige Ergebnisse. Rennie et al. (2005) zeigten in einer Studie mit 100 Kindern eine negative Korrelation zwischen Körperfett und körperlicher Aktivität. Hessling (2005) demonstrierte, dass eine negative Korrelation zwischen der körperlichen Leistungsfähigkeit bei einer Fahrradergometrie und dem BMI besteht. Gruber et. al (2006) zeigten bei 555 Kindern, dass mit steigender Perzentile des BMIs die Leistungsfähigkeit von Kindern sinkt. Zusammenfassend deutet die aktuelle Literatur darauf hin, dass Kinder, die viel Sport treiben einen geringeren BMI oder Körperfettanteil und eine höhere Leistungsfähigkeit haben. In dieser Studie gaben jedoch die Kinder mit dem höchsten BMI und der geringsten körperlichen Leistungsfähigkeit die meisten Sporteinheiten pro Woche an. Eine Ausnahme hierbei bildeten die Mädchen innerhalb der Adipositas-Gruppe. Hier zeigte sich signifikant, dass mit Zunahme der sportlichen Aktivität der BMI sank.

Eine Erklärung hierfür könnte in der Studie von Johnson-Down et al. (1997) gefunden werden. Hier unterschätzten übergewichtige Kinder ihre Kalorienaufnahme signifikant und gaben das gleiche Maß an Bewegung an wie normalgewichtige Kinder. Dieses als „under-reporting“ oder „Phänomen der sozialen Erwünschtheit“ bekannte Verhalten ist bei Kindern und Erwachsenen gleichermaßen zu beobachten, wobei Übergewicht einer der stärksten

Einflussfaktoren hierbei ist (Brieffel et al., 1997). Schlussfolgernd daraus ist bei dieser Studie davon auszugehen, dass die adipösen Probanden sich in Bezug auf ihre sportliche Aktivität falsch eingeschätzt haben.

Bei den Mediengewohnheiten zeigten sich ebenfalls keine signifikanten Unterschiede zwischen den einzelnen Gruppen. Dabei wurden verschiedene Studien publiziert, die einen Zusammenhang zwischen Medienkonsum und BMI aufzeigen. Berkey et al. (2000) wiesen bei knapp 11000 Kindern im Alter von 9 bis 14 Jahren nach, dass bei denjenigen, die während eines Jahres ihren TV-Konsum steigerten, ebenfalls eine Steigerung des BMI stattfand. Auch Graf et al. (2004) zeigten im Vergleich zu gesunden Kindern einen vermehrten TV-Konsum bei übergewichtigen Kindern. Einen Zusammenhang zwischen Medienkonsum und Übergewicht stellten Lowry et al. (2002) bei 15000 Schüler dar, wie auch eine schweizerische Studie mit 922 Kindern (Stettler et al., 2004). Eisenmann et al. (1999) demonstrierte einen Zusammenhang zwischen steigender Aktivität und damit verbunden sinkendem BMI und Fernsehkonsum. Jedoch zeigte Lampert (2007) im Rahmen der KiGGS-Studie auf, dass es zwar einen tendenziellen Zusammenhang zwischen steigendem BMI und Medienkonsum gibt, signifikante Ergebnisse aber erst ab sechs Stunden pro Tag und mehr auftreten.

In Anbetracht der oben aufgeführten Studien ist ein Zusammenhang zwischen Medienkonsum und BMI nicht von der Hand zu weisen. Es stellt sich jedoch die Frage, welcher Parameter welchen bedingt. Nehmen die Kinder an Gewicht zu, weil sie einen überhöhten Medienkonsum haben, oder haben sie einen erhöhten Medienkonsum, weil sie einen hohen BMI aufweisen und deshalb inaktiver sind? Gibt es kein passendes Sportangebot für diese Gruppe, so dass sie inaktiv bleiben müssen oder werden? Und warum nehmen andere Jugendliche nicht zu, obwohl sie einen ähnlichen Medienkonsum haben? Diese Fragen sind mit den erhobenen Daten nicht zu beantworten und sind als Ansatzpunkt für weitere Studien zu sehen.

Bei Betrachtung der prozentualen Verteilung der Vereinsmitgliedschaften zwischen den einzelnen Gruppen liegen die gesunden Kinder deutlich vor den chronisch kranken Kindern. Bei den chronisch Kranken schneiden die Asthmatiker besser ab als die Adipösen.

Kawabe et al. (2000) kamen bei einer Studie mit 264 männlichen Jugendlichen zu dem Ergebnis, dass diejenigen, die in einem Sportclub organisiert waren, weniger Körperfett, einen niedrigeren Blutdruck und eine niedrigere Herzfrequenz sowie besserer Blutfettwerte aufwiesen als die, die nicht in einem Sportverein organisiert waren. Dieses Ergebnis ist im

Einklang mit dem in dieser Studie vorliegenden Resultat. Es zeigte sich, dass Probanden, unabhängig ihrer Gruppenzugehörigkeit, die in einem Sportclub organisiert waren, einen um $5,6 \text{ kg/m}^2$ geringeren BMI hatten als die Probanden ohne Sportverein.

Die Organisation in einem Sportclub wirkt sich positiv auf die körperliche Leistungsfähigkeit und die Gesundheit aus. Auch der Kontakt zu anderen Kindern ist durchaus als positiv zu werten. Nicht nur hinsichtlich der sozialen, sondern auch der gesundheitlichen Seite zeigen sich Vorteile. In der KiGGS-Studie wurde diskutiert, dass früher Kontakt zu anderen Kindern protektiv in Bezug auf die Entwicklung von Asthma wirken kann.

Schließlich zeigte sich, dass die gesunden Kinder im Vergleich zu den chronisch kranken Kindern häufiger aktiv zu Fuß oder mit dem Fahrrad zur Schule kamen als mit dem Auto oder Bus. Bei Studien aus dem amerikanischen Raum zeigten sich hierzu teilweise passende Ergebnisse. Rosenberg et al. (2006) konnten bei 1000 Kindern aufzeigen, dass diejenigen, die aktiv zur Schule kamen, einen signifikant niedrigeren BMI und kleinere Hautfalten hatten als die, die passiv zur Schule kamen. Jedoch konnte beim Weiterführen der Studie über zwei Jahre nicht bewiesen werden, dass der BMI bei den Kindern, die mit Fahrrad oder zu Fuß zur Schule kamen im Vergleich zu den anderen Kindern sank. Auch Heelan et al. (2005) gelang es nicht, mit 320 Kindern einen Effekt durch aktives zur Schule kommen auf den BMI nachweisen. Landsberg et al. (2008) fanden im Rahmen der Kieler Adipositas-Präventionsstudie an 626 Probanden heraus, dass Kinder, die aktiv zur Schule gelangen ein höheres Bewegungsmaß im Alltag und einen geringeren Medienkonsum angeben und unter den Jungen weniger Raucher sind als in der Vergleichsgruppe.

In der hier vorliegenden Studie zeigte sich bei den männlichen Probanden signifikant, dass die aktive Absolvierung des Schulweges im Vergleich zur passiven Absolvierung mit einem geringeren BMI einhergeht. Bei den Mädchen konnte dieser Zusammenhang nicht aufgezeigt werden. Zusammenfassend scheint es zu sein, dass der Schulweg mit Fahrrad oder zu Fuß allein nicht für eine Reduktion des BMI oder Körperfettes ausreicht, aber in Zusammenhang mit positiven Lebensgewohnheiten steht und somit unbedingt gefördert werden sollte. Bei Zusammenfassung oben diskutierter Beobachtungen kann man schlussfolgern, dass chronisch kranke Kinder im Vergleich zu einer gesunden Kontrollgruppe weniger aktiv sind. In Bezug auf Asthmatiker ist diese Schlussfolgerung jedoch mit Vorsicht zu treffen. In dieser Studie gaben sie die höchste Anzahl an Sporteinheiten pro Woche bei dem geringsten Medienkonsum pro Tag (in Std.) an und sind bei den Parametern „Vereinsmitgliedschaften,

Sportler und aktiv zur Schule“ (Ausnahme: Mädchen und Schulweg) gleich hinter der Kontrollgruppe zu nennen. Im Einklang damit steht eine Untersuchung aus Holland. Hierbei wurde aufgezeigt, dass es keinerlei Unterschiede in der körperlichen Aktivität zwischen Asthmatikern und gesunden Kindern gibt. (Gent et al., 2007). Widersprüchlich dazu ist allerdings die Studie von Glazebrook et al. (2006) mit 117 Kindern. Hierbei gaben Asthmatiker im Vergleich zu Nichtasthmatikern in einem Fragebogen eine deutlich geringere körperliche Aktivität an. Vielleicht findet auch bei ihnen eine Art des „under-reporting“ statt.

Vergleicht man Jungen und Mädchen miteinander weisen die Jungen eine höhere Anzahl von Sportlern, mehr Sporteinheiten pro Woche, eine höhere Prozentzahl von Vereinsmitgliedschaften, eine größere Zahl von Schülern, die aktiv zur Schule gelangen (Ausnahme in Bezug auf den Schulweg bei den adipöse Mädchen und Jungen) und tendenziell einen geringeren Medienkonsum auf. Zusammenfassend kann man festhalten: Jungen sind sportlich aktiver als Mädchen und haben einen geringeren Medienkonsum.

Diese Daten korrelieren mit verschiedenen anderen Studien. So zeigten Guillaume et al. (1997), dass Jungen häufiger sportlich aktiv sind als Mädchen. Auch Walter et al. und Berkey et al. belegen mit ihren Studien diese Aussage (Walter et al., 2005; Berkey et al., 2000). Klaes et al. (2003) testeten in der WIAD-AOK-DSB-Studie II mehr als 20.000 Kinder im Alter von 6 bis 18 Jahren mittels des Münchener Fitnessstestes (MFT) und eines Fragebogens zu den Sportgewohnheiten. Hierbei arbeiteten sie heraus, dass Jungen zu 15 % mehr in Sportvereinen organisiert sind als Mädchen. Im Vergleich zu den Mädchen treiben bei den Jungen knapp 20 % mehr täglich Sport und schnitten bei allen Aufgaben des MFT (Ausnahme: Rumpfbeugen) besser ab als die Mädchen. Die Jungen übertrafen die Mädchen selbst dann, wenn sie weniger Schulsport hatten als die Mädchen, was die Autoren durch den höheren außerschulischen Sport der Jungen erklärten.

Zusammenfassend sind damit folgenden Aussagen zu treffen:

- Chronisch kranke Kinder sind im Vergleich zu einer gesunden Kontrollgruppe im Alltag und sportlich inaktiver, wobei hier die Adipösen inaktiver sind als die Asthmatiker.
- Jungen sind im Alltag sportlich aktiver als Mädchen.
- Vereinsmitgliedschaften haben hinsichtlich des BMI und der Motivation zum Sport eine positive Wirkung.
- Die Absolvierung des Schulweges per Fahrrad oder zu Fuß sollte als einfaches Mittel ohne viel Aufwand unbedingt durch die Eltern gefördert werden.

4.2 Körperliche Leistungsfähigkeit und Herzkreislaufparameter

Die zweite Fragestellung der vorliegenden Arbeit „*Sind chronisch kranke Kinder in der Lage, die gleiche körperliche Leistung zu erbringen wie Kinder einer gesunden Kontrollgruppe?*“ kann in Bezug auf diese Studie mit einem „*Nein*“ beantwortet werden.

Chronisch kranke Kinder konnten nicht die gleiche Leistung erbringen wie gesunde Kinder. In der vorliegenden Arbeit leisteten die chronisch kranken Kinder bei dem submaximalen Leistungstest deutlich weniger als die gesunden Kinder. Die Adipösen schnitten hier am schwächsten ab. Sie schafften 1,73 Watt/kg KG (Jungen) bzw. 1,64 Watt/kg KG (Mädchen) im Vergleich zu 2,42 Watt/kg KG bzw. 1,92 Watt/kg KG (Asthmatiker) und 2,57 Watt/kg KG bzw. 2,38 Watt/kg KG (Kontrollgruppe). Dieses Ergebnis ist auf dem Niveau von $p < 0,001$ höchst signifikant. Das bedeutet, dass bei einem submaximalen Test die Adipösen eine um 33% bzw. 31% (jeweils Jungen bzw. Mädchen) und die Asthmatiker eine um 6 % bzw. 19 % erniedrigte körperliche Leistungsfähigkeit haben. Man sollte bei Bewertung dieser Zahlen allerdings nicht vergessen, dass die Leistungsfähigkeit in Watt/kg KG angegeben wird. Hierbei sind die Adipösen aufgrund ihres höheren Körpergewichts benachteiligt, da sie automatisch geringere Werte aufweisen.

Zudem zeigte sich, dass Mädchen nicht die gleiche körperliche Leistung erbringen wie die untersuchten Jungen. Sie liegen im Vergleich zu den Jungen um 6% bzw. 21% bzw. 7% (Adipositas/Asthma/Kontrolle) niedriger als die Jungen. Passend dazu geben Engelhardt/Neumann (1994, S. 125) an, dass Frauen in Bezug auf Männer eine um 8-12 %

reduzierte Absolutleistung aufweisen. Überträgt man das nun auf Kinder, würden diese Zahlen gut mit den hier untersuchten Werten korrelieren. Allerdings sollte bedacht werden, dass im Rahmen dieser Studie nur eine submaximale Belastung durchgeführt wurde.

Die Staffelung der körperlichen Leistungsfähigkeit unterstützt die im vorangegangenen Abschnitt herausgearbeitete Schlussfolgerung, dass bei den chronisch kranken Kindern die Adipösen weniger sportlich aktiv sind als die Asthmatiker.

Zu dem Ergebnis der erniedrigten körperlichen Leistungsfähigkeit bei adipösen Kindern kam auch Hesselting (2005), die eine negative Korrelation zwischen der erbrachten Wattleistung und dem Körpergewicht beschreibt. Graf et al. (2004) unterstützen mit ihren Ergebnissen bei einer Studie mit 344 Kindern diese Aussage in den Bereichen von Ausdauer, Beinkraft, Koordination und Balance. Barker et al. (2004) beschreiben eine geringere körperliche Leistungsfähigkeit bei Kindern mit chronischen Atemwegserkrankungen im Vergleich zu gesunden Kindern bei Belastungsuntersuchungen. Eine um knapp 0,5 Watt/kg höhere Leistung bei den Jungen im Vergleich zu den Mädchen wies auch Tamiya (1991) nach, der 112 gesunde Kinder bei einer Fahrrad-Ergometrie untersuchte.

Beachtet man nun einmal die Altersunterschiede, fällt folgendes auf: Obwohl die Kontrollgruppe die im Schnitt jüngste Gruppe war, wies sie die höchste Leistungsfähigkeit auf. (Alter der Gruppen in Jahren, je männlich zu weiblich: Adipositas $13,2 \pm 1,5$ zu $14,2 \pm 1,3$, Asthma $12,8 \pm 1,0$ zu $13,9 \pm 1,8$, Kontrolle $12,7 \pm 2,1$ zu $12,5 \pm 1,8$ Jahre).

Die höhere Leistungsfähigkeit der Jungen gegenüber den Mädchen ließe sich zum einen durch den aktiveren Lebensstil der Jungen erklären, der sich auch in dieser Arbeit zeigt. Jungen treiben mehr Sport und haben einen geringeren Medienkonsum im Vergleich zu den Mädchen. In Folge dessen setzen sie sich mehr Trainingsreizen aus, die zur Steigerung ihrer Leistungsfähigkeit führen. Shephard und Åstrand (1993) beschreiben zudem, dass bei 24 h-Herzfrequenz-Messungen die Jungen insgesamt eine höhere Herzfrequenz aufwiesen als die Mädchen, was die These der höheren sportlichen Aktivität unterstützt. Zum anderen beschreiben sie, dass bei Jungen die gewichtsbezogene Sauerstoffaufnahme zwischen dem 6 und 16 Lebensjahr relativ konstant bleibt, bei Mädchen in dieser Zeit jedoch abnimmt, was ebenfalls die im Vergleich zu den Jungen reduzierte körperliche Leistungsfähigkeit erklären würde. Ein weiterer Punkt wird von Ehlenz/Grosser/Zimmermann beschrieben: Jungen, männliche Jugendliche und junge Erwachsene haben im Vergleich zu gleichaltrigen Mädchen zwischen den 6. – 26. Lebensjahr einen zweifach höheren Kraftzuwachs

(Ehlenz/Grosser/Zimmermann, 1998, S. 72). Dies hängt mit der ab dem 11. (Mädchen) bzw. 12. (Jungen) Lebensjahr gesteigerten Testosteronausschüttung zusammen, die bei den Jungen deutlich stärker ausfällt (Ehlenz/Grosser/Zimmermann, 1998, S. 77). Die endogene Testosteronausschüttung bedingt hierbei die Muskelkraft (Engelhardt/Neumann, 1994, S. 127). Deutliche Unterschiede ergeben sich zwischen Mann und Frau in Bezug auf Körpergewicht, Körpergröße, Körperlänge, Herz und Fettmasse: Frauen haben ein geringeres Gewicht, geringere Größe, kürzere Körperlänge, ein kleineres Herz und 5% weniger Fett. (Engelhardt/Neumann, 1994, S. 125ff). Diese Punkte sind mit Vorsicht auf Kinder zu übertragen, je nachdem, wie weit sie in der Pubertät fortgeschritten sind. Hierbei ist das biologische und nicht das kalendarische Alter entscheidend. Im Rahmen dieser Arbeit zählt das kalendarische Alter aufgrund der Praktikabilität.

Die unterschiedliche Leistungsfähigkeit zwischen den einzelnen Gruppen ist schwieriger zu deuten. Eindeutige Differenzen zwischen den Gruppen in Bezug auf die Sporteinheiten pro Woche oder den Medienkonsum konnten in dieser Studie nicht beobachtet werden. Jedoch zeigte sich, dass bei den Parametern „Sportler bzw. Nichtsportler, Vereinsmitglied bzw. Nicht-Vereinsmitglied und aktiv zur Schule bzw. passiv zur Schule“ genau die Abstufungen zu finden sind, wie sie bei der Leistungsfähigkeit deutlich werden. In allen drei Bereichen führte die Kontrollgruppe den Vergleich zwischen den Gruppen an, wohingegen die Adipositas-Gruppe jeweils am schlechtesten abschnitt. Tendenziell hatten Sportler und Vereinsmitglieder gegenüber den Nichtsportlern und Nicht-Vereinsmitgliedern eine höhere Leistungsfähigkeit. Bei den Jungen hatten diejenigen, die aktiv zur Schule kamen, eine höhere erbrachte Leistung in Watt/kg-Zahl. Nimmt man die drei genannten Parameter nun als Parameter für eine aktiv gestaltete Lebensweise, lässt sich die Schlussfolgerung ziehen, dass nicht die Anzahl der Sporteinheiten pro Woche oder der Medienkonsum relevant für die körperliche Leistungsfähigkeit sind. Vielmehr ist es die Tatsache, ob man einen aktiven Lebensstil aufweist oder nicht. Diese Schlussfolgerung wird auch durch die Tatsache der niedrigeren Leistungsfähigkeit der Mädchen gestützt, die im Vergleich zu den Jungen ebenfalls eine inaktivere Lebensweise haben.

Einen genetischen Hintergrund stellen Shephard und Åstrand (1993) zur Diskussion. Kinder, die von Haus aus genetisch determiniert sind und eine höhere Leistungsfähigkeit haben, bewegen sich im Alltag mehr, gerade weil sie körperlich leistungsfähiger sind und Bewegung Erfolgserlebnisse verschafft. Spekulativ könnte dies weiter gedeutet werden. Kinder, die von vornherein nicht so leistungsfähig sind wie andere Kinder und sich in Folge dessen auch

weniger bewegen, tendieren somit zur Entwicklung von Adipositas. Zur Verifizierung wären weitere Studien nötig.

Festzuhalten ist, dass bei Jungen und Mädchen in Bezug auf Korrelation zwischen den verschiedenen Parametern und der körperlichen Leistungsfähigkeit wahrscheinlich andere Schwerpunkte zu legen sind. Dies ist mit den hier gewonnenen Daten jedoch nicht genau zu beantworten. So zeigte sich bei den männlichen Probanden, die den Schulweg aktiv zurücklegten, eine um 0,5 Watt/kg KG ($p < 0,05$) deutlich höhere Leistungsfähigkeit als bei denen, die ihn inaktiv bestritten. Bei den Mädchen ist dieser Zusammenhang nicht darstellbar. Hingegen zeigte sich bei ihnen, dass diejenigen, die einem Sportverein angehören, eine um 0,3 Watt/kg KG ($p < 0,05$) höhere Leistung erbrachten als diejenigen ohne Vereinsmitgliedschaft. Dieser Zusammenhang ließ sich wiederum nicht signifikant bei den Jungen beschreiben.

Bei den Herzfrequenz- und Blutdruckwerten sind signifikante Unterschiede auf dem Niveau von $p < 0,05$ nachzuweisen. Chronisch kranke Kinder haben deutlich höhere Herzfrequenz- und Blutdruckwerte nach der Erholung als die Kontrollgruppe. Die Unterschiede betragen im Mittel bei den Jungen bei Herzfrequenz bzw. systolischen Blutdruck 13 S/min (Adipositas) und 12 S/min (Asthma) bzw. 15 mmHG und 9 mmHG im Vergleich zum Wert der Kontrollgruppe. Bei den Mädchen sieht es in den gleichen Gruppen im Mittel mit 7 S/min und 10 S/min bzw. jeweils 16 mmHG in Relation zum Wert der Kontrollgruppe vergleichbar aus. Die Gruppe der Adipositas-Probanden weist sowohl bei den Jungen als auch bei den Mädchen die höchsten Blutdruckwerte auf. Der Unterschied beträgt im Mittel bei den Jungen in Ruhe 8 mmHG zu den Asthmatikern bzw. 3 mmHG zu der Kontrollgruppe und 6 mmHG bzw. 15 mmHG nach Belastung. Bei den Mädchen sind es 12 mmHG bzw. 7 mmHG in Ruhe und jeweils 12 mmHG nach Belastung.

Bei den Ruhewerten konnten keine signifikanten Unterschiede evaluiert werden, was vermutlich auf die geringe Größe der Probandengruppen zurückzuführen ist. Außerdem zeigten einige Kinder eine stark ausgeprägte Vorstartreaktion, die hier ebenfalls zur Verfälschung der Werte führen könnte.

Wie in dem Abschnitt „Probanden und Methoden“ beschrieben, sind niedrigere Herzfrequenz- und Blutdruckwerte ein Zeichen für einen besseren Trainingszustand. (vgl. auch Shephard und Åstrand, 1993, S. 369 oder Engelhardt/Neumann, 1994, S. 123). Auch Vollbrecht (2007) zeigte, dass adipöse Kinder nach einer 6-monatige Sportintervention und einem daraus

resultierenden verbesserten Trainingszustand eine signifikant gesunkene Herzfrequenz aufwiesen. Diese Ergebnisse bestätigen, dass chronisch kranke Kinder nicht so trainiert und in Folge dessen auch nicht so leistungsfähig sind wie gesunde Kinder. Diese Aussage muss jedoch in Bezug auf Asthmatiker und an Asthma leidenden Adipösen mit Vorsicht getroffen werden. Asthmatiker nehmen im Rahmen ihrer Therapie unter anderem Beta-Sympathomimetika und Glukokortikoide ein. Als Nebenwirkungen sind eine erhöhte Herzfrequenz (Beta-Sympathomimetika) und eine erhöhter Blutdruck (Glukokortikoide) bekannt (Engelhardt/Neumann, 1994, S. 198ff). In wiefern die höheren Werte nun durch die Medikamenteneinnahme oder den mangelnden Trainingszustand bedingt sind, konnte im Rahmen dieser Studie nicht geklärt werden.

Dennoch geben die chronisch kranken Kinder an, genauso viel oder sogar mehr Sport zu treiben als Gesunde. Hier muss in Frage gestellt werden, ob die von den Kindern angegebene Anzahl der Sporteinheiten pro Woche der Realität entsprechen (siehe oben: „under-reporting“). Oder aber die im Vergleich häufig nicht in Sportvereinen organisierten chronisch kranken Kinder trainieren nicht so effektiv wie die in Sportvereinen organisierten Kinder. Ebenfalls wäre möglich, dass sich die chronisch kranken Kinder beim Sport nicht so sehr belasten und damit nicht der gewünschte Trainingseffekt eintritt.

Die Tatsache, dass Adipositas ein Risikofaktor für einen erhöhten Blutdruck ist, wird in der Literatur immer wieder beschrieben (Renschmidt, 2005, S.281, Beneke, 2002, S. 222). Anhand der hier evaluierten Daten lässt sich dieser Zusammenhang in Bezug auf Adipositas nachvollziehen, nicht jedoch auf Asthma. In Schlussfolgerung dessen würde eine durch Sport induzierte Senkung des Blutdruckes bei adipösen Kinder im doppelten Sinne helfen: Neben der Blutdrucksenkung könnte eine Reduktion der Körpermasse erreicht werden (vgl. Engelhardt/Neumann, 1994, S.160-162).

Zusammenfassend können folgende Aussagen getroffen werden:

- Chronisch kranke Kinder sind körperlich nicht so leistungsfähig wie gesunde Kinder, wobei Adipöse nicht so leistungsfähig sind wie Asthmatiker.
- Chronisch kranke Kinder haben höhere Blutdruck- und Herzfrequenz-Werte als gesunde Kinder, wobei die Adipösen höhere Werte haben als die Asthmatiker.
- Mädchen sind nicht so leistungsfähig wie Jungen.
- Anscheinend sind bei Jungen und Mädchen unterschiedliche Reize für eine körperliche Leistungsfähigkeit relevant.

In Bezugnahme auf die Schlussfolgerungen des vorangegangenen Abschnittes:

- Die körperliche Leistungsfähigkeit von Kindern hängt mit einer sportlichen und im Alltag aktiven Lebensweise zusammen.
- Eine sportliche und aktive Lebensweise kann einen positiven Einfluss auf die körperliche Gesundheit haben.

4.3 Belastungsempfinden

Die dritte Fragestellung der Arbeit lautet: Ist das subjektive Belastungsempfinden chronisch kranker Kinder vergleichbar dem von Kindern einer gesunden Kontrollgruppe? Diese Fragestellung ist mit „Nein“ zu beantworten.

Chronisch kranke Kinder stuften die Belastung durchschnittlich niedriger ein als Gesunde. Signifikante Unterschiede zeigten sich bei Jungen in der unteren und mittleren Belastungsstufe (Stufe eins und Stufe drei), bei Mädchen in der mittleren Belastungsstufe. Auch wenn bei den übrigen Belastungsstufen keine signifikanten Unterschiede nachweisbar waren, ist der Trend der niedrigeren Einschätzung hier ebenfalls zu erkennen. Zusammenfassend bleibt fest zu stellen, dass sich chronisch kranke Kinder im Vergleich zu Kindern einer gesunden Kontrollgruppe in Bezug auf die OMNI-Skala unterschätzen und ihre körperliche Leistung überschätzen. Zu diesem Ergebnis kam auch Hessling (2005) bei einer Ergometeruntersuchung mit übergewichtigen Kindern, die jedoch hierbei die Borg-Skala benutzte. Zu einem widersprüchlichen Ergebnis kamen Marinov et al. (2003) bei einer Untersuchung von 60 Kindern im Alter von 6 bis 17 Jahren. Hier zeigte die Adipositas-

Gruppe eine höhere Einstufung der Belastung auf der Borg-Skala als die Vergleichsgruppe. Ein Grund für diese unterschiedlichen Ergebnisse könnte zum einem an der großen Altersspanne in Marinov's Studie liegen. In der hier vorliegenden Studie lag die Altersspanne zwischen 11 und 17 Jahren. Wie anfänglich erläutert, lernen Kinder mit zunehmendem Alter, sich besser selbst einzuschätzen (siehe hierzu 1.6 Subjektives Belastungsempfinden). Die sehr große Altersspanne der Kinder könnte so zur Verzerrung der Ergebnisse geführt haben. Weiterhin wurde die Verwendung der Borg-Skala bei Kindern anfänglich als schwierig eingestuft (siehe hierzu 1.6 Subjektives Belastungsempfinden). Außerdem beschreibt Rost, dass die individuelle Streuung im subjektiven Belastungsempfinden bei Gesunden und Patienten insgesamt sehr groß sei (Rost, 2001, S. 59/60). So scheint es, dass die subjektive Einschätzung Schwierigkeiten in der Vergleichbarkeit ausweist. Als Methode zur individuellen Trainingssteuerung ist sie aber dennoch gut anwendbar (siehe hierzu 1.6 Subjektives Belastungsempfinden).

Weiterhin stufen sich Jungen und Mädchen insofern unterschiedlich ein, als die Jungen im Vergleich zu den Mädchen mit Ausnahme der Kontrollgruppe in Stufe eins immer niedrigere Omni-Werte angeben.

Folgend ergibt sich die Frage, warum sich chronisch kranke Kinder im Vergleich zu gesunden Kindern unterschätzen und warum sich Jungen und Mädchen unterschiedlich einschätzen.

Eine mögliche Erklärung wäre die geringere körperliche Leistungsfähigkeit der Mädchen im Vergleich zu den Jungen. Mädchen scheinen sich aufgrund der niedrigen körperlichen Leistungsfähigkeit, die sich auch in dieser vorliegenden Arbeit darstellt, bei der gleichen Belastung stärker belastet zu fühlen als Jungen mit einer im Vergleich höheren körperlichen Leistungsfähigkeit. Hesseling (2005) beschreibt, dass Kinder aufgrund der abnehmenden Ausbelastung ihre eigenen körperlich Grenzen und Symptome der Belastung wie Schwitzen, Herzklopfen und schnelles Atmen nicht mehr deuten können. Verfolgt man diese Hypothese weiter, könnten Mädchen demzufolge diese Symptome der körperlichen Belastung nicht so gut deuten wie Jungen und so zu einer Überschätzung ihrer eigenen Leistung tendieren.

Zur Unterstützung dieser These kann ebenfalls heran gezogen werden, dass Mädchen insgesamt eine inaktivere Lebensweise haben, was auch in dieser Arbeit bestätigt wird. Aufgrund der zunehmend besseren Selbsteinschätzung älterer Kinder (Löllgen et al., 2004) ist zu vermuten, dass Mädchen mit einem geringeren Aktivitätsniveau und der damit geringeren

sportlichen Erfahrung sich schlechter einschätzen können als die Jungen und so zu einer Überschätzung tendieren.

Andererseits könnte vermutet werden, dass sich Jungen im Vergleich zu Mädchen unterschätzen, da zwischen ihnen der Konkurrenzkampf höher ist als bei den Mädchen. Mädchen sind ehrlicher und neigen nicht zur Untertreibung wie Jungen, die sich gerne mit anderen messen und in der Ergometrie eine Möglichkeit dazu sehen. Gerade bei Ihnen zeigte sich ein starkes Interesse an den Ergebnissen und Selbsteinschätzungen der anderen und ständige Einschätzung ihrer Leistung in Zusammenhang mit den Ergebnissen der anderen.

Mit einem ähnlichen Ansatz ließe sich darauf folgend erklären, warum sich chronisch kranke Kinder im Vergleich zu den gesunden Kindern unterschätzen. Sie könnten versuchen sich gegenüber den gesunden Kindern zu profilieren. So beschreibt Remschmidt (2005), junge Erwachsene mit Adipositas seien vor allen Dingen beruflich und finanziell benachteiligt und hätten später Problemen bei der Partnerwahl. Hessling (2005) deutet weiter, dass sie Angst haben, bloß gestellt zu werden und zeigen wollen, was in ihnen steckt. Sie sind es gewöhnt, dass die Umgebung sie für weniger leistungsfähig hält und könnten in der Ergometrie eine Chance sehen, diese Annahme mit Hilfe ihrer Willenskraft zu widerlegen. So erklärte sie in ihrer Studie, warum übergewichtige Kinder sich im Vergleich zu den gesunden Kindern in Bezug auf die Borg-Skala unterschätzten. Getestet wurde das subjektive Belastungsempfinden bei übergewichtigen Kindern bei einer Fahrrad-Ergometrie im Vergleich zu normalgewichtigen Kindern.

Ward und Bar-Or (1990) untersuchten zwanzig übergewichtige Kinder per Lauf- und Fahrradergometrie und stellten dabei fest, dass sich die Kinder bei der Laufergometrie mittels Borg-Skala überschätzten und bei der Fahrradergometrie in den unteren Bereichen ebenfalls über- und in den oberen Bereichen unterschätzen. Als Grund für die unterschiedliche Einschätzung diskutieren sie, dass die Laufaufgabe im Freien bei warmen Außentemperaturen und mit Gegenwind stattfand. Die Studie ist jedoch sehr kritisch zu bewerten, da die Fallzahl sehr klein war und es keine Kontrollgruppe zum Vergleich gab.

Ein anderer Erklärungsversuch greift die unterschiedlich hohe Verteilung der Vereinsmitgliedschaften zwischen den Gruppen auf. So ist in dieser Arbeit deutlich geworden, dass chronisch kranken Kinder weniger in Sportvereinen organisiert sind als gesunde Kinder, dennoch aber angeben, mehr Sport zu treiben als diese. Nimmt man jetzt an, dass Kinder, die in Sportvereine organisiert sind, einem kontrollierten Training unterliegen, ließe sich der Schluss ziehen, dass sich die Selbsteinschätzung mittels kontrollierten Trainings verändert. Dies sollte in weiteren Studien überprüft werden.

Abschießend soll festgehalten werden, dass ein Zusammenhang zwischen den verschiedenen Parametern des Aktivitätsniveaus und dem Belastungsempfinden nicht dargestellt werden konnte.

Schlussfolgernd lässt sich sagen:

- Chronisch kranke Kinder schätzen die Belastungsintensität niedriger ein im Vergleich zu gesunden Kindern, wobei vor allem die Tatsache der anderen Einschätzung und nicht der Qualität zu beachten ist.
- Jungen und Mädchen schätzen die Belastungsintensität im Vergleich unterschiedlich ein.
- Es gibt kaum Studien zur Selbsteinschätzung von chronisch kranken Kindern und vor allem von Asthmatiker sowie zur unterschiedlichen Einschätzung von Jungen und Mädchen.

4.4 Methodendiskussion

Eine schwierige Aufgabe bei einer wissenschaftlichen Studie im Bereich der Leistungsdiagnostik mit Kindern ist das Erreichen der vollen Motivation der Kinder, aktiv und richtig mitzumachen.

In der vorliegenden Arbeit sollten die Kinder zum einen eine realistische Selbsteinschätzung während der Belastung abgeben, zum anderen während der Ergometrie im vorgegebenen Drehzahlbereich treten und zum Schluss den Fragebogen so gut sie konnten ausfüllen. All diese Punkte erfordern die Kooperation der Kinder. Diese zu jeder Zeit der Untersuchung zu erlangen, stellte bei jedem Kind von Neuem eine aktive Motivation durch den Untersucher dar. Möglicherweise wäre eine Einbeziehung der Eltern während der Untersuchung und beim Ausfüllen des Fragebogens eine Erleichterung gewesen.

Gewicht und Größe der Kinder hätten durch den Untersucher objektiv ermittelt werden sollen. So hätten eventuelle Falscheinschätzungen und –angaben verhindert werden können. Eine Studie von Wang et al. hat gezeigt, dass sowohl Kinder als auch Eltern gerade bei

Übergewicht dazu neigen, das Gewicht zu unterschätzen und die Körpergröße zu überschätzen (Wang et al., 2002).

Durch die Rekrutierung der chronisch kranken Kinder in einer Klinik, fand eine Selektion statt, die die Gruppen in Bezug auf die Repräsentation der Normalbevölkerung verzerrt haben könnte.

Wie schon oben erwähnt, könnte die Tatsache, dass die Kinder über das Ziel der Arbeit aufgeklärt wurden, zu einem Auslösen eines Konkurrenzverhaltens geführt haben. Für nachfolgende Arbeiten ist daher zu empfehlen, zumindest im Vorfeld den Kindern nicht zuviel Information über das Ziel der Studie zu geben, um eine solches Verhalten zu verhindern.

Bei einigen Kindern zeigte sich eine sehr ausgeprägte Vorstartreaktion. Diese gilt es zu verhindern, in dem man z.B. die Eltern bittet, bei den Kindern im Vorfeld der Untersuchung im häuslichen Umfeld die kardialen Ruhewerte zu ermitteln.

Zum Schluss könnte noch Kritik an der relativ kleinen Probandenzahl, der zahlenmäßig ungleichmäßigen Verteilung zwischen den Gruppen und innerhalb der Gruppen in Bezug auf das Geschlecht der Probanden und der nicht homogenen Altersverteilung geübt werden.

4.5 Schlussfolgerungen und Ausblick

Aus den Zusammenfassungen der einzelnen Abschnitte kann als Schlussfolgerung aus dieser Arbeit festgehalten werden, dass es Sport-Förderprogramme speziell für Mädchen und chronisch kranke Kinder geben muss.

Vor allem die deutlich erniedrigte körperliche Leistungsfähigkeit der übergewichtigen Kinder und ihre im Vergleich zu den beiden anderen Gruppen erhöhten Herzfrequenz- und Blutdruckwerte, aber auch die im Vergleich zu den Jungen deutlich inaktivere Lebensweise der Mädchen sollte als Anlass zum Handlungsbedarf genommen werden.

Programme wie die CHILT-Projekte der Deutschen Sporthochschule Köln, die FITOC-Studie der Medizinischen Universitätsklinik in Freiburg, das AdiFit-Programm des Kinderhospitals Osnabrück oder die Amrumer-XXL-Schulung gibt es genug. Die Effektivität der Programme muss jedoch bei immer noch steigender Prävalenz von Adipositas und gleichbleibend schlechten Studienergebnissen in Bezug auf die körperliche Leistungsfähigkeit hinterfragt werden. Es scheint, als sei die Aufklärung in diesem Bereich nicht erfolgreich genug. Einfache Mittel wie die aktive Absolvierung des Schulweges oder die Mitgliedschaft in einem

Sportverein weisen positive Zusammenhänge in Bezug auf Gesundheit und Leistungsfähigkeit auf, sind jedoch deutlich weniger bei den chronisch kranken Kindern und Mädchen zu finden. Oder aber nehmen diese beiden Gruppen die einfachen Hilfsmittel für ein gesünderes Leben nicht an, weil sie keine Lust auf Bewegung haben oder sich vielleicht auch einfach schon nicht mehr so ohne weiteres bewegen können? Diese Zusammenhänge sollten unbedingt in folgenden Studien geklärt werden. In der vorliegenden Studie nicht untersucht, aber z.B. in der KiGGS Studie aufgezeigt, weisen Kinder mit Migrationshintergrund eine erhöhte Adipositas- und Kinder mit niedrigeren sozialen Status eine erhöhte Adipositas- und Asthmaprävalenz auf. Auch hierfür sollte Gründe evaluiert werden.

Somit sollte es Ziel von Kinderärzten und Schulen werden, Eltern durch einfache Ratschläge zu helfen, die gesundheitliche Lage der Kinder zu verbessern. Dazu müssen nicht immer spezielle Schulungsprogramme in den Vordergrund gestellt werden. Einfache Maßnahmen wie zum Beispiel die Vereinsmitgliedschaft, der aktive Schulweg oder aber die verbesserter Asthmatherapie können helfen, die Kinder zu mehr Sport und Bewegung zu motivieren und ihnen in Folge dessen eine gesündere Lebensweise an zu erziehen.

Um die sportliche Aktivität der Mädchen zu fördern, sollten sich speziell auf Mädchen ausgerichtete Sport- und Freizeitaktivitäten angeboten werden. Die unterschiedliche Entwicklung und Motivation sowie die Pubertät sind als problematisch in Bezug auf gemeinsamen Sport mit Jungen anzusehen. Auch das in dieser Arbeit deutlich unterschiedliche Belastungsempfinden zwischen Jungen und Mädchen – aber auch zwischen den einzelnen Gruppen – könnte einen Hinweis auf die Problematik eines gemeinsamen Sportes mit Jungen und Mädchen geben. Es könnte daraus geschlossen werden, dass die Kinder und Jugendlichen, nach Geschlechtern, aber auch nach den Gruppen getrennt, unterschiedliche Ansprüche an den Sport und die damit verbundenen Belastung stellen.

Um eine Grundlage für erfolgreicherem Sport mit chronisch Kranken, aber auch mit Mädchen zu erstellen, könnten weitere Studien klären, welche Gründe die unterschiedlichen Selbsteinschätzungen haben und ob es zwischen Jungen und Mädchen verschiedene Reize für die Ausbildung der sportlichen Leistungsfähigkeit gibt.

Außerdem sollten die Bewegungs- und Sportgewohnheiten genauer evaluiert werden.

Interessant wäre weiterhin, in wieweit ein kontrolliertes Training, wie zum Beispiel im Vereins- oder beim Leistungssport, im Vergleich zum Freizeitsport die Selbsteinschätzung und körperliche Leistungsfähigkeit von Kindern verändert?

Vor allem aber muss überprüft werden, warum die Vielzahl der Programme zur Verbesserung der Gesundheit von Kindern und Jugendlichen bei chronisch Kranken und Mädchen nicht den gewünschten Effekt erzielen.

5. Zusammenfassung

Problemstellung: Die Prävalenz für chronische Erkrankungen wie Adipositas und Asthma bronchiale steigt in den letzten Jahren trotz intensiver Bemühungen weiter an. Beide sind inzwischen Hauptdiagnosen der Leistungen der Rentenversicherungsträger. Als Grundlage zur Erstellung von Präventions- und Therapiemaßnahmen für Schule, Freizeit und Ärzte ist die genaue Evaluation des Aktivitätsniveaus, der Medien- und Sportgewohnheiten, der körperlichen Leistungsfähigkeit und dem Belastungsempfinden der Kindern mit und ohne Krankheit notwendig.

Methode: Im Rahmen einer klinischen Studie mit transversalem Design führten 90 Kinder im Alter von 11 bis 17 Jahren, unterteilt in Adipositas-, Asthma- oder gesunde Kontrollgruppe eine Fahrradergometrie mit einem PWC 170 durch, wobei die Kinder während jeder Belastungsstufe zu ihrer subjektiven Einschätzung mittels OMNI-Skala befragt und Blutdruck sowie Herzfrequenz festgehalten wurden. Anschließend füllten sie einen Fragebogen zu ihren Sport-, Bewegungs- und Mediengewohnheiten aus, der durch die individuellen anthropometrischen Daten des jeweiligen Probanden ergänzt wurde.

Ergebnisse: Das Aktivitätsniveau der einzelnen Gruppen unterscheidet sich in Bezug auf die Sporthäufigkeit pro Woche und den Medienkonsum nicht signifikant voneinander. Jedoch sind unter den gesunden Kindern im Vergleich zu den chronisch kranken Kindern signifikant mehr Kinder, die überhaupt Sport treiben, Vereinsmitglieder und Kinder, die aktiv zur Schule gelangen. Im Vergleich zwischen Mädchen und Jungen ist eindeutig festzustellen, dass Jungen erheblich aktiver sind und einen geringeren Medienkonsum haben als Mädchen.

Die körperliche Leistungsfähigkeit von chronisch kranken Kindern ist im Vergleich zu Gesunden hochsignifikant ($p < 0,01$) um ca. 30% bei den Adipösen und um 12,5 % bei den Asthmatikern reduziert. Auch sind die Blutdruckwerte und Herzfrequenzen bei den chronisch Kranken und vor allem bei den Adipösen signifikant höher als bei den Gesunden ($p < 0,05$). Mädchen sind nicht in der Lage, die gleiche körperliche Leistung zu erbringen wie Jungen.

Das subjektive Belastungsempfinden unterscheidet sich signifikant ($p < 0,01$) in den unteren und mittleren und tendenziell in den oberen Belastungsbereichen. Im Vergleich zu gesunden Kindern schätzen chronisch Kranke die Belastungsintensität unterschiedlich ein. Auch Mädchen und Jungen bewerten ihre Belastung unterschiedlich.

Schlussfolgerung: Trotz einer Vielzahl von Interventionsprogrammen, die auf die Verbesserung der Gesundheit unserer Kinder abzielen, scheint sich die Prävalenz der chronischen Krankheiten Adipositas und Asthma nicht zu verringern. Die immer wieder beschriebene erniedrigte Leistungsfähigkeit sowie die verminderte Bewegungsbereitschaft der Kranken konnte auch in dieser Studie gezeigt werden. Zusätzlich wurde deutlich, dass Mädchen im Vergleich zu Jungen inaktiver und nicht so leistungsfähig sind. Damit stellt sich die Frage, in wie weit Interventionsprogramme geändert werden müssen, damit sie ihr Ziel erreichen. Des Weiteren sollte versucht werden, durch einfache Mittel, die einen guten Einfluss auf die Gesundheit zu haben scheinen, wie Vereinsmitgliedschaft oder ein aktiv gestalteter Schulweg zu Fuß oder mit dem Fahrrad, die Einstellung zu Sport und Bewegung zu ändern und den Kindern damit langfristig eine gesündere Perspektive zu geben.

Als weiteres Ziel folgender Studien wäre die genaue Evaluation des unterschiedlichen Belastungsempfindens sowie die Gründe für die unterschiedlichen Sport- und Bewegungsgewohnheiten bei chronisch Kranken und zwischen den Geschlechtern anzusehen.

6. Literaturverzeichnis

1. **Amery A, Wasir H, Bulpitt C, Conway J, Fagard R, Lijnen P, Reybrouck T (1978):** Aging and the cardiovascular system. *Acta. Cardiol. (Brux)* 1978; 33 (6): 443-67
2. **Barker M, Gappa M, Hebestreit H (2004):** Belastungsuntersuchung bei Kindern und Jugendlichen mit chronischen Atemwegserkrankungen, *Monatsschr. Kinderheilkd.*, 2004; 152:44-53
3. **Beneke R (2002):** Kinder- und Jugendsportmedizin: Grundlagen, Praxis, Trainingstherapie. Stuttgart / New York: Thieme
4. **Berkey CS, Rockett HR, Field AE, Gillman MW, Frazier AL, Camargo CA Jr, Colditz GA (2000):** Activity, dietary intake, and weight changes in a longitudinal study of preadolescent and adolescent boys and girls. *Pediatrics* 2000 Apr; 105 (4): E56
5. **Bös K (2003):** Motorische Leistungsfähigkeit bei Kindern und Jugendlichen, Verlag Karl Hoffmann; ISBN 3-7780-7432-6
6. **Borg G (2004):** Anstrengungsempfinden und körperliche Arbeit, *Deutsches Ärzteblatt* 2004; 101 (15): A-1016/B-840/C-821
7. **Boulet LP, Des Cormiers A (2007):** The link between obesity and asthma: a Canadian perspective., *Can. Respir. J.* 2007; 14 (4): 217-20
8. **Briefffel R, Sempos C, McDowell M, Chien S, Alaimo K (1997):** Dietary methods research in the third National Health and Nutrition Examination Survey: underreporting of energy intake. *Am J Clin Nutr.* 1997 Apr;65(4 Suppl):1203S-1209S
9. **Castro-Rodríguez JA (2007):** Relationship between obesity and asthma, *Arch Bronconeumol.* 2007; 43 (3): 171-5
10. **Chiang LC, Huang JL, Fu LS (2006):** Physical activity and physical self-concept: comparison between children with and without asthma. *J Adv. Nurs.* 2006; 54 (6): 653-62
11. **Classen M, Diehl V, Kocksiek K (1998):** Innere Medizin – 4. Aufl. – Urban & Schwarzenberg
12. **Ehlenz H, Grosser M, Zimmermann E (1998):** Krafttraining, 6. erw. Aufl., München: BLV Verlagsgesellschaft
13. **Eisenmann JC, Bartee RT, Wang MQ (1999):** Physical activity, TV viewing, and weight in U.S. youth: 1999 Youth Risk Behavior Survey. *Obes Res.* 2002 May; 10 (5): 379-85

14. **Engelhardt M, Neumann G (1994):** Sportmedizin, München: BLV Sportwissen
15. **Farrell SW, Cortese GM, LaMonte MJ, Blair SN (2007):** Cardiorespiratory fitness, different measures of adiposity, and cancer mortality in men. *Obesity (Silver Spring)*, 2007 Dec; 15 (12): 3140-9
16. **van Gent R, van der Ent CK, van Essen-Zandvliet LE, Rovers MM, Kimpfen JL, de Meer G, Klijn PH (2007):** No differences in physical activity in (un)diagnosed asthma and healthy controls; *Pediatr. Pulmonol.* 2007 Nov; 42 (11): 1018-23
17. **Glazebrook C, McPherson AC, Macdonald IA, Swift JA, Ramsy C, Newbould R, Smyth A (2007):** Asthma as a barrier to children's physical activity: implications for body mass index and mental health. *Pediatrics* 2006; 118 (6): 2443-9
18. **Graf C, Koch B, Dordel S, Schindler-Marlow S, Icks A, Schüller A, Bjanrnason-Wehrens B, Tokarski W, Predel HG (2004):** Physical activity, leisure habits and obesity in first-grade children. *Eur. J. Cardiovasc. Prev. Rehabil.* 2004 Aug; 11 (4): 284-90
19. **Gruber W, Wingert S, Raphael R, Hüls G (2006):** Unterscheidet sich die motorische und körperliche Leistungsfähigkeit bei Kinder und Jugendlichen mit Adipositas mit unterschiedlicher BMI-Perzentile? *Akt. Ernähr. Med* 2006; 31 DOI: 10.1055/s-2006-954518
20. **Guillaume M, Lapidus L, Björntorp P, Lambert A (1997):** Physical activity, obesity, and cardiovascular risk factors in children. The Belgian Luxembourg Child Study II., *Obes. Res.* 1997 Nov; 5 (6): 549-56
21. **Hartmann C, Minow HJ, Senf G (2002):** Bewegung und Training, München, Jena: Urban & Fischer-Verlag
22. **Hauner H, Buchholz G, Hamann A, Husemann B, Koletzko B, Liebermeister H, Wabitsch M, Westenhöfer J, Wirth A, Wolfram G (2007):** Deutsche Adipositas-Gesellschaft, Deutsche Diabetes-Gesellschaft, Deutsche Gesellschaft für Ernährung, Deutsche Gesellschaft für Ernährungsmedizin (2007): Evidenzbasierte Leitlinien – Prävention und Therapie der Adipositas - Version 2007
23. **Heelan KA, Donnelly JE, Jacobsen DJ, Mayo MS, Washburn R, Greene L (2005):** Active commuting to and from school and BMI in elementary school children-preliminary data. *Child Care Health Dev.* 2005 May; 31 (3): 341-9
24. **Hessling A (2005):** Subjektives Belastungsempfinden übergewichtiger Kinder bei einer Fahrradergometrie; Diplomarbeit am Institut für Sportmedizin der CAU zu Kiel

25. **ISAAC Steering Committee (1998):** Worldwide variation in prevalence of symptoms of asthma, allergic rhinoconjunctivitis, and atopic eczema: ISAAC. The International Study of Asthma and Allergies in Childhood. *Lancet* 1998 Apr 25; 351 (9111):1225-32.
26. **Johnson-Down L, O'Loughlin J, Koski K, Gray-Donald K (1997):** High Prevalence of Obesity in Low Income and Multiethnic Schoolchildren: A Diet and Physical Activity Assessment; *J. Nutr.* 1997; 127: 2310 – 2315
27. **Kalies H, Lenz J, Von Kries P (2002):** Prevalence of overweight and obesity and trends in body mass index in German pre-school children, 1982-1997., *Int. J. Obes. Relat. Metab. Disord.* 2002 Sep; 26 (9): 1211-7
28. **Kamtsiuris P, Atzpodien K, Ellert U, Schlack R, Schlaud M (2007):** Prevalence of somatic diseases in German children and adolescents. Results of the German Health Interview and Examination Survey for Children and Adolescents (KiGGS), *Bundesgesundheitsblatt* 2007 May-Jun;50(5-6):686-700
29. **Kannel, W (1976):** Blood pressure and the development of cardiovascular disease in the aged. In: Caird, F., Dahl, J. & Kennedy, R. (eds) *Cardiology in Old Age*, pp. 143-175. Plenum Press, New York
30. **Kawabe H, Murata K, Shibata H, Hirose H, Tsujioka M, Saito I, Saruta T (2000):** Participation in school sports clubs and related effects on cardiovascular risk factors in young males. *Hypertens. Res.* 2000 May; 23 (3):227-32
31. **Ketelhut K, Mohasseb I, Gericke CA, Scheffler C, Ketelhut RG (2005):** Verbesserung der Motorik und des kardiovaskulären Risikos durch Sport im frühen Kindesalter, *Deutsches Ärzteblatt* 2005; 102 (16): 945-51
32. **Klaes L, Cosler D, Rommel A, Zens YCK (2003):** Wiad-AOK DSB-Studie II, Bewegungsstatus von Kindern und Jugendlichen in Deutschland
33. **Klein M, Emrich E, Schwarz M, Papathanassiou V, Pitsch W, Kindermann W, Urhausen A, (2004):** Sportmotorische Leistungsfähigkeiten von Kindern und Jugendlichen im Saarland, *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin* 2004, 55 (9): 211-20
34. **Knechtle B (2002):** Aktuelle Sportphysiologie, Basel: Karger AG
35. **Koletzko B (Hrsg.) (2000):** *Kinderheilkunde – 11. Aufl. – Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag*
36. **Korsten-Reck U, Kromeyer-Hauschild K, Korsten K, Rücker G, Dickhuth HH, Berg A (2006):** Freiburger Intervention Trial for Obese Children (FITOC), *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin* 2006; 57 (2): 36-41

37. **von Kries R, Hermann M, Grunert VP, von Mutius E (2001):** Is obesity a risk factor for childhood asthma? *Allergy* . 2001 Apr; 56 (4): 318-22
38. **Kromeyer-Hauschild K, Wabitsch M, Kunze D, Geller F, Geiß HC, Hesse V, von Hippel A, Jaeger U, Johnsen D, Korte W, Menner K, Müller G, Müller JM, Niemann-Pilatus A, Remer T, Schaefer F, Wittchen HU, Zabransky S, Zellner K, Ziegler A, Hebebrand J (2001):** Perzentile für den Body-mass-Index für das Kindes- und Jugendalter unter Heranziehung verschiedener deutscher Stichproben; *Monatsschr. Kinderheilk* 2001; 149: 807-818
39. **Kromeyer-Hauschild K, Zellner K, Jaeger U, Hoyer H (1999):** Prevalence of overweight and obesity among school children in Jena (Germany), *Int. J. Obes. Relat. Metab. Disord.* 1999; 23 (11): 1143-50
40. **Kikuchi S, Rona RJ, Chinn S (2008):** Physical fitness of 9 year olds in England: related factors. *J. Epidemiol. Community Health.* 1995 Apr; 49(2):180-5
41. **Kurth BM, Schaffrath Rosario A (2007):** The prevalence of overweight and obese children and adolescents living in Germany. Results of the German Health Interview and Examination Survey for Children and Adolescents (KiGGS), *Bundesgesundheitsblatt* 2007 May-Jun; 50 (5-6): 736-43
42. **Lampert T, Sygusch R, Schlack R (2007):** Nutzung elektronischer Medien im Jugendalter – Ergebnisse des Kinder- und Jugenddgesundheitssurveys (KiGGS); *Bundesgesundheitsblatt* 2007; 50: 643-652
43. **Landsberg B, Plachta-Danielzik S, Much D, Johannsen M, Lange D, Müller MJ (2008):** Associations between active commuting to school, fat mass and lifestyle factors in adolescents: the Kiel Obesity Prevention Study (KOPS). *Eur. J. Clin. Nutr.* 2008 Jun;62(6):739-47
44. **Lawrenz W, Ahrendt L, Schmidt KG:** Die körperliche Leistungsfähigkeit 7-9jähriger Kinder im Vergleich der letzten 20 Jahre; benutzt von: <http://www.kindersportmedizin.org/Amrum/Lawrenz.pdf>
45. **Löllgen H (2004):** Das Anstrengungsempfinden (RPE, Borg-Skala), *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin* 2004; 55 (11): 299-300
46. **Löllgen H, Ulmer HV (2004):** Das „Gespräch“ während der Ergometrie: Die Borg-Skala, *Deutsches Ärzteblatt* 2004;101 (15): 1014-15
47. **LohrM, Keppler BK (2000):** *Innere Medizin – 3. Aufl. – München, Jena: Urban & Fischer*

48. **Lowry R, Wechsler H, Galuska DA, Fulton JE, Kann L (2002):** Television viewing and its associations with overweight, sedentary lifestyle, and insufficient consumption of fruits and vegetables among US high school students: differences by race, ethnicity, and gender. *J Sch Health* 2002 Dec; 72 (10): 413-21
49. **Mangge H 2006:** Die Styjob-Studie zur Untersuchung der juvenilen Adipositas, *Kliniker* 2006; 35 (5): 209-212
50. **de Marées H (2003):** Sportphysiologie, 9. Aufl., Köln; Sport & Buch Strauß
51. **von Mutius E, Martinez FD, Fritsch C, Nicolai T, Roell G, Thiemann HH (1994):** Prevalence of asthma and atopy in two areas of West and East Germany. *Am J Respir. Crit. Care. Med.* 1994 Feb; 149 (2 Pt1): 358-64
52. **Pfeiffer KA, Pivarnik JM, Womack CJ, Reeves MJ, Malina RM (2002):** Reliability and validity of the Borg and OMNI rating of perceived exertion scales in adolescent girls. *Med Sci Sports Exerc.* 2002 Dec; 34 (12): 2057-61
53. **Pianos PT, Davis HS (2004):** Determinants of physical fitness in children with asthma. *Pediatrics* 2004 Mar; 113 (3 Pt 1): e225-9
54. **Remschmidt H (2005):** Kinder- und Jugendpsychiatrie – Eine praktische Einführung – 4. Aufl. – Stuttgart, New York: Thieme Verlag
55. **Rennie KL, Livingstone MB, Wells JC, McGloin A, Coward WA, Prentice AM, Jebb SA (2005):** Association of physical activity with body-composition indexes in children aged 6-8 y at varied risk of obesity. *Am J Clin Nutr* 2005 Jul; 82 (1): 13-20
56. **Rosenberg DE, Sallis JF, Conway TL, Cain KL, McKenzie TL (2006):** Active transportation to school over 2 years in relation to weight status and physical activity. *Obesity (Silver Spring)*. 2006 Oct; 14 (10): 1771-6
57. **Rost R (2001):** Lehrbuch der Sportmedizin – Köln: Deutscher Ärzte-Verlag GmbH
58. **Scheffler C, Ketelhut K, Mohasseb I (2007):** Does physical education modify the body composition?--results of a longitudinal, *Anthropol. Anz.* 2007 Jun; 65 (2): 193-201
59. **Schmidt RF, Thews G (1995):** Physiologie des Menschen – 26. Aufl. – Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag
60. **Shephard RJ, Åstrand PO (1993):** Ausdauer im Sport, Köln: Deutscher Ärzte-Verlag
61. **Shum Bo, Mackay CR, Gorgun CZ, Frost MJ, Kumar RK, Hotamisligil GS, Rolph MS (2006):** The adipocyte fatty acid-binding protein aP2 is required in allergic airway inflammation. *J. Clin. Invest.* 2006 Aug; 116 (8): 2183-2192

62. **Sitzmann C (2002):** Pädiatrie – 2. Aufl. – Stuttgart: Georg Thieme Verlag
63. **Stettler N, Signer TM, Suter PM (2004):** Electronic Games and Environmental Factors Associated with Childhood Obesity in Switzerland, *Obes. Res.* 2004 Jun; 12 (6): 896-903
64. **Sui X, LaMonte MJ, Laditka JN, Hardin JW, Chase N, Hooker SP, Blair SN (2007):** Cardiorespiratory fitness and adiposity as mortality predictors in older adults, *JAMA.* 2007 Dec. 5; 298 (21):2507-16
65. **Tamiya N (1991):** Study of physical fitness in children, and its application to pediatric clinics and sports medicine; *Hokkaido Igaku Zasshi.* 1991 Nov; 66 (6): 849-67
66. **Thomsen SF, Ulrik CS, Kyvik KO, Sørensen TI, Posthuma D, Skadhauge LR; Steffensen I, Backer V (2007):** Association between obesity and asthma in a twin cohort. *Allergy* 2007 Oct; 62 (10): 1199-204
67. **Tsai HJ, Tsai AC, Nriagu J, Ghosh D, Gong M, Sandretto A (2007):** Associations of BMI, TV-watching time, and physical activity on respiratory symptoms and asthma in 5th grade schoolchildren in Taipei, Taiwan. *J Asthma.* 2007 Jun; 44 (5): 397-401
68. **Utter AC, Robertson RJ, Nieman DC, Kang J (2002):** Children's OMNI Scale of Perceived Exertion: walking/running evaluation. *Med. Sc. Sports Exerc.* 2002 Jan; 34 (1): 139-44
69. **Vollbrecht HC (2007):** Der Einfluss einer Sportintervention auf die aerobe und muskuläre Fitness, die Fettmasse und den Energieverbrauch bei adipösen Kindern; Kiel, Univ., Diss., 2007
70. **Wabitsch M, Kunze D, Keller E, Kiess W, Kromeyer-Hauschild K (2002):** Adipositas bei Kindern und Jugendlichen in Deutschland, *Fortschritte der Medizin,* Nr. IV/ 2002, S. 99-106
71. **Wabitsch M (2004):** Obese children and adolescents in Germany. A call for action, *Bundesgesundheitsblatt* 2004 Mar; 47 (3): 251-5
72. **Walter U, Kramer S, Röbl M (2005):** Körperliche (In)Aktivität in Kindheit und Jugend, *Deutsche Medizinische Wochenschrift* 2005 Dec 16; 130 (50): 2876-8
73. **Wang Z, Patterson CM, Hills AP (2002):** A comparison of self-reported and measured height, weight and BMI in Australian adolescents. *Aust. N Z J Public Health.* 2002 Oct; 26(5): 473-8

74. **Wannamethee SG; Shaper AG, Lennon L, Whincup PH:** Decreased muscle mass and increased central adiposity are independently related to mortality in older men. *AM J Clin Nutr.* 2007 Nov; 86 (5): 1339-46
75. **Ward DS, Bar-Or O (1990):** Use of the Borg Scale in Exercise Prescription for Overweight Youth; *Can. J. Spt. Sci.* 1990 Jun; 15 (2): 120-125
76. **Wei M, Kampert JB, Barlow CE, Nichaman MZ, Gibbons LW, Paffenbarger RS jr., Blair SN (1999):** Cardiorespiratory fitness, different measures of adiposity, and cancer mortality in men. *JAMA* 1999 Oct 27; 282 (16): 1547-53
77. **Wieland SK, von Mutius E, Hirsch T, Duhme H, Fritzsich C, Werner B, Hüsing A, Stender M, Renz H, Leupold W, Keil U (1999):** Prevalence of respiratory and atopic disorders among children in the East and West of Germany five years after unification. *Eur. Respir. J.* 1999 Oct; 14 (4): 862-70
78. **Weineck, J (1996):** *Sportbiologie – 5. Aufl. – Balingen: Perimed-spitta, Med. Verl.-Ges.*

7. Anhang

7.1 Fragebogen und Belastungsprotokoll

Name	
Gruppe	
Alter	
Geschlecht	
Größe (m)	
Gewicht (kg)	
BMI	
Sportgewohnheiten	
Verein (Ja/Nein)	
Sportart (Ausdauer/Ballsportarten/Sonstige)	
Häufigkeit/Woche	
Schulweg (Bus, Auto / Fuß, Fahrrad)	
Mediengewohnheiten (Std./Tag)	
Ruhepuls	
Ruheblutdruck	

-----	Watt (Stufe)	Zeit (min)	HF	RR	Omni
Ruhe	-----	-----			-----
Belastung	25 (1)	2			
	45 (2)	4			
	65 (3)	6			
	85 (4)	8			
	105 (5)	10			
	125 (6)	12			
	145 (7)	14			
	165 (8)	16			
	185 (9)	18			
	205 (10)	20			
Erholung	-----	Nach 3 Min			-----

7.2 Elternbrief für die Kinder der Realschule Tönning

Liebe Kinder, liebe Eltern!

Mit meinem Schreiben möchte ich über eine Studie informieren, in der das „Sportliche Belastungsempfinden chronisch kranker Kinder im Vergleich zu gesunden Kindern.“ untersucht wird. Die Untersuchung wird gleichzeitig als Doktorarbeit an der Medizinischen Fakultät der Christian-Albrechts-Universität Kiel eingereicht. Betreut wird diese von Prof. Dr. B. Weisser, Leiter der Sportmedizin als Sparte des Institutes für Sport und Sportwissenschaften. Durchgeführt wird diese Untersuchung an der Fachklinik Satteldüne, eine Spezialklinik für Asthma- und übergewichtige Kinder, und im Krankenhaus Tönning. Die Kontrollgruppe aus gesunden Schülern der Realschule Tönning, wird im Tönninger Krankenhaus getestet.

Ziel:

Das Ziel der Untersuchung ist, ob Kinder und Jugendliche mit chronischen Erkrankungen wie Asthma bronchiale oder Übergewicht in gleichem Maße am Sport teilnehmen können wie gesunde Kinder, oder ob Unterschiede bestehen. Die Ergebnisse der Untersuchung sollen helfen, chronisch kranke Kinder mehr in den Sport einzubeziehen und die individuellen Voraussetzungen zu berücksichtigen. Auf diese Weise können die Freude an der Bewegung und Sport gesteigert werden. Hierzu ist es auch wichtig, dass die Kinder lernen, sich bei sportlichen Belastungen besser einzuschätzen.

Ablauf:

Die Teilnahme an der Studie ist sowohl von Seiten der Kinder als auch von Seiten der Eltern **freiwillig**. Im Rahmen der Untersuchung findet eine Belastungsuntersuchung auf dem Fahrrad statt, die **ungefähr 15 Minuten** dauern wird. Hierbei werden die Herzfrequenz, Blutdruck, die erreichte Belastung (Watt) und die eigene Einschätzung der Anstrengung mittels einer Skala festgehalten. Der Test endet bei einer Herzfrequenz von 170 Herzschlägen pro Minute, so dass **ein gesundheitliches Risiko** der Kinder **ausgeschlossen werden kann**.

Während der gesamten Testzeit stehen die Kinder **unter ärztlicher Aufsicht**.

Im Anschluss an die Belastungsuntersuchung füllen die Kinder einen Fragebogen aus, in dem z.B. Alter, Größe, Gewicht, die Bewegungs- und Sportgewohnheiten am Wohnort angegeben werden sollen. Sämtliche Daten werden anonym ausgewertet. Ein Rückschluss auf die Namen der Kinder ist nur den Untersuchungsleitern möglich, da die Fragebögen mit einer Identifikations-Nummer verschlüsselt sind.

Die Testung findet im Belastungsraum des Krankenhaus Tönning in der Zeit vom **4.12. bis 7. 12.** und **bei Bedarf am 11.12 und 12.12.** jeweils von **16.00 bis 19.00 Uhr** statt.

Termine können telefonisch mit mir unter den unten genannten Nummern abgesprochen werden. Ihr könnt gerne nach Absprache zu dritt pro Stunde kommen oder Eure Eltern mitbringen. **Die ersten 30 von Euch bekommen als kleines Dankeschön fünf Euro für die Mühe!** Kommt bitte mit **Sportzeug**, da Ihr ja Fahrrad fahren müsst.

Da ich in Tönning die gesunde Kontrollgruppe teste, können nur gesunde Kinder als Probanden mitmachen.

Bei Interesse können die Ergebnisse bei mir erfragen. Falls noch Fragen bestehen, bin ich jederzeit unter den unten genannten Nummern zu erreichen.

Ich möchte mich schon heute recht herzlich für die Mithilfe bedanken.

Mit freundlichen Grüßen

Daniel Stamm
Gravelottestr. 2
24116 Kiel

0176 / 20812935 oder 0431 / 3286958

7.3 Danksagung

Zuerst danke ich meinem Doktorvater, Prof. Dr. Burkhard Weisser, Direktor des Institutes für Sportmedizin, für die Betreuung. Aufgrund seiner netten und unkomplizierten Art wurde ich immer wieder motiviert und konnte auf einen Rat hoffen.

Dr. Wolfgang Gruber danke ich sehr für die Hilfe, die er mir während der Zeit auf Amrum, aber auch danach bei Fragen zum Schreiben entgegen gebracht hat. Weiterhin auch einen Dank an die Mitarbeiter der Satteldüne, durch deren Offenheit und Freundlichkeit der Aufenthalt auf Amrum um einiges netter geworden ist.

Vielen Dank an Lisa Lippes, die mir bei der Statischen Auswertung mit Rat und Tat zur Seite gestanden hat.

Ebenso möchte ich mich bei den Mitarbeitern des Krankenhauses und der Realschule Tönning bedanken, ohne deren Unterstützung ich die Kontrollgruppe wohl kaum hätte so schnell testen können.

Darauf folgend möchte ich meinen Eltern dafür danken, dass sie mich immer wieder ermuntert haben und nie an mir gezweifelt haben. Ohne sie wäre ich sowohl bei dieser Arbeit als auch in meinem ganzen Leben nie soweit gekommen.

Meinen Freunden Alexander, Constantin und Stefan möchte ich einen besonderen Dank aussprechen. Ohne sie hätte ich wohl so manches Mal das Handtuch geschmissen.

Schließlich danke ich allen Kindern und ihren Eltern, die mir diese Arbeit überhaupt erst durch ihre Kooperation ermöglicht haben.

7.4 Lebenslauf

Name:	Daniel Stamm
Geburtsdatum / -ort:	09. Februar 1982 in Hannover
Familienstand:	ledig
Staatsangehörigkeit:	deutsch
Eltern:	Dr. med. Thomas Stamm, Arzt Annette Stamm, geb. Billerbeck, Lehrerin
Schulbildung:	
1988-1992	Grundschule Nienburg/Weser
1992-1994	Orientierungsschule Nienburg/Weser
1994-1997	Hindenburg-Gymnasium Nienburg/Weser
1997-1998	Realschule Nienburg/Weser
1998-1999	Fachgymnasium Nienburg/Weser, Zweig Wirtschaft
1999-2001	Fachgymnasium Husum, Zweig Wirtschaft
2001	Allgemeine Fachhochschulreife
Zivildienst:	Mobiler sozialer Hilfsdienst (MSHD) bei der Arbeiterwohlfahrt (AWO) der Sozialstation Tönning
Juli 2001-April 2002	
Hochschulbildung:	
SS 2002-WS 2003/2004	Beginn des Studiums der Medizin an der Freien Universität Berlin
März 2004	Physikum
SS 2004 - WS 2006/2007	Klinisches Studium an der Christian- Albrechts-Universität Kiel
Februar 2007 - Januar 2008	Beginn Praktisches Jahr: <ul style="list-style-type: none"> • Diakonissenkrankenhaus Flensburg: Pädiatrie • Universitätsklinikum Schleswig-Holstein Kiel: Innere Medizin • Städtisches Krankenhaus Kiel: Chirurgie • Cebu Doctors University College of Medicine, Philippinen: Chirurgie
Oktober 2008	Staatsexamen
17. Oktober 2008	Approbation als Arzt
Famulaturen:	
August 2004	Kreiskrankenhaus Tönning: Innere Medizin
Februar/März 2005	Georg-August-Universität Göttingen: Kinderorthopädie
August 2005	Psychiatrische Universitätsklinik Wien: Psychiatrie
Februar/März 2006	Praxis Dr. med. Hokamp, Tönning: Allgemeinmedizin
September/Oktober 2006	Emory Adventist Hospital, Atlanta, USA: Pathologie
Zusatzqualifikation:	
2003	Ausbildung zum Fitness-Instruktor im Swiss Training und Fitness, Berlin
2005	Tennis-C-Trainer beim DTB