

## 1. Einführung

Gesundheit, körperliche Aktivität und Leistungsfähigkeit stehen in einer engen Wechselbeziehung zueinander. Die positive Wertschätzung sportlicher Aktivität als Mittel der Gesundheitsförderung ist in der Bevölkerung unbestritten. Im Alltagsverständnis gehören Sport und Gesundheit wie selbstverständlich zusammen (Banzer, Knoll & Bös, 1998, Gogoll, 2004, Opper, 1998, Waller, 1996, Woll, 1996). Die Legitimation von Sport als gesundheitsförderndes Instrument setzt jedoch genaue Kenntnisse über die Wirkung körperlicher Aktivität auf den Gesundheitszustand voraus. Zahlreiche wissenschaftliche Studien belegen, dass sportliches Engagement positive Einflüsse auf bestimmte gesundheitsrelevante Parameter besitzt (Banzer et al., 1998, BASPO, 2007, Dishmann Washburn & Heath, 2004, Hurrelmann, 2003, Kurz, Sack & Brinkhoff, 1996, Prätorius & Milani, 2004, Sallis & Owen, 1999, Samitz, 1998).

Ein forschungsgeschichtlicher Rückblick zeigt, dass die Ursprünge des sportlichen Trainings, das der Erhöhung der sportlichen Leistungsfähigkeit dient, im antiken Griechenland oder noch länger zurück liegen (Samida, 2000). Der Effekt körperlicher Aktivität, im Sinne von Training, auf die Verbesserung der physischen Verfassung, wurde durch die Einführung der Trainingswissenschaft wissenschaftlich untersucht, fundiert und zahlreich belegt (Hohmann, Lames & Letzelter, 2003).

In der vorliegenden Arbeit soll der Zusammenhang zwischen der Gesundheit und der sportlichen Leistungsfähigkeit näher beleuchtet werden. Der gesundheitliche Nutzen sportlicher Aktivität im Erwachsenenalter ist gut erforscht; die Datenlage im Kindes- und Jugendalter fällt hingegen deutlich geringer aus (Graf, Dordel, Koch & Predel, 2006).

Der progressiv defizitäre Gesundheitszustand von Kindern und Jugendlichen wird kontrovers diskutiert (Sygusch, Brehm & Ungerer-Röhrich, 2006). Einerseits wird über eine erhebliche Zunahme von Gesundheitsstörungen und Risikofaktoren berichtet (Graf et al., 2006, Urhausen et al., 2004, Weiß, Weiß, Stehle, Zimmer, Heck & Raab, 2004), andererseits offenbaren Deusinger (2002) und Kolip, Nordlohne & Hurrelmann (1995), dass es gut um die Gesundheit der Heranwachsenden steht. Die deutschen Schüler fühlen sich schließlich im Allgemeinen gesund. Lediglich 3% der 6- bis 12jährigen und 5% der Jugendlichen beurteilten ihren Gesundheitszustand als negativ. Möglicherweise resultiert die Divergenz der Darstellungen unter anderem aus der Komplexität des Begriffes *Gesundheit*. Im Klinischen Wörterbuch Pschyrembel (1994) werden zwei unterschiedliche Definitionen dargelegt, die die Diskrepanz des Verständnisses verdeutlichen. Die erste Begriffsbestimmung stammt von

der Welt-Gesundheits-Organisation (WHO), bei der Gesundheit dem „Zustand des völligen körperlichen, geistigen, seelischen und sozialen Wohlbefindens“ entspricht. Im Gegensatz dazu ist Gesundheit, gemäß dem sozialversicherungsrechtlichen Sinn, der arbeits- und erwerbsfähige Zustand. Letztere Definition stützt sich primär auf medizinisch objektivierbare Parameter, wohingegen die WHO die subjektiven Empfindungen in den Vordergrund stellt.

Die Komplexität des Begriffes *Gesundheit* macht es demnach unmöglich den Gesundheitszustand als Ganzes zu erfassen und erfordert bei der Untersuchung der gesundheitlichen Wirkung körperlicher Aktivität die Konkretisierung und Beschränkung auf spezifische Parameter. Angesichts der im Folgenden dargestellten epidemiologischen Daten zu kardiovaskulären Erkrankungen, befasst sich die vorliegende Arbeit mit dem Zusammenhang zwischen der motorischen Leistungsfähigkeit und der Herzfunktion im Schulkindalter in Abhängigkeit vom sportlichen Freizeitverhalten.

Nach der Definition der Problem- und Zielstellung, erfolgt die Darstellung theoretischer Grundlagen zur Herzfrequenz, zur motorischen Leistungsfähigkeit sowie zum Freizeitverhalten bei Heranwachsenden. Dieser Teil der Arbeit gibt bereits einen Überblick über den derzeitigen Forschungsstand. Weiterführend werden Untersuchungen kurz und prägnant skizziert, die sich explizit mit dem Zusammenhang zwischen den Parametern *Gesundheit*, *motorische Leistungsfähigkeit* und *sportliches Freizeitverhalten* befassen. In Bezug auf die theoretischen Grundlagen und aktuelle Studien werden im anschließenden Kapitel die Hypothesen definiert. Nach der Beschreibung des forschungsmethodischen Vorgehens, folgt die Darstellung der Ergebnisse. Die Befunde werden zunächst deskriptiv dargestellt und anschließend durch mathematisch-statistische Verfahren in Verbindung zueinander gebracht. Eine Diskussion sowie ein Ausblick, der die Möglichkeiten des weiteren forschungsmethodischen Vorgehens offenbart, schließen diese Arbeit ab.

## 2. Wissenschaftliche Problem- und Zielstellung

### *Wissenschaftliche Problemstellung*

Betrachtet man die herz-kreislaufabhängigen Mortalitätsraten<sup>1</sup> in den Industriestaaten, so ist auf der einen Seite seit drei Jahrzehnten ein kontinuierlicher Rücklauf zu verzeichnen. Auch in Deutschland ist ein abwärtsgerichteter Trend zu beobachten, obwohl im internationalen Vergleich unter den Industriestaaten die höchsten Sterberaten vorliegen. Auf der anderen Seite zeigt die Morbiditätsrate<sup>2</sup> von kardiovaskulären Erkrankungen seit 1993 einen ansteigenden Trend. Dieser scheinbare Widerspruch ist unter anderem durch die erhöhte Lebenserwartung und die besseren Überlebenschancen der Erkrankten zu begründen. Krankheiten des Kreislaufsystems umfassen annähernd Zweidrittel der häufigsten zehn Todesursachen (KKH, 2004). In den westlichen Industrieländern stirbt etwa jeder Zweite an den Folgen der Arterienverkalkung (Deutsche Gesundheitshilfe e.V., 2003). Nach Berechnungen der British Heart Foundation (2005) und dem Statistischen Bundesamt (2008) liegen die weltweiten Aufwendungen für kardiovaskuläre Erkrankungen bei den Ausgaben im Gesundheitswesen mit Abstand an erster Stelle. Die Gesamtkosten lagen im Jahr 2002 und 2004 bei jeweils über 33 Mrd. Euro und stiegen 2006 bis auf über 35 Mrd. Euro.

Das Risiko, einen herzkreislaufbedingten Tod zu erleiden, steigt mit zunehmendem Alter. Das durchschnittliche Sterbealter der koronaren Herzkrankheit (KHK) liegt bei Männern bei ca. 72, bei Frauen bei 81 Jahren (Löwel, 2006). Die Gefahr zu erkranken betrifft allerdings nach Dorner & Rieder (2005) in den letzten Jahren auch vermehrt jüngere Altersgruppen.

Angesichts der weltweit steigenden Prävalenz von Adipositas im Kindes- und Jugendalter (Graf et al., 2006), wird deutlich, dass die primäre Prävention bereits im Schulkindalter unabdingbar ist. Der Handlungsbedarf in der Vermeidung kardialer Erkrankungen im frühen Lebensabschnitt wird durch Studien bekräftigt, bei denen mittels sonographischer Untersuchungen an 12jährigen Auffälligkeiten nachgewiesen werden konnten, die als erste Anzeichen der KHK zu deuten sind (Davis, Dawson, Riley & Lauer, 2001). Die nachgewiesenen Veränderungen der Arterienwände sind auf körperliche Inaktivität zurückzuführen (Schmidt-Trucksäss, Huonker, Halle, Dickhuth & Sandrock, 2008).

Um die Morbidität und Mortalität zu verringern, bedarf es der entsprechenden Prävention in Form von körperlichem Training (Dickhuth, Röcker, Meyer, König & Korsten-Reck, 2004,

---

<sup>1</sup> Mortalität (lat. *mortalitas* = das Sterben) beschreibt die Sterblichkeit bzw. Sterbeziffer. (Pschyrembel, 2007)

<sup>2</sup> Morbidität (lat. *morbidus* = krank) beschreibt die Krankheitshäufigkeit innerhalb einer Population. (Pschyrembel, 2007)

Dorner & Rieder, 2005, Renner, 2003). Es konnte mit hoher Konsistenz belegt werden, dass die Ausschaltung des Risikofaktors Inaktivität im Bereich der primären Prävention die kardiovaskuläre Gesamtsterblichkeit signifikant reduziert werden kann (Lengfelder, 2001).

Körperliche Inaktivität ist bei der Internationalen Sportärzte Vereinigung und der American Heart Association inzwischen offiziell als Risikofaktor anerkannt (Ketelhut, 2000; Renner, 2003). Dem Mangel an Bewegung folgen Einbußen in der körperlichen Leistungsfähigkeit (Bös, 2006, Graf et al., 2006). Problematisch gestaltet sich allerdings das objektive Erfassen der Aktivität bzw. Inaktivität (Beneke & Leithäuser, 2008). Messbar hingegen ist die motorische Leistungsfähigkeit, die sich nach Löllgen (2003) ebenfalls als Prädiktor in der Risikostratifizierung kardiovaskulärer Erkrankungen erwies.

### *Wissenschaftliche Zielstellung*

Auf der Ebene kardialer Erkrankungen besteht medizinischer, sozialer und gesellschaftspolitischer Handlungs- und Forschungsbedarf, der von den gesetzlichen Krankenkassen erkannt wurde. Sie erklärten als ein Präventionsoberziel die *Reduktion von Herz-Kreislauferkrankungen*, mit ausdrücklichem Verweis auf die Zielgruppe *Kinder und Jugendliche* (Bödeker, 2008). Dieses Ziel deckt sich mit der Forderung des European Heart Network und der European Society of Cardiology (2008), die es sich zur Aufgabe gemacht haben, mit der Unterstützung der Europäischen Kommission sowie der WHO, Gesundheitsstrategien zu entwickeln, die eine frühzeitige Erkennung und Beseitigung von kardiovaskulären Risikofaktoren bereits im Kindesalter gewährleisten.

Zusammenfassend bleibt zu konstatieren, dass Sport positive Einflüsse auf bestimmte Parameter der kardiovaskulären Gesundheit hat (Löllgen, 2003). Diese sind, wie bereits angedeutet, im Kindes- und Jugendalter unzureichend erforscht (Graf et al., 2006). Für diese Altersphase ist es für die systematische Einordnung körperlicher Aktivität in die wissenschaftliche Gesundheitsdiskussion unabdingbar, Zusammenhänge zwischen medizinischen Parametern und sportlicher Aktivität herzustellen (Sygusch et al., 2006). Kenntnisse auf diesem Gebiet werden in der Vorbeugung kardiovaskulärer Erkrankungen bei Heranwachsenden eine hohe Bedeutung zugeschrieben (Bödeker, 2008).

Vor dem Hintergrund, dass bei Erwachsenen eine enge inverse Beziehung zwischen der körperlichen Fitness und Herzfunktionsstörungen nachgewiesen werden konnte, die in der kardiovaskulären Morbidität und Mortalität zeigte (Meyers, Prakash, Froelicher, Partington & Atwood, 2002), befasst sich diese Arbeit im Folgenden mit der Fragestellung, ob sich bereits im Schulkindalter Zusammenhänge zwischen kardialer Funktion und sportlicher Leistungsfähigkeit nachweisen lassen. Darüber hinaus ist von Bedeutung, welche Rolle

dabei das sportliche Freizeitverhalten spielt. Hierzu wird bei Grundschulern der Zusammenhang zwischen der motorischen Leistungsfähigkeit und der Ruheherzschlagfrequenz, die als Maß für die kardiale autonome Regulation dient (Diaz, Bourassa, Guertin & Tardif, 2005, Fox, Ford, Steg, Tendera, Robertson & Ferrari, 2008), untersucht.

Die genaue Kenntnis über die Zusammenhänge von physischer Leistungsfähigkeit und gesundheitlichen Parametern, ließe die Auswertung der Ergebnisse von sportmotorischen Tests nicht nur hinsichtlich der Höhe der jeweiligen motorischen Merkmalsausprägung zu, sondern würde darüber hinaus Auskunft über bestimmte Kenngrößen der Gesundheit geben.

### 3. Theoretische Grundlagen

In diesem Kapitel sollen die theoretischen Grundlagen der Herzfrequenz erläutert und Begrifflichkeiten definiert werden. Den allgemeinen Grundlagen folgt die Herausstellung der Besonderheiten im Kindes- und Jugendalter. Einige einführende Worte sind der biologischen Adaptation gewidmet, da der Erwerb und der Erhalt der Gesundheit sowie der Leistungsfähigkeit auf diesem Phänomen beruhen.

#### *Die biologische Adaptation*

Um die Gesundheit zu erhalten und die Leistungsfähigkeit zu steigern verfügt der Mensch als biologisches System über eine wesentliche Voraussetzung für das Leben; die biologische Adaptation. Dies ist die Fähigkeit sich an veränderte innere oder äußere Anforderungen und Gegebenheiten, durch morphologische und/oder funktionelle Modifikationen des Organismus, anzupassen (Israel, 1995). Jede körperliche und somit auch sportliche Belastung führt zu einer Auslenkung aus dem Fließgleichgewicht (Homöostase). Bei der Wiederherstellung der beanspruchten Systeme während der Erholungsphase, kommt es zu einer überschießenden Anpassungsreaktion. Im Anschluss an die Regenerationsphase sind die organismischen Strukturen stärker belastbar als vorher. Dieses Phänomen wird als Superkompensation bezeichnet (Badtke, 1995, Jakowlew, 1977, zit. n. Hohmann et al., 2003). Der Zuwachs an Belastungstoleranz ist allerdings zeitlich begrenzt und pendelt sich bei Ausbleiben weiterer Belastungsreize wieder auf dem Ausgangsniveau ein (Hohmann et al., 2003). Es wird zwischen der genetischen Adaptation, die sich im Laufe der Evolution entwickelt hat und der extragenetischen Adaptation, die im Rahmen des genetischen Programms stattfindet, unterschieden. Letztgenannte kann weiterhin in epigenetische Anpassungen, die sich durch länger anhaltende, relativ stabile organismische Veränderungen auszeichnen und die metabole Adaptation, die überwiegend auf akuten, funktionellen Umstellungen beruht, eingeteilt werden (Israel, 1995). Akute Reaktionen des Organismus dienen dem Ausgleich von gesteigerten Stoffwechselansprüchen und äußern sich unter anderem in einer gesteigerten Atem- und Herzschlagfrequenz. Ein Beispiel einer epigenetischen Adaptation ist die Absenkung der Ruheherzfrequenz als Folge eines kontinuierlichen und regelmäßigen Ausdauertrainings. Grundsätzlich sind alle gesunden Organsysteme fähig sich zu adaptieren. In Abhängigkeit von der Art, Dauer und der Intensität der Belastung werden unterschiedliche Systeme beansprucht, deren Anpassung die Registrierung des Reizes durch das Nervensystem voraussetzt (Badtke, 1995). Eine der Hauptaufgaben des Nervensystems ist die Steuerung der Herzfunktion (Faller, 2004).

### 3.1. Physiologie der Herzschlagfrequenz

Um alle Zellen des Organismus mit den lebensnotwendigen Nährstoffen sowie Sauerstoff zu versorgen, bedarf es der Zirkulation des Blutes. Dies gewährleistet das Herz, indem es durch seine rhythmischen Kontraktionen das Blut durch das Gefäßsystem pumpt (Faller, 2004). Das Herz besitzt mit dem Sinusknoten ein autonomes Erregungszentrum. Durch den Zusammenbruch des Membranpotentials wird ein Aktionspotential ausgelöst, das sich über das Reizleitungssystem des Herzens ausbreitet. Das elektrische Signal verläuft vom Sinusknoten über die Vorhofmuskulatur, dem Atrioventrikularknoten, dem His-Bündel zu den Tawara-Schenkeln und verteilt sich letztlich über die Purkinje-Fasern im gesamten Kammermyokard. Infolge der elektrischen Reize reagiert der Herzmuskel mit rhythmischen Kontraktionen und wirft das Blut aus den Herzkammern in das Gefäßsystem (Faller, 2004, Rieckert, 1991). Die Frequenz mit der der Sinusknoten Impulse erzeugt ist abhängig von zahlreichen Faktoren wie Lebensalter, Körpertemperatur, emotionaler Zustand, Körperlage, Biorhythmus, Blutdruck, Herzgröße und körperlicher Aktivität (Israel, 1999). Physische Belastung führt zu einer Steigerung der Sauerstoffanforderung im Muskelgewebe, die durch eine Intensivierung der Herzarbeit kompensiert wird (Portela, 1996). Um den höheren Bedarf an Blut zu decken, kann sowohl die Anzahl der Herzschläge pro Minute (Herzschlagfrequenz<sup>3</sup>) als auch die pro Herzschlag ausgeworfene Menge an Blut (Schlagvolumen) gesteigert werden. Das Produkt der Herzschlagfrequenz und des Schlagvolumens ergibt die Menge an Blut, die pro Minute vom Herzen gefördert wird und ist als Herzminutenvolumen (HMV) definiert. Die Herzfrequenz, die Erregungsgeschwindigkeit sowie die Kontraktionskraft des Herzens werden vom vegetativen Nervensystem moduliert. Diese Regulation des Herzens ist notwendig um sich wechselnden Belastungen anpassen zu können (Faller, 2004).

#### *Modulation der Herzschlagfrequenz*

Das vegetative Nervensystem, auch autonomes oder viszerales Nervensystem genannt, steuert unbewusst ablaufende Organfunktionen wie beispielsweise Herz-, Kreislauf- und Atemfunktion. Die Steuerung des Systems erfolgt durch die beiden Gegenspieler Sympathikus und Parasympathikus. Das sympathische Nervensystem dient in physischen und psychischen Stresssituationen der Leistungssteigerung durch Erhöhung der Atem- und Herzfrequenz sowie durch die Durchblutungssteigerung der Muskulatur. Das parasympathische Nervensystem dominiert hingegen in Ruhe- und Regenerationsphasen

---

<sup>3</sup> Die Herzschlagfrequenz wird als die Anzahl der Herzschläge pro Minute definiert. Die Pulsfrequenz entspricht der Anzahl der Pulsschläge pro Minute. Beim gesunden Menschen sind diese Werte identisch (Koinzer, 1995b). Daher werden in dieser Arbeit diese Begriffe synonym verwendet.

und führt unter anderem zu einer Verlangsamung der Herzfrequenz (Faller, 2004). Vor allem im Schlaf überwiegt die parasympathische Stimulation des Herzens, die mit einer Verlangsamung der Impulse des Sinusknotens einhergeht (Rieckert, 1991).

#### *Auswirkungen von Sport auf die Ruheherzschlagfrequenz*

Nach Rieckert (1991) führt regelmäßiges Training zu einer Verschiebung im vegetativen Nervensystem in den parasympathischen Bereich und geht somit mit einer Absenkung der Herzfrequenz in Ruhe einher. Die verlangsamte Schlagfolge des Herzens wird als Bradykardie bezeichnet (Pschyrembel, 2007). Ausdauertraining führt darüber hinaus zu einer Erhöhung des Schlagvolumens und ermöglicht somit ebenfalls eine Senkung des Ruhepulses (Vanhees, Hespel & van Hoof, 1992). Ein weiterer pulsverringender Trainingseffekt ist die verbesserte periphere Sauerstoffausnutzung, die durch eine Vergrößerung der Energiespeicher in Form von Adenosintriphosphat (ATP) und Kreatinphosphat (KRP), Zunahme des Myoglobins und oxidativer Enzyme, Erhöhung der Mitochondrienzahl sowie deren Volumen und einer verbesserten Kapillarisation in der Muskulatur gekennzeichnet ist (Kindermann, 1991).

Regelmäßiges körperliches Training kann neben funktionellen auch zu strukturellen kardialen Adaptationen führen (König, Berg & Dickhuth, 2003). Die „physiologische Hypertrophie“ des Herzmuskels, die sich durch die harmonische Vergrößerung aller vier Herzhöhlen sowie des Myokards auszeichnet, wird als Sportherz bezeichnet (Kindermann, 1983). Strukturelle Anpassungsmechanismen des Herzens sind mit noch nicht näher bekannten genetischen Voraussetzungen und einem langfristigen und intensiven Training verbunden (Dickhuth et al., 2004, Israel, 1999). Im Gegensatz zu der seltenen sportbedingten Herzvergrößerung bei Erwachsenen (Kindermann, Janzen, Urhausen & Schieffer, 1998), reagiert das kindliche Herz infolge entsprechender Reizsetzung durch Ausdauertraining relativ schnell mit einer physiologischen Hypertrophie des Myokards und der Herzhöhlen (Dickhuth et al., 2004, Gottschalk, 1982, Israel, 1999).

#### **3.1.1. Herzschlagfrequenz bei Kindern**

Die Ruheherzschlagfrequenz bei einem gesunden Erwachsenen liegt bei etwa 60-80, bei einem Neugeborenen hingegen bei 130-150 Schlägen pro Minute (Israel, 1999). Kinder weisen gegenüber Jugendlichen und letztere wiederum gegenüber Erwachsenen aufgrund des kleineren Herzens und dem daraus resultierenden geringeren Schlagvolumen eine höhere Herzschlagfrequenz auf (Belayneh, 1999, Hollmann & Hettinger, 1990, Portela,

1996). Darüber hinaus lässt sich die höhere Frequenz durch eine noch nicht ausgereifte Entwicklung der Elastizität und Dehnbarkeit der Aorta bei Heranwachsenden erklären (Israel, 1999). Neben den morphologischen bzw. somatischen Unterschieden zwischen Erwachsenen und Kindern, ist die höhere Ruheherzfrequenz bei Heranwachsenden auf eine dominant sympathikotone Regulation zurückzuführen. Eine trainingsbedingte Absenkung der Pulsfrequenz liegt auch bei Kindern und Jugendlichen eine vagotone Umstellung des Nervensystems zu Grunde; dies ist auch in diesem Alter als eine Ökonomisierung der Herzarbeit und Steigerung der kardialen Reservekapazität zu werten (Gottschalk, 1982). Folglich muss die Ruheherzschlagfrequenz bei Kindern und Jugendlichen anders bewertet werden als bei Erwachsenen (Israel, 1999). In Tab.1 sind die von Demeter (1981) erfassten Ruheherzfrequenzwerte von untrainierten Heranwachsenden im Alternsgang dargestellt.

*Tab.1: Die Herzfrequenzen in Ruhe bei untrainierten Kindern und Jugendlichen im Alternsgang (nach Demeter, 1981, S.111)*

<b>Alter in Jahren</b>	<b>Ruheherzfrequenz</b>
6	95 S/min
7	92 S/min
8	90 S/min
9	88 S/min
10	86 S/min
11	84 S/min
12	82 S/min
13	80 S/min
14	78 S/min
15	76 S/min

Aus Tabelle 1 geht deutlich hervor, dass es bei Heranwachsenden mit zunehmendem Alter zu einer Verringerung der Herzschlagrate kommt. Die Verminderung der Herzfrequenz beträgt nach Demeter (1981) jährlich etwa zwei Schläge pro Minute. Weitere Studien bestätigen die Absenkung im Alternsgang, stellen diese aber geringer dar. Das Ausmaß der Frequenzreduktion beträgt nach Bar-Or (1986) bis zum Erwachsenenalter jährlich 0,7 bis 0,8 Schläge/min. Die Untersuchungen von Klemt (1988) führten zu vergleichbaren Ergebnissen. Bei 10- bis 18jährigen Probanden wies er eine durchschnittliche Reduktion von 0,6 Schläge/min pro Jahr nach. Die kontinuierliche Verminderung der Pulsfrequenz wird in Abbildung 1 nochmals grafisch dargestellt, in der darüber hinaus, in jeder Altersklasse eine höhere Herzschlagfrequenz der weiblichen gegenüber den männlichen untersuchten Probanden zum Ausdruck kommt. Dies deckt sich mit den Befunden von De Marées (1989), Hollmann & Hettinger (1990), Klemt (1988) und Asmus (1991), die in Ruhe bzw. auch unter vergleichbarer Belastung bei Mädchen gegenüber Jungen eine höhere Pulsfrequenz aufzeigen konnten. Im Gegensatz zu diesen Ergebnissen, besagt Demeter (1981), dass

aufgrund der früheren körperlichen Reifung Mädchen teilweise niedrigere Ruheherzfrequenzwerte aufweisen als Jungen. Im Hinblick auf geschlechtsspezifische Differenzen im Pulsfrequenzverhalten bei Heranwachsenden weist die Mehrzahl der Studien allerdings den Jungen eine niedrigere Ruheherzfrequenz zu (vgl. Asmus, 1991, De Marées, 1989, Hollmann & Hettinger, 1990, Klemt, 1988).

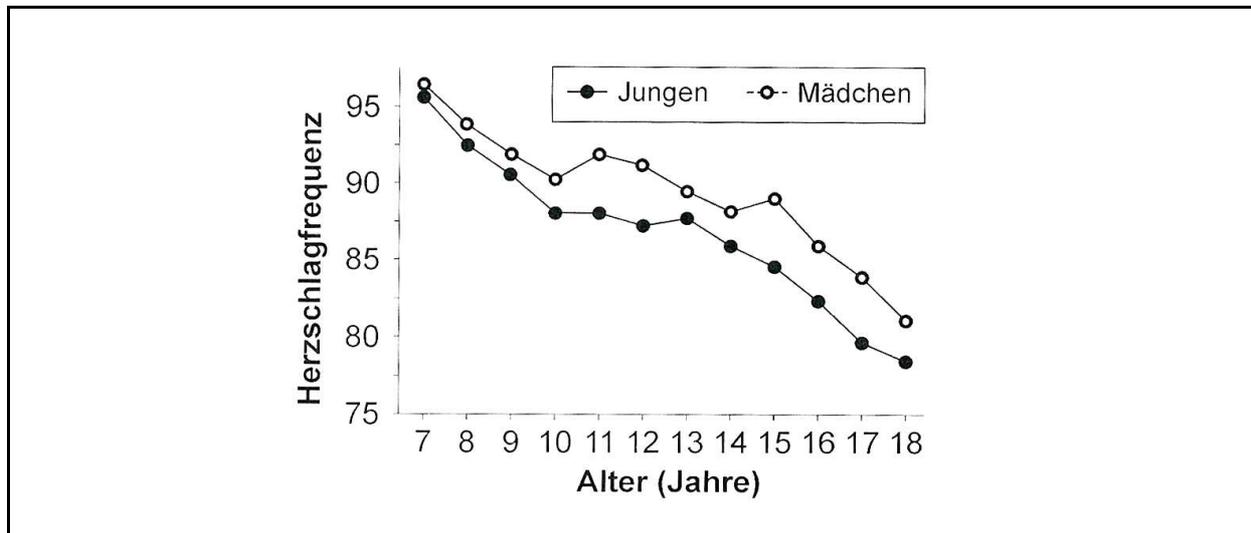


Abb.1: Mittelwerte der alters- und geschlechtsspezifischen Herzschlagfrequenz in Ruhe (Asmus, 1991, S.54).

Die in Tabelle 1 und Abbildung 1 dargestellten Pulsfrequenzen wurden am Tag, während körperlicher Ruhe und nach einer definierten Ruhephase gemessen. Die nächtliche Herzfrequenz während des Schlafes ist aufgrund der Dominanz des Parasympathikus niedriger als am Tag. Selbst bei völliger körperlicher Ruhe entspricht die vagotone Ausgangslage nicht der des Schlafes (Faller, 2004, Rieckert, 1991). In den meisten Studien (vgl. Asmus, 1991, Demeter, 1981, Klemt, 1988) findet die Messung aufgrund der einfacheren und schnelleren Erhebung am Tag statt. Befunde, in denen die Herzfrequenz von Kindern über einen Zeitraum von 24 Stunden gemessen und somit ebenfalls die Tiefstwerte dokumentiert wurden, erwiesen sich während der intensiven Literaturrecherche als schwer auffindbar. In der Untersuchung von Treuth, Adolph & Butte (1998) wurden nächtliche Herzfrequenzen von 8-12jährigen ermittelt, die im Bereich von 71 bis 74 Schlägen pro Minute liegen.

Herzfrequenzwerte, die am Tag während körperlicher Ruhe im Liegen ermittelt wurden, können nach Crouter, Churchill & Bassett (2008) mit dem Faktor 0,83 multipliziert werden und geben einen Anhaltspunkt über die Höhe der nächtlichen Pulsschlagrate. Führt man diese Berechnung mit den Daten von Demeter (1981) (vgl. Tab.1) aus, so ergeben sich für die 8-12jährigen Herzfrequenzwerte zwischen 68 und 75 Schlägen pro Minute (vgl. Tab.2).

Auf der Grundlage dieser Umrechnung, entsprechen die von Demeter (1981) ermittelten Werte, den von Treuth et al. (1998) gemessenen nächtlichen Herzfrequenzen.

*Tab.2: Herzfrequenzen in Ruhe nach Demeter (1981) multipliziert mit dem Faktor 0,83 nach Crouter et al. (2008) zur Berechnung der nächtlichen Herzfrequenz. (Eigene Darstellung)*

Alter in Jahren	Ruheherzfrequenz nach Demeter * 0,83
8	75
9	73
10	71
11	70
12	68

Unter Belastung weisen jüngere Personen gegenüber älteren eine höhere Schlagfrequenz des Herzens auf (Nöcker 1964, zit. n. Portela, 1996). Dennoch sind entgegen früherer Ansichten die absolut kleineren Herzen der Kinder in Relation zur Körpermasse ebenso groß wie bei Erwachsenen. Die relative Herzgröße, die sich aus dem Verhältnis der Herzgröße zur Körpermasse ergibt, ist in allen Lebensabschnitten annähernd konstant und beträgt beim Untrainierten 10 bis 11 ml/kg Körpergewicht. Ebenso wurde nach Israel (1999) noch vor wenigen Jahrzehnten das Adaptationspotential des kindlichen Herzkreislauf-Systems unterschätzt. Funktionelle Anpassungsreaktionen des Herzens sind prinzipiell in jedem Lebensalter möglich. Der Effekt der Trainingsbradykardie durch regelmäßige körperliche Ausdauerleistungen konnte auch bei Kindern nachgewiesen werden.

### **3.1.2. Gesundheitliche Bedeutung der Ruheherzschlagfrequenz**

Die gesundheitliche Bedeutung einer niedrigen Pulsfrequenz wurde in vorangegangenen Kapiteln angedeutet und soll an dieser Stelle zusammengefasst und verdeutlicht werden. Die Absenkung der Herzfrequenz in Ruhe wird häufig als ein positiver Effekt der regelmäßigen körperlichen Belastung genannt (Dickhuth et al., 2004, Hohmann et al., 2003, Renner, 2003). Es gibt zahlreiche gesundheitlich als positiv zu bewertende Adaptationen, die zu der Reduktion der Herzfrequenz führen. Die Hauptfaktoren sind die Umstellung des Nervensystems vom Sympathiko- zum Vagotonus (Parasympathikus), die verbesserte Vaskularisierung (Neubildung kleiner Blutgefäße), vermehrte Ausbildung von Kollateralen, Zunahme des Schlagvolumens und die gesteigerte periphere Sauerstoffausnutzung. Die Umstellung des Vegetativums vom sympathikotonen zum vagotonen Typ ist mit einer Absenkung des Katecholamin- und einer Zunahme des Acetylcholingehaltes im Blut verbunden (Strauzenberg, 1978, Strauzenberg/Schwindtmann, 1976). Zu den Katecholaminen gehören adrenerge Stresshormone wie Adrenalin; sie verursachen durch

einen erhöhten Sauerstoffverbrauch eine Hypoxie (Sauerstoffmangel) im Herzmuskel. Acetylcholin erzeugt anti-adrenerge (Sympathikus hemmende) Stimuli und führt zu einer Verminderung der kardiotoxischen Wirkung einer erhöhten Katecholaminfreisetzung. Die Empfindlichkeit des Herzens gegenüber frequenzsteigernden adrenergen Reizen ist dadurch herabgesetzt (Weineck, 2007). Die Verlangsamung des Herzschlages in Ruhebedingungen besitzt ebenfalls positive Effekte, die direkt auf das Herz wirken. Sie zeichnen sich durch eine Verringerung des myokardialen Sauerstoffverbrauchs, der Verlängerung der Diastolendauer mit einhergehender Verbesserung der Myokarddurchblutung und der Verringerung des Arbeitsblutdruckes aus (Dickhuth et al., 2004, Hollmann, 2001, Vonbank, Gabriel & Haber, 2005). Diese Faktoren führen unter anderem dazu, dass durch die Senkung der Herzfrequenz das Risiko tödlicher koronarer Herzerkrankungen signifikant verringert wird (Diaz et al., 2005, Fox et al., 2008, Palatini, 2005, Seccareccia et al., 2001).

Einer der Mechanismen, die zu einer Senkung des Ruhepulses führen, ist die Erhöhung des Schlagvolumens (Vanhees et al., 1992). Das Herzminutenvolumen, das in erster Linie von letztgenanntem Faktor abhängt, gilt bei Ausdauersport als leistungslimitierend. Durch die Vergrößerung der pro Schlag ausgeworfenen Menge an Blut tritt ein leistungsfördernder Effekt ein. Dem leistungssteigernden Effekt kann ebenfalls eine gesundheitliche Bedeutung zugeschrieben werden (Löllgen, 2003, Saltin, 1986).

### **3.2. Motorische Leistungsfähigkeit**

In diesem Kapitel folgen, im Anschluss an die allgemeinen Begriffsbestimmungen zur Leistungsfähigkeit, die Definitionen der einzelnen motorischen Fähigkeiten. An dieser Stelle wird die gesundheitliche Bedeutung der aeroben Ausdauerfähigkeit herausgestellt. Im nächsten Abschnitt werden die Zusammenhänge und Wechselbeziehungen der motorischen Fähigkeiten erörtert. Anschließend wird die Trainierbarkeit der motorischen Leistungsfähigkeit im Kindes- und Jugendalter herausgearbeitet und die Datenlage bezüglich geschlechtsspezifischer Unterschiede dargestellt. Dieses Kapitel abschließend, wird ein komprimierter Überblick über die aktuelle Studienlage zur Entwicklung der Leistungsfähigkeit bei Heranwachsenden gegeben. Der letzte Abschnitt soll anhand aktueller Untersuchungen verdeutlichen, weshalb die Leistungsfähigkeit von Kindern und Jugendlichen ins Zentrum kritischer Betrachtungen gerückt ist.

### *Begriffsbestimmungen zur motorischen Leistungsfähigkeit*

Motorik bezeichnet die Gesamtheit aller Steuerungs- und Funktionsprozesse, die der Haltung und Bewegung zugrunde liegen (Bös & Mechling, 1983). Unter einer Fähigkeit wird eine „relativ stabile intrapersonale Bedingung als Leistungsvoraussetzung zum Tätigkeitsvollzug“ (Wick, 2005, S.99) verstanden. Diese Voraussetzung ist sowohl von genetischen als auch extragenetischen Einflüssen geprägt.

Als sportliche Leistungsfähigkeit bezeichnet man den Ausprägungsgrad einer bestimmten sportmotorischen Leistung, die aufgrund eines komplexen Bindegefüges von einer Vielzahl spezifischer Faktoren bestimmt wird (Weineck, 2004). Sie ist nach Martin, Nicolaus, Ostrowski & Rost (1999) das beobachtbare, messbare und analysierbare äußere Erscheinungsbild einer sportlichen Leistung. Die Qualität einer beobachtbaren Bewegungsleistung wird durch die Qualität und Ausprägung der motorischen Fähigkeiten bestimmt, die durch sportmotorische Tests erfasst werden. Sie basieren auf der Messung der beobachtbaren Ebene von Bewegungsfertigkeiten, durch die auf die Ausprägung der motorischen Fähigkeiten geschlossen werden kann. Motorische Fertigkeiten sind also die sichtbaren Vollzüge von Bewegungen und werden in Grundfertigkeiten wie Laufen, Springen und Werfen sowie komplexe sportmotorische Fertigkeiten wie Dribbeln, Passen oder Radfahren unterteilt. Für das jeweilige Ausführungsniveau sind die motorischen Fähigkeiten Ausdauer, Kraft, Schnelligkeit, Koordination und Beweglichkeit verantwortlich (Bös, 2006).

#### **3.2.1. Ebenen der motorischen Leistungsfähigkeit**

Bös (1987 zit. n. Bös, 2006) differenziert die motorischen Fähigkeiten auf drei Ebenen. Auf der ersten unterscheidet er zwischen den energetisch determinierten, konditionellen Fähigkeiten und den informationsorientierten, koordinativen Fähigkeiten. In der folgenden Ebene werden die motorischen Hauptbeanspruchungsformen Ausdauer, Kraft, Schnelligkeit und Koordination entsprechend zugeordnet und gliedern sich in der dritten Ebene nochmals in neun Fähigkeitskomponenten (aerobe Ausdauer, anaerobe Ausdauer, Kraftausdauer, Maximalkraft, Schnellkraft, Aktionsschnelligkeit, Reaktionsschnelligkeit, Koordination unter Zeitdruck, Koordination bei Präzisionsaufgaben) auf. Die Beweglichkeit, als passives System der Energieübertragung, wird in Abbildung 2 weder den koordinativen, noch den konditionellen Fähigkeiten zugeordnet.

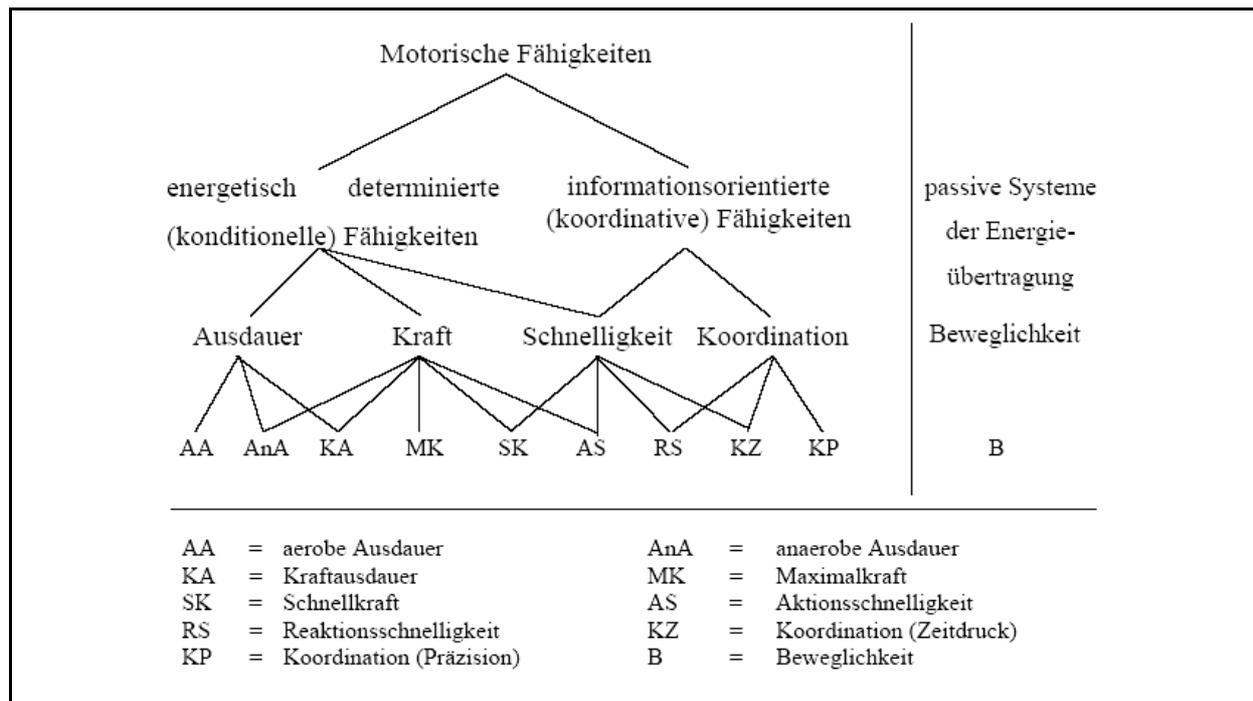


Abb.2: Differenzierung motorischer Fähigkeiten (Bös, 1987 nach Bös, 2006, S.87)

Während Bös & Mechling (1983) die Beweglichkeit ebenfalls nicht zu den motorischen Fähigkeiten zählen, wird sie von Weineck (2007), Martin, Carl & Lehnertz (1991), Martin et al. (1999) und Schnabel et al. (1997) als solche anerkannt. Hohmann et al. (2003) stellen in ihrem Modell (vgl. Abb.3) heraus, dass bei den motorischen Grundeigenschaften Kraft, Schnelligkeit und Beweglichkeit Wechselbezüge zwischen koordinativen und konditionellen Fähigkeiten bestehen, sodass bei deren Zuordnung Grauzonen, im Sinne von Übergangsbereichen, entstehen. Die Kraft, Schnelligkeit sowie die Beweglichkeit können weder den rein konditionellen, noch den rein koordinativen Fähigkeiten zugeschrieben werden (Hohmann et al., 2003).

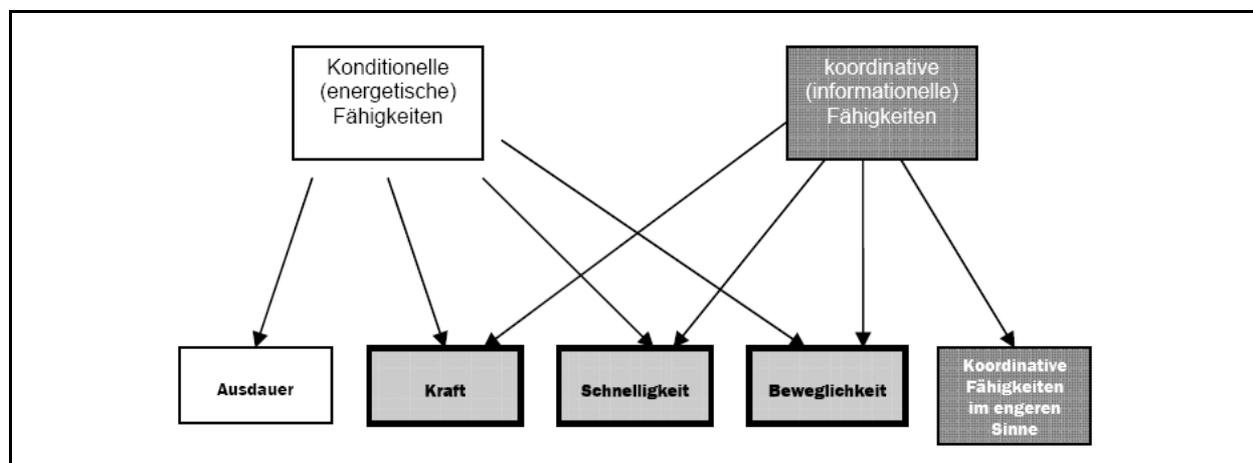


Abb.3: Systematik der Kondition und Koordination unter besonderer Berücksichtigung der Wechselbezüge bei der Kraft, Schnelligkeit und Beweglichkeit (Hohmann et al. 2003, S.50)

### 3.2.2. Definitionen der motorischen Fähigkeiten und gesundheitliche Bedeutung der aeroben Ausdauer

Der Erhalt, beziehungsweise die Ausbildung, aller motorischen Fähigkeiten hat nach Pahlke (1995) gesundheitliche Relevanz; er verweist aber aus präventiv-medizinischer Sicht auf die Sonderstellung der Ausdauerfähigkeit. Ihr wird in Bezug auf das Herz-Kreislauf-System die höchste Bedeutung zugeschrieben. Die weiteren motorischen Fähigkeiten spielen in der Prävention kardialer Erkrankungen eine untergeordnete Rolle, besitzen jedoch ebenfalls eine hohe gesundheitliche Bedeutung (Bittmann, 1995, Harre, 1976, Kunz, 1993). Die motorischen Fähigkeiten Kraft, Schnelligkeit, Koordination und Beweglichkeit haben im komplexen System der Leistungsfähigkeit einen indirekten Einfluss auf die Ausdauerfähigkeit. Dieser ist durch Wechselwirkungen zwischen den einzelnen motorischen Fähigkeiten erklärbar (Pahlke, 1999a, Pahlke, 1999b, Martin, 1999) und wird im Anschluss an die Definitionen und die Herausstellung der Gesundheitsrelevanz der Ausdauer näher erläutert.

#### *Ausdauer*

Ausdauer wird als psychische und physische Ermüdungswiderstandsfähigkeit definiert. Zusätzlich wird ihr die zentrale Rolle der Regenerationsfähigkeit nach ermüdenden Belastungen zugeschrieben. Die Systematisierung der Ausdauer kann nach dem Umfang der eingesetzten Muskulatur (global, regional, lokal), der Belastungsdauer (Kurz-, Mittel- und Langzeitausdauer) oder der Art der vorrangigen Energiebereitstellung (aerob, anaerob) erfolgen (Conzelmann, 1994, Hohmann et al., 2003). Die aerobe Energiebereitstellung ist durch die Bildung von Energieträgern unter Verbrauch von Sauerstoff gekennzeichnet; im Gegensatz zur anaeroben Energiegewinnung, die unter Ausschluss von Sauerstoff bei intensiven Belastungen stattfindet und eine Anhäufung von Laktat im Blut nach sich zieht (Hohmann, 2003). Im Kontext des hier interessierenden Zusammenhangs von Sport und Gesundheit, ist die aerobe Ausdauer von höchster Bedeutung. Eine ausgeprägte Ausdauerleistungsfähigkeit ist in der Lage die Gesundheit vielschichtig zu fördern. Die positiven Effekte sportlicher Aktivität, die vornehmlich durch Ausdauertraining im aeroben Bereich erzielt werden (Woll, 2006), sind in Tabelle 3 übersichtlich und zusammenfassend dargestellt. Die Faktoren, auf die Sport Einfluss nehmen kann, sind in vier Funktionsbereiche untergliedert. Die kardiovaskulären Vorgänge besitzen direkte Effekte auf das Herz-Kreislaufsystem. Die metabolischen, endokrinologischen und hämodynamischen Prozesse haben durch hormonelle, enzymatische oder funktionelle Wirkungen ebenfalls hohen Einfluss auf die Funktion des kardialen Systems.

Tab.3: Wirkungen sportlicher Aktivität auf physiologische Funktionsbereiche (nach Banzer, Knoll & Bös, 1998, S.22)

<b>Kardiovaskuläre Wirkungen:</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verbesserung des Sauerstoffaufnahmevermögens und der Sauerstoffkapazität</li> <li>• Senkung der Herzfrequenz</li> <li>• Vergrößerung des Schlagvolumens</li> <li>• Verbesserung der Durchblutung durch Ausbildung von Kollateralen</li> <li>• Hypertrophie der Herzmuskulatur</li> <li>• Verbesserung der Kontraktionseigenschaften des Herzmuskels</li> <li>• Reduzierung des peripheren Gefäßwiderstandes</li> <li>• Senkung des diastolischen Blutdrucks</li> <li>• Verbesserung der Blutverteilung in der Skelettmuskulatur</li> </ul>
<b>Metabolische Wirkungen:</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verbesserung der Enzymaktivität der Muskulatur</li> <li>• Anstieg des Myoglobingehalts in der Muskelzelle</li> <li>• Veränderung der Cholesterin-Zusammensetzung durch Verbesserung des HDL-LDL-Verhältnisses</li> <li>• Steigerung des Glucose-Spiegels</li> <li>• Senkung des Insulin-Spiegels</li> <li>• Senkung des Harnsäurespiegels</li> </ul>
<b>Endokrinologische Wirkungen:</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Anstieg der Katecholamine</li> <li>• Anstieg des Cortisols</li> <li>• Anstieg des Wachstumshormons</li> <li>• Änderungen der Geschlechtshormonkonzentrationen</li> <li>• Anstieg der endogenen Opiode</li> </ul>
<b>Hämodynamische Wirkungen:</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verbesserung der Fließeigenschaften des Blutes</li> <li>• Erhöhung der Blutgerinnungsbereitschaft</li> <li>• Erhöhung der Fibrinolyse-Aktivität</li> </ul>

Durch die komplexe Art Risikofaktoren zu beeinflussen, wird der Ausdauer die Fähigkeit einer Prävention von Herz-Kreislauf-Erkrankungen zugeschrieben (Hollmann & Hettinger, 2000). Weineck (2007) fasst dies als kardioprotektive (herzschützende) Wirkung des Ausdauertrainings zusammen. Bestätigend postuliert Elsner (2006) eine Steigerung der kardialen Funktion durch aerobes Ausdauertraining.

### *Kraft*

„Krafftfähigkeiten basieren auf neuromuskulären Voraussetzungen und generieren Muskelleistungen bei Kräfteinsätzen in definierten sportlichen Bewegungsabläufen mit Werten, die über 30% der jeweils individuell realisierbaren Maxima liegen“ (Martin et al. 1999, S. 106). Aus sportmethodischer Sicht kann zwischen verschiedenen Erscheinungsformen der Kraft wie beispielsweise Sprung-, Sprint- oder Wurfkraft unterschieden werden (Hohmann et al., 2003). Auch wenn das Ausdauertraining aus gesundheitlicher Perspektive für das Herz-Kreislaufsystem nicht zu ersetzen ist, gewinnt das Krafttraining in der Kardiologie und im Herz-Kreislauftraining zunehmend an Bedeutung (Meyer & Foster, 2004).

### *Schnelligkeit*

„Schnelligkeitsfähigkeiten zeigen sich im Zusammenhang mit komplexen sportlichen Leistungen darin, auf Reize oder Signale hin schnellstmöglich zu reagieren und/oder Bewegungen bei geringen Widerständen mit höchster Geschwindigkeit durchzuführen“ (Martin et al., 1991, S.147). Der Schnelligkeit und der Kraft kann das Nerv-Muskelsystem als determinierender Faktor zugeschrieben werden (Schmidtbleicher, 1994).

### *Koordination*

Der Begriff Koordination ist die Sammelbezeichnung für die koordinativen Fähigkeiten (Hohmann, 2003), die „relativ verfestigte und generalisierte Verlaufsqualitäten spezifischer Bewegungssteuerungsprozesse und Leistungsvoraussetzungen zur Bewältigung dominant koordinativer Leistungsanforderungen“ (Martin et al., 1999, S.83) darstellen. Zu den koordinativen Fähigkeiten gehören nach Hirtz (1985) die Reaktions-, Rhythmisierungs-, Gleichgewichts-, räumliche Orientierungs- sowie kinästhetische Differenzierungsfähigkeit. Diese Fähigkeiten ermöglichen Bewegungen mit hoher Qualität auszuführen, was im sportlichen Kontext (Hohmann, 2003) und im täglichen Leben von großer Bedeutung ist (Pfeifer, Grigereit & Banzer, 1998).

### *Beweglichkeit*

„Beweglichkeit ist die Fähigkeit, Bewegungen willkürlich und gezielt mit der erforderlichen bzw. optimalen Schwingungswerte der beteiligten Gelenke, Muskeln, Sehnen und Bänder ausführen zu können“ (Martin et al., 1991, S.214). Sie ist ebenfalls für die Qualität der Bewegungshandlungen mitverantwortlich. Nach Hohmann (2003) setzt sich die Beweglichkeit aus den Komponenten Gelenkigkeit, die von den passiven Funktionssystemen abhängt und zum großen Teil genetisch vorgegeben ist und der Dehnfähigkeit zusammen,

bei der neuromuskulären Bedingungen eine große Rolle spielen. Die Gelenkigkeit ist durch die Konstitution der Person geprägt und lässt sich kaum verbessern. Der höhere Effekt eines Beweglichkeitstrainings wird durch die Dehnung der Muskeln, Sehnen und Bänder erreicht. Durch ein funktionales Beweglichkeitstraining kann der muskulären Längenabnahme entgegengewirkt werden (Martin et al., 1999).

### **3.2.3. Zusammenhänge und Wechselbeziehungen der motorischen Fähigkeiten**

Martin et al. (1999) berichtet über Praxiserfahrungen, die gezeigt haben, dass mit der Verbesserung in einem bestimmten Fähigkeitsbereich, eine Leistungssteigerung der anderen motorischen Fähigkeiten einhergeht. Diese Theorie basiert auf der Erkenntnis, dass Leistungsanforderungen zu keiner isolierten, sondern allenfalls zu einer akzentuierten Inanspruchnahme von Leistungsvoraussetzungen führen. Die Übertragbarkeit der Leistungsentwicklungen lässt sich statistisch nachweisen. Pahlke (1999a) bestätigt die Wechselwirkungen der einzelnen motorischen Fähigkeiten untereinander und stellt Beziehungen zwischen der Schnelligkeit und den Fähigkeiten Kraft, Koordination und Ausdauer her. Ohne Beteiligung von Kraft und Koordination ist eine Ausführung von Bewegungsschnelligkeit undenkbar. Jede Bewegungshandlung weist ein Mindestmaß an Kraft auf und muss koordiniert sein. Verbesserungen in den Kraftfähigkeiten und/oder in der Koordination gehen mit einem Schnelligkeitserfolg einher (Pahlke, 1999b). Besonders hohe Korrelationen konnten zwischen der Schnelligkeits- und der Schnellkraftfähigkeit festgestellt werden (Martin et al., 1999). Schmidtbleicher (1994) stellte ebenfalls hohe statistische Zusammenhänge zwischen Kraft- und Schnelligkeitsfähigkeiten fest.

Zwischen der Ausdauerfähigkeit und den weiteren motorischen Fähigkeiten zeigte sich ebenfalls eine enge Verbindung, sodass der Ermüdungswiderstandsfähigkeit eine hohe fähigkeitsübergreifende Bedeutung zugeschrieben werden kann (Martin et al., 1999). Ausdauerbelastungen beanspruchen den Organismus universell und können nur realisiert werden, wenn andere Fähigkeiten in den Bewegungsvollzug integriert sind. Die Entwicklungsreize für die Kraft und die Schnelligkeit nehmen beim Training von der Schnelligkeits- bis zur Langzeitausdauer ab; dennoch ist die Ausdauer nicht isoliert trainierbar. Bei untrainierten Schülern, die sich Ausdauerbelastungen unterzogen, ergaben sich Leistungszuwächse in der Kraft, der Schnelligkeit und den koordinativen Fähigkeiten (Pahlke, 1999a). In der Beweglichkeit, die nach Bös & Mechling (1983) auch nicht zu den motorischen Fähigkeiten gezählt wird, konnten solche Übertragungs-Phänomene bisher nicht nachgewiesen werden. Dies ist vermutlich darauf zurückzuführen, dass die

Beweglichkeit für die Qualität einer Bewegungshandlung zwar mitverantwortlich ist, aber meist keinen leistungslimitierenden Faktor bei sportlichen Handlungen darstellt (Hohmann et al., 2003, Bös & Mechling, 1983).

### **3.2.4. Motorische Leistungsfähigkeit im Kindes- und Jugendalter**

Wenn man der motorischen Leistungsfähigkeit im Kindes- und Jugendalter eine gesundheitliche Bedeutung zu Grunde legen will, so muss sie sich in diesem Lebensabschnitt ausprägen und verbessern lassen. Daher soll in diesem Abschnitt die Trainierbarkeit der einzelnen motorischen Fähigkeiten im kindlichen und jugendlichen Alter näher beleuchtet werden.

Eine Entwicklung der motorischen Leistungsfähigkeit setzt die sportliche Trainierbarkeit voraus. Sie ist die komplexe Eigenschaft, Belastungen des Trainings mit physischen und psychischen Anpassungen zu beantworten. Dies ist in allen Lebensaltern möglich, auch wenn diese in Abhängigkeit der Entwicklungsphase stark schwankt (Israel, 1992, Koinzer, 1995a, Martin et al. 1999). Bis zur Beendigung der Pubertät unterliegen die Anpassungsprozesse, aufgrund von somatischen und psychischen Veränderungen, den starken individuellen Schwankungen (Zeller, 1957). Kinder sind keine kleinen Erwachsenen; daher sollte deren Training entsprechend den Phasen der Entwicklung adäquat gestaltet werden. Es besteht aber keine generalisierte Schonbedürftigkeit des kindlichen bzw. jugendlichen Organismus gegenüber sportlichen Belastungen (Koinzer, 1995a). In der Vergangenheit wurde über eine Gefahr der Überlastung des kindlichen Organismus und dabei vor allem des kardialen Systems, infolge von lang andauernder oder kurzer intensiver körperlicher Belastung, spekuliert (Israel, 1999, Portela, 1996). Diese These wurde allerdings durch zahlreiche Forschungsergebnisse widerlegt. Untersuchungen von Kindermann, Keul & Lehmann (1979), Keul, Huber, Schmitt, Kindermann & Berg (1984) und Wasmund (1978) haben gezeigt, dass für Kinder aus kardialer Sicht keine begründete Gefährdung durch Sport besteht. Vieth (2005) geht sogar von einem größeren Risiko der Unterbelastung aus.

Im Folgenden soll die Entwicklung der einzelnen motorischen Fähigkeiten im Kindesalter nochmals näher beleuchtet werden und eventuell bestehende geschlechtsspezifische Differenzen hervorgehoben werden.

### *Entwicklung der Ausdauer im Kindesalter*

Bei der Betrachtung der Entwicklung der Ausdauer im Kindesalter, muss zwischen der aeroben und anaeroben Ausdauer unterschieden werden. Bis zum frühen Erwachsenenalter kommt es zu einem kontinuierlichen Anstieg der aeroben Ausdauerfähigkeit (Conzelmann, 1994). Nach Martin et al. (1999) stellt aerobe Kapazität, bezogen auf die physische Entwicklung, eine relativ unabhängige und neutrale Leistungsvoraussetzung dar. Dies bedeutet, dass Individuen unabhängig ihres Alters mit vergleichbaren, organischen Anpassungen reagieren. Daher ist die aerobe Ausdauer bei Kindern auf dem gleichen Niveau trainierbar wie bei Jugendlichen oder Erwachsenen. Bei der geschlechtsspezifischen Betrachtung lassen sich nach Hollmann & Hettinger (1990) im Kindesalter kaum nennenswerte Unterschiede feststellen. Erst ab der Pubertät weisen Jungen gegenüber Mädchen eine größere aerobe Leistungsfähigkeit auf. Gegensätzlich dazu stellten Klaes, Rommel, Cosler & Zens (2003) in der WIAD II-Studie, Klein, Errich, Schwarz, Papathanassiou, Pisch, Kindermann & Urhausen (2004) in der IDEFIKS-Studie und May (2007) in einer vorangegangenen Untersuchung der Emotikon-Studie bei männlichen Heranwachsenden eine höhere Ausdauerfähigkeit gegenüber weiblichen nach. In der anaeroben Leistungsfähigkeit lassen sich in der Jugend keine Differenzen bezüglich des Geschlechts aufweisen. Kinder zeigen gegenüber Erwachsenen eine geringere Fähigkeit der laktaziden Energiebereitstellung (Conzelmann, 1994, Martin et al., 1999), wobei diese durch Training bereits im Schulkindalter erweitert werden kann (Bormann, Pahlke & Peters, 1981).

### *Entwicklung der Kraft und der Schnelligkeit im Kindesalter*

Nach Schmidtbleicher (1994) gibt es zwischen der Entwicklung von Kraftkomponenten und der Bewegungsschnelligkeit enge statistische und physiologische Zusammenhänge, sodass deren Entwicklungsverlauf parallel verläuft. Daher wird die Beschreibung der Entwicklung dieser beiden Fähigkeiten zusammen abgehandelt. Beide Komponenten hängen maßgeblich von dem Verhältnis der Muskel- zur Gesamtkörpermasse ab. Darüber hinaus spielen neuronale Faktoren eine entscheidende Rolle. In den frühen Lebensabschnitten bis zur puberalen Phase, kommt es zu einer stetigen Zunahme der Leistungsfähigkeit im Kraft- und Schnelligkeitsverhalten. Bis zur Pubertät lassen nach Schmidtbleicher (1994) die Entwicklungsverläufe von Jungen und Mädchen kaum Unterschiede erkennen. Erst ab dem 13. bis 14. Lebensjahr weisen Jungen, aufgrund der günstigeren genetischen Voraussetzung und der daraus resultierenden vermehrten Produktion des Sexualhormons Testosteron, eine bessere Trainierbarkeit auf. Entgegen dieser Befunde von Schmidtbleicher (1994) stehen erneut die Ergebnisse aktuellerer Studien. Bös (2006), Klaes et al. (2003), Klein et al. (2004) und May (2007) wiesen geschlechtsspezifische Differenzen, sowohl in Kraft- als auch Schnelligkeitsdisziplinen, zugunsten der männlichen Heranwachsenden nach.

### *Entwicklung der Beweglichkeit im Kindesalter*

Die Beweglichkeit als komplexe Fähigkeit ist nicht generalisierbar, sondern körperregional gebunden. Daher ist es schwierig allgemeingültige Aussagen über die Entwicklung im Alternsgang zu machen. Infolge von chemischen und strukturellen Veränderungen in der Muskulatur, den Sehnen, den Bändern und in den Faszien, kann eine Abnahme der Beweglichkeit mit zunehmendem Alter beobachtet werden (Gaschler, 1994). Vom Vorschulalter bis zur Pubertät kommt es hingegen zu einer vermehrten Beugefähigkeit im Hüft- und Schultergelenk, sodass beim *Rumpfbeugen vorwärts* zunehmend bessere Werte erzielt werden (Winter, 1987). Beim geschlechtsspezifischen Vergleich weist das weibliche Geschlecht in allen Altersklassen eine höhere Beweglichkeit auf (Gaschler, 1994). Diese Tendenz wurde sowohl durch die IDEFIKS-Studie (Klein et al., 2004) als auch durch die EMOTIKON-Studie (May, 2007) belegt.

Bezüglich geschlechtsspezifischer Unterschiede in der körperlichen Leistungsfähigkeit bei Heranwachsenden bleibt resümierend zu konstatieren, dass weitestgehend Uneinigkeit in der Literatur herrscht. Aktuelle Studien wie die IDEFIKS-, KIGGS-, WIAD- und die EMOTIKON-Studie zeigen allerdings Differenzen in sportmotorischen Tests zwischen Jungen und Mädchen auf. Es bleibt anhand dieser Untersuchungen jedoch ungeklärt, wodurch die Unterschiede bedingt sind. Hormonelle Diskrepanzen, wie sie im Erwachsenenalter bestehen, machen sich bei Heranwachsenden erst ab dem 12. oder 13. Lebensjahr bemerkbar. Dabei produzieren die weiblichen Jugendlichen vermehrt Östrogene, die männlichen primär Androgene wie Testosteron. Dieses anabole Hormon ist unter anderem für die Bildung und Ausprägung von Muskulatur verantwortlich (de Mareés, 1989). Auch hinsichtlich der Hämoglobin-Konzentration, die für den Sauerstofftransport im Blut verantwortlich ist und somit großen Einfluss auf die aerobe Ausdauerfähigkeit hat, machen sich geschlechtsspezifische Differenzen erst ab dem 13. Lebensjahr bemerkbar (Thierfelder, Dortschy, Hintzpeter, Kahl & Scheidt-Nave, 2007). Nach Gottschalk (1982) ist die funktionelle und morphologische Adaptation bei weiblichen Individuen gegenüber männlichen nicht als schlechter zu bewerten. Bei Frauen und Mädchen verlaufen die Anpassungsprozesse allerdings „anders“ als bei Männern und Jungen. Alle morphologischen und biochemischen Geschlechtsunterschiede sind bei Weitem noch nicht bekannt. Genetische von sozial determinierten Differenzen abzugrenzen stellt sich äußerst schwierig dar (Kuhnle & Krahl, 2003).

### 3.2.5. Studien zur motorischen Leistungsfähigkeit im Kindes- und Jugendalter

Nach Bös (2006) gibt es seit den 50´er-Jahren umfassende empirische Untersuchungen zur motorischen Leistungsfähigkeit von Kindern und Jugendlichen. In jüngerer Zeit gibt es zahlreiche Diskussionen, die bis in den Bundestag hineinreichen, über den Fitnesszustand der Heranwachsenden. Die Vielzahl von Testverfahren und Untersuchungen zur Erfassung der motorischen Leistungsfähigkeit erschweren, aufgrund der fehlenden Vergleichbarkeit der Tests untereinander, eine genaue Aussage über die Entwicklung der Fitness der jungen Bevölkerung in den letzten Jahren.

Bös (2006, S.93f) fasst 20 Arbeiten zur motorischen Leistungsfähigkeit aus den Jahren 1986 bis 2001 tabellarisch zusammen und resümiert die Ergebnisse der Studien. In den Arbeiten wurden vergleichende Bewertungen vorgenommen. Studien, in denen Entwicklungsverläufe dargestellt sind, folgen im Anschluss.

In sieben Arbeiten wurde der *Körperkoordinationstest für Kinder* (KTK) von Kiphard und Schilling (1979) verwendet. Im Mittel galten über ein Viertel der Kinder als förderungsbedürftig. Je nach Studie variierte der Anteil dieser Schüler und reichte bis zu einem Spitzenprozentsatz von 61%. In vier Aufsätzen wurde der Test von Dordel (1997) zur *Bestimmung der motorischen Leistungsfähigkeit* (BML) zugrunde gelegt. Prozentual galten im Durchschnitt 40% der Kinder als auffällig im negativen Sinne.

Das Hauptproblem bei diesen Studien ist die vermeintlich willkürliche Festsetzung der Grenzwerte für gute bzw. schlechte Leistungen. Mehr Aufschluss über die Entwicklung der Leistungsfähigkeit der letzten Jahre und Jahrzehnte können Studien geben, in denen Trends untersucht wurden. Auch hierzu stellt Bös (2006, S.97) eine Zusammenfassung von Studien dar, denen ein Untersuchungszeitraum in einem zeitlichen Intervall von 5 bis 30 Jahren zugrunde liegt.

Nach Bös (2006) stammt die bedeutendste Untersuchung von Raczek (2002), in der bei einer Stichprobengröße von über 10.000 Probanden im Alter von 8 bis 18 Jahren, in einem Zeitraum von drei Jahrzehnten, ein hochsignifikanter Rückgang der Leistungsfähigkeit beiderlei Geschlechts gezeigt wurde. Die Tests wurden von 1965 bis 1995 alle zehn Jahre durchgeführt. Die Leistungseinbußen wurden vor allem in den energetisch-konditionellen Disziplinen deutlich.

Bös´ (2006) zusammenfassende Kommentare zu den weiteren ausgewählten Studien lassen ein eindeutiges Bild entstehen. Zu der Studie von Gaschler & Heinecke (1990) bilanziert er

eine abnehmende Beweglichkeit, bei zumindest gleich bleibender Kraft. Das Fazit von Bös (2006) zu der Untersuchung von Eggert, Brandt, Jendritzki & Küppers (2000) ist eine Verschlechterung für alle Altersgruppen in der motorischen Leistungsfähigkeit. Durch die Daten der systematischen Messung der Leistungsfähigkeit von Schulanfängern über zehn Jahre (1989 bis 1998) von Kirchem (1998), kommt Bös (2006) ebenfalls zu dem Ergebnis, dass die motorischen Fähigkeiten kontinuierlich abnehmen.

Den negativen Trend unterstützend, kommt Klaes et al. (2003) zu dem Ergebnis, dass seit 1995 ein Rückgang der motorischen Leistungsfähigkeit um 20% bei den 10- bis 14jährigen zu verzeichnen ist. Im Durchschnitt erreichen nur noch 80% der Jungen und 74% der Mädchen die Ausdauer-, Kraft- und Koordinationsleistungen der Gleichaltrigen aus dem Jahr 1995.

Allein zwischen den Jahren 2001 und 2002 ist ein signifikanter Rückgang der körperlichen Leistungsfähigkeit der 6- bis 18jährigen zu verzeichnen. Der Leistungsabfall zeigt sich bei beiden Geschlechtern in der Koordination und bei den weiblich Jugendlichen noch stärker als bei den männlichen, auch in der aeroben Ausdauer (Klaes et al., 2003).

Die Ergebnisse der IDEFIKS-Studie, die 6.- und 9.Klässler an erweiterten Real- und Gesamtschulen sowie Gymnasien hinsichtlich der sportmotorischen Leistung untersuchte, zeigten keine generelle Verschlechterung. Klein et al. (2004) deuten eher auf eine Verschiebung des Gesamtspektrums sportmotorischer Fähigkeiten. Im Vergleich zu früheren Studienergebnissen aus den Jahren 1975 bis 1993, bei denen analoge Tests durchgeführt wurden, zeigt sich ein Leistungsrückgang beim Jump-and-Reach-Test, beim Klimmzughang sowie beim Stand-and-Reach-Test. Die aerobe Ausdauerfähigkeit, die mittels des 6-Minuten-Laufes ermittelt wurde, ist nach diesen Studienergebnissen konstant. Beim 20m-Sprint und beim Einbeinstand wurden sogar bessere Ergebnisse als in früheren Untersuchungen an den Tag gelegt.

Prätorius & Milani (2004) und Dordel (2000) bilanzieren, aus dem Vergleich aktueller Untersuchungen und den Studien von Schilling aus dem Jahr 1974, dass sich die koordinativen Fähigkeiten von Schülern im Alter von 6 bis 13 Jahren nicht wesentlich verschlechtern haben. Die Behauptungen, motorische Auffälligkeiten nähmen zu, bzw. sportliche Leistungen würden absinken, konnten nicht bestätigt werden. Auch Kretschmer & Giewald (2001) konnten bei Grundschulern im Alter von 7 bis 10 Jahren keinen Trend zu einer verminderten Leistungsfähigkeit gegenüber den früheren Studien von Bös & Wohlmann (1987) zeigen. Nach Klein (2006) war in den Untersuchungen von Gaschler (2000) ebenfalls keine Verschlechterung der Fitness bei Heranwachsenden in den letzten 20 Jahren zu beobachten.

### *Zusammenfassung des Kapitels*

Bilanzierend kann zum Kapitel der motorischen Fähigkeiten festgehalten werden, dass die aerobe Ausdauerfähigkeit für die Gesunderhaltung des Herz-Kreislaufsystems die größte Bedeutung besitzt. Allerdings konnten zwischen dieser und den weiteren motorischen Fähigkeiten Kraft, Schnelligkeit und Koordination enge Wechselbeziehungen festgestellt werden, sodass diese sich gegenseitig bedingen (Pahlke, 1999a, 1999b, Martin et al., 1999, Schmidtbleicher, 1994).

Grundsätzlich sind alle motorischen Fähigkeiten im Schulkindalter trainierbar (Israel, 1992, Koinzer, 1995a, Martin et al. 1999). Die Datenlage bezüglich geschlechtsspezifischer Differenzen in der Leistungsfähigkeit erweist sich als widersprüchlich. Die aktuelleren Studien weisen jedoch den Jungen in der Ausdauer, Kraft und Schnelligkeit eine höhere Leistungsfähigkeit zu (vgl. Bös, 2006, Klaes et al., 2003, Klein et al., 2004, May, 2007). Bezüglich der Beweglichkeit herrscht weitestgehend Einigkeit darüber, dass Mädchen den männlichen Gleichaltrigen überlegen sind (Gaschler, 1994, Klein et al., 2004, May, 2007). Die Studienlage zur Entwicklung der Leistungsfähigkeit im Kindes- und Jugendalter erweist sich ebenfalls als kontrovers. Einige Studien kritisierten, dass die Fitness der Heranwachsenden kontinuierlich abnimmt (Eggert et al., 2000, Kirchem, 1998, Klaes et al., 2003, Raczek, 2002). Andere Untersuchungen konnten hingegen keine Verschlechterung der Leistungsfähigkeit nachweisen (Prätorius & Milani, 2004, Dordel, 2000, Gaschler, 2000, Kretschmer & Giewald, 2001) oder deuten eher auf eine Verschiebung des Gesamtspektrums der sportmotorischen Fähigkeiten hin (Klein et al., 2004).

### **3.3. Sportliches Freizeitverhalten von Kindern und Jugendlichen**

In diesem Kapitel soll zunächst ein kurzer Überblick über die Bedeutung sowie den Stellenwert eines sportlichen Freizeitverhaltens bei Kindern und Jugendlichen gegeben werden. Anschließend werden Studienergebnisse skizziert, die das Aktivitätsniveau von Heranwachsenden untersucht haben. Darauf folgt die Darstellung des Stellenwertes des Sportvereins im sportlichen Freizeitverhalten bei Jugendlichen.

#### *Bedeutung des sportlichen Freizeitverhaltens*

Die Bedeutung einer aktiven Lebensführung nimmt eine besondere Rolle in den ersten Jahren des Lebens ein. Bereits im Jugendalter verfestigt sich ein Lebensstil soweit, dass körperliche Inaktivität zur Gewohnheit wird. Kinder, denen dies widerfährt, haben es als Erwachsene schwerer eine aktive Lebensführung aufzunehmen (Kurz & Tietjens, 1998). Das sportliche Freizeitverhalten stellt für die physische und motorische, emotionale,

psychosoziale und kognitive Entwicklung von Kindern eine fundamentale Voraussetzung dar (BASPO, 2007, Graf et al., 2006, Prätorius & Milani, 2004).

Brettschneider (2006, S.55) betont, dass „sportliche Aktivitäten in allen Varianten in quantitativer wie auch qualitativer Sicht, wichtige Bausteine im Freizeitverhalten der Heranwachsenden“ darstellen. Es sei nicht von Bedeutung, ob Kinder und Jugendliche ihren Alltag durch sportliche Aktivitäten im formellen Kontext wie der Schule, der Arbeitsgemeinschaft bzw. dem Verein oder im informellen Kontext, also der Freizeit, ausüben.

#### *Stellenwert des sportlichen Freizeitverhaltens bei Kindern und Jugendlichen*

Freunde, Sport und Medien gelten nach Brettschneider (2006) als die drei Säulen der Freizeitgestaltung im Kindes- und Jugendalter. Zu bestätigenden Ergebnissen kam die Studie an 6- bis 13jährigen von Feierabend & Rathgeb (2006). In der Wahl der liebsten Tätigkeiten, lagen *Zusammensein mit Freunde*“, *Draußen spielen*, *Fernsehen* und *Sport treiben* auf den vordersten Rängen. Über 70% der Gymnasiasten und 61% der Real- und Gesamtschüler gaben in der IDEFIKS-Studie im Saarland *Sport* bzw. *Bewegung* als eine ihrer liebsten Freizeitaktivitäten an (Emrich, Klein, Papathanassiou, Pitsch, Schwarz & Urhausen, 2004). Der Sportunterricht und die körperliche Aktivität, als Beschäftigung in der disponiblen Zeit, werden bei Jugendlichen als besonders bedeutungsvoll angesehen. 80% der Grundschüler besitzen großes Interesse am Schulsport (Liebisch, Schieb, Woll, Wachter & Bös, 2004). Aus einer vorangegangenen Arbeit der EMOTIKON-Studie geht hervor, dass über 60% der Jungen und knapp die Hälfte der Mädchen *Sport* als ihr Lieblingsfach wählten. Bei über 90% der Jungen war der Sportunterricht unter den ersten drei Plätzen, in der Wahl des beliebtesten Faches, vorzufinden (Bergmann, 2008).

#### *Studien zum sportlichen Freizeitverhalten von Kindern und Jugendlichen*

Nach offiziellen Richtlinien beträgt die tägliche Mindestempfehlung für Bewegung bei Jugendlichen gegen Ende des Schulalters 60min; bei jüngeren Kindern deutlich mehr (BASPO, 2007, Corbin, Pancrazi & Masurier, 2004). Obwohl Heranwachsende Sport als etwas Positives bewerten und er zu den liebsten Tätigkeiten in der Freizeit gezählt wird (vgl. Bergmann, 2008, Brettschneider, 2006, Feierabend & Rathgeb, 2006, Liebisch et al., 2004), scheint das Pensum körperlicher Aktivität bei Kindern und Jugendlichen laut einiger Studien, deren Ergebnisse im Folgenden näher erläutert werden, eher gering zu sein. Dies bestätigt die von der WHO geförderte Studie *Health Behavior in School-aged Children* (HBSC). Gerade einmal ein Drittel der Jungen und ein Viertel der Mädchen geben an, dass sie an den meisten Tagen in der Woche aktiv sind. Nach Untersuchungen der Universität Karlsruhe,

spielen sogar ein Viertel der befragten Grundschüler, im Alter von 6 bis 10 Jahren, nur noch maximal einmal in der Woche im Freien (Lampert, Mensink, Romahn & Woll, 2007).

Betrachtet man die Entwicklung der Bewegungsumfänge in den letzten Jahrzehnten, so ist ein kontinuierlicher Rückgang zu verzeichnen. In den siebziger Jahren betrug die körperliche Aktivität von 6- bis 10jährigen noch drei bis vier Stunden. Heute sind es nach Bös et al. (2001) durchschnittlich lediglich 60min pro Tag; davon nur 15 bis 30 Minuten intensiv. Im Durchschnitt entspricht der Bewegungsumfang, mit einer Stunde am Tag, dem geforderten Mindestmaß. Unter den Probanden befanden sich jedoch einige, die sich mehr und andere, die sich deutlich weniger oder überhaupt nicht sportlich aktiv bewegten.

Nach Kurz, Sack & Brinkhoff (1996) treiben annähernd ein Fünftel, nach Liebisch et al. (2004) sogar über ein Viertel der Jugendlichen außerhalb des Schulsportunterrichts gar keinen oder weniger als einmal pro Woche Sport. Lampert et al. (2007) unterstreicht diese Ergebnisse; jedes vierte Kind im Alter von 3 bis 10 Jahren treibt nicht regelmäßig und jedes achte Kind gar keinen Sport außerhalb des Pflichtunterrichtes. In dem Fragebogen der IDEFIKS-Studie gaben über 27% der Eltern an, dass ihr Kind keinen Sport treiben würde (Emrich et al., 2004).

Die KIGGS-Studie des Robert Koch-Instituts, die vom Jahr 2003 bis 2006 den Gesundheits- und Bewegungsstatus von Kindern und Jugendlichen untersucht hat, relativiert die kritische Sicht auf das sportliche Engagement und kommt auch zu positiven Befunden bezüglich der körperlichen Aktivität bei Heranwachsenden. So konnte bereits bei Dreijährigen eine hohe Prävalenz der Sportbeteiligung von 50% nachgewiesen werden. Drei Viertel der 3- bis 10jährigen spielen täglich im Freien und ebenfalls annähernd 75% der gleichen Altersklasse machen Sport in einem Verein. Die Rate derjenigen, die dreimal oder öfter trainieren ist wiederum niedrig und liegt bei den Jungen bei 9,1% und bei den Mädchen bei nur 5%. Nimmt man den Freizeitsport mit in die Berechnung hinein, kommen 43,1% der männlichen und 36,2% der weiblichen jungen Heranwachsenden auf eine mindestens dreimalige sportliche Belastung in der Woche. Bei den Jugendlichen im Alter von 11 bis 17 Jahren sind knapp 90% der Jungen und gut 78% der Mädchen mindestens einmal in der Woche so aktiv, dass sie ins Schwitzen kommen. Mehrmals pro Woche kommt dies in dieser Altersklasse wiederum nur bei jedem vierten Jungen und jedem sechsten Mädchen vor. Für ein Viertel der Mädchen dieser Altersklasse spielt sportliche Aktivität überhaupt keine Rolle in der Freizeitgestaltung (KIGGS, 2006, Lampert et al., 2007).

Laut der WIAD-Studie treiben knapp 80% der 6- bis 10jährigen Jungen und gut 60% der gleichaltrigen Mädchen mehrmals pro Woche Sport. Mit anderen Worten bedeutet dies, dass mehr als ein Drittel der weiblichen und gut ein Fünftel der männlichen Jugendlichen einmal in der Woche oder gar nicht körperlich aktiv ist. Die Inaktivität kann nicht durch den Schulsport kompensiert werden (Klaes et al., 2003).

Dass Deutschland keine Ausnahme darstellt, ergeben Studien aus der Schweiz. Dort zeigen sich analoge Befunde. Lediglich 14% der 10- bis 14jährigen Schweizer und Schweizerinnen sind, bis auf den obligatorischen Schulsport, körperlich inaktiv. Nur 40% der Kinder betätigen sich die geforderten 60 Minuten täglich aktiv (Moses, Meyer, Puder, Roth, Zahner & Kriemler, 2007).

In dem Überblick über das sportliche Freizeitverhalten wurde zum Teil auf die geschlechtsspezifische Differenzierung verzichtet. Der Großteil der Studien wies bei den Jungen ein höheres Maß an Aktivität gegenüber den Mädchen nach (Bös et al., 2001, Emrich et al., 2004, KIGGS, 2006, Klaes et al., 2003, Moses et al., 2007).

#### *Stellenwert des Sportvereins im sportlichen Freizeitverhalten bei Kindern und Jugendlichen*

Die eigenverantwortlich organisierten Freizeitaktivitäten haben sich nach Büchner (2001) in institutionelle Orte wie Vereine verlagert, auch wenn der Freizeitsport nach Brettschneider (2006) ebenfalls einen Anstieg in der Partizipation von Jugendlichen aufweist. Trotz hoher Fluktuationsraten, nimmt der Sportverein eine herausragende Bedeutung für das jugendliche Sportengagement ein. Obwohl die Dropout-Raten in den letzten Jahren zugenommen haben, können Vereine, durch die Kompensation von Neu- und Wiedereintritten, über Zuwächse der Mitgliedszahlen berichten (Brettschneider, 2006, Gogoll, Kurz & Menze-Sonneck, 2006, Nagel, 2003).

53% der Grundschüler treiben Sport im formellen Kontext (Liebisch et al., 2004). Auch bei den 12- bis 18jährigen ist etwa jeder Zweite Mitglied in einem Sportverein und nur 20% der Jugendlichen haben nie Kontakt zu der Nummer eins der Jugendorganisationen in Deutschland (Brettschneider & Kleine, 2002, Kurz et al., 1996).

Es bestehen zahlreiche Studien, die Vergleiche zwischen Vereinsmitgliedern und Nicht-Vereinsmitgliedern aus gesundheitlicher und leistungsbezogener Sicht unternehmen. Sie kommen zu dem analogen tendenziellen Ergebnis, dass Mitglieder in einem Sportverein fitter sind als Nicht-Mitglieder. Neben der Überlegenheit der körperlichen Leistungsfähigkeit stellen die Studien heraus, dass Vereinssportler gesünder sind und zu dem mehr soziale

Kontakte besitzen als jene, die sich dem Sport im formellen Kontext entziehen (vgl. Bös, Opper & Woll, 2002, Sygusch, 2000, Tietjens, 2001, Ulmer, 2002). Zudem stellten Bös, Oberger, Opper, Rohmann, Wagner & Worth (2006) heraus, dass die institutionalisierte körperliche Aktivität mit höheren Intensitäten betrieben wird als der Schul- oder Freizeitsport. Bei diesen Untersuchungen muss angemerkt werden, dass unter den Vereinsungebundenen keine Differenzierung bezüglich aktiver oder inaktiver Probanden vorgenommen wurde. In der Evaluationsstudie von Brettschneider & Kleine (2002) wurden Vereinssportler mit sportlich aktiven Freizeitsportlern verglichen. Das Ergebnis der Studie war, dass Jugendliche, die sich aktiv im formellen sportlichen Kontext engagieren, gegenüber Heranwachsenden, die informell körperlich aktiv sind, keine nennenswerten Entwicklungsvorteile aufweisen. Daher warnen Brettschneider & Kleine (2002) davor, dem Sportverein eine zu hohe Bedeutung bezüglich der Ausprägung des Leistungsvermögens zuzuschreiben. Kleas et al. (2003) bekräftigt dies und verweist darauf, dass eine hohe Leistungsfähigkeit nicht zwangsläufig auf den Sportverein zurückzuführen ist. Zwischen der körperlichen Fitness und der Vereinszugehörigkeit besteht eine enge Wechselbeziehung. Demnach werden Kinder und Jugendliche, die ohnehin schon fit sind, eher Mitglied in einem Sportverein.

Dass der Sportverein nicht zwangsläufig zur Vermeidung körperlicher Inaktivität führt, zeigte eine Untersuchung zum Bewegungsverhalten an Primarschulkindern. Moses et al. (2007) wiesen eine von der ersten zur fünften Klasse ansteigende Partizipation in Sportvereinen, bei gleichzeitiger Abnahme der Aktivität nach. Die Bewegung wurde objektiv mittels eines Beschleunigungsmessers erfasst.

#### *Zusammenfassung des Kapitels*

Der positive Eindruck, der bei der Betrachtung des Stellenwertes von Sport und der Entwicklung der Sportvereinspartizipation entsteht, kann nach Studien zur Bewegungsaktivität von Kindern im Alltag nicht aufrechterhalten werden. Trotz des großen Interesses am Schul- und Freizeitsport und konstant hoher Mitgliedszahlen in den Vereinen, besteht bei Kindern widersprüchlicherweise eine geringe Bewegungsaktivität im Alltag. Viele Kinder und Jugendliche erreichen das geforderte Mindestmaß an Bewegung nicht (Bergmann, 2008, Bös et al., 2001, Emrich et al., 2004, Klaes et al., 2003, Lampert et al., 2007, Liebisch et al., 2004).

Der Sportverein stellt die Organisationsform mit dem höchsten Organisationsgrad bei Kindern und Jugendlichen in Deutschland dar. Somit spielt er eine entscheidende Rolle im sportlichen Freizeitverhalten von Heranwachsenden (Brettschneider, 2006). In der

Leistungsfähigkeit und ausgewählten gesundheitlichen Parametern sind die Vereins-Sportler den Nicht-Vereinsaktiven überlegen (vgl. Bös, Opper & Woll, 2002, Sygusch, 2000, Tietjens, 2001, Ulmer, 2002). Der Sportverein scheint aber nicht die einzige Möglichkeit zu sein die Gesundheit und Fitness auf ein hohes Niveau zu bringen. Neben kommerziellen Sportanbietern wie Fitnessstudios, gibt es zahlreiche Möglichkeiten die Freizeit aktiv zu gestalten, um die Fitness zu erhalten und zu fördern (Brettschneider, 2006).

#### **3.4. Studien zur gesundheitlichen Bedeutung der Ruheherzschlagfrequenz, der motorischen Leistungsfähigkeit und des sportlichen Freizeitverhaltens**

In diesem Kapitel sollen einige Studien kurz und prägnant skizziert werden, die die gesundheitliche Bedeutung der Ruheherzfrequenz, der Leistungsfähigkeit sowie des sportlichen Freizeitverhaltens herausstellen. Dabei soll vornehmlich auf die Relevanz für das Herz-Kreislaufsystem eingegangen werden. Zudem soll nochmals kurz umrissen werden, auf welchen Gebieten sich während der intensiven Literaturrecherche Forschungsbedarf herauskristallisiert hat.

##### *Studien zur gesundheitlichen Bedeutung der Ruheherzschlagfrequenz*

Der Mangel an Studien, die sich mit der Verknüpfung medizinischer Daten zu Risikofaktoren und sportmotorischen Befunden befassen, wird als ein zentrales Forschungsdefizit in Deutschland angesehen (Sygusch et al., 2006). Vor allem für das Kindesalter fällt die Datenlage äußerst gering aus (Graf et al., 2006).

Der Effekt körperlicher Aktivität bzw. Inaktivität auf die Mortalität im Kindesalter kann nicht gemessen werden. Daher wird er anhand der Morbidität hinsichtlich verschiedenster aktueller Gesundheitsfaktoren wie Übergewicht, psychischer Stress, Infektanfälligkeit und kardiovaskulärer Risikofaktoren wie Insulinresistenz, Hyperlipidämie oder Hypertonie ermittelt. Da Herz-Kreislaufkrankungen ihren Ursprung oft schon in der Kindheit haben, ist das Verfolgen und Entdecken kardiovaskulärer Risikofaktoren vom Kindes- bis zum Erwachsenenalter substanziell (Berenson, 2002, Guo, Roche, Chumlea, Garder & Siervogel, 1994).

In der Kardiologie hat sich in den letzten Jahren die Ruheherzfrequenz als diagnostisches Mittel etabliert, um den Gesundheitszustand zu erfassen. Projekte wie die BEAUTIFUL- oder MATISS-Studie zeigten signifikante Zusammenhänge zwischen der Höhe der Ruheherzfrequenz und der kardialen Morbidität und Mortalität. Personen mit einem niedrigen

Pulsschlag in Ruhe, weisen ein geringeres Risiko auf an der KHK zu erkranken; beziehungsweise wurde bei bereits erkrankten Patienten eine geringere Sterblichkeit belegt. Die Ruheherzfrequenz kann als ein zuverlässiger Prädiktor in der Risikostratifizierung von Herz-Kreislaufkrankungen dienen (Diaz et al., 2005, Fox et al., 2008, Palatini, 2005, Seccareccia et al., 2001). Wels (2007) kritisiert, dass trotz dieser Erkenntnisse, die Ruheherzschlagfrequenz zu wenig an Bedeutung findet.

#### *Studien zur gesundheitlichen Bedeutung der motorischen Leistungsfähigkeit*

Löllgen (2003) stellt darüber hinaus den Zusammenhang körperlicher Leistungsfähigkeit und der kardiovaskulären Mortalität heraus und bestätigt somit die These, dass es aus kardialer Sicht eine enge Beziehung zwischen der Gesundheit und motorischen Leistungen gibt. Eine höhere Leistungsfähigkeit führt zu einer geringeren Wahrscheinlichkeit Herz-Kreislaufkrankungen zu erleiden oder daran zu versterben.

Auch Bös (2006) bestätigt, dass der Aufbau einer hohen motorischen Leistungsfähigkeit eine wichtige Ressource gegenüber Risikofaktoren darstellt. Vor dem Hintergrund der angeblich seit Jahren progressiven Verschlechterung der Leistungsfähigkeit von Kindern, die vermutlich auf den Bewegungsmangel zurückzuführen ist, sei dies besonders Besorgnis erregend.

#### *Studien zur gesundheitlichen Bedeutung des sportlichen Freizeitverhaltens*

Dass sportliches Engagement eine hohe gesundheitliche Bedeutung hat, wird durch zahlreiche Studien belegt. Kurz et al. (1996) bestätigten den Zusammenhang zwischen der Morbidität und dem sportlichen Freizeitverhalten bei Heranwachsenden. Intensiv erforscht ist die Beziehung sportlicher Aktivität und der KHK. Es wurde in vielen Untersuchungen belegt, dass zwischen diesen beiden Faktoren eine enge inverse Beziehung besteht (Dishmann et al., 2004, Sallis & Owen, 1999, Samitz, 1998). Junge Menschen, die viel Sport treiben, leiden sehr viel seltener an Schwindel und Gleichgewichtsstörungen, die auf das Herz-Kreislaufsystem zurückzuführen sind (Israel, 1999). Zudem leiden sportlich Aktive seltener unter kardialen Risikofaktoren wie Übergewicht, Diabetes Typ II oder Bluthochdruck (Nething et al., 2006, Löllgen, 2003, Dickhuth & Schlicht, 1997).

*Zusammenfassung des Kapitels*

Das eingangs erwähnte Forschungsdefizit, das sich auf die Verknüpfung von medizinischen Daten und sportmotorischen Befunden bezieht, wird bei der Suche nach Literatur deutlich, die sich mit der Korrelation von kardiovaskulären Risikofaktoren und der motorischen Leistungsfähigkeit im Kindesalter befasst.

Die Untersuchungsergebnisse von Diaz et al. (2005), Fox et al. (2008), Palatini (2005) und Seccareccia et al. (2001) unterstreichen die hohe Wertigkeit der Ruheherzfrequenz als Prädiktor kardiovaskulärer Erkrankungen. Durch diesen einfach und nicht-invasiv zu erhebenden medizinischen Faktor, lassen sich Aussagen über den Gesundheitszustand machen. Die Ergebnisse und Werte, die zurzeit in der Literatur zur Herzfrequenz im Kindesalter existieren, sind unzureichend. In der Literatur konnten keine geeigneten Daten für die Einordnung hoher bzw. niedriger altersspezifischer Ruheherzfrequenzwerte im Kindesalter ausfindig gemacht werden.

Zudem werden in den Studien, in denen eine Abnahme der sportlichen Leistungsfähigkeit bei Kindern und Jugendlichen postuliert wird (vgl. Bös, 2006, Raczek, 2002, Klaes et al., 2003, Kirchem, 1998), nur selten Aussagen über die gesundheitlichen Auswirkungen dieser Ergebnisse gemacht. Diese Erkenntnisse bekräftigen die Aussage von Bödeker (2008), dass in dieser Hinsicht Forschungsbedarf besteht.

## 4. Hypothesen

Dieses Kapitel zielt darauf ab, die Hypothesen vorzustellen, anhand derer die Zielstellung der Arbeit verfolgt und die wissenschaftliche Fragestellung beantwortet werden soll. Aufgrund der komplexen Fragestellung werden die Untersuchungshypothesen in zwei aufeinander aufbauenden Schritten formuliert. Zunächst werden die Annahmen zum Zusammenhang zwischen der Ruheherzfrequenz und der sportlichen Leistungsfähigkeit herausgearbeitet. Anschließend wird auf den Einfluss des sportlichen Freizeitverhaltens auf die kardiale Funktion, im Sinne der nächtlichen Pulsschlagrate, sowie auf die motorischen Fähigkeiten eingegangen. Die Hypothesen ergeben sich vor dem Hintergrund der theoretischen Grundlagen, die in den vorangegangenen Kapiteln erörtert wurden.

In der Zusammenfassung von 13 Studien, die sich mit dem Zusammenhang körperlicher Leistungsfähigkeit und der kardiovaskulären Mortalität beschäftigten, beschreibt Löllgen (2003), dass eine hohe Leistungsfähigkeit zu einer geringeren Wahrscheinlichkeit der herzkreislaufbedingten Sterblichkeit führt. Da eine hohe aerobe Ausdauerleistungsfähigkeit zu einem Funktionserhalt des Herzens im Erwachsenenalter führt (Meyers et al., 2002) und nach dem Kenntnisstand, dass das Herz-Kreislauf-System von Kindern ebenso wie bei Erwachsenen adaptiven Prozessen unterliegt (Koinzer, 1995a), so ist davon auszugehen, dass sich bereits im Kindesalter Unterschiede hinsichtlich der Leistungsfähigkeit in Abhängigkeit kardialer Parameter aufzeigen lassen.

Unter den motorischen Fähigkeiten besitzt die aerobe Ausdauer die engste Verbindung zum Herz-Kreislaufsystem (Hollmann & Hettinger, 2000, Weineck, 2007, Woll, 2006). Pahlke (1999a, 1999b), Martin et al. (1999) und Schmidtbleicher (1994) berichten über Wechselbeziehungen der motorischen Fähigkeiten. Dabei wird der Ausdauerfähigkeit eine fähigkeitsübergreifende Bedeutung zugeschrieben. Schüler, die sich einem Ausdauertraining unterzogen, verbesserten ebenfalls ihre Kraft-, Schnelligkeits- und koordinativen Fähigkeiten (Pahlke, 1999a). Daraus leitet sich die erste Hypothese wie folgt ab:

### *Hypothese 1:*

Bei Schulkindern zeigen sich Unterschiede in der Ausprägung der motorischen Fähigkeiten Ausdauer, Schnelligkeit, Kraft und den koordinativen Fähigkeiten in Abhängigkeit von der Höhe der Ruheherzschlagfrequenz.

Diese Hypothesenprüfung soll zeigen, ob anhand *einfacher* sportmotorischer Tests, Aussagen über den Gesundheitszustand bei Schulkindern getroffen werden können. Als

gesundheitlicher Parameter wurde die Ruheherzschlagfrequenz ausgewählt, die Auskunft über den kardialen Funktionszustand gibt (Diaz et al., 2005, Fox et al., 2008, Palatini, 2005, Seccareccia et al., 2001). Die Beweglichkeit ist von der Annahme der Einflussnahme auf die Leistungsfähigkeit und kardiale Funktion ausgenommen, da bei dieser motorischen Fähigkeit keine Wechselbeziehungen zu den anderen festgestellt werden konnte und sie die geringste Verbindung zum Herz-Kreislaufsystem aufweist (vgl. Kap. 3.2.3). Dennoch soll sie bei den folgenden Berechnungen mit berücksichtigt und untersucht werden.

Im zweiten Auswertungsschritt soll die Einflussnahme des Sports in der Gesundheits-Leistungsfähigkeits-Beziehung objektiviert und dargestellt werden. Dabei interessiert, inwiefern Effekte aus dem gesamten Umfang sportlicher Aktivitäten hervorgehen und welchen Stellenwert der Sportverein in der Gesundheitsdiskussion einnimmt. Um diese beiden Einflussgrößen differenziert voneinander betrachten zu können, wird die zweite Hypothese nochmals in zwei Thesen unterteilt.

Nach Dickhuth et al. (2004), Israel (1999), Rieckert (1991) und Kindermann et al. (1998) hängt die Höhe der Herzfrequenz bereits im Kindesalter von extragenetischen Einflüssen wie Training oder sportlichem Freizeitverhalten ab. Eine aktive Gestaltung der disponiblen Zeit wirkt sich sowohl positiv auf die motorische Leistungsfähigkeit (Brettschneider, 2006, Hohmann et al., 2003), als auch auf die Ökonomie des Herzens aus und führt zu einer Verringerung der Herzschlagrate in Ruhe (Graf et al., 2006). Daher definiert sich die zweite Hypothese folgendermaßen:

*Hypothese 2.1:*

Kinder, die einen hohen Umfang an körperlichen Freizeitaktivitäten aufweisen, besitzen niedrigere Herzfrequenzen und eine höhere Leistungsfähigkeit als Heranwachsende, die ein hohes Maß an Inaktivität zeigen.

Aktivitäten im Sportverein finden im höheren Intensitätsbereich als im Freizeitsport statt. Daraus resultieren größere Anpassungsreize für das Herz-Kreislaufsystem (vgl. Bös et al., 2006). In vorangegangenen Studien zeigten Probanden, die im formellen Kontext körperlich aktiv sind, gegenüber jenen, die nur informell Sport treiben, eine Überlegenheit in der körperlichen Fitness und im Gesundheitszustand (vgl. Bös, Opper & Woll, 2002, Sygusch, 2000, Tietjens, 2001, Ulmer, 2002). Daher wird hypothetisch angenommen:

*Hypothese 2.2:*

Jugendliche Sportvereinsmitglieder weisen niedrigere Herzfrequenzen in Ruhe und eine höhere motorische Leistungsfähigkeit auf als Schulkinder, die sich nicht im formellen Kontext sportlich engagieren.

Es wird davon ausgegangen, dass durch das institutionalisierte Training eine gewisse Regelmäßigkeit und Belastungsintensität gewährleistet wird. Die Sportvereinsmitgliedschaft wird im Folgenden als dichotome Variable verwendet. Anhand des Umfanges sowie der Sportart kann, aufgrund des geringen Umfanges der Stichprobengröße, keine weitere Differenzierung oder Auswertung vorgenommen werden.

## 5. Methoden und Instrumente

In diesem Kapitel soll dargelegt werden, mit welchen Methoden und Instrumenten die Erhebung und Berechnung der Daten vollzogen wurde. Eingangs soll die Messung der Ruheherzfrequenz, der körperlichen Leistungsfähigkeit, der anthropometrischen Daten sowie die Erhebung des sportlichen Freizeitverhaltens dargestellt werden. Anschließend folgt die Charakterisierung der Stichprobe, sowie die Beschreibung des Messzeitraumes. Abschließend werden die mathematisch-statistischen Verfahren vorgestellt, die in der Verarbeitung der Daten zum Einsatz kamen.

### 5.1. Messung der Ruheherzschlagfrequenz

Eine der zuverlässigsten Methoden um die Herzschlagfrequenz zu bestimmen, ist die Ableitung der vom Herzen erzeugten elektrischen Signale (Koinzer, 1995b). Als Messsystem, das die vom Sinusknoten erzeugten Spannungsänderungen registriert, kam in dieser Untersuchung das *Actiheart*-System zum Einsatz. Dieses Gerät wurde von der Cambridge Neurotechnology Ltd. entwickelt. Es handelt sich um ein sehr kleines, wasserdichtes Gerät, mit einem Gesamtgewicht von ca. 10g. Das *Actiheart* erlaubt die synchrone Aufzeichnung der Herzfrequenz und der Aktivität, die durch ein unidirektionales Akzelerometer (Beschleunigungsmesser) gemessen wird. Darüber hinaus können die Herzzwischentonintervalle und in einem spezifischen Aufnahmemodus die Herzfrequenzvariabilität bestimmt werden. Die Daten werden von dem Gerät gespeichert und können über ein Lesegerät auf einen PC mit Windows-Betriebssystem zur Auswertung transferiert werden. Die Messung erfolgt in 15s-Intervallen. Die von der Software ausgegebenen Herzfrequenzwerte stellen jeweils den Mittelwert der Herzfrequenz dar, der im jeweiligen Intervall gemessen wird. In dieser Untersuchung liegt der Fokus auf der Ruheherzfrequenz, die von der *Actiheart*-Software ermittelt wird. Dazu wird der höchste Wert der 30 niedrigsten 15s-Intervalle, die über einen gesamten Tag (24 Stunden) gemessen werden als Sleeping-Heart-Rate (SHR) definiert (CamNtech, 2008a).<sup>4</sup>

Das Gerät wird mittels zweier handelsüblicher Oberflächenelektroden am Thorax befestigt. Eine Elektrode befindet sich dabei am Sternum, die andere wird parasternal linksseitig angebracht (vgl. Abb.4). Um eine akkurate Messung des *Actiheart*s (v.a. des Akzelerometers) zu gewährleisten, sollten die zwei Elektroden möglichst horizontal

---

<sup>4</sup> Die Sleeping-Heart-Rate (SHR) wird in dieser Arbeit synonym mit dem Begriff Ruheherzschlagfrequenz verwendet.

angebracht werden (Brage, Brage, Ekelund, Franks & Wareham, 2005, Brage, Brage, Ekelund, Luan, Franks, Froberg, & Wareham, 2006).

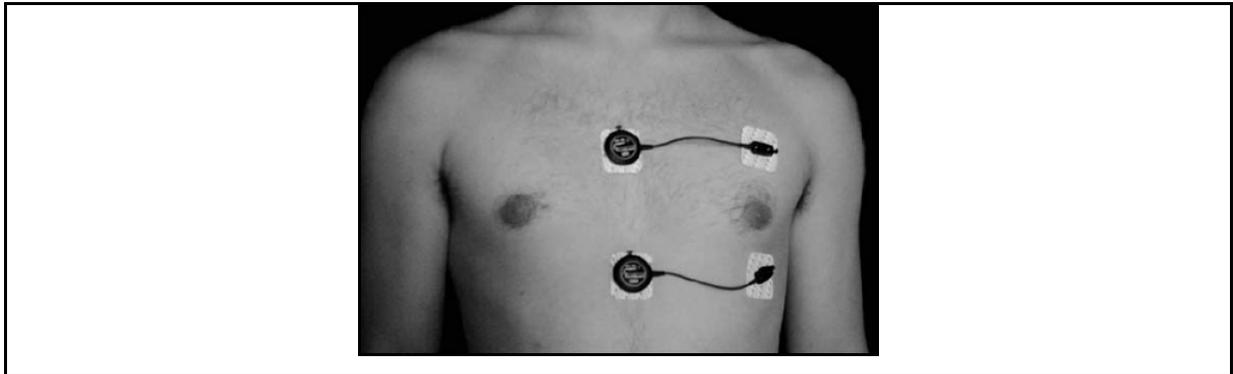


Abb.4: Positionierung der Elektroden und des Actiheart (CamNtech, 2008a, S.19)

In Abbildung 4 werden die beiden Möglichkeiten der Anlage des Gerätes gezeigt. Bei den Probanden dieser Untersuchung wurden die Elektroden oberhalb der Brust angebracht. Aufgrund des geringen Gewichtes und Volumens, bietet das *Actiheart*-Gerät einen hohen Tragekomfort und ermöglicht den Einsatz über einen längeren Zeitraum sowie bei sportlicher Aktivität, ohne dabei hinderlich zu sein (CamNtech, 2008a). Zudem erwies es sich beim Einsatz bei Kindern als vorteilhaft, dass es direkt an dem Gerät keine Ein- und Verstellmöglichkeit gab. Die Geräte blieben während des gesamten Messzeitraumes am Körper.

## 5.2. Messung der körperlichen Leistungsfähigkeit

Zur Beurteilung der körperlichen Leistungsfähigkeit der einzelnen Probanden, wurden die Daten aus den sportmotorischen Tests der EMOTIKON-Studie herangezogen. Diese Studie wird, in Zusammenarbeit mit dem Ministerium für Bildung, Jugend und Sport sowie dem Landessportbund Brandenburg, vom Institut für Sportwissenschaft der Universität Potsdam durchgeführt. EMOTIKON steht als Kurzform für das Thema der Untersuchung: „Interdisziplinäre Evaluierung der motorischen Leistungsfähigkeit und des Gesundheitszustandes im Kontext sportlicher Eignung und Effizienz des Sportunterrichts von GrundschülerInnen im Land Brandenburg“. Die wichtigsten Zielstellungen dieser Studie sind das Erfassen der sportlichen Leistungsfähigkeit und des Gesundheitszustandes, sowie die Verknüpfung dieser beiden Parameter. Darüber hinaus sollte das Sportengagement von SchülerInnen erfasst und sportlich talentierte Kinder erkannt werden (EMOTIKON, 2009).

Die Untersuchung ist als Quer- und Längsschnittstudie angelegt. Über die Dauer von vier Jahren (2006 bis 2009) findet in den brandenburgischen dritten Klassen eine Querschnittsuntersuchung statt. 28 Schulen werden in diesem Zeitraum von der dritten bis zur sechsten Klasse begleitet und jährlich untersucht. Sie stellen den Längsschnitt der Untersuchung dar und werden insgesamt vier Mal der Messung unterzogen. Zur Studie gehören neben Fragebögen zur Belastungserfassung sowie zur Bewertung des Sportunterrichtes, eine anthropometrische Messung und ein sportmotorischer Test. Letztgenannte Prüfung, bestehend aus sechs Disziplinen, wurde für die Erhebung der körperlichen Leistungsfähigkeit der SchülerInnen herangezogen. Der sportliche Leistungsnachweis, der der Bestimmung der in Klammern stehenden Fähigkeitskomponenten dient (vgl. Bös, 2006, S.99, May, 2007, S.28f), setzt sich aus folgenden Bestandteilen zusammen:

1. 50-m-Lauf                    (*Schnelligkeit*)
2. Dreierhopp                 (*Schnellkraft – untere Extremität*)
3. Vollballstoß               (*Schnellkraft – obere Extremität*)
4. Rumpfbeugen               (*Beweglichkeit*)
5. Sternlauf                   (*Koordination unter Zeitdruck*)
6. 9-min-Lauf                 (*Ausdauer – aerob*)

#### *Skizzierung der Bestandteile des sportmotorischen Tests<sup>5</sup>*

##### *50-m-Lauf*

Der Start des 50-m-Laufes erfolgte im Hochstart. Es wurde auf jegliche Starthilfen wie Startblöcke verzichtet. Gestartet wurde auf das Kommando: „Auf die Plätze – Fertig – Los“. Für jeden Schüler gab es nur einen Versuch. Die Zeitmessung erfolgte per Stoppuhr in Sekunden und auf das Zehntel genau.

##### *Dreierhopp*

Mit der Fußspitze an der Absprunglinie stehend, führten die Schüler mit dem jeweiligen Sprungbein drei aufeinander folgende Sprünge aus und landeten anschließend auf beiden Füßen. Die erreichte Weite ergab sich aus der Messung von der Absprunglinie und dem Landepunkt, der dieser Linie am nächsten lag. Dabei wurde auf ganze Zentimeter gerundet. Die Schüler hatten zwei Versuche je Bein, wobei nur die jeweils beste Weite je Bein in die Wertung einfließt. Die Gesamtweite wurde durch die Addition der Werte errechnet.

---

<sup>5</sup> Bilder bzw. Skizzen zu den Tests befinden sich im Anhang.

### *Vollballstoß*

Bei dieser Disziplin befand sich der Schüler auf einem Bein kniend, mit dem anderen Bein an der Abstoßlinie. Der Stoß des 1-kg-Vollballes erfolgte mit dem ipsilateralen Arm des knienden Beines. Der Ball wurde, ähnlich dem Kugelstoßen, seitlich am Hals unter dem Kinn gehalten. Durch die Rotation des Oberkörpers und leichtes nach hinten Lehnen, war es möglich Schwung zu holen. Durch die Auflösung der Bogenspannung und Streckung des Stoßarmes wurde der Vollball nach vorn befördert. Um eine Stoßbewegung von einem Wurf abzugrenzen, sollte der Ellbogen des Stoßarmes stets hinter dem Ball bleiben. Die Länge des Stoßes wurde auf 25cm genau gemessen. Auch hier wurden die jeweils besten Ergebnisse von zwei Versuchen je Seite addiert.

### *Rumpfbeugen*

Die Schüler stellten sich barfuß auf einen Kasten mit Messeinrichtung, beugten sich mit gestreckten Knien langsam nach vorn und versuchten die Finger so weit wie möglich nach unten zu schieben. Erreichten die Finger die Höhe der Kantenkante auf Fußsohlenniveau und konnten mindestens zwei Sekunden auf dieser Höhe gehalten werden, entsprach dies einem Wert von 100cm. Kamen die Schüler weiter nach unten, wurden die entsprechenden Zentimeter addiert; bzw. die fehlenden Zentimeter subtrahiert, wenn die Kantenkante nicht erreicht wurde. Der jeweils beste von zwei Versuchen wurde gewertet.

### *Sternlauf*

Es wurden vier Medizinbälle in einem Quadrat mit 9m Seitenlänge ausgelegt, ein fünfter Ball befand sich genau in deren Zentrum. Gestartet wurde seitlich neben dem mittleren Ball, der mit einer Hand berührt werden sollte. Die Zeitmessung begann mit dem selbstständigen Start des Schülers. Die Ecken mussten in einer vorgegebenen Reihenfolge und Laufform erreicht und dabei die Bälle jeweils mit einer Hand berührt werden. Nach dem Erreichen der äußeren Ecken musste der zentrale Start- und Zielball wieder angelaufen werden.

Die erste Ecke wurde durch vorwärts, der Mittelball durch rückwärts Laufen erreicht. Zum zweiten Ball und zurück gelangten die Sportler mittels Sidesteps nach rechts und anschließend nach links. Um zum dritten Eckpunkt zu kommen, bewegten sich die Schüler rückwärts und zum Mittelball wieder vorwärts. Der vierte und letzte Eckball wurde durch Sidesteps zur linken Seite angelaufen und mit dem Berühren des zentralen Balles, nach vorherigen rechtsseitigen Sidesteps, wurde die Zeitmessung gestoppt. Nach einem freiwilligen Probelauf wurde der einzige gewertete Lauf durchgeführt. Die Messung der Zeit erfolgte in Sekunden auf das Zehntel genau.

### *9-min-Lauf (¾-Coopertest)*

Diese Disziplin erfolgte als letztes im Anschluss an die anderen sportmotorischen Tests. Auf einer Rundstrecke von ca. 200-400m liefen die Schüler möglichst zügig neun Minuten lang in ihrem individuellen Tempo. Das Startsignal war erneut: „Auf die Plätze – Fertig – Los“. Die noch verbleibende Zeit wurde in den ersten sieben Minuten in Minutenabständen für alle Teilnehmer laut angesagt, in den letzten beiden Minuten kamen die Zeitansagen im 30-Sekundenabstand. Mit Beendigung der neun Minuten hielten die Schüler an und die gelaufene Strecke wurde bis auf 20 Meter genau registriert.

### *Berechnung der Gesamtpunktzahl*

Das Ergebnis jedes einzelnen der sechs Tests wurde anhand von Tabellen in eine Punktzahl umgerechnet (vgl. Stark, 2002). Die Gesamtpunktzahl, die sich durch die Addition der einzelnen Werte ergibt, wurde in der vorliegenden Untersuchung nur berechnet, wenn Ergebnisse für alle sportmotorischen Tests vorlagen.

## **5.3. Messung anthropometrischer Daten**

Die Messung der anthropometrischen Daten erfolgte nach einem einheitlichen Schema. Bei dieser Untersuchung wurden die *Körperhöhe*, *Körpermasse* und der *Körperfettanteil* gemessen. Die Erhebung der anthropometrischen Daten erfolgte durch Mitarbeiter der Universität Potsdam.

### *Körperhöhe*

Die Messung der Körperhöhe erfolgte ohne Schuhe. Die Schüler stellten sich mit dem Rücken an eine an der Wand befestigten Messlatte, auf der der höchste Punkt des Scheitels abgetragen und abgelesen wurde. Die Messung der Körperhöhe erfolgte in cm auf 0,5cm genau.

### *Körpermasse*

Das Gewicht der Kinder wurde mittels einer elektronischen Personenwaage der Firma Rowenta (Bodymaster Vision BM-210) bestimmt. Die Messung erfolgte in Unterwäsche, daher wurden für das Gewicht der Kleidung pauschal 0,5kg abgezogen. Die Körpermasse wurde in kg auf 0,1kg (100g) genau ermittelt.

Aus der *Körperhöhe* und der *Körpermasse* lässt sich der *Body-Maß-Index* (BMI) ermitteln:

$$BMI = \text{Körpergewicht (kg)} / \text{Körperhöhe (m)}^2$$

### *Body-Maß-Index (BMI)*

Der BMI gibt das Verhältnis von Körpergewicht zur Körpergröße wieder und wird sowohl von der Childhood Group der International Obesity Task Force (IOTF) sowie der European Childhood Obesity Group (ECOG) als eines der besten Beurteilungskriterien für die Gewichtsklassifikation bei Kindern und Jugendlichen. Bei Erwachsenen erfolgt die Einteilung nach Unter-, Normal- und Übergewicht anhand fester Grenzwerte; bei Kindern und Jugendlichen müssen alters- und geschlechtsspezifische Veränderungen des BMI berücksichtigt werden. Daher werden für deren Beurteilung der Gewichtsklassifikation entsprechende Referenzwerte, die auf einer Stichprobe von jeweils über 17000 Jungen und Mädchen zwischen 0 und 18 Jahren basieren, herangezogen. Anhand der Werte, die über 34000 Probanden, wurden für jedes Alter und Geschlecht Perzentile berechnet, die angeben, wie viel Prozent der untersuchten Personen einen kleineren BMI besitzen. Überträgt man den errechneten BMI in die alters- und geschlechtsabhängigen Perzentilkurven und erhält einen Wert, der beispielhaft auf dem 75. Perzentil liegt, bedeutet dies, dass 75% der Kinder gleichen Alters und gleichen Geschlechts einen niedrigeren BMI als das betreffende Kind haben. Analog zu anderen europäischen Ländern, empfiehlt die Arbeitsgemeinschaft Adipositas im Kindes- und Jugendalter (AGA) die 90. bzw. 97. Perzentilwerte als Cutoff-Punkte zur Definition von Übergewicht und Adipositas zu verwenden. Das 3. und 10. Perzentil wird zur Abgrenzung von ausgeprägtem Untergewicht bzw. Untergewicht verwendet (Kromeyer-Hauschild, 2001). Die Einteilung der Gewichtsklassifikation erfolgt in der vorliegenden Arbeit lediglich in Untergewicht (BMI < 10. Perzentil), Normalgewicht (BMI 10. bis 90. Perzentil) und Übergewicht (BMI > 90. Perzentil). Auf eine weitere Differenzierung in ausgeprägtes Untergewicht oder Adipositas wird verzichtet.

#### **5.4. Erhebung des sportlichen Freizeitverhaltens**

Das sportliche Freizeitverhalten wurde mittels eines Fragebogens erfasst, der von den Kindern mit Hilfe der Eltern täglich ausgefüllt werden sollte.<sup>6</sup> Der gesamte Umfang des aktiven Engagements setzt sich aus den Items *AG Sport*, *Sport im Hort*, *Sport im Verein* sowie *Spiele im Freien* zusammen. Ausgenommen von der Berechnung ist der Schulsport, der in Brandenburg gesetzlich auf drei Schulstunden pro Woche festgelegt und bei allen Schülern der Untersuchung gleich ist. Die Mitgliedschaft in einem Sportverein wurde durch

---

<sup>6</sup> Ein Exemplar des Fragebogens zur Belastungserfassung befindet sich im Anhang.

ein Tagebuch ermittelt, das im Rahmen der *Actiheart*-Untersuchung von den Kindern geführt und eigens dafür konzipiert wurde.<sup>7</sup>

### 5.5. Stichprobe

Die vorliegende Arbeit vereint die Ergebnisse der EMOTIKON-Studie und die Befunde der *Actiheart*-Messung. Daher rekrutiert sich die Stichprobe aus Heranwachsenden, die in beiden Studien involviert waren. Es wurden nur ausgewählte Schulen der EMOTIKON-Studie mit dem *Actiheart* untersucht. Als Auswahlkriterium galt die Teilnahme an der Längsschnittuntersuchung. Da die Durchführung der sportmotorischen Tests bei diesen Schulen durch Mitarbeiter der Universität Potsdam betreut wird, liegt eine höhere Reliabilität gegenüber der Querschnittsuntersuchung vor, in der die Sporttests von den jeweiligen Sportlehrern durchgeführt werden. In der vorliegenden Arbeit kamen nur jene Schüler in die Auswertung, die sowohl an dem Sporttest teilnahmen und an denen die Messung mit dem *Actiheart* durchgeführt wurde. Daraus rekrutiert sich die Gesamtstichprobe mit 111 Probanden. Im Nachhinein mussten fünf Kinder von der Auswertung ausgenommen werden. Bei drei Schülern lösten sich die Oberflächen Elektroden, sodass die Herzfrequenz nicht gemessen wurde und zwei Probanden erkrankten während des Untersuchungszeitraumes. Letztendlich flossen die Werte von 106 Teilnehmern in die Berechnungen ein. Die Probanden setzten sich aus 52 Jungen und 54 Mädchen zusammen, die aus sieben Schulen des Schulamtes Brandenburg stammten. Es wurden die 4.Klassen der Grundschule im Kirchsteigfeld, Inselschule Töplitz und der Zeppelin-Grundschule mit insgesamt 45 Probanden und die 5.Klassen der Grundschulen Golzow, Wollin, Robert-Koch-Grundschule Niemegk und der Europaschule Ketzin mit 61 Probanden untersucht (vgl. Tab.4).

Tab.4: Darstellung der Stichprobe differenziert nach Schulen und Geschlecht (eigene Darstellung)

	Jungen	Mädchen	Gesamt
<b>Inselschule Töplitz</b>	6	5	11
<b>GS im Kirchsteigfeld</b>	11	10	21
<b>Zeppelin-Grundschule</b>	3	10	13
<b>GS Golzow</b>	5	8	13
<b>Robert-Koch GS- Niemegk</b>	10	1	11
<b>GS Wollin</b>	5	3	8
<b>Europaschule Ketzin</b>	12	17	29
<b>Gesamt</b>	<b>52</b>	<b>54</b>	<b>106</b>

<sup>7</sup> Ein Exemplar des Bewegungstagebuches befindet sich im Anhang

Unter den 45 Schülern der 4.Klasse befanden sich 20 männliche und 25 weibliche Probanden. Die 5.Klassen setzten sich aus 32 Jungen und 29 Mädchen zusammen. Die untersuchten Kinder befanden sich in einer Altersspanne von 9 bis 12 Jahren bei einem Mittelwert von  $10,36 \pm 0,8$  Jahren.

Als Ausschlusskriterien galten das Fehlen der Einverständniserklärung<sup>8</sup>, durch die die Eltern das Durchführen der *Actiheart*-Messung genehmigten, Allergien wie Pflasterunverträglichkeit, Teilnahme am Schwimmtraining, eine Sportbefreiung der Kinder und akute Erkrankungen oder bekannte Herz-Kreislaufkrankungen. Obwohl die *Actiheart*-Geräte wasserfest sind, wurden Kinder, die an einem Schwimmtraining während des Untersuchungszeitraumes teilnahmen, von der Untersuchung ausgeschlossen, da die Gefahr des LöSENS der applizierten Elektroden und der damit verbundene Datenverlust als zu groß erschien.

### 5.6. Untersuchungszeitraum

Die sportmotorischen Tests der EMOTIKON-Studie fanden jeweils im Frühjahr, erstmalig im März 2006, statt. Zur Auswertung dieser Untersuchung wurden lediglich die Ergebnisse der Sporttests aus den Jahren 2007 bzw. 2008 herangezogen, in denen zusätzlich die *Actiheart*-Untersuchung stattfand (vgl. Abb.5). Der Messzeitraum mit dem *Actiheart*-System erstreckte sich über zwei Untersuchungswellen. Im Frühjahr 2007 (T1) wurden die 4.Klassen der Grundschule im Kirchsteigfeld, Inselschule Töplitz und der Zeppelin-Grundschule und am Ende des Jahres bzw. Anfang 2008 (T2) die 5.Klassen der Grundschulen Golzow, Niemeck, Wollin und Ketzin, untersucht.

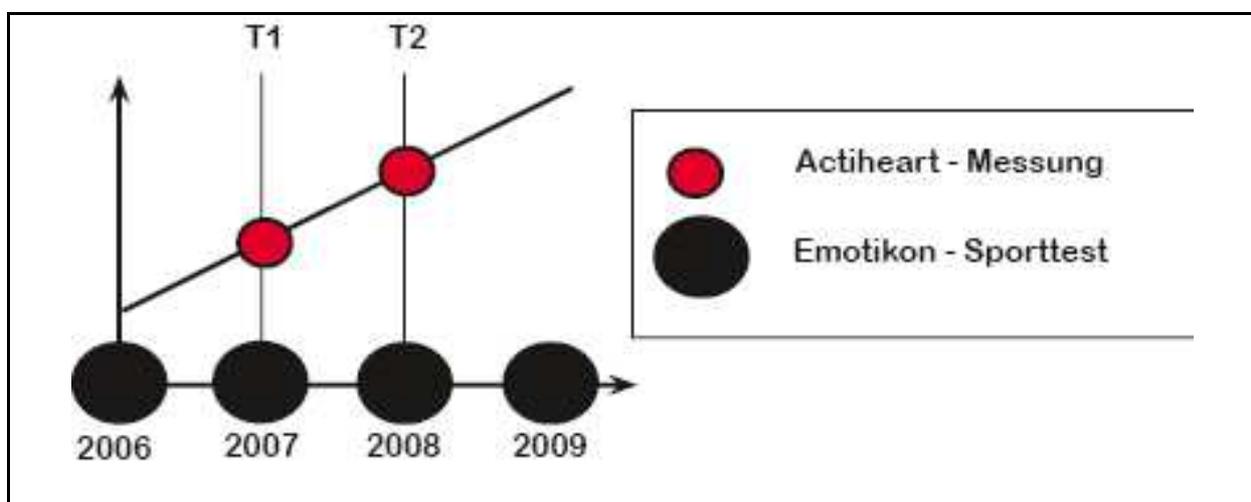


Abb.5: Darstellung der Untersuchungszeiträume T1 und T2 (eigene Darstellung)

<sup>8</sup> Ein Exemplar der Einverständniserklärung der Eltern befindet sich im Anhang.

Die *Actiheart*-Geräte wurden den Schülern vor bzw. in einer der ersten Schulstunden appliziert. Die Messdauer betrug etwa zwei Tage. In dieser Untersuchung wurde zur Auswertung der Folgetag der Applikation herangezogen. Aus diesen 24 Stunden ermittelt die Software des *Actiheart*s die Ruheherzschlagfrequenz (vgl. Kap.5.1).

### 5.7. Mathematisch-statistische Verfahren

Um die Untersuchungsergebnisse objektiv darzustellen, wurden mathematisch-statistische Auswertverfahren angewendet. Für die Berechnungen wurde das *Statistical Package for the Social Sciences* (SPSS) 15.0 und 16.0 für Windows verwendet. Mittel- und Streuwerte sind im Rahmen der deskriptiven Statistik als arithmetisches Mittel  $\pm$  Standardabweichung (SD) dargestellt. Das Signifikanzniveau wurde zweiseitig auf  $\alpha = 5\%$  ( $p < 0.05$ ) als signifikant und  $\alpha = 1\%$  ( $p < 0.01$ ) als höchst signifikant festgelegt. Bei vorliegender Normalverteilung der Daten, überprüft mittels des Kolmogorow-Smirnoff-Tests, wurden Mittelwertsunterschiede zweier Grundgesamtheiten mit Hilfe des T-Tests untersucht. Bei nicht normalverteilten Messwerten wurde der Mann-Whitney-U-Test verwendet. Post-Hoc-Mehrfachvergleiche wurden über die einfaktorielle Anova, bei vorhandener Varianzgleichheit mittels Bonferroni und bei fehlender Gleichheit der Varianzen mittels Tamhane-T2 berechnet. Die Varianzgleichheit wurde durch den Levène-Test bestimmt. Bei der Berechnung von Korrelationen normalverteilter Werte kam der Pearstest zur Bestimmung des Korrelationskoeffizienten zum Einsatz. Zur Berechnung des Zusammenhangsmaßes zwischen nominal- und intervallskalierten Daten wurde eine punktbiserale Korrelation durchgeführt und der Eta<sup>2</sup>-Koeffizient berechnet.

## 6. Ergebnisse

Dieses Kapitel stellt zunächst deskriptiv die Befunde zur Anthropometrie, der Ruheherzschlagfrequenz, der motorischen Leistungsfähigkeit sowie dem sportlichen Freizeitverhalten des Probandenkollektivs dar. Im Anschluss folgen die Berechnungen und Ergebnisse zum Zusammenhang zwischen der Ruheherzfrequenz und der motorischen Leistungsfähigkeit. Im darauf folgenden Abschnitt wird die Abhängigkeit dieser beiden Parameter vom sportlichen Freizeitverhalten veranschaulicht. Diesen Teil abschließend, wird eine Zusammenfassung und Interpretation der Ergebnisse dargeboten.

### 6.1. Befunde zur Anthropometrie

Die Probanden der gesamten Stichprobe weisen eine durchschnittliche Körperhöhe von 146,5cm auf. Im Mittel sind die Jungen mit 147,1cm ein wenig größer als die Mädchen mit 145,9cm. In der Körpermasse weisen die weiblichen Probanden mit durchschnittlich 39,7kg nur marginal höhere Werte auf als die Jungen mit 38,8kg. Der BMI liegt im Schnitt bei 18,2kg/m<sup>2</sup>. Aus der im Mittel etw as geringeren Körperhöhe und der größeren Körpermasse der Mädchen gegenüber den Jungen, folgt mit logischer Konsequenz ein höherer BMI der weiblichen Probanden. Letztgenannte weisen einen Wert von 18,5kg/m<sup>2</sup> gegenüber den männlichen Teilnehmern mit 17,8kg/m<sup>2</sup> auf. Bezüglich der Körperhöhe, der Körpermasse und dem BMI können keine statistisch signifikanten Geschlechtsunterschiede festgestellt werden. Bei genauerer Betrachtung der mini- und maximalen Werte (vgl. Tab.5) fallen deutliche interindividuelle Differenzen bei den dargestellten Parametern auf. In der Körperhöhe variieren die Kinder zwischen 129cm und 165cm. In der Körpermasse zeigt sich ebenfalls eine große Heterogenität. Bei den Schülern stellten sich interindividuelle Differenzen von über 39kg und bei den Schülerinnen sogar von 54kg heraus. Die BMI-Werte der Mädchen zeigen eine hohe Spannweite, die von einem BMI von 11,7kg/m<sup>2</sup> bis zu 30,4kg/m<sup>2</sup> reicht.

Anhand des BMI und der alters- und geschlechtsspezifischen Perzentilkurven nach Kromeyer-Hauschild (2001) konnten die Probanden nach Unter-, Normal- und Übergewicht klassifiziert werden (vgl. Kap. 5.3). Über vier Fünftel der Stichprobe (N=85) erreichten das Normalgewicht. 14,2% (N=15) der Teilnehmer galten als über- und 5,7% (N=6) als untergewichtig. Die Gruppe der Untergewichtigen setzt sich aus jeweils drei männlichen und drei weiblichen Probanden zusammen. Bei den Übergewichtigen sind doppelt so viele Mädchen (N=10) wie Jungen (N=5) vorzufinden.

Tab.5: Darstellung anthropometrischer Daten der Stichprobe

		N	x	Differenz	SD	min.	max.
<b>Körperhöhe in cm</b>	Gesamt	106	146,5	/	6,9	129	165
	Jungen	52	147,1	1,2	6,3	135	165
	Mädchen	54	145,9		7,3	129	160
<b>Körpermasse in kg</b>	Gesamt	106	39,2	/	8,9	22,0	76,0
	Jungen	52	38,8	0,9	8,0	26,0	65,2
	Mädchen	54	39,7		9,7	22,0	76,0
<b>BMI in kg/m<sup>2</sup></b>	Gesamt	106	18,2	/	2,9	11,7	30,4
	Jungen	52	17,8	0,7	2,5	13,1	25,0
	Mädchen	54	18,5		3,3	11,7	30,4

## 6.2. Befunde zur Ruheherzschlagfrequenz

Die durchschnittliche Ruheherzschlagfrequenz der untersuchten Schulkinder liegt bei  $62,83 \pm 6,85$  S/min. Die niedrigste nachgewiesene Pulsfrequenz in Ruhe wurde bei einem männlichen Probanden ermittelt; sie lag bei 46 S/min. Die höchste nächtliche Herzfrequenz wies eine weibliche Teilnehmerin mit 80 S/min auf.

### *Die Ruheherzfrequenz im Alternsgang*

Differenziert nach dem Alter ergibt sich eine durchschnittliche Herzfrequenz in Ruhe von  $64,13 \pm 7,79$  S/min für die Neunjährigen,  $63,17 \pm 6,55$  S/min für die Zehnjährigen,  $62,25 \pm 6,81$  S/min für die Elfjährigen und  $61,0 \pm 7,91$  S/min für die Zwölfjährigen. Die erhobenen altersspezifischen Pulswerte liegen erwartungsgemäß deutlich unter den Messergebnissen von Demeter (1981) und Asmus (1991). Diese Studien ermittelten die Herzfrequenz am Tag während körperlicher Ruhe, wohingegen das *Actiheart*-System von den 30 niedrigsten gemessenen Intervallen, den höchsten Herzfrequenzwert als Ruheherzfrequenz definiert (vgl. Kap. 5.1). Die Untersuchung hat gezeigt, dass die Probanden ihre niedrigsten Herzfrequenzen und somit die hier als Ruheherzfrequenz definierten Werte, nachts erreichten. Tendenziell nähern sich die Ergebnisse, die in dieser Studie ermittelt wurden, jenen von Demeter (1981) nach der Umrechnung mit dem Faktor 0,83 zur Ermittlung der nächtlichen Herzfrequenz nach Crouter et al. (2008) (vgl. Kap. 3.1.1) und den Befunden von Truth et al. (1998) an. Sie ermittelten bei 8-12jährigen durchschnittliche Herzfrequenzen während der Nacht von 71 bis 74 S/min.

Die Betrachtung des Ruhepulses im Alternsgang zeigt eine kontinuierliche Abnahme der Herzfrequenz, die im Mittel bei ca. 1,04 S/min jährlich liegt. Die 9jährigen besitzen im Durchschnitt eine um 0,96 S/min höhere Herzfrequenz in Ruhe als die 10jährigen; diese

wiederum eine um 0,92 S/min schnellere Frequenz als die 11jährigen und letztgenannte eine um 1,25 S/min höhere Herzschlagrate als ihre ein Jahr älteren Schulkameraden. Abbildung 6 stellt den abnehmenden Trend der Herzfrequenzhöhe graphisch dar; zwischen den Altersklassen ergaben sich keine signifikanten Unterschiede. Die Befunde zur Entwicklung der Ruheherzfrequenz im Kindesalter gliedern sich die Ergebnisse vorangegangener Studien ein. Bar-Or (1986) und Klemt (1988) ermittelten eine durchschnittliche Frequenzreduktion von 0,6 bzw. 0,8 S/min/Jahr; Demeter (1981) wies eine Erniedrigung von etwa 2 S/min/Jahr bei Kindern nach.

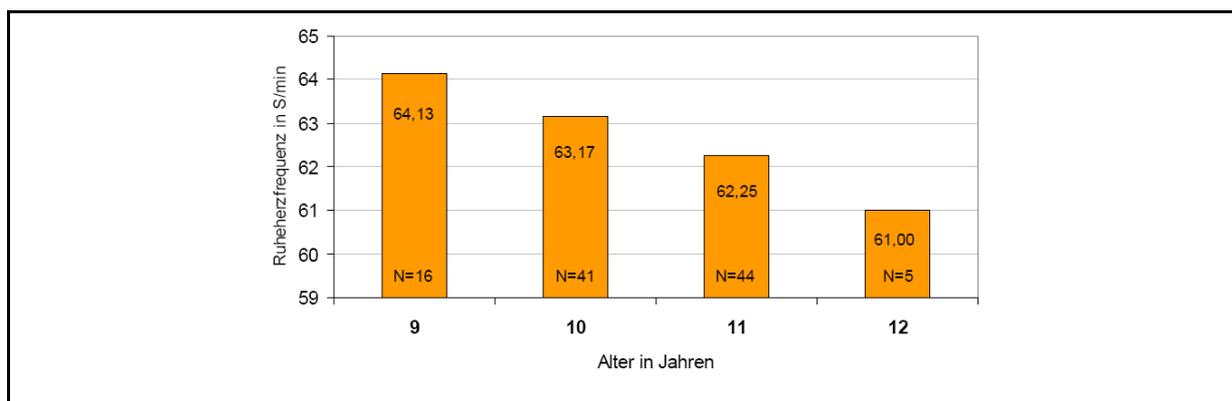


Abb.6: Darstellung der Ruheherzschlagfrequenz im Alternsgang

#### *Die Ruheherzfrequenz differenziert nach dem Geschlecht*

In der geschlechtsspezifischen Differenzierung zeigen sich höchst signifikante Unterschiede ( $p < 0,01$ ) in der Höhe der Ruheherzfrequenz. Die Mädchen weisen mit  $65,74 \pm 6,37$  S/min höhere Werte als die Jungen mit  $59,81 \pm 6,03$  S/min auf (vgl. Abb.7). Dass die weiblichen Jugendlichen in einigen Lebensabschnitten niedrigere Ruherherzfrequenzwerte aufweisen, die aus einer früheren körperlichen Reifung resultieren (Demeter, 1981), konnte bei dieser Stichprobe nicht bestätigt werden. Die Ergebnisse stimmen mit den Befunden von De Marées (1989), Hollmann & Hettinger (1990), Klemt (1988) und Asmus (1991) überein, die ebenfalls bei Mädchen gegenüber Jungen eine höhere Pulsfrequenz in Ruhe aufzeigen konnten. Zwischen der Ruheherzschlagfrequenz und dem Geschlecht konnte eine Korrelation von  $\text{Eta}^2 = 0,36$  festgestellt werden.  $\text{Eta}^2$  gibt an, wie viel Varianz bei der abhängigen Variable durch die unabhängige Variable erklärt wird (Roessing, 2008). Die Varianz der Pulsschlagrate wird demnach zu 36% durch das Geschlecht bedingt.

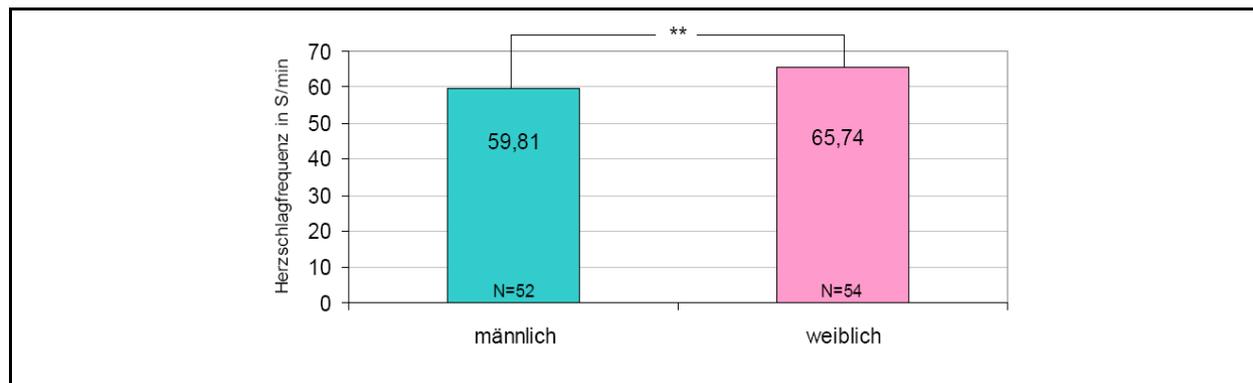


Abb.7: Darstellung der Ruheherzschlagfrequenz getrennt nach Jungen und Mädchen

#### *Ruheherzschlagfrequenz differenziert nach der Gewichtsklassifikation*

Die Berechnungen zwischen dem BMI und der Ruheherzschlagfrequenz sollen den Einfluss des Körpermasseverhältnisses auf die kardiale Funktion aufzeigen. Differenziert nach der Gewichtsklassifikation, ergibt sich für die sechs Untergewichtigen eine durchschnittliche Höhe der Herzfrequenz von  $64,17 \pm 6,91$  S/min, für die 85 Normalgewichtigen ein Wert von  $62,14 \pm 7,03$  S/min und für die 15 Übergewichtigen eine mittlere nächtliche Pulsrate von  $66,20 \pm 4,83$  S/min. Die Minima und Maxima innerhalb der Gruppen lassen erneut eine hohe Spannweite erkennen. In der Gruppe mit dem geringsten Körpermasse-Index (BMI) liegt die niedrigste Ruheherzfrequenz bei 57 S/min und die höchste bei 74 S/min. Die größte Streuung, mit einem Bereich der nächtlichen Pulsfrequenz zwischen 46 S/min und 80 S/min, weist die Untergruppe der Normalgewichtigen auf. Dieses Ergebnis ist unter anderem durch die Anzahl der Probanden in diesem Stichprobenkollektiv zu begründen. Die Probanden mit dem höchsten BMI weisen Herzfrequenzen im Bereich von 61 bis 74 S/min auf.

Das Boxplot in Abbildung 8 stellt dies nochmals graphisch dar. Die vertikal verlaufenden Linien, die mit einem kurzen horizontalen Strich enden, werden als Whisker bezeichnet. Sie geben die minimalen bzw. maximalen Werte innerhalb der Untersuchungsgruppe an. Diese Graphik verdeutlicht darüber hinaus, dass sich die Interquartilbereiche und die Mediane zwischen den Gruppen nicht stark voneinander unterscheiden. Der Zentralwert (Median) liegt bei den Unter- und Normalgewichtigen bei 62 S/min; bei den Übergewichtigen mit 65 S/min etwas höher. Nach Kaiser & Schunkert (2001) ergeben sich zwischen dem BMI und der Pulsschlagrate positive Assoziationen. Aus den vorliegenden Daten kann dies nicht bestätigt werden. Zwischen dem BMI und der Höhe der Ruheherzfrequenz konnte keine statistisch signifikante Korrelation (n.s.) festgestellt werden.

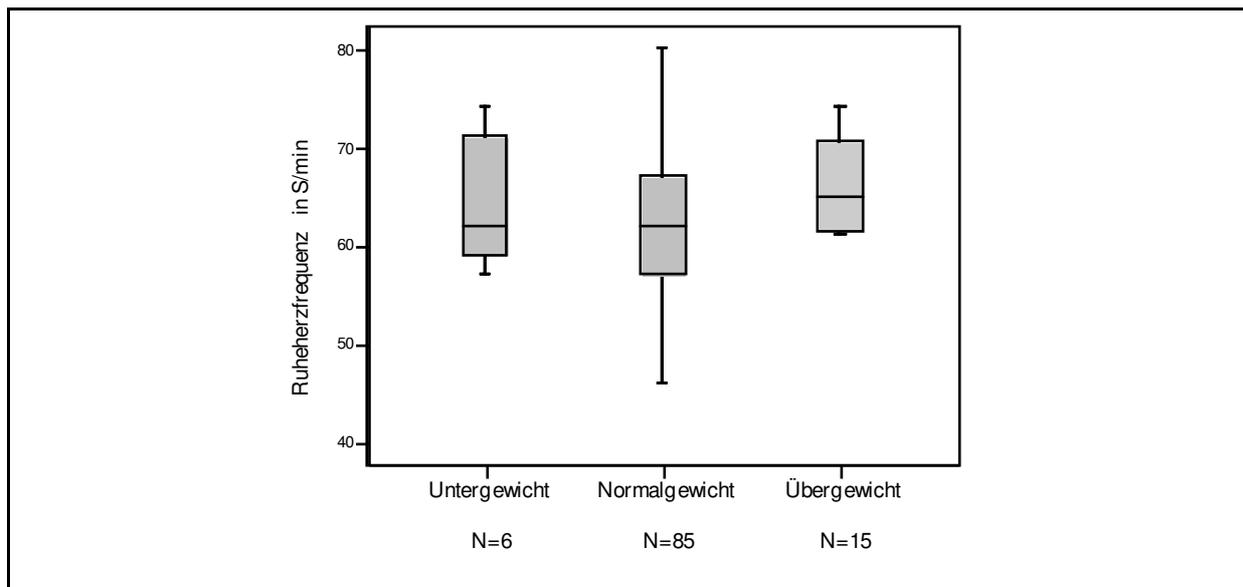


Abb.8: Ruheherzfrequenz differenziert nach der Gewichtsklassifikation

### Zwischenfazit

Bei 9- bis 12jährigen Kindern konnte in dieser Untersuchung nachgewiesen werden, dass Kinder mit höherem Alter eine tendenziell niedrigere Herzfrequenz in Ruhe aufweisen. Mädchen besitzen gegenüber Jungen eine signifikant ( $p < 0,01$ ) höhere nächtliche Pulsschlagrate. Zwischen dem Körpermasse-Index und der Ruheherzfrequenz konnte in dieser Untersuchungsgruppe kein Zusammenhang gefunden werden.

### 6.3. Befunde zur motorischen Leistungsfähigkeit

In Tabelle 6 wird ein Überblick über die Mittelwerte, das Streumaß sowie die Minima und Maxima der einzelnen sportmotorischen Tests gegeben. Die Jungen erreichen in allen Disziplinen, bis auf im Rumpfbeugen, bessere Werte als die Mädchen. Beim 50m-Sprint waren die Schüler im Schnitt ca. anderthalb Zehntel schneller als die Schülerinnen (n.s.). Im Durchschnitt erreichten die männlichen Jugendlichen im Dreierhopp mit 8,78m ebenfalls bessere Werte als ihre weiblichen Mitschüler, die im Schnitt eine Weite von 8,41cm erlangten (n.s.). Auch im Vollballstoß zeigte sich eine Überlegenheit der Jungen gegenüber den Mädchen. Die Differenz der durchschnittlich erreichten Weiten beträgt 1,81m; daraus ergibt sich ein höchst signifikanter ( $p < 0,01$ ) geschlechtsspezifischer Unterschied in dieser Disziplin. Wie bereits erwähnt, stellt das Rumpfbeugen die einzige Disziplin dar, in der die weiblichen Teilnehmer besser ( $p < 0,01$ ) als die männlichen waren. Sowohl im Stern- als auch im 9min-Lauf waren die Jungen den Mädchen wieder höchst signifikant ( $p < 0,01$ ) überlegen. Im Sternlauf waren die Schüler über eine Sekunde schneller als die Schülerinnen und im  $\frac{3}{4}$ -

Cooper-Test liefen sie im Durchschnitt 126m weiter als ihre weiblichen Mitstreiter. Aus den Ergebnissen der sportmotorischen Tests ergibt sich die Gesamtpunktzahl. Die männlichen Probanden erreichten mit ca. 165 Punkten knapp 15 Punkte mehr ( $p < 0,05$ ) als die weiblichen.

Tab.6: Statistische Kennzahlen der motorischen Tests (eigene Darstellung)

		N	x	Differenz	SD	min.	max.
<b>50m in s</b>	Gesamt	99	9,06	/	0,83	7,50	11,30
	Jungen	50	8,98	0,16	0,90	7,50	11,00
	Mädchen	49	9,14		0,76	7,80	11,30
<b>Dreierhopp in m</b>	Gesamt	99	8,59	/	1,12	5,70	11,80
	Jungen	49	8,78	0,37	1,21	6,25	11,80
	Mädchen	50	8,41		1,00	5,70	10,25
<b>Vollballstoß in m</b>	Gesamt	100	9,32	/	1,92	4,95	16,20
	Jungen	50	10,22	1,81**	1,95	4,95	16,20
	Mädchen	50	8,41		1,40	4,95	11,40
<b>Rumpfbeugen in cm</b>	Gesamt	100	99,68	/	8,00	82	116
	Jungen	50	96,32	6,72**	7,35	83	110
	Mädchen	50	103,04		7,24	82	116
<b>Sternlauf in s</b>	Gesamt	100	19,63	/	2,06	15,90	25,02
	Jungen	50	19,02	1,23**	1,93	15,90	23,75
	Mädchen	50	20,25		2,01	16,40	25,02
<b>9min-Lauf in m</b>	Gesamt	99	1553	/	233	1011	2080
	Jungen	50	1615	126**	240	1050	2060
	Mädchen	49	1489		211	1011	2080
<b>Gesamtpunktzahl</b>	Gesamt	96	157,80	/	30,57	82	257
	Jungen	47	165,04	14,18*	33,26	101	257
	Mädchen	49	150,86		26,24	82	200

#### 6.4. Befunde zum sportlichen Freizeitverhalten

Bei der Betrachtung des sportlichen Freizeitverhaltens, das im Rahmen der Emotikon-Studie anhand eines Fragebogens erfasst wurde, wird neben der Betrachtung des gesamten sportlichen Engagements, der institutionalisierte Vereinssport hervorgehoben. Ob die Kinder im formellen Kontext sportlich aktiv sind, wurde durch die Tagebücher ermittelt, die während des *Actiheart*-Messzeitraumes von den Kindern mit Hilfe der Eltern geführt werden sollten. Die Differenzierung zwischen Freizeit- und Vereinssport findet statt, da das Training im Verein regelmäßig stattfindet, nach Bös et al. (2006) in höheren Intensitäten und nach Martin et al. (1999) nicht in dem Maße der individuellen Interpretation des Begriffes *Sport* unterliegt, wie beispielsweise *Sport in der Freizeit*. Das gesamte zeitliche Ausmaß an sportlichem Freizeitverhalten setzt sich aus den Fragebogen-Items *Sport im Freien*, *AG-Sport*, *Sport im Hort* und *Sport im Verein* zusammen.

Die Rücklaufquote des Fragebogens zur Erhebung des Freizeitverhaltens erwies sich als nicht vollkommen zufrieden stellend. Lediglich 94 der 106 Probanden gaben das Protokoll korrekt ausgefüllt zurück und konnten in die Berechnung einbezogen werden. Dagegen konnte nur bei einem Schüler und einer Schülerin die Sportvereinszugehörigkeit aus dem Aktivitäts-Tagebuch nicht ermittelt werden.

Die Auswertung der Fragebögen ergab, dass sich die Kinder der vorliegenden Untersuchung durchschnittlich ca. 817min wöchentlich sportlich engagieren. Dies entspricht im Schnitt annähernd vierzehn Stunden aktive Freizeitgestaltung in der Woche bzw. knapp zwei Stunden pro Tag. Somit erreichen die Schüler und Schülerinnen im Durchschnitt die nach offiziellen Richtlinien geforderte tägliche Mindestbewegung von 60min (BASPO, 2007, Corbin et al., 2004) und übertreffen sie um fast das Doppelte. Lediglich 14%, darunter 5 Jungen und 10 Mädchen, erreichen das Mindestmaß an körperlicher Aktivität nicht. Die männlichen Studienteilnehmer sind gegenüber den weiblichen in ihrer disponiblen Zeit etwas aktiver (n.s.). Von den 104 Probanden, die Auskunft über ihre Vereinszugehörigkeit gaben, sind 67 Kinder, davon 40 Jungen und 27 Mädchen, Mitglied im Sportverein. Die 67 Vereinsmitglieder wenden wöchentlich knapp 205min für das Training im formellen Kontext auf; dies entspricht in etwa 3,5 Stunden pro Woche. Das durchschnittliche zeitliche Engagement der Jungen übersteigt mit 208min nur marginal (n.s.) das der Mädchen, die im Schnitt 199min pro Woche im Verein aktiv sind.

### **6.5. Befunde zum Zusammenhang zwischen der Ruheherzfrequenz und der motorischen Leistungsfähigkeit**

In der Wissenschaft herrscht weitestgehend Unklarheit, inwieweit geschlechtsspezifische Unterschiede in der Ruheherzfrequenz und der motorischen Leistungsfähigkeit im Kindesalter auf genetische oder extragenetische Einflussfaktoren zurückzuführen sind. Wie in vorangegangenen Kapiteln bereits erwähnt, wurde bei weiblichen Personen in einer Vielzahl von Studien, wie auch in der vorliegenden, eine höhere Ruheherzfrequenz nachgewiesen (vgl. Asmus, 1991, De Marées, 1989, Hollmann & Hettinger, 1990, Klemt, 1988). Ursächlich dafür werden auf der einen Seite Unterschiede in der autonomen Regulation und der parasympathischen Innervation gemacht (Faller, 2004, Israel, 1995), auf der anderen Seite liegt für einige Autoren der Grund dafür, in einem geringeren sportlichen Freizeitverhalten der Mädchen (Dickhuth et al., 2004, Hollmann & Hettinger, 1990, Rieckert, 1991). Zudem wird kontrovers diskutiert, ob es Unterschiede zwischen Jungen und Mädchen hinsichtlich ihrer motorischen Leistungsfähigkeit gibt. Hollmann & Hettinger (1990), Conzelmann (1994),

Martin et al. (1999) behaupten, es gäbe bis zur Pubertät keine oder nur sehr geringe geschlechtsspezifische Unterschiede in der Leistungsfähigkeit. Bös (2006), Klein et al. (2004) und May (2007) konnten hingegen zum Teil deutliche Differenzen zwischen Jungen und Mädchen feststellen. Und wenn es geschlechtsspezifische Differenzen gibt, ist unklar, ob und wenn ja, in welchem Maße diese mit angeborenen Faktoren zusammenhängen und/oder durch Training bzw. einer aktiven Lebensführung zu begründen sind.

Um es vorweg zu nehmen, in dieser Arbeit kann ebenfalls nicht geklärt werden, ob die herausgestellten Unterschiede zwischen Jungen und Mädchen allein durch das Geschlecht oder durch extragenetische Einflüsse wie Training zu begründen sind. Wenn davon ausgegangen wird, dass die Ursache für die Differenzen in der Ruheherzfrequenzhöhe und der motorischen Leistungsfähigkeit hauptsächlich in der sportlichen Aktivität liegt, erscheint es sinnvoll, die Gesamtstichprobe bei den folgenden Berechnungen nicht nach Jungen und Mädchen zu unterteilen. Sind die Unterschiede allerdings überwiegend durch das genetische Potential zu erklären, haben die männlichen Probanden von Grund auf eine andere Voraussetzung bei den Tests als die Mädchen. Unter dieser Voraussetzung sollte die Stichprobe bei Analysen zur Herzfrequenz bzw. Leistungsfähigkeit getrennt nach dem Geschlecht untersucht werden. Vor dem Hintergrund dieses Gedankens, werden die folgenden Berechnungen zunächst ohne geschlechtliche Differenzierung und anschließend nach Jungen und Mädchen getrennt durchgeführt.

Um die in Kapitel 5 formulierte Hypothese zu überprüfen, ob Schulkinder mit einer niedrigeren Herzfrequenz eine höhere motorische Leistungsfähigkeit aufweisen, wurde die gesamte Stichprobe hinsichtlich der Höhe der Ruheherzfrequenz in drei Gruppen unterteilt. Die folgenden Berechnungen gehen von der Annahme aus, dass die Höhe der Ruheherzfrequenz und die Leistungsfähigkeit im Schulkindalter größtenteils durch das Freizeitverhalten bzw. Training bestimmt sind. Jungen und Mädchen hätten demnach gleiche Ausgangsvoraussetzungen und es muss keine geschlechtsspezifische Differenzierung erfolgen.

Die durchschnittliche Herzfrequenz in Ruhe beträgt 62,83 S/min bei einer Standardabweichung von  $\pm 6,85$  S/min. Das erste Kollektiv setzt sich aus jenen Schülern zusammen, die einen nächtlichen Pulswert aufweisen, der mehr als eine Standardabweichung unterhalb des arithmetischen Mittels liegt. Unter den 14 Probanden dieser Gruppe befinden sich 11 Jungen und 3 Mädchen. Die zweite Einheit bildeten die Probanden mit einer Herzfrequenz, die weniger als eine Standardabweichung nach oben und unten um den Mittelwert streut. Sie setzt sich aus 73 Heranwachsenden zusammen, von

denen 38 männlichen und 35 weiblichen Geschlechts sind. Die dritte Gruppe rekrutiert sich aus den Jungen und Mädchen, deren Herzschlagrate mehr als eine Standardabweichung oberhalb von 62,83 S/min liegt. In diesem Kollektiv befinden sich 19 Probanden, darunter 3 Schüler und 16 Schülerinnen. Aus dieser Differenzierung ergibt sich eine Dreiteilung der Gesamtstichprobe (vgl. Tab.7).

Tab.7: Gruppierung der Stichprobe in Abhängigkeit der Höhe der Ruheherzfrequenz (eigene Darstellung)

Gruppe	1	2	3
Anzahl der Probanden	14	73	19
Anzahl der Jungen / Mädchen	11 / 3	38 / 35	3 / 16
Ruheherzfrequenz in S/min	≤ 55	56-69	≥ 70

Die Untersuchung hat gezeigt, dass die Probanden mit der niedrigsten Herzfrequenz (HF ≤ 55 S/min) mit durchschnittlich 1731m die besten Ergebnisse im 9min-Lauf erreichten. An zweiter Stelle rangierten die Teilnehmer mit der Ruheherzfrequenz im mittleren Bereich (HF 56 bis 69 S/min), die im Schnitt eine Weite von 1538m bewältigten. Das Schlusslicht bilden die Schüler und Schülerinnen mit der höchsten nächtlichen Pulsrate (HF ≥ 70 S/min); sie erreichten eine mittlere Strecke von 1469m. Die Unterschiede zwischen der ersten und der zweiten Gruppe erwiesen sich als signifikant ( $p < 0,05$ ) und gegenüber der dritten auf dem Niveau von  $p < 0,01$  höchst signifikant (vgl. Abb.9).

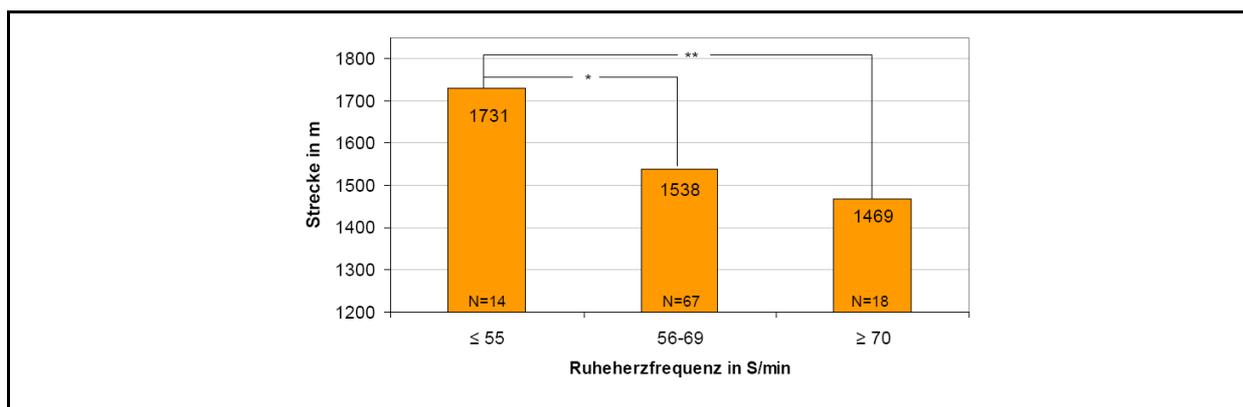


Abb.9: Ergebnisse des 9min-Laufes differenziert nach der Ruheherzfrequenzhöhe (eigene Darstellung)

Ein ähnliches Bild ergab sich bei der Berechnung der Ergebnisse des 50m-Laufes differenziert nach den Herzfrequenzhöhe. Erneut erreichten die Jungen und Mädchen des ersten Kollektivs mit 8,55s die besten Ergebnisse; gefolgt von den Probanden mit der Ruheherzfrequenz zwischen 56 und 69 S/min mit 9,09s und der dritten Gruppe, die eine

mittlere Zeit von 9,33s realisierten. Die Ergebnisse der ersten und dritten Gruppe unterscheiden sich bei diesem sportmotorischen Tests auf dem Niveau von  $p < 0,05$  signifikant voneinander (vgl. Abb.10).

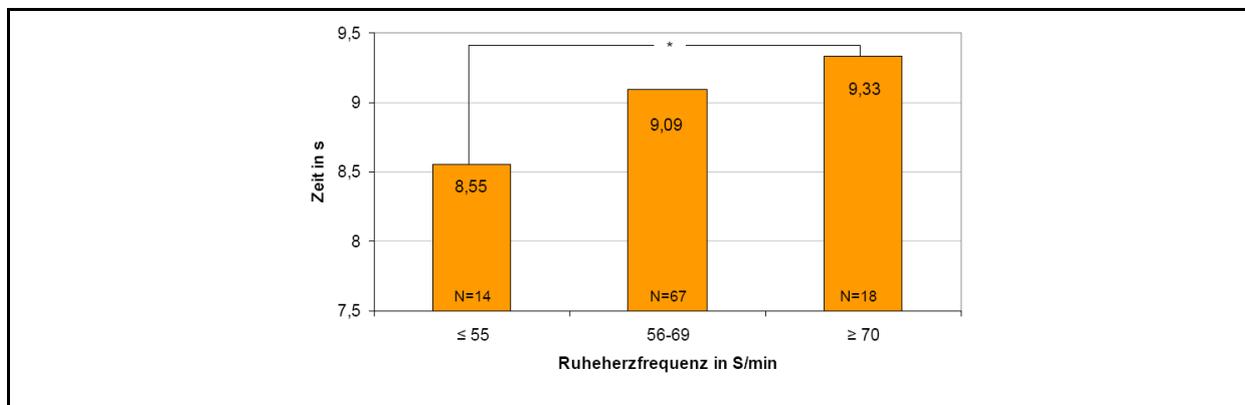


Abb.10: Ergebnisse des 50m-Laufes differenziert nach der Ruheherzfrequenzhöhe (eigene Darstellung)

Auch beim Dreierhopp erreichten die Kinder mit der höchsten Ruheherzfrequenz die schlechtesten Werte. Mit 7,91m stießen sie den 1kg schweren Medizinball im Durchschnitt 77cm kürzer ( $p < 0,05$ ) als die Probanden mit der mittleren und erzielten eine um 119cm geringere Weite ( $p < 0,01$ ) als die Heranwachsenden mit der niedrigsten Pulsfrequenz (vgl. Abb.11).

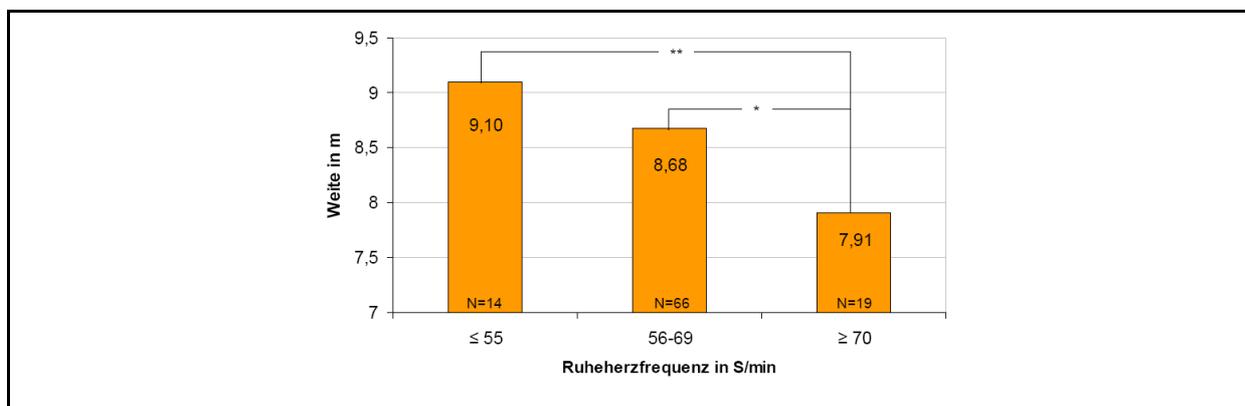


Abb.11: Ergebnisse des Dreierhops differenziert nach der Ruheherzfrequenzhöhe (eigene Darstellung)

Die Probanden mit der niedrigsten Ruheherzfrequenz stießen den Vollball im Durchschnitt annähernd einen Meter weiter als die Schüler und Schülerinnen des zweiten Kollektivs. Die Letztgenannten übertrafen wiederum die Heranwachsenden mit der höchsten nächtlichen Pulsschlagrate ebenfalls um knapp einen Meter. Zwischen der ersten und der dritten Gruppe stellten sich die Unterschiede auf dem Niveau von  $p < 0,05$  signifikant dar (vgl. Abb.12).

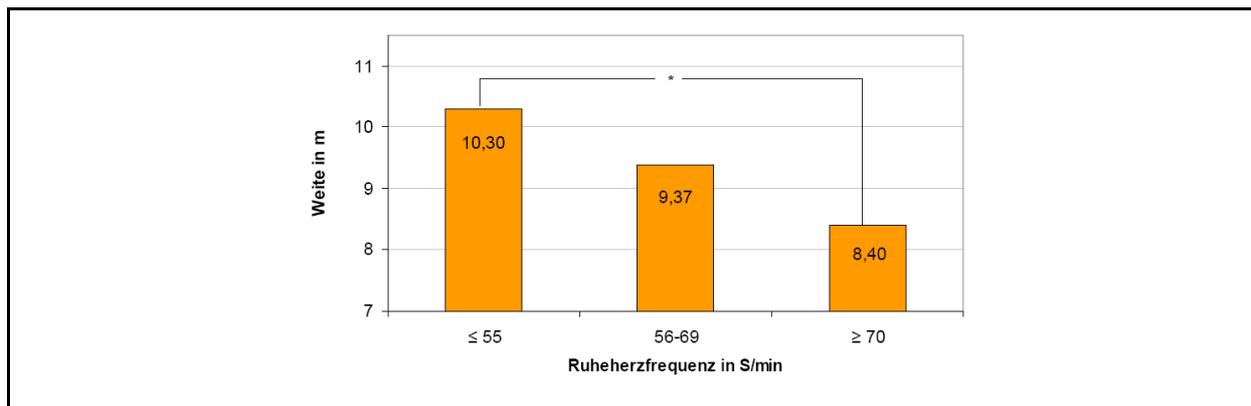


Abb.12: Ergebnisse des Vollballstoßes differenziert nach der Ruheherzfrequenzhöhe (eigene Darstellung)

Beim Sternlauf ergeben sich analoge Befunde zu den vorangegangenen Tests. Die Probanden mit einer maximalen Herzfrequenz in Ruhe von 55 S/min bewältigten den Parcours des Sternlaufes mit 18,27s signifikant schneller ( $p < 0,05$ ) als die Kinder mit einem nächtlichen Pulswert, der zwischen 56 und 69 S/min liegt und in einer höchst signifikant kürzeren Zeit ( $p < 0,01$ ) als die Mitschüler, die eine Ruheherzfrequenz von mindestens 70 S/min aufweisen. Mit 19,68s waren die Heranwachsenden der zweiten Gruppe schneller als die der dritten Gruppe, die im Durchschnitt 20,47s benötigten um die Strecke zu bewältigen (vgl. Abb.13).

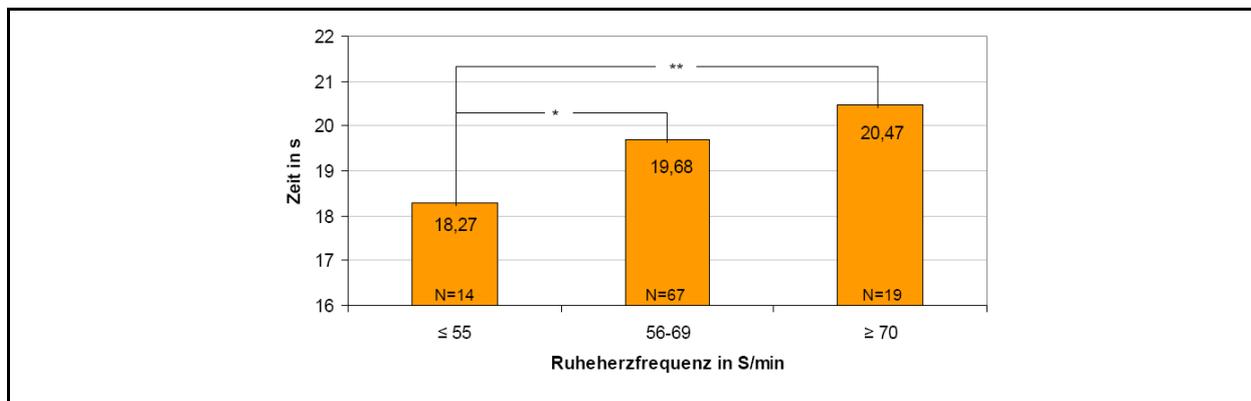


Abb.13: Ergebnisse des Sternlaufes differenziert nach der Ruheherzfrequenzhöhe (eigene Darstellung)

Lediglich beim Rumpfbeugen konnte die Tendenz nicht belegt werden, dass die Schüler mit der niedrigsten Ruheherzfrequenz den Schulkameraden mit der mittleren Pulsfrequenz überlegen sind und jene wiederum bessere Ergebnisse erzielten als die Altersgenossen mit der höchsten nächtlichen Herzschlagrate.

Bei diesem sportmotorischen Test, der die Fähigkeit der Beweglichkeit widerspiegelt, erwiesen sich die Probanden des ersten Kollektivs mit einem Wert von 102,29cm zwar am beweglichsten, sind aber dicht gefolgt von den Kindern aus der dritten Gruppe, die ihre Fingerspitzen bis auf 101,53cm ebenfalls unter Fußsohlenniveau schoben. In diesem Fall zeigten die Teilnehmer der zweiten Gruppe die schlechtesten Ergebnisse. Mit 98,61cm verfehlten sie im Durchschnitt die Höhe der Kastenkante knapp (vgl. Abb.14).

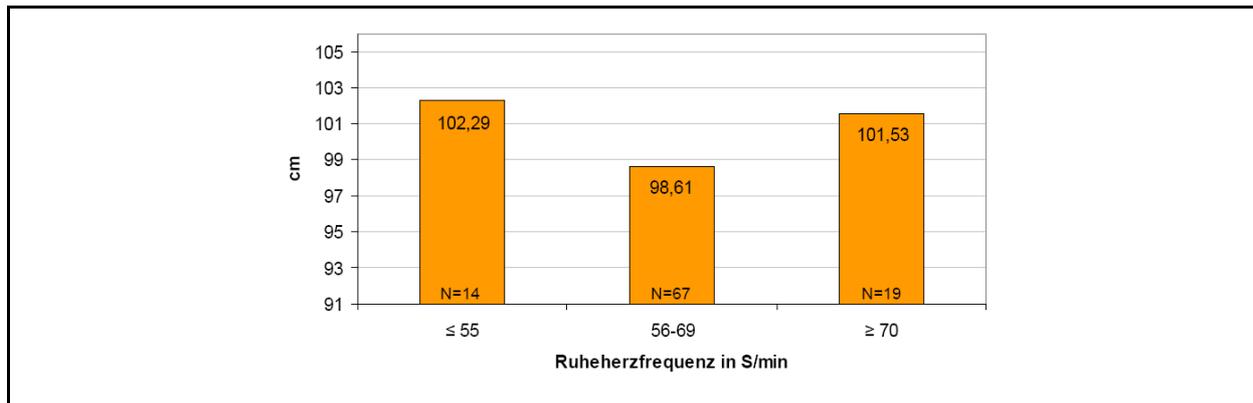


Abb.14: Ergebnisse des Rumpfbeugens differenziert nach der Ruheherzfrequenzhöhe (eigene Darstellung)

In der Gesamtpunktzahl, die aus den sechs Disziplinen berechnet wird, erreichten die Schüler der ersten Gruppe ein höchst signifikant ( $p < 0,01$ ) besseres Ergebnis als die Altersgenossen der zweiten und dritten Gruppe. Mit über 182 Punkten lagen sie annähernd 26 Punkte vor den Probanden mit der Ruheherzfrequenz im mittleren Bereich. Letztgenannte wiesen mit einer durchschnittlichen Gesamtpunktzahl von 156,6 einen Vorsprung von über 14 Punkten (n.s.) gegenüber den Kindern mit der höchsten Pulsfrequenz auf (vgl. Abb.15).

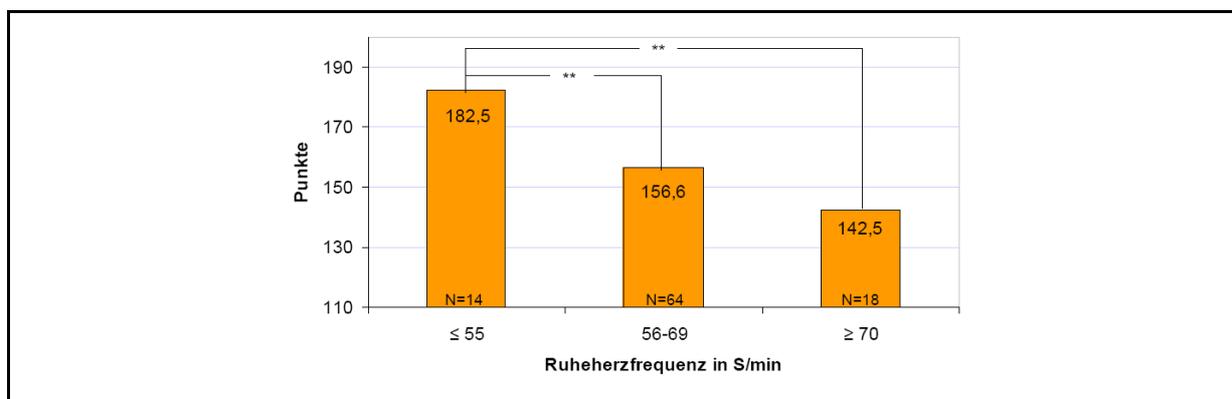


Abb.15: Gesamtpunktzahl differenziert nach der Ruheherzfrequenzhöhe (eigene Darstellung)

### Zwischenfazit

In fünf der sechs Tests hat sich in dieser Untersuchung gezeigt, dass die Kinder, die mit ihrer Ruheherzfrequenz mehr als eine Standardabweichung unterhalb des berechneten arithmetischen Mittels der Gesamtstichprobe liegen, die besten Ergebnisse erzielten. Die Kinder aus der Gruppe mit der höchsten Herzfrequenz zeigten, mit Ausnahme des Rumpfbeckens, in allen Disziplinen die schlechtesten Leistungen. Wie Tabelle 8 zu entnehmen ist, gibt es signifikante Korrelationen zwischen der Ruheherzfrequenz und den sportmotorischen Tests 50m-Lauf, Dreierhopp, Vollballstoß, Sternlauf, 9min-Lauf sowie der Gesamtpunktzahl. In den zeitabhängigen Disziplinen stellen sich die Zusammenhänge positiv dar. In den Tests, in denen es darum geht eine möglichst große Strecke zurück zu legen oder Weite zu erzielen, zeigen sich erwartungsgemäß negative Korrelationen. Insgesamt sind die Effekte des Zusammenhanges als mittel bis stark zu interpretieren (Bortz, 2004). Differenziert nach dem Geschlecht, bestehen bei den männlichen Probanden Beziehungen zwischen der Höhe der Ruheherzfrequenz und dem Dreierhopp, dem Sternlauf sowie der Gesamtpunktzahl. Bei den Mädchen zeigt sich lediglich eine signifikante Korrelation zwischen der Frequenz des nächtlichen Pulses und dem Dreierhopp.

Tab.8: Signifikante Korrelationen zwischen der Ruheherzfrequenz und den motorischen Tests (eigene Darstellung)

	50m-Lauf	3er-Hopp	Vollball	Rumpfb.	Sternlauf	9min	Punkte
<b>Gesamt</b>	,248*	-,371**	-,326**		,290**	-,297**	-,377**
<b>Jungen</b>		-,328*			,472**		-,369*
<b>Mädchen</b>		-,352*					

Die Jungen sind in den sportmotorischen Tests, das Rumpfbeckens ausgenommen, überlegen und weisen eine signifikant geringere ( $p < 0,01$ ) Herzfrequenz in Ruhe auf als ihre weiblichen Altersgenossen. Die Höhe der genetischen oder extragenetischen Einflussnahme ist, wie bereits angedeutet, umstritten. Die folgenden Berechnungen gehen von der Annahme aus, dass die Höhe der Ruheherzfrequenz und die Leistungsfähigkeit im Schulkindalter größtenteils durch das Geschlecht bestimmt sind. Daher soll im Folgenden das oben angewendete Verfahren differenziert nach dem Jungen und Mädchen erneut angewendet werden. Hierzu werden sowohl für die Schüler als auch für die Schülerinnen eigene Gruppen in Abhängigkeit der Höhe der Herzfrequenz berechnet. Die männlichen Probanden wiesen eine nächtliche Pulsfrequenz von  $59,81 \pm 6,03$  S/min, die weiblichen von  $65,74 \pm 6,37$  S/min auf. Das erste Kollektiv setzt sich aus den Kindern zusammen, deren Ruheherzfrequenz mehr als eine Standardabweichung unterhalb des geschlechtsspezifischen Mittelwerts liegt. Für die Jungen gilt demnach eine maximale Herzfrequenz von

53 S/min und für die Mädchen von 59 S/min. In die zweite Gruppe gliedern sich die Heranwachsenden ein, deren Ruheherzfrequenz in dem Bereich von dem nach dem Geschlecht differenzierten Mittelwert  $\pm$  eine Standardabweichung liegt. Für die männlichen Probanden ergibt sich ein Bereich von 54-65 S/min und für die Mädchen von 60-72 S/min. Das dritte Kollektiv wird aus jenen Schülern und Schülerinnen gebildet, deren Herzfrequenz mehr als eine Standardabweichung oberhalb des geschlechtsspezifischen Mittelwerts liegt (vgl.Tab.9).

Tab.9: Gruppierung der Stichprobe in Abhängigkeit der Höhe der Ruheherzfrequenz und des Geschlechts (eigene Darstellung)

Gruppe	Jungen			Mädchen		
	1	2	3	1	2	3
Anzahl der Probanden	8	33	11	10	36	8
Ruheherzfrequenz in S/min	$\leq 53$	54-65	$\geq 66$	$\leq 59$	60-72	$\geq 73$

Es muss kritisch angemerkt werden, dass die Anzahl der Probanden innerhalb der Gruppen infolge der Differenzierungen nach dem Geschlecht und der Ruheherzfrequenzhöhe sehr klein geworden sind.

Dennoch zeigt sich auch bei der Auswertung nach der geschlechtlichen Separierung, wie schon bei der Betrachtung der Gesamtstichprobe, dass sowohl bei den Jungen als auch bei den Mädchen, die Gruppe mit der niedrigsten Herzfrequenz die besten Ergebnisse im 9min-Lauf aufweisen. Mit 1763m bei den männlichen Teilnehmern und 1517m bei den weiblichen, liegen sie vor dem Kollektiv mit der mittleren Ruheherzfrequenz, in der die Jungen eine durchschnittliche Strecke von 1610m und die Mädchen von 1490m zurücklegten. Mit 1517m der Schüler und 1454m der Schülerinnen, erzielte die Gruppe, in der sich die Probanden mit der höchsten nächtlichen Pulsfrequenz befanden, die jeweils schlechtesten Ergebnisse. Bei den Jungen stellten sich die Unterschiede deutlicher als bei den Mädchen dar (vgl. Abb.16).

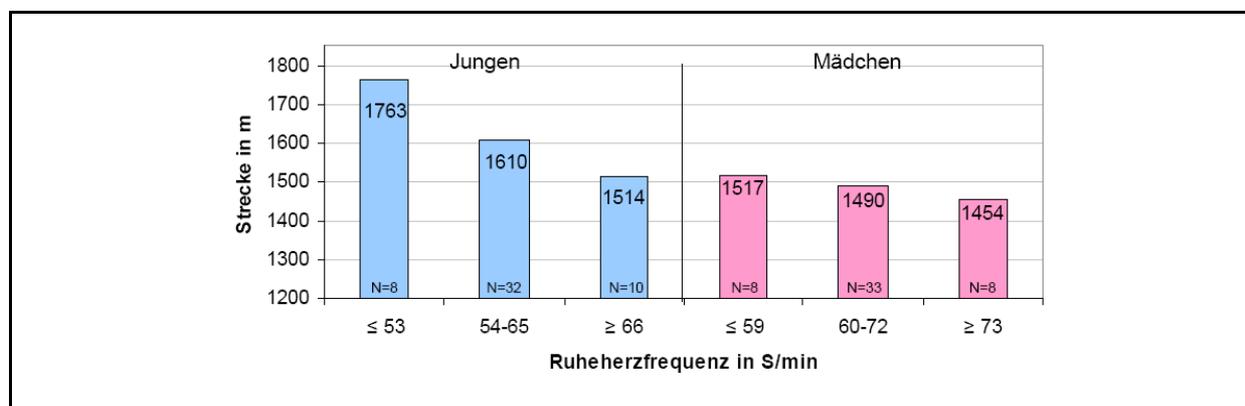


Abb.16: Ergebnisse des 9min-Laufes differenziert nach der Ruheherzfrequenzhöhe und dem Geschlecht (eigene Darstellung)

Beim 50m-Lauf waren die Schüler und Schülerinnen mit der niedrigsten Herzfrequenz am schnellsten. Die Jungen lagen mit 8,45s über eine halbe Sekunde unter der Zeit der zweiten Gruppe. Diese war mit 9,00s immer noch knapp vier Zehntel schneller als das Kollektiv mit der höchsten Pulsrate in Ruhe. Bei den weiblichen Probanden war das zweite Kollektiv mit 9,19s am langsamsten. Mit durchschnittlich 9,14s erreichten die Mädchen mit der höchsten Ruheherzfrequenz eine etwas bessere Zeit (vgl. Abb.17).

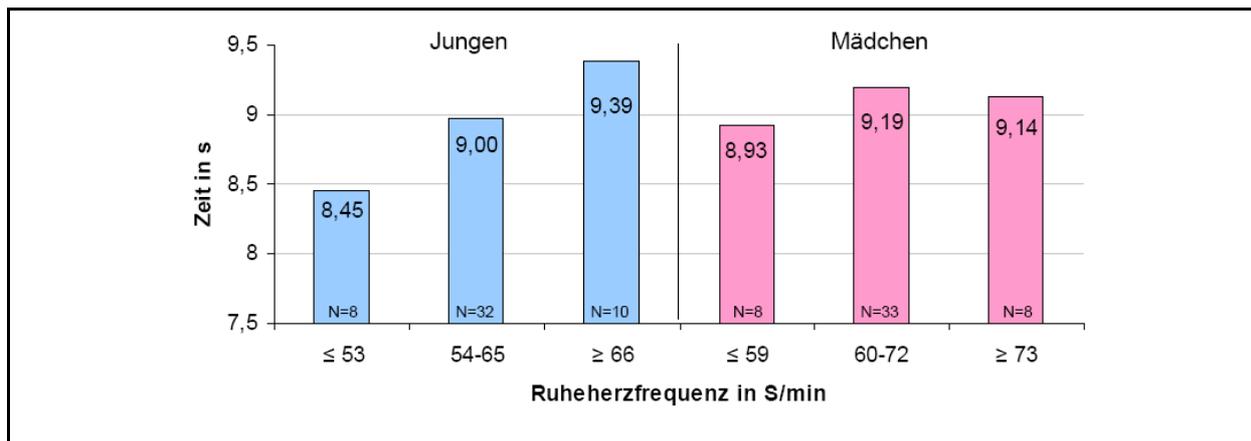


Abb.17: Ergebnisse des 50m-Laufes differenziert nach der Ruheherzfrequenzhöhe und dem Geschlecht (eigene Darstellung)

Auch beim Dreierhopp ergab sich der Trend, dass sowohl bei den Jungen als auch den Mädchen, die erste Gruppe besser Ergebnisse erzielte als die zweite und diese wiederum als die dritte. Im Durchschnitt übertrafen die männlichen Probanden mit der niedrigsten Ruheherzfrequenz mit 9,26m das zweite Kollektiv um 35cm und das dritte um 119cm. Bei den Schülerinnen stellte sich die Überlegenheit der ersten Gruppe ebenfalls dar. Im Mittel erreichten sie eine Weite von 8,76m und lagen somit um 28cm vor den Mädchen mit der mittleren Ruheherzfrequenz und über einen Meter vor dem dritten weiblichen Kollektiv (vgl. Abb.18).

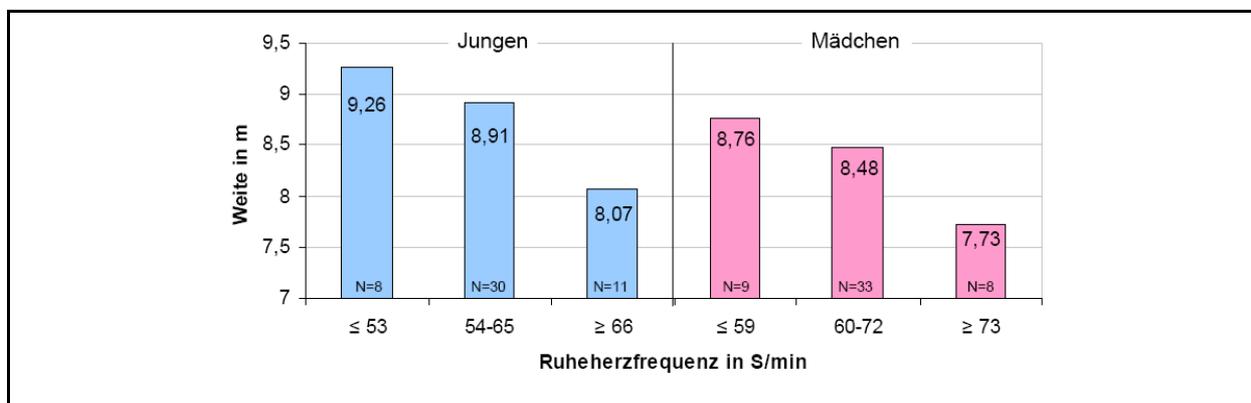


Abb.18: Ergebnisse des Dreierhops differenziert nach der Ruheherzfrequenzhöhe und dem Geschlecht (eigene Darstellung)

Bei dem motorischen Test zur Überprüfung der Schnellkraft der oberen Extremität, dem Vollballstoß, erlangten die Jungen der ersten Gruppe mit durchschnittlich 10,51m das beste Ergebnis; sie lagen aber nur marginal vor der zweiten Gruppe, die im Mittel eine Weite von 10,40m erreichte. Mit 9,51m lagen die Probanden mit der höchsten Ruheherzfrequenz bei den Schülern an letzter Stelle. Die Schülerinnen aller drei Gruppen erreichten im Durchschnitt jeweils knapp 8,50m und unterschieden sich daher nur marginal voneinander (vgl. Abb.19).

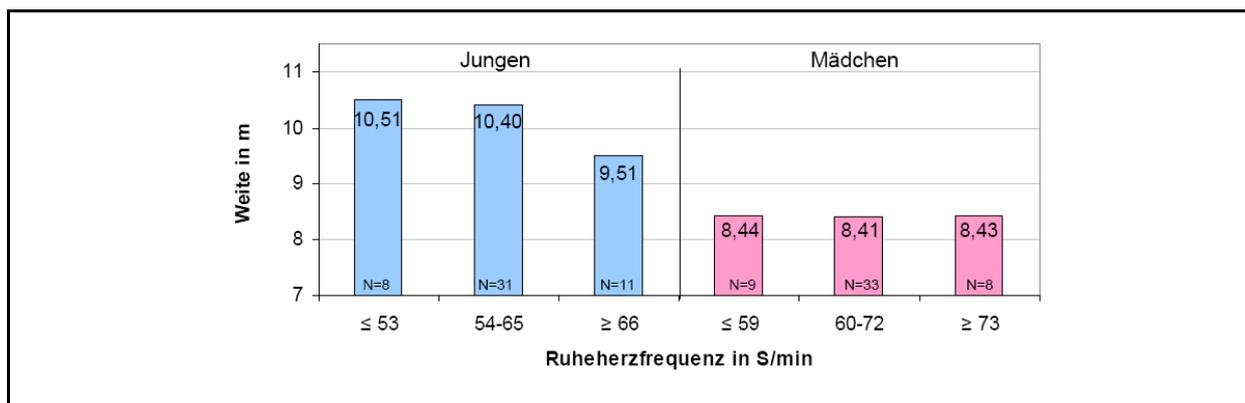


Abb.19: Ergebnisse des Vollballstoßes differenziert nach der Ruheherzfrequenzhöhe und dem Geschlecht (eigene Darstellung)

Beim Rumpfbeugen erwiesen sich bei den Jungen die Schüler mit der niedrigsten Ruheherzfrequenz am beweglichsten. Mit durchschnittlich 101,1cm schoben sie ihre Fingerspitzen im Schnitt 4,6cm weiter nach unten als die zweite Gruppe und 5,7cm tiefer als die dritte. Deutlich beweglicher hingegen waren die Mädchen. Bei ihnen zeigte sich ebenfalls die Tendenz, dass die weiblichen Teilnehmer mit der niedrigsten Ruheherzfrequenz am beweglichsten sind. Aus dem Hochstand schoben sie die Finger im Schnitt 4,6cm unterhalb des Fußsohlenniveaus. 3cm unter die Kastenkante kamen die Mädchen der zweiten Gruppe und die der dritten im Durchschnitt 1,4cm darunter (vgl. Abb.20).

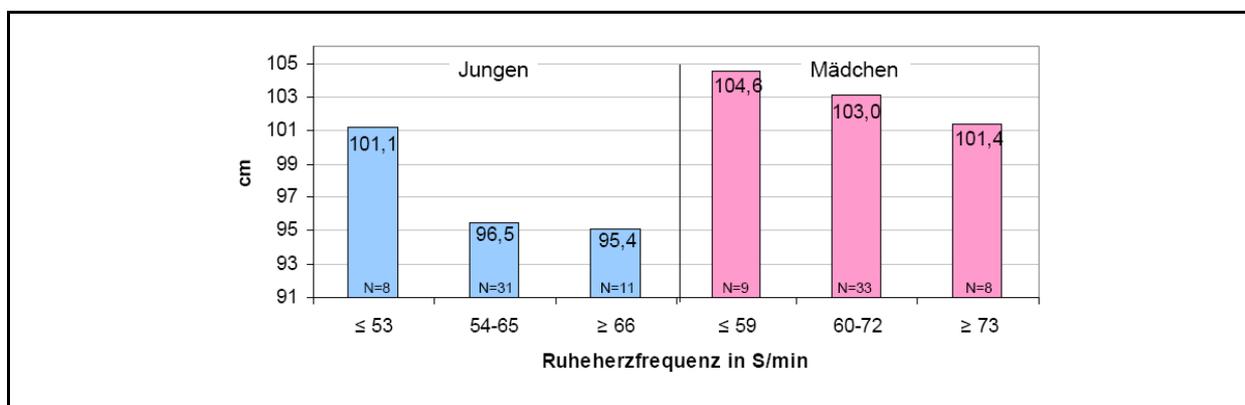


Abb.20: Ergebnisse des Rumpfbeugens differenziert nach der Ruheherzfrequenzhöhe und dem Geschlecht (eigene Darstellung)

Beim Sternlauf ergab sich bei der geschlechts- und herzfrequenzspezifischen Auswertung eine deutliche Hierarchisierung in der Leistungsfähigkeit bei den Jungen. Die Schüler mit der niedrigsten nächtlichen Pulsfrequenz waren mit 17,73s über eine Sekunde schneller als die der zweiten Gruppe. Letztgenannte brauchten wiederum 1,37s weniger um den Parcours zu bewältigen als die Probanden des dritten Kollektivs, die im Durchschnitt 20,28s benötigten. Der Unterschied zwischen der ersten und der dritten Gruppe erwies sich auf dem Niveau von  $p < 0,05$  als signifikant. Angesichts der vorangegangenen Tests stellte sich das Ergebnis beim Sternlauf der Mädchen als überraschend dar. Dies ist die einzige Disziplin, in der die Probanden mit der niedrigsten Ruheherzfrequenz das schlechteste Ergebnis erzielten. Mit durchschnittlich 21,35s brauchten sie im Mittel 1,38s länger als die Schülerinnen der zweiten Gruppe, die in dieser Disziplin bei den Mädchen das beste Ergebnis erzielte. Knapp zwei Zehntel länger benötigten die weiblichen Probanden des dritten Kollektivs für den Sternlauf (vgl. Abb.21).

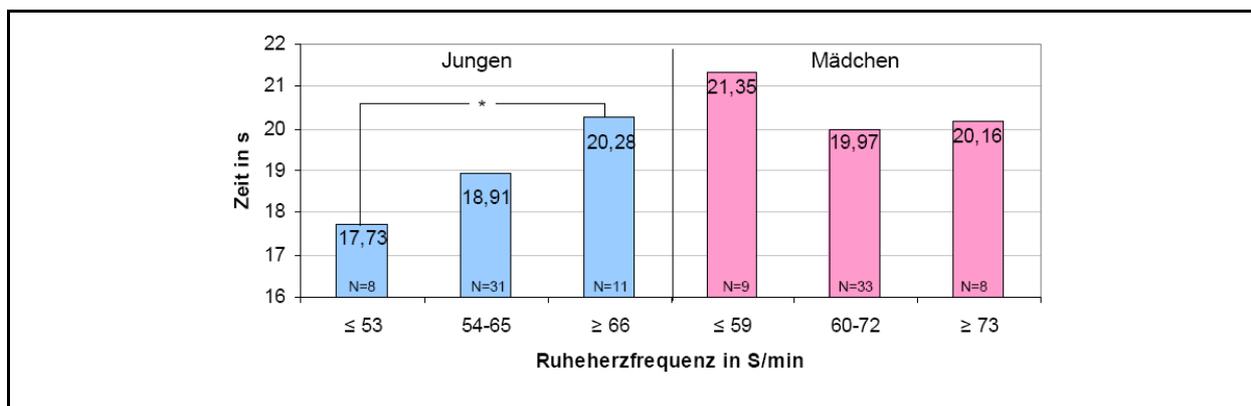


Abb.21: Ergebnisse des Sternlaufes differenziert nach der Ruheherzfrequenzhöhe und dem Geschlecht (eigene Darstellung)

Bei der Betrachtung der erreichten Gesamtpunktzahl, die sich aus allen sportmotorischen Tests berechnet, ergibt sich sowohl bei den Jungen als auch bei den Mädchen das Bild, dass die Gruppen mit der niedrigsten Herzfrequenz in Ruhe die jeweils besten Ergebnisse erzielen und jene, mit der höchsten nächtlichen Pulsschlagrate, die jeweils schlechtesten. Bei den männlichen Probanden erzielte die erste Gruppe mit 187,1 Punkten die höchste Gesamtpunktzahl mit einem Vorsprung von 21 Punkten vor dem zweiten und knapp 43 Punkten vor dem dritten Kollektiv. Der Unterschied zwischen der ersten und dritten Gruppe ist auf dem Niveau von  $p < 0,05$  statistisch signifikant. Bei den weiblichen Probanden stellt sich das Ergebnis analog, aber weniger deutlich, dar. Die Mädchen mit der niedrigsten Ruheherzfrequenz erreichten im Durchschnitt lediglich 5,5 Punkte mehr als die weiblichen Probanden der zweiten Gruppe und hatten 15,5 Punkte Vorsprung gegenüber dem Kollektiv mit der höchsten nächtlichen Pulsfrequenz (vgl. Abb.22).

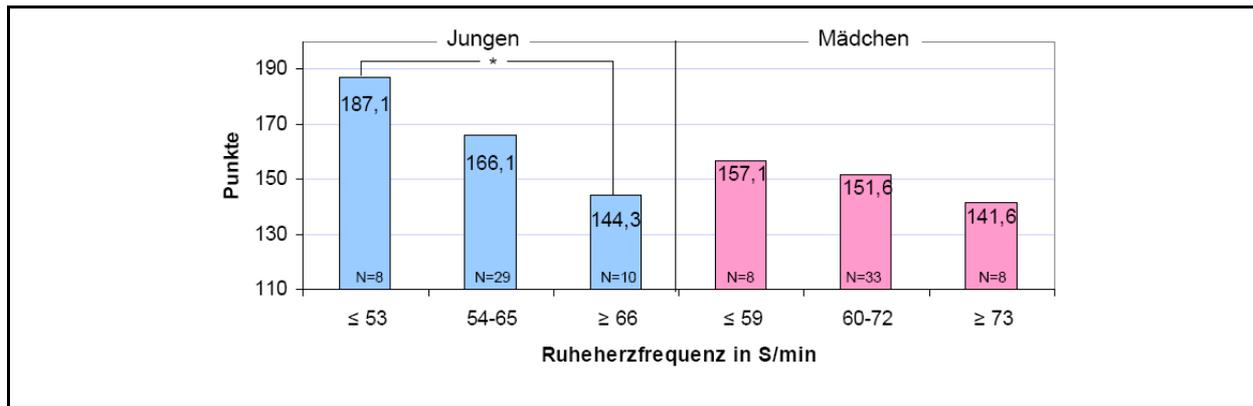


Abb.22: Erreichte Gesamtpunktzahl differenziert nach der Ruheherzfrequenzhöhe und dem Geschlecht (eigene Darstellung)

### Zwischenfazit

Bilanzierend kann festgehalten werden, dass auch nach geschlechtsspezifischer Differenzierung, bei den Jungen in allen Tests und bei den Mädchen in drei der sechs sportpraktischen Prüfungen, die Tendenz erkennbar war, dass die Gruppen mit niedrigeren Herzfrequenzen bessere Ergebnisse erzielten als die Kollektive mit höheren Pulsschlagraten. Bei den weiblichen Probanden folgten die Befunde des 50m-Laufes, des Vollballstoßes und des Sternlaufes nicht dem erwarteten Trend. Dies ist möglicherweise der kleinen Stichprobengröße geschuldet. Insgesamt stellten sich die Differenzen zwischen den Gruppen bei den Jungen deutlicher dar.

## **6.6. Befunde zur Abhängigkeit der Ruheherzfrequenz und der motorischen Leistungsfähigkeit vom sportlichen Freizeitverhalten**

In diesem Kapitel soll durch mathematisch-statistische Verfahren versucht werden, die Einflussnahme des Freizeitverhaltens auf die Ruheherzfrequenz sowie die Leistungsfähigkeit zu objektivieren. Es findet eine differenzierte Betrachtung der Abhängigkeit des gesamten Umfangs an sportlichem Engagement und der Sportvereinszugehörigkeit statt.

### *Befunde zur Abhängigkeit der Ruheherzfrequenz und der motorischen Leistungsfähigkeit vom Umfang des sportlichen Freizeitverhaltens*

Das wöchentliche Engagement für Sport in der Freizeit liegt bei der gesamten Untersuchungsgruppe im Schnitt bei 817min. Dieser Wert gilt bei folgenden Berechnungen zur Mittelwertsgleichheit als Trennwert. Aus der Zerteilung der gesamten Untersuchungsstichprobe ergeben sich zwei Untergruppen. Die erste setzt sich aus 42 Probanden (21 Jungen und 21 Mädchen), die zweite aus 52 Teilnehmern (26 Jungen, 26 Mädchen) zusammen. Die beiden Stichproben setzen sich demnach jeweils aus exakt 50% männlichen und 50% weiblichen Heranwachsenden zusammen. Die Probanden, die sich mehr als 817min pro Woche aktiv bewegen, weisen eine mittlere Ruheherzfrequenz von 61,71 S/min auf. Die inaktiveren Studienteilnehmer, deren zeitlicher Aufwand für sportliche Aktivitäten unterhalb des Mittelwertes liegt, zeigten mit 63,35 S/min eine etwas höhere nächtliche Pulsschlagrate. Dieser Unterschied ist statistisch nicht signifikant. Zwischen der Höhe der Ruheherzfrequenz und dem Umfang der sportlichen Freizeitaktivitäten, konnte eine auf dem Niveau von  $p < 0,05$  zweiseitig signifikante Korrelation von  $-0,26$  festgestellt werden. Wie in den Untersuchungen von Bös et al. (2001), Emrich et al. (2004), KIGGS (2006), Klaes et al. (2003) und Moses et al. (2007) konnte bei den Jungen eine höhere Aktivität als bei den Mädchen nachgewiesen werden. Die männlichen Studienteilnehmer bewegten sich im Schnitt 866min/Woche; die weiblichen bewegten sind dagegen nach eigenen Angaben mit wöchentlich 768min über anderthalb Stunden weniger pro Woche (n.s.).

Die Schüler und Schülerinnen, die einen höheren Umfang an sportlichen Aktivitäten angaben, wiesen in allen sportmotorischen Tests bessere Ergebnisse auf. Beim 50m-Lauf stellte sich der Unterschied, mit knapp anderthalb Zehnteln Differenz, marginal dar. Beim Dreierhopp und beim Vollballstoß übertrafen die aktiveren Schüler ihre inaktiveren Mitspieler um jeweils etwa einen halben Meter. Beim Rumpfbeugen erwiesen die Probanden mit einem sportlichen Wochenumfang von über 817min eine höhere Beweglichkeit. Sie streckten ihre Fingerspitzen über 3cm weiter nach unten als ihre Mitspieler, die ein geringeres sportliches

Engagement aufweisen. Mit durchschnittlich mehr als einer Sekunde Rückstand im Sternlauf mussten sich die Inaktiveren den Aktiven geschlagen geben. Beim 9min-Lauf kamen beide Untersuchungsgruppen mit durchschnittlich erreichten 1553m bzw. 1544m zu vergleichbaren Ergebnissen. Im Schnitt erreichten die Schüler und Schülerinnen mit dem höheren sportlichen Engagement ca. 16 Punkte mehr als ihre weniger engagierten Altersgenossen (vgl.Tab.10). Dieser Unterschied ist auf dem Niveau von  $p < 0,05$  ebenso signifikant wie die Ergebnisse des Dreierhops. Im Sternlauf stellten sich die Differenzen sogar als höchst signifikant heraus ( $p < 0,01$ ).

*Tab.10: Ergebnisse der motorischen Tests und der Gesamtpunktzahl differenziert nach dem Umfang des sportlichen Freizeitverhaltens (eigene Darstellung)*

	<b>Aktivität/Woche</b>	<b>N</b>	<b>x</b>	<b>Differenz</b>	<b>SD</b>
<b>50m in s</b>	> 817min	41	9,00	0,14	0,74
	< 817min	49	9,14		0,96
<b>Dreierhopp in m</b>	> 817min	41	8,88	0,50*	0,95
	< 817min	48	8,38		1,24
<b>Vollballstoß in m</b>	> 817min	41	9,55	0,41	1,95
	< 817min	49	9,14		1,92
<b>Rumpfbeugen in cm</b>	> 817min	41	101,29	3,09	7,94
	< 817min	49	98,20		7,68
<b>Sternlauf in s</b>	> 817min	41	18,95	1,16**	1,64
	< 817min	49	20,11		2,16
<b>9min-Lauf in m</b>	> 817min	41	1553	9	191
	< 817min	49	1544		263
<b>Gesamtpunktzahl</b>	> 817min	41	166,41	16,84*	24,58
	< 817min	46	149,57		34,69

*Befunde zur Abhängigkeit der Ruheherzfrequenz und der motorischen Leistungsfähigkeit von der Sportvereinszugehörigkeit*

Die Differenzierung der gesamten Stichprobe hinsichtlich der Vereinszugehörigkeit führt zu einer Gruppe mit 67 Probanden (40 Jungen, 27 Mädchen), die Sport im formellen Kontext treiben und einem Kollektiv mit 37 Teilnehmern (11 Jungen, 26 Mädchen), die sich der institutionalisierten körperlichen Aktivität entziehen. Bei der Betrachtung der Gesamtstichprobe differenziert nach der Sportvereinszugehörigkeit, ergibt sich für die Ruheherzfrequenz ein höchst signifikanter Unterschied ( $p < 0,01$ ) von ca. 4 S/min zwischen den Gruppen. Die Vereinsmitglieder weisen mit durchschnittlich 61,31 S/min im Mittel niedrigere Herzfrequenzen in Ruhe auf als die gleichaltrigen Nichtvereinsmitglieder mit 65,16 S/min. Zwischen der Ruheherzfrequenzhöhe und der Sportvereinszugehörigkeit konnte eine

Korrelation von  $\eta^2 = 0,26$  aufgezeigt werden. Im vorliegenden Fall bedeutet dies, dass die Varianz der Ruheherzschlagfrequenz zu 26% von der Vereinsmitgliedschaft abhängt.

In den sportmotorischen Tests können ebenfalls deutliche Unterschiede zwischen den beiden Untersuchungsgruppen festgemacht werden. In allen Disziplinen, das Rumpfbeugen ausgenommen, schneiden die Probanden besser ab, die Sport im formellen Kontext treiben. Beim 50m-Lauf sind die Sportvereinsmitglieder etwa eine halbe Sekunde schneller als die Nichtmitglieder ( $p < 0,01$ ). In der Schnellkraftdisziplin für die untere Extremität, dem Dreierhopp, betrug die Differenz ca. 50 Zentimeter ( $p < 0,05$ ); in der für die obere Körperhälfte, dem Vollballstoß, sogar mehr als einen Meter ( $p < 0,01$ ). In beiden Tests konnten die Heranwachsenden aus dem formell organisierten Sport eine höhere motorische Leistungsfähigkeit unter Beweis stellen. Lediglich beim Rumpfbeugen erreichten die Nicht-Vereinsmitglieder im Schnitt ein besseres Ergebnis (n.s.). Sie schoben ihre Fingerspitzen im Mittel etwas mehr als einen Zentimeter weiter in Richtung Boden. Über eine Sekunde schneller beendeten die Sportvereinsmitglieder den Parcours des Sternlaufes ( $p < 0,01$ ). Beim  $\frac{3}{4}$ -Coopertest erreichten die Schüler und Schülerinnen, die nicht im formellen Kontext sportlich aktiv sind, eine mittlere Weite von 1431m. Die Jungen und Mädchen, die sich mindestens einmal pro Woche zum institutionalisierten Sport zusammenfinden, erreichten mit 1620m ein höchst signifikant besseres Ergebnis ( $p < 0,01$ ). Das bessere Abschneiden in fünf der sechs sportmotorischen Tests spiegelt sich in der Gesamtpunktzahl wider. Die Sportvereinsmitglieder erreichen im Durchschnitt mit ca. 165 Punkten etwa 20 Zähler mehr ( $p < 0,01$ ) als die Nicht-Vereinsmitglieder (vgl. Tab.11).

Tab.11: Ergebnisse der motorischen Tests und der Gesamtpunktzahl differenziert nach der Sportvereinszugehörigkeit (eigene Darstellung)

	Sportvereinsmitglied	N	x	Differenz	SD
<b>50m in s</b>	Ja	63	8,87	0,51**	0,73
	nein	35	9,38		0,91
<b>Dreierhopp in m</b>	ja	62	8,80	0,51*	1,08
	nein	36	8,29		1,09
<b>Vollballstoß in m</b>	ja	63	9,78	1,49**	1,96
	nein	36	8,55		1,58
<b>Rumpfbeugen in cm</b>	ja	63	99,19	1,31	7,91
	nein	36	100,50		8,31
<b>Sternlauf in s</b>	ja	63	19,18	1,14**	2,06
	nein	36	20,32		1,78
<b>9min-Lauf in m</b>	ja	63	1620	189**	214
	nein	35	1431		223
<b>Gesamtpunktzahl</b>	ja	60	165,73	20,42**	28,28
	nein	35	145,31		30,12

Wird die Ungleichverteilung von Jungen und Mädchen innerhalb der Gruppen durch eine geschlechtsspezifische Separation berücksichtigt, ergibt sich dennoch eine analoge Tendenz. Sowohl die männlichen als auch die weiblichen Probanden, die sich im institutionalisierten Sport engagieren, sind jenen, die dies nicht tun, in den Sporttests überlegen. Die Sportvereinsmitglieder beider Geschlechtergruppen erreichen in allen sportmotorischen Disziplinen ausnahmslos bessere Ergebnisse.

Bei den männlichen Studienteilnehmern erwiesen sich die Differenzen deutlicher als bei den Mädchen. Den sportmotorischen Test zur Feststellung der Schnelligkeit, den 50m-Sprint, beendeten die männlichen Vereinssportler knapp eine Sekunde schneller ( $p < 0,01$ ) als ihre vereinsabstinenten Altersgenossen. Im Dreierhopp zeigten sie erneut ihre sportliche Überlegenheit und übertrafen ihre Mitschüler, die nicht im formellen Kontext sportlich aktiv sind, um durchschnittlich 79cm (n.s.). Mit 10,60m zeigten die jugendlichen Vereinsmitglieder eine höhere Leistungsfähigkeit im Vollballstoß ( $p < 0,01$ ) als die Jungen, die sich dem institutionalisierten Sport entziehen. Sie erreichten im Mittel lediglich eine Weite von 8,86m. Beim Rumpfbeugen erwiesen die männlichen Vereinssportler eine marginal bessere Beugefähigkeit im Hüftgelenk und schoben ihre Fingerspitzen etwas über einen halben Zentimeter weiter fußwärts (n.s.). Im Sternlauf stellten sich die Unterschiede wieder deutlicher dar. In dieser Disziplin wurden die Vereinsabstinenten, die eine mittlere Zeit von 20,16s erreichten, um knapp anderthalb Sekunden abgehängt ( $p < 0,05$ ). Auch im 9min-Lauf mussten sie sich den Vereinssportlern geschlagen geben. Mit durchschnittlich 1656m, erreichten die Jungen, die regelmäßig im formellen Kontext Sport treiben, eine über 200m bessere Weite als die Nicht-Vereinsmitglieder ( $p < 0,05$ ). In der Gesamtpunktzahl erreichten die Jungen, die Mitglied in einem Sportverein sind, einen durchschnittlichen Wert von über 170 Punkten. Mit diesem Ergebnis unterscheiden sie sich signifikant ( $p < 0,05$ ) von den männlichen Probanden, die sich nicht im formellen Kontext sportlich engagieren. Sie gelangten lediglich auf einen mittleren Wert von knapp 146 Zählern (vgl. Tab.12).

Wie bereits angedeutet, sind die weiblichen Vereinssportler, wenn auch weniger eindeutig als bei den Jungen, den Mädchen überlegen, die sich einer Mitgliedschaft entziehen. Die Letztgenannten erreichten im 50m-Lauf eine mittlere Zeit von 9,25s und waren somit etwa eine viertel Sekunde langsamer als die gleichaltrigen Vereinssportlerinnen (n.s.). Im Dreierhopp mussten sie sich um durchschnittlich 21cm geschlagen geben (n.s.). Beim Vollballstoß erreichten beide Untergruppen mit knapp achteinhalb Metern nahezu gleiche Leistungen. Beim Rumpfbeugen zeigten die Vereinssportlerinnen eine etwas höhere Beweglichkeit. Sie schoben ihre Fingerspitzen über einen Zentimeter weiter in Richtung Boden (n.s.). Die Mädchen, die sich dem institutionalisierten Sportengagement entziehen,

beendeten den Sternlauf mit 20,39s im Durchschnitt um mehr als vier Zehntel nach den weiblichen Vereinsaktiven (n.s.). Letztgenannten zeigten anhand des 9min-Laufes, dass sie, im Vergleich zu den Sportvereinsabstinenten, über eine höhere aerobe Ausdauerfähigkeit verfügen. Die Mädchen, die sich im formellen Kontext sportlich aktiv sind, erreichten eine mittlere Weite von 1558m. Damit liefen sie im Durchschnitt in den neun Minuten 134m weiter ( $p < 0,05$ ) als die weiblichen Teilnehmer, die nicht am vereinsorganisierten Sport partizipieren. In der, aus den sechs sportmotorischen Tests berechneten, Gesamtpunktzahl, übertreffen die weiblichen Vereinssportler mit über 158 Punkten ihre gleichgeschlechtlichen Altersgenossen, die sich dem institutionalisierten Sport entziehen, um mehr als 13 Zähler (n.s.) (vgl. Tab.13).

Das Ergebnis, dass Heranwachsende aus formellen Sportorganisationen fitter sind als Vereinsabstingente, bestätigt die Befunde von Bös, Opper & Woll (2002), Sygusch (2000), Tietjens (2001) und Ulmer (2002), die zu analogen Befunden gelangten.

Hinsichtlich der Ruheherzfrequenz ergeben sich bei den Jungen deutliche Differenzen zwischen den Probandenkollektiven, die Sport im formellen Kontext treiben und jenen, die lediglich informell körperlich aktiv sind. Mit durchschnittlich 58,60 S/min weisen die Mitglieder des organisierten Sports eine mehr als 5 S/min niedrigere nächtliche Pulsschlagrate auf als die vereinsabstinenten Jungen ( $p < 0,01$ ). Bei den Mädchen konnten nach der Differenzierung hinsichtlich der Sportvereinsmitgliedschaft keine Mittelwertsunterschiede zwischen den Gruppen ausgemacht werden. Beide weiblichen Kollektive weisen eine Ruheherzschlagrate von etwa über 65 S/min auf (n.s.).

### *Zwischenfazit*

Die Berechnungen zur Ruheherzfrequenz und der motorischen Leistungsfähigkeit ergaben in Abhängigkeit vom gesamten Umfang sportlicher Aktivitäten, dass die aktiveren Schüler und Schülerinnen sowohl niedrigere Herzfrequenzen in Ruhe, als auch eine höhere motorische Leistungsfähigkeit aufweisen. Zwischen den beiden letztgenannten Faktoren ergaben sich deutliche Unterschiede zwischen den Gruppen bei der Differenzierung nach der Sportvereinszugehörigkeit. In allen Disziplinen erreichten die vereinsaktiven Heranwachsenden signifikant bessere Ergebnisse als ihre vereinsabstinenten Altersgenossen. Die einzige Ausnahme stellt die Disziplin Rumpfbeugen dar, in der die Nicht-Vereinsmitglieder im Durchschnitt eine bessere Leistung zeigten. Die Vereinssportler wiesen im Mittel eine ausgeprägt niedrigere ( $p < 0,01$ ) Ruheherzschlagfrequenz auf. Auch nach der geschlechtsspezifischen Separation wiesen sowohl die weiblichen, als auch die männlichen Sportvereinsmitglieder eine höhere Leistungsfähigkeit auf. Statistisch

signifikante Unterschiede zwischen den Gruppen ergaben sich bei den Jungen in den Disziplinen 50m-Lauf ( $p < 0,01$ ), Vollballstoß ( $p < 0,01$ ), Sternlauf ( $p < 0,05$ ), 9min-Lauf ( $p < 0,05$ ) und bei der Gesamtpunktzahl ( $p < 0,05$ ); bei den Mädchen erwies sich lediglich das Ergebnis des  $\frac{3}{4}$ -Cooper-Testes als statistisch verschieden ( $p < 0,05$ ) zwischen den Vereinsportlern und den Nicht-Vereinsaktiven. Die männlichen Probanden, die im formellen Kontext sportlich engagieren, weisen eine deutlich niedrigere ( $p < 0,01$ ) Ruheherzfrequenz gegenüber ihren vereinsabstinenten Altersgenossen auf. Bei den weiblichen Jugendlichen konnte dieser Unterschied nicht herausgestellt werden.

Tab.12: Ergebnisse der motorischen Tests und der Gesamtpunktzahl der Jungen differenziert nach der Sportvereinszugehörigkeit

	Sportvereinsmitglied	N	x	Differenz	SD
50m in s	Ja	40	8,80	0,91**	0,80
	nein	10	9,71		0,95
Dreierhopp in m	ja	38	8,96	0,79	1,20
	nein	11	8,17		1,05
Vollballstoß in m	ja	39	10,60	1,74**	1,84
	nein	11	8,86		1,80
Rumpfbeugen in cm	ja	39	96,44	0,53	7,22
	nein	11	95,91		8,12
Sternlauf in s	ja	39	18,70	1,46*	1,93
	nein	11	20,16		1,50
9min-Lauf in m	ja	40	1656	206*	223
	nein	10	1450		244
Gesamtpunktzahl	ja	37	170,22	24,32*	32,76
	nein	10	145,90		29,04

Tab.13: Ergebnisse der motorischen Tests und der Gesamtpunktzahl der Mädchen differenziert nach der Sportvereinszugehörigkeit

	Sportvereinsmitglied	N	x	Differenz	SD
50m in s	Ja	23	8,99	0,26	0,60
	nein	25	9,25		0,88
Dreierhopp in m	ja	24	8,55	0,21	0,823
	nein	25	8,34		1,13
Vollballstoß in m	ja	24	8,44	0,02	1,34
	nein	25	8,42		1,49
Rumpfbeugen in cm	ja	24	103,67	1,15	7,00
	nein	25	102,52		7,71
Sternlauf in s	ja	24	19,97	0,42	2,06
	nein	25	20,39		1,92
9min-Lauf in m	ja	23	1558	134*	186
	nein	25	1424		219
Gesamtpunktzahl	ja	23	158,52	13,44	17,33
	nein	25	145,08		31,12

## 6.7. Interpretation und Diskussion der Ergebnisse

An dieser Stelle sollen die Ergebnisse der vorliegenden Studie zusammengefasst und somit die Fragestellung, ob sich bereits im Schulkindalter Zusammenhänge zwischen kardialer Funktion und sportlicher Leistungsfähigkeit nachweisen lassen, beantwortet werden. Darüber hinaus soll die Einflussnahme körperlicher Aktivität in diese Diskussion eingliedert werden.

Aufgrund fehlender Referenzwerte zu den erhobenen Ruheherzschlagfrequenzen der 9- bis 12jährigen, wurden diesbezügliche Unterteilungen der Stichprobe anhand erhobener Messwerte mittels Standardabweichungen vorgenommen. Weder in dieser Arbeit konnte es eindeutig und abschließend geklärt werden, noch ist es in der derzeit vorliegenden Literatur beschrieben, in welchem Maße die Höhe der Ruheherzfrequenz, sowie die motorische Leistungsfähigkeit bei Schulkindern von genetischen oder extragenetischen Einflüssen abhängt. Zwischen der nächtlichen Pulsschlagrate und dem Geschlecht konnte eine Korrelation von  $\eta^2 = 0,36$  festgestellt werden. Der Zusammenhang des erstgenannten Faktors und der Sportvereinszugehörigkeit liegt bei  $\eta^2 = 0,26$ . Anhand dieser statistischen Ergebnisse scheinen sowohl das Geschlecht als genetischer Faktor, wie auch das Training im Sportverein als extragenetische Komponente, Einfluss auf die Höhe der Ruheherzfrequenz zu haben.

Bei den Berechnungen der motorischen Leistungsfähigkeit, differenziert nach der Höhe der Ruheherzfrequenz ohne geschlechtsspezifische Trennung, zeigt sich in fünf der sechs Tests, dass die Heranwachsenden mit der niedrigsten Herzfrequenz jeweils im Mittel die besten und die Probanden mit der höchsten Pulsschlagrate, die schlechtesten Ergebnisse aufwiesen. Auch nachdem die Stichprobe für die geschlechtsspezifische Analyse nach Jungen und Mädchen separiert wurde, konnte dieser Trend ebenfalls beobachtet werden. Die Jungen des Kollektivs mit der niedrigsten Herzfrequenz erreichten in allen sportmotorischen Tests bessere Ergebnisse als die Probanden aus der Gruppe mit der Pulsschlagrate im mittleren Bereich und jene zeigten wiederum eine höhere sportliche Leistungsfähigkeit als die Heranwachsenden mit der höchsten Ruheherzschlagfrequenz. Bei den Mädchen konnte diese Tendenz lediglich bei den Disziplinen 9min-Lauf, Dreierhopp, Rumpfbeugen sowie bei der Gesamtpunktzahl aufgezeigt werden. Die Differenzen zwischen den einzelnen Gruppen stellten sich geringer dar als bei den Berechnungen ohne geschlechtsspezifische Differenzierung. Wie bereits kritisch angemerkt, wurde die Stichprobengröße durch die Differenzierungen erheblich dezimiert, sodass zum Teil lediglich sechs Schülerinnen in einer Untergruppe vorzufinden waren. Genauere Erkenntnisse und

statistisch zuverlässigere Aussagen würden durch eine größere Probandenzahl gewährleistet werden.

Es wurde hypothetisch angenommen, dass sich bei Schulkindern Unterschiede in den motorischen Fähigkeiten Ausdauer, Schnelligkeit, Kraft und Koordination in Abhängigkeit der Ruheherzschlagfrequenz ausmachen lassen. Diese Hypothese kann zum großen Teil bestätigt werden. Die Betrachtung der Untersuchungsergebnisse der vorliegenden Studie führt zu der Erkenntnis, dass der Rückschluss von motorischen Tests auf den kardialen Funktionszustand, im Sinne einer niedrigen Ruheherzfrequenz, bei Schulkindern teilweise möglich ist. Im Einzelfall kann dies allerdings äußerst fehlerbehaftet sein. Unter der Annahme, dass sich in der Altersphase zwischen dem 9. und 12. Lebensjahr hinsichtlich der Ruheherzfrequenz und der Leistungsfähigkeit größtenteils sozial geprägte, extragenetische Unterschiede zeigen und die Auswirkung des Geschlechts auf diese Faktoren zu vernachlässigen ist, würden die Jungen den Mädchen aus gesundheitlicher und sportmotorischer Sicht überlegen sein. Sie zeigten sowohl eine niedrigere nächtliche Pulsrate, als auch bessere Ergebnisse in fünf der sechs sportpraktischen Disziplinen. Hinsichtlich der Beweglichkeit konnte erwartungsgemäß keine enge Assoziation zu der Ruheherzfrequenz und dem sportlichen Freizeitverhalten festgestellt werden. Diese motorische Fähigkeit scheint aus Sicht des kardialen Funktionserhaltes eine untergeordnete Rolle zu spielen.

Die Ergebnisse der Berechnungen zur Einflussnahme der sportlichen Aktivitäten und der Sportvereinszugehörigkeit auf die Ruheherzfrequenz und die motorische Leistungsfähigkeit, verdeutlichen (ein weiteres Mal) die gesundheitliche Relevanz körperlicher Aktivität. Die Schüler und Schülerinnen, die einen hohen Umfang an sportlichem Freizeitverhalten im Bewegungstagebuch dokumentierten, wiesen sowohl eine niedrigere nächtliche Pulsschlagrate als auch eine höhere Leistungsfähigkeit auf.

Zwischen den Sportvereinsmitgliedern und den Heranwachsenden, die sich nicht im formellen Kontext sportlich engagieren, konnten teilweise beträchtliche Differenzen hinsichtlich der Ruheherzschlagfrequenz und der motorischen Leistungsfähigkeit herausgestellt werden. Die Probanden, die sich der größten Jugendorganisation in Deutschland angeschlossen haben, waren jenen, die nicht im Sportverein sind, bei den Sporttests überlegen und wiesen eine deutlich niedrigere nächtliche Pulsschlagrate auf. Die Mittelwertsunterschiede zwischen den Mitgliedern und Nicht-Mitgliedern stellten sich bei allen sportmotorischen Tests, sowie bei der Gesamtpunktzahl und der Ruheherzfrequenz als signifikant ( $p < 0,05$ ) heraus. Die einzige Ausnahme bildete die Disziplin Rumpfbeugen zur

Testung der Beweglichkeit, in der keine statistischen Differenzen ausgemacht werden konnten. Auch nach der geschlechtsspezifischen Differenzierung waren, sowohl bei den Jungen als auch bei den Mädchen, die Sportvereinsmitglieder den vereinsabstinenten Altersgenossen aus sportmotorischer Sicht überlegen. Bei den männlichen Probanden stellte sich diese Tendenz deutlicher heraus.

Anhand dieser Ergebnisse lässt sich die zweite Hypothese beantworten, in der theoretisch angenommen wurde, dass aktive Kinder gegenüber inaktiveren bzw. Heranwachsende, die Mitglied in einem Sportverein sind, gegenüber jenen, die es nicht sind, niedrigere Herzfrequenzen und eine höhere sportliche Leistungsfähigkeit aufzeigen. Beide Thesen können anhand der vorliegenden Daten und Berechnungen bestätigt werden. Dies verdeutlicht das leistungs- und gesundheitsfördernde Potential einer aktiven Lebensführung und stellt vor allem den Stellenwert sowie die hohe Bedeutung des Sportvereins heraus.

## 7. Methodenkritik und Ausblick

In diesem Kapitel soll die Methodik der Untersuchung kritisch beleuchtet werden und dabei ein Ausblick und Hinweise für weitere Forschungsansätze gegeben werden.

Die vorliegende Arbeit vereinigt die Ergebnisse von zwei Studien. Zum einen flossen die Ergebnisse der sportmotorischen Tests sowie die Resultate des Fragebogens zur Belastungserfassung aus der EMOTIKON-Studie in die Berechnungen ein. Zum anderen stammten die Daten zur Ruheherzfrequenz sowie die Auskunft über die Sportvereinsmitgliedschaft aus der *Actiheart*-Untersuchung. Die zeitliche Differenz zwischen den beiden Erhebungen betrug im höchsten Fall drei Monate. Das Intervall zwischen der Messung der Ruheherzfrequenz und der sportlichen Leistungsfähigkeit sollte so kurz wie möglich sein. Auch wenn davon ausgegangen werden kann, dass sich die erhobenen Parameter in der Zeit von drei Monaten nicht erheblich verändern.

Insgesamt konnten die Berechnungen anhand der Daten von 106 Probanden im Alter von 9 bis 12 Jahren vorgenommen werden. Vor allem infolge der geschlechtsspezifischen Differenzierungen, ergab sich bei der Unterteilung nach der Ruheherzfrequenzhöhe in drei Untergruppen, eine kritisch kleine Stichprobengröße. Ein größeres Probandenkollektiv würde die Aussagekraft der Untersuchungsergebnisse und die Resultate der statistisch-mathematischen Berechnungen verdeutlichen. Interessant wäre darüber hinaus, wie sich die Befunde in einem größeren Altersspektrum darstellen. Es stellt sich die Frage, ab welchem Alter sich Zusammenhänge bzw. Unterschiede in der Ruheherzfrequenzhöhe und der sportlichen Leistungsfähigkeit ergeben und wie hoch der Einfluss des sportlichen Freizeitverhaltens in der jeweiligen Altersklasse ist.

Um das Freizeitverhalten zu erfassen, gibt es zahlreiche Methoden wie die direkte Beobachtung, indirekte Kalorimetrie, Herzfrequenzmessung, Akzelerometrie, Pedometrie oder das Aktivitätstagebuch. Alle Varianten besitzen Vor- und Nachteile und unterscheiden sich zum Teil erheblich im finanziellen und personellen Aufwand, sowie in Validität und Objektivität (Beneke & Leithäuser, 2008). In der vorliegenden Arbeit wurde das sportliche Freizeitverhalten mittels eines Fragebogens erhoben. Untersuchungen haben gezeigt, dass die Ergebnisse aus Tagebüchern und Bewegungsmessern (Akzelerometer), die als ein objektiveres Verfahren zur Bestimmung der körperlichen Aktivität gelten, nicht miteinander korrelieren (Moses et al., 2007, Sallis, 1991, Welk, Corbin & Dale, 2000). Für weitere Berechnungen wäre es demnach sinnvoll, die ebenfalls vom *Actiheart* gemessenen akzelerometrischen Daten für die Objektivierung der körperlichen Aktivität zu verwenden.

Insgesamt erwies sich die Studienlage zur Ruheherzfrequenz im Kindes- und Jugendalter als unzureichend, sodass sich auf diesem Gebiet weiterer Forschungsbedarf ergibt. Durch die spezielle Ermittlung des Ruhepulses durch das *Actiheart*-System ergaben sich fehlende Referenzwerte in der Literatur, die einen Vergleich zu anderen Studienergebnissen hinsichtlich dieses Parameters unmöglich machten.

Darüber hinaus lässt die Herzfrequenzvariabilität, die ebenfalls ein Faktor zur Beurteilung der Regulationsfähigkeit mit gesundheitlicher Bedeutung ist (Hottenrott, Hoos & Esperer, 2006, Parati, Mancia, Di Rienzo, Castiglioni, Taylor & Studinger, 2006), Untersuchungsmöglichkeiten offen. Wie schon bei der Ruheherzfrequenz zeigt sich auch bei der Herzfrequenzvariabilität, dass sich Studien vornehmlich mit dem Erwachsenenalter befassen und Heranwachsende außer Acht lassen. Auf die Variabilität des Herzschlages soll abschließend und vorausblickend für weitere mögliche Studien hingewiesen werden, da das *Actiheart*-Gerät in einem spezifischen Aufnahmemodus in der Lage ist, diesen Parameter zu analysieren und aufzunehmen.

## Literaturverzeichnis

- Auracher, M. (2007). *Die Effektivität präventiver Ausdauerprogramme: Eine kontrollierte Längsschnittstudie zur Problematik der „Weekend Warrior“ und der Intensitätswahl.* Unveröffentlichte Dissertation: Universität Saarland.
- Asmus, A. S. (1991). *Physische und motorische Entwicklung im Kindes- und Jugendalter.* Kassel: Gesamthochschulbibliothek.
- Badtke, G. (1995). Einführung. In G. Badtke (Hrsg.). *Lehrbuch der Sportmedizin* (3. Aufl.). (S. XXI-XXIII). Hühig: J. A. Barth.
- Banzer, W., Knoll, M. & Bös, K. (1998). Sportliche Aktivität und physische Gesundheit. In K. Bös, W. Brehm (Hrsg.). *Gesundheitssport. Ein Handbuch.* (S. 17-32). Schorndorf: Hofmann.
- Bar-Or, O. (1986). *Die Praxis der Sportmedizin in der Kinderheilkunde. Physiologische Grundlagen und klinische Anwendung.* Berlin: Springer.
- BASPO (2007): *Gesundheitswirksame Bewegung bei Kindern und Jugendlichen.* Magglingen: Bundesamt für Sport (BASPO).
- Belayneh, M. D. (1999). *Die Dynamik der submaximalen Ergometer- und Leistungsfähigkeit bei Kindern und Jugendlichen in Abhängigkeit von den sportlichen Freizeitaktivitäten (Parameter sind Ruheherzfrequenz, Wattpuls bzw. Sauerstoffpuls bei Laktatwerten von 2,3 und 4 mmol/l).* Unveröffentlichte Dissertation: Universität Chemnitz.
- Beneke, R. & Leithäuser, R. M. (2008). Körperliche Aktivität im Kindesalter - Messverfahren. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin.* 59 (10), 215-222.
- Berenson, G. S. (2002). Childhood risk factors predict adult risk associated with subclinical cardiovascular disease. The Bogalusa Heart Study. *American Journal of Cardiology.* 90, 3-7.

- Bergmann, P. (2008). *Zusammenhänge und Abhängigkeiten zwischen subjektiver Bewertung des Sportunterrichts und den Parametern der motorischen Leistungsfähigkeit sowie dem sportlichen Talent*. Unveröffentlichte Diplomarbeit: Universität Potsdam.
- Bittmann, F. (1995). Entspannung und Dehnung der Muskulatur. In F. Bittmann (Hrsg.). *Körperschule. Das Programm für die Gesundheit*. (S.75-92). Reinbeck/Hamburg: Rowohlt.
- Bormann, I., Pahlke, U. & Peters, H. (1981). Blutlaktatkonzentration nach Wettkampfbelastungen im Schwimmen und Laufen bei 9jährigen Kindern. *Medizin und Sport*. 21, 198-201.
- Bortz, J. (2005). *Statistik für Human- und Sozialwissenschaftler* (6. Aufl.). Heidelberg: Springer.
- Bös, K. (1987). *Handbuch sportmotorischer Tests*. Göttingen: Hogrefe.
- Bös, K. (2006). Motorische Leistungsfähigkeit von Kindern und Jugendlichen. In: W. Schmidt, I. Hartmann-Tews, W. D. Brettschneider (Hrsg.). *Erster deutscher Kinder- und Jugendsportbericht*. (S.85-108). Schorndorf: Hofmann Verlag.
- Bös, K., Oberger, J., Opper, E., Rohmann, N., Wagner, M. & Worth, A. (2006). *Motorik-Mudul (MoMo)*. Vortrag beim KIGGS-Symposium am 25.09.2006 in Berlin.
- Bös, K., Opper, E., Woll, A., Liebisch, R., Breithecker, D. & Kremer, B. (2001). Fitness in der Grundschule. *Haltung und Bewegung*. 21, 4-67.
- Bös, K., Opper, E. & Woll, A. (2002). *Fitness in der Grundschule. Förderung von körperlicher Aktivität, Haltung und Fitness zum Zwecke der Gesundheitsförderung und Unfallverhütung*. Saulheim: Braunheim.
- Bös, K. & Wohlmann, R. (1987). Allgemeiner Sportmotorischer Test (AST 6-11) zur Diagnose der konditionellen und koordinativen Leistungsfähigkeit. *Sportunterricht*. 36, 145-160.

- Bös, K. & Mechling, H. (1983). *Dimensionen sportmotorischer Leistungen*. Schorndorf: Hofmann.
- Bödeker, W. (2008). *Ziele der gesetzlichen Krankenversicherung für die primäre Prävention und Gesundheitsförderung*. Essen: Abteilung Gesundheit beim BKK Bundesverband. Zugriff am 27.10.2008 unter [http://www.bkk-bv-gesundheit.de/redaktion\\_intern/dokumente/11516.pdf](http://www.bkk-bv-gesundheit.de/redaktion_intern/dokumente/11516.pdf).
- Brage, S., Brage, N., Franks, P. W., Ekelund, U. & Wareham, N. J. (2005). Reliability and validity of the combined heart rate and movement sensor actiheart. *European Journal of Clinical Nutrition*. 59, 561-570.
- Brage, S., Brage, N., Ekelund, U., Luan, J., Franks, P. W., Froberg, K. & Wareham, N. J. (2006). Effect of combined movement and heart rate monitor placement on physical activity estimates during treadmill locomotion and free-living. *European Journal of Applied Physiology*. 96, 517-524.
- Brettschneider, W.-D. (2006). Jung und aktiv: Freizeit in der Informationsgesellschaft. In W. Schmidt, I. Hartmann-Tews & W. D. Brettschneider (Hrsg.). *Erster Deutscher Kinder- und Jugendsportbericht* (2. Aufl.). (S.51-61). Schorndorf: Hofmann.
- Brettschneider, W.-D. & Kleine, T. (2002). *Jugendarbeit in Sportvereinen. Anspruch und Wirklichkeit*. Schorndorf: Hofmann.
- British Heart Foundation (2005). *European cardiovascular disease statistics*. Department of Public Health: University of Oxford. Zugriff am 02.11.2008 unter <http://www.heartstats.org/uploads/documents%5CPDF.pdf>.
- Büchner, P. (2001). Kindsportkultur und biographische Bildung am Nachmittag. In I. Behnken & J. Zinnecker (Hrsg.). *Kinder – Kindheit – Lebensgeschichte* (S. 894-908). Seelze-Velber: Kallmeyer.
- CamNtech (Cambridge Neurotechnology Ltd.). (2008a). *The Actiheart Guide to Getting Started*. Zugriff am 12.11.2008 unter [http://www.camntech.com/files/The\\_Actiheart\\_Guide\\_to\\_Getting\\_Started.pdf](http://www.camntech.com/files/The_Actiheart_Guide_to_Getting_Started.pdf).

- CamNtech (Cambridge Neurotechnology Ltd.). (2008b). *The Actiheart Usermanual*. Cambridge. Zugriff am 12.11.2008 unter [http://www.camntech.com/files/Actiheart\\_4.pdf](http://www.camntech.com/files/Actiheart_4.pdf).
- Conzelmann, A. (1994). Entwicklung der Kraft und der Schnelligkeit. In J. Baur, K. Bös & K. Singer (Hrsg.). *Motorische Entwicklung – Ein Handbuch*. (S.129-150). Schorndorf: Hofmann.
- Corbin, C., Pangrazi, R. & Masurier, G. (2004). Physical Activity for Children: Current Patterns and Guidelines. *Research Digest*. 5 (2), 1-8.
- Crouter, S. E., Churchilla, J. R. & Bassett, J. R. (2008). Accuracy of the Actiheart for the assessment of energy expenditure in adults. *European Journal of Clinical Nutrition*. 62 (6), 704-11.
- Davis, P. H., Dawson, J. D., Riley, W. A. & Lauer, R. M. (2001). Carotid intima-media thickness is related to cardiovascular risk factors measured from childhood through middle age: the Muscatine study. *Circulation*. 104. 2815-2819.
- De Marées, H. (1989). *Sportphysiologie*. Köln-Mühlheim: Tropon.
- Demeter, A. (1981). *Sport im Wachstums- und Entwicklungsalter*. Leipzig: John-Ambrosius Barth.
- Deusinger, I. M. (2002). *Wohlbefinden bei Kindern, Jugendlichen und Erwachsenen: Gesundheit aus medizinischer und psychologischer Sicht*. Göttingen: Hogrefe.
- Deutsche Gesundheitshilfe e.V. (2003). *Homocystein - ein Risikofaktor für die Gefäße*. Zugriff am 15.01.2009 unter <http://www.journalmed.de/newsview.php?id=986>.
- Diaz, A., Bourassa, M.G., Guertin, M.-C. & Tardif, J.-C. (2005). Long-term prognostic value of resting heart rate in patients with suspected or proven coronary artery disease. *European Heart Journal*. 26, 967-974.
- Dickhuth, H.H., Röcker, K., Meyer, F., König, D. & Korsten-Reck, U. (2004). Ausdauersport und kardiale Adaptation (Sportherz). *Herz*, 4, 373-374.

- Dickhuth, H.H. & Schlicht, W. (1997). Körperliche Aktivität in der Prävention von Herz-Kreislauf-Erkrankungen. *Sportwissenschaft*. 27, 9-22.
- Dishmann, R. K., Washburn, R. A. & Heath, G. W. (2004). *Physical activity epidemiology*. Champaign: Human Kinetics.
- Dordel, H. J. (1997). Verfahren zur Bestimmung der motorischen Leistungsfähigkeit von Kindern (BML). In: Ausschuss Deutscher Leibeserzieher (Hrsg.). *Sport, planen – durchführen – auswerten*. Schorndorf: Hofmann.
- Dordel, S. (2000). Kindheit heute: Veränderte Lebensbedingungen = reduzierte motorische Leistungsfähigkeit? – Motorische Entwicklung und Leistungsfähigkeit im Zeitwandel. *Sportunterricht*. 49 (11), 341-349.
- Dorner, T. & Rieder, A. (2005). Epidemiologie der koronaren Herzkrankheit und Bedeutung für die Prävention. *Journal für Kardiologie*. 12, 13-15.
- Eggert, D., Brandt, K. Jendritzki, H. & Küppers, B. (2000): Verändern sich die motorischen Kompetenzen von Schulkindern?. *Sportunterricht*. 49 (11), 350-355.
- Ehlenz, H., Grosser, M. & Zimmermann, E. (1985). *Krafttraining* (2. Aufl.). München: BLV.
- EMOTIKON (2009). *EMOTIKON-Studie*. Universität Potsdam. Zugriff am 02.01.2009 unter <http://www.emotikon-studie.de/hintergrund.html>.
- Emrich, E., Klein, M., Papathanassiou, V., Pitsch, W., Schwarz, M. & Urhausen, A. (2004). Soziale Determinanten des Freizeit- und Gesundheitsverhaltens saarländischer Schülerinnen und Schüler – Ausgewählte Ergebnisse der IDEFIKS-Studie (Teil 3). *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*. 55 (9), 222-231.
- Elsner, M.-L. (2006). *Untersuchung zur Einsetzbarkeit und Effektivität eines strukturierten Übungsprogramms in der Rehabilitation bei Brustkrebspatientinnen mit Fatigue*. Göttingen: Cuviller.

- European Heart Network (EHN) & European Society of Cardiology (ESC). (2008). *European Heart Health Charta. Europäische Charta für Herzgesundheit. Deutschsprachige Version.* Bern. Zugriff am 02.11.2008 unter [http://www.swisscardio.ch/upload/docs/081008-145542\\_doc\\_de.pdf](http://www.swisscardio.ch/upload/docs/081008-145542_doc_de.pdf).
- Faller, A. (2004). *Der Körper des Menschen.* Stuttgart: Thieme.
- Feierabend, S. & Rathgeb, T. (2006). *KIM-Studie 2006 – Kinder und Medien, Computer und Internet.* Stuttgart: Medienpädagogischer Forschungsverbund Südwest.
- Fox, K., Ford, I., Steg, G., Tendera, M., Robertson, M. & Ferrari, R. (2008). Heart rate as a prognostic risk factor in patients with coronary artery disease and left-ventricular systolic dysfunction (BEAUTIFUL): a subgroup analysis of a randomised controlled trial. *The Lancet.* 372, 817-821.
- Gaschler, P. (1994). Entwicklung der Beweglichkeit In J. Baur, K. Bös & K. Singer (Hrsg.). *Motorische Entwicklung – Ein Handbuch.* (S.181-190). Schorndorf: Hofmann.
- Gogoll, A., Kurz, D. & Menze-Sonneck, A. (2006). Sportengagements Jugendlicher in Westdeutschland. In W. Schmidt, I. Hartmann-Tews & W. D. Brettschneider (Hrsg.). *Erster Deutscher Kinder- und Jugendsportbericht (2. Aufl.).* (S.146-165). Schorndorf: Hofmann.
- Gaschler, P. (2000). Motorik von Kindern und Jugendlichen heute – eine Generation von „Weicheiern, Schlaffis und Desinteresse“? (Teil2). *Haltung und Bewegung.* 20, 5-16.
- Gottschalk, K. (1982). *Kardiodynamik im Sport.* Leipzig: J. A. Barth.
- Graf, C., Dordel, S., Koch, B. & Predel, H.-G. (2006). Bewegungsmangel und Übergewicht bei Kindern und Jugendlichen. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin.* 57 (9), 220-225.
- Guo, S.S, Roche, A.F., Chumlea, W.C., Garder, J.D. & Siervogel, R.M. (1994). The predictive value of childhood body mass index values for overweight at age 35 y. *American Journal of Clinical Nutrition.* 59, 810-819.
- Harre, D. (1976). *Trainingslehre.* Berlin: Sportverlag.

- Hirtz, P. (1985). *Koordinative Fähigkeiten im Schulsport*. Berlin: Sportverlag.
- Hohmann, A., Lames, M. & Letzelter, M. (2003). *Einführung in die Trainingswissenschaft* (3. Aufl.). Wiebelsheim: Limpert.
- Hollmann, W. (2001). Leistungen der Sportmedizin für die Kardiologie. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*. 52 (6). 190-196.
- Hollmann, W. & Hettinger, T. (1976). *Sportmedizin – Arbeits- und Trainingsgrundlagen*. Stuttgart: Schattauer.
- Hollmann, W. & Hettinger, T. (1990). *Leistungsentwicklung und Belastbarkeit im Kindes und Jugendalter*. Stuttgart: Schattauer.
- Hollmann, W. & Hettinger, T. (2000). *Sportmedizin – Arbeits- und Trainingsgrundlagen* (6. Aufl.). Stuttgart, New York: Schattauer.
- Hottenrott, K., Hoos, O. & Esperer, H. D. (2006). Herzfrequenzvariabilität und Sport. *Herz*. 31, 544-552.
- Hurrelmann, K. (2003). *Gesundheitssoziologie. Eine Einführung in sozialwissenschaftliche Theorien von Krankheitsprävention und Gesundheitsförderung* (5. Aufl.). Weinheim: Juventa.
- Israel, S. (1995). Grundprinzipien der biologischen Adaptation. In G. Badtke (Hrsg.). *Lehrbuch der Sportmedizin* (3. Aufl.). (S.1-4). Hüthig: J.A.Barth
- Israel, S. (1992). Age-related changes in strength and spezial groups. In P. Komi (Hrsg.). *Strength and power in sport. The encyclopedia of sports medicine*. (S.319-328). Oxford: Blackwell Publishers.
- Israel, S. (1999). Herzkreislaufsystem. In G. Badtke (Hrsg.). *Lehrbuch der Sportmedizin* (4. Aufl.). (S.166-199). Hüthig: J. A. Barth.
- Jakowlew, N.N. (1977). *Sportbiochemie*. Leipzig: Barth.

- Pfeifer, K., Grigereit, A. & Banzer, W. E. (1998). Koordination. In K. Bös & W. Brehm (Hrsg.). *Gesundheitssport – ein Handbuch*. (S.176-187). Schorndorf: Hofmann.
- Pschyrembel, W. (1994). *Klinisches Wörterbuch* (257. neubearb. Aufl.). Berlin: Walter de Gruyter.
- Pschyrembel, W. (2007). *Klinisches Wörterbuch* (261. neubearb. Aufl.). Berlin: Walter de Gruyter.
- Raczek, J. (2002). Entwicklungsveränderungen der motorischen Leistungsfähigkeit der Schuljugend in drei Jahrzehnten (1965-1995). *Sportwissenschaft*. 32 (2), 201-216.
- Roessing, T. (2008). *Korrelationskoeffizienten*. Zugriff am 13.01.2009 unter <http://w iki.meinungsklima.de/index.php?title=Korrelationskoeffizienten#Eta>.
- Kaiser, T. & Schunkert, H. (2001). Kardiovaskuläre Veränderungen bei Adipositas. *Herz*. 26 (3), 194-201.
- Ketelhut, K. (2000). Bewegungsmangel im Kindesalter. Sind Gesundheit und Fitness heutiger Kinder Besorgniserregend?. *Sportunterricht*. 50 (10), 350.
- Ketelhut, K. & Bittmann, F. (2001). Bewegungsmangel im Kindesalter. Sind Gesundheit und Fitness heutiger Kinder Besorgniserregend?. *Sportunterricht*. 50, 342-344.
- Keul, J., Huber, G., Schmitt, M., Kindermann, W. & Berg, A. (1984). Belastungen von Kindern beim Skilanglauf: Herzfrequenz und blutchemische Größen in einer Längsschnittbeobachtung über 4 Jahre. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*. 35 (1), 5-14.
- KIGGS (2006). *Erste Ergebnisse der KiGGS-Studie zur Gesundheit von Kindern und Jugendlichen in Deutschland*. Berlin: Robert Koch-Institut.
- Kindermann, W. Keul, J. & Lehmann, M. (1979). Ausdauerbelastungen beim Heranwachsenden – metabolische und kardiozirkulatorische Veränderungen. *Fortschritte der Medizin*. 97 (14), 659-665.

- Kindermann, W. (1983). *Trainingsauswirkungen auf das Herz-Kreislaufsystem und den Stoffwechsel*. In J. Forgo (Hrsg.). Sportmedizin für alle. Schorndorf: Hofmann.
- Kindermann, W. (1991). Sport und Gesundheit. Beeinflussung des koronaren Risikos. In: M. Weiß & H. Rieder (Hrsg.). *Sportmedizinische Forschung*. Berlin, Heidelberg, New York: Springer.
- Kindermann, W., Janzen, I., Urhausen, A. & Schieffer, H.-J. (1998). Herzvergrößerung bei einem Sportler – eine diagnostische Herausforderung. *Zeitschrift für Kardiologie*. 87 (2), 105-106.
- Kiphard, E.J. & Schilling, F. (1979). Der Hamm-Marburger Körperkoordinationstest für Kinder (HMKTK). *Kinderheilkunde*. 118, 473-479.
- KKH Kaufmännische Krankenkasse (2004). *HERZgesund? Jahresreport der KKH 2004*. Unter <http://www.kkh.de/fileserver/kkh/BROCHURES/Broschuere116.pdf>. Zugriff am 27.10.2008
- Klaes, L., Rommel, A., Cosler, D. & Zens, Y. C. K. (2003). *WIAD-AOK-DSB-Studie II. Bewegungsstatus von Kindern und Jugendlichen in Deutschland*. Frankfurt a.M.: Deutscher Sportbund.
- Klein, M. (2006). *Sport und Gesundheit bei Kindern und Jugendlichen im Saarland*. Universität Mainz. Zugriff am 26.11.2008 unter <http://www.uni-mainz.de/FB/Sport/physio/pdf/files/KLEINSp&GesKinderSaarland06.pdf>.
- Klein, M., Emrich, E., Schwarz, M., Papathanassiou, V., Fisch, W., Kindermann, W. & Urhausen, A. (2004). Sportmotorische Leistungsfähigkeit von Kindern und Jugendlichen im Saarland - Ausgewählte Ergebnisse der IDEFIKS-Studie (Teil 2). *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*. 55 (9), 211-220.
- Klemt, U. (1988). *Die kardiopulmonale Leistungsfähigkeit im Kindes- und Jugendalter*. Köln: Sport und Buch Strauß.
- Koinzer, K. (1995a). Wachstum, Entwicklung und körperliche Leistungsfähigkeit im Kindes- und Jugendalter. In G. Badtke (Hrsg.). *Lehrbuch der Sportmedizin* (3. Aufl.). (S.316-343). Hüthig: J. A. Barth.

- Koinzer, K. (1995b). Sportmedizinische Untersuchungsverfahren – Grundlagen und Anwendungsmöglichkeiten. In G. Badtke (Hrsg.). *Lehrbuch der Sportmedizin* (3. Aufl.) (S.423-460). Hühig: J. A. Barth.
- Kolip, P., Nordlohne, E. & Hurrelmann, K. (1995). Der Jugendgesundheitsurvey 1993. In P. Kolip, K. Hurrelmann & P.E. Schnabel (Hrsg.). *Jugend und Gesundheit. Interventionsfelder und Präventionsbereiche*. Weinheim/München: Juventa.
- König, D., Berg, A. & Dickhuth, H.-H. (2003). Aktuelle laborchemische Methoden zur Beurteilung der myokardialen Belastungsreaktion im Sport. *Österreichisches Journal für Sportmedizin*. 1, 9.
- Kretschmer, J. & Giewald, C. (2001). Veränderte Kindheit – veränderter Schulsport?. *Sportunterricht*. 50, 36-42.
- Kromeyer-Hauschild, K., Wabitsch, M., Kunze, D. et al. (2001). Perzentile für den Body-Maß-Index für das Kindes- und Jugendalter unter Heranziehung verschiedener deutscher Stichproben. *Kinderheilkunde*. 149, 807-818.
- Kuhnle, U. & Krahl, W. (2003). Geschlechtsentwicklung zwischen Genen und Hormonen. *Kinderheilkunde*. 151, 586-593.
- Kunz, T. (1993). *Weniger Unfälle durch Bewegung. Mit Bewegungsspielen gegen Unfälle und Gesundheitsschäden bei Kindergartenkindern*. Schorndorf: Hofmann.
- Kurz, D., Sack, H.-G. & Brinkhoff, K.-P. (1996). *Kindheit, Jugend und Sport in Nordrhein-Westfalen*. Düsseldorf: Moll.
- Kurz, D. & Tietjens, M. (1998). Kinder und Jugendliche. In K. Bös & W. Brehm (Hrsg.). *Gesundheitssport. Ein Handbuch*. (S.95-107). Schorndorf: Hofmann.
- Lampert, T., Mensink, G. B. M., Romahn, M. & Woll, A. (2007). Körperlich-sportliche Aktivität von Kindern und Jugendlichen in Deutschland. Ergebnisse des Kinder- und Jugendgesundheitsurveys (KIGGS). *Bundesgesundheitsblatt*. 50, 634-642.
- Lamprecht, M., Fischer, A. & Stamm, H. (2008). *Kinder- und Jugendbericht*. Magglingen: Bundesamt für Sport.

- Lengfelder, W. (2001). Körperliche Inaktivität als Risikofaktor?. *Medizinische Klinik*. 9 (11), 961-969.
- Liebisch, R., Schieb, C., Woll, A., Wachter, H.-J. & Bös, K. (2004). *Fitness in der Grundschule*. Wiesbaden/Karlsruhe. Zugriff am 15.11.2008 unter <http://www.sichere-schule-nrw.de/sport/00/fitness-grundschule.pdf>.
- Löllgen, H. (2003). Primärprävention kardialer Erkrankungen. *Deutsches Ärzteblatt*. 100 (15), 987-996.
- Löwel, H. (2006). *Koronare Herzkrankheit und akuter Myokardinfarkt*. Robert-Koch-Institut. Berlin. Zugriff am 28.10.2008 unter [http://infomed.mds-ev.de/sindbad.nsf//433f090825ef4df6c12571ce0020945b/\\$FILE/GBE33\\_Herzkrankheit.pdf](http://infomed.mds-ev.de/sindbad.nsf//433f090825ef4df6c12571ce0020945b/$FILE/GBE33_Herzkrankheit.pdf).
- Martin, D., Carl, K. & Lehnertz, K. (1991). *Handbuch Trainingslehre*. Schorndorf: Hofmann.
- Martin, D., Nicolaus, J., Ostrowski, C. & Rost, K. (1999). *Handbuch Kinder- und Jugendtraining*. Schorndorf: Hofmann.
- May, L. (2007). *Motorische Leistungsfähigkeit und Körperbau von Grundschulkindern im Land Brandenburg und ihre siedlungsgeographisch bedingten Unterschiede*. Unveröffentlichte Diplomarbeit: Universität Potsdam.
- Meyer, K. & Foster, C. (2004). Muskelaufbau im Zentrum des kardiovaskulären Trainings. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*. 55 (3), 70-74.
- Meyers, J., Prakash, M., Froelicher, V., Partington, S. & Atwood, E. (2002). Exercise Capacity and Mortality among Men Referred for Exercise Testing. *The New England Journal of Medicine*. 346 (11). 793-801.
- Millahn, H. P. (1965). Über Beziehungen zwischen Ruhekreislaufwerten und körperlicher Leistungsfähigkeit. *European Journal of Applied Physiology*. 21, 179-189.

- Moses, S., Meyer, U., Puder, J., Roth, R., Zahner, L. & Kriemler, S. (2007). Das Bewegungsverhalten von Primarschulkindern in der Schweiz. *Schweizerische Zeitschrift für Sportmedizin und Sporttraumatologie*. 55 (2), 62–68.
- Nagel, M. (2003). *Soziale Ungleichheiten im Sport*. Aachen: Meyer & Meyer.
- Nething, K., Stroth, S., Wabitsch, M., Galm, C., Rapp, K., Brandstetter, S., Berg, S., Kresz, A., Wartha, O. & Steinacker, J. M. (2006). Primärprävention von Folgeerkrankungen des Übergewichts bei Kindern und Jugendlichen. *Zeitschrift für Sportmedizin*. 57 (2). 42-45.
- Nöcker, J. (1964). *Die Belastungsfähigkeit des jugendlichen Organismus in den verschiedenen Entwicklungsstufen. Physiologie der Leibesübungen – für Sportlehrer, Trainer, Sportstudenten und Sportärzte*. Stuttgart: Ferdinand Enke.
- Opper, E. (1998). *Sport – ein Instrument zur Gesundheitsförderung für alle? Eine empirische Untersuchung zum Zusammenhang von sportlicher Aktivität, sozialer Lage und Gesundheit*. Aachen: Meyer & Meyer.
- Pahlke, U. (1995). Entwicklung sportlicher Fähigkeiten. In G. Badtke (Hrsg.), *Lehrbuch der Sportmedizin* (3. Aufl.). (S.360-394). Hüthig: J. A. Barth.
- Pahlke, U. (1999a). Biologische Grundlagen der Ausdauerentwicklung. In G. Badtke (Hrsg.), *Lehrbuch der Sportmedizin* (4. Aufl.). (S.370). Hüthig: J. A. Barth.
- Pahlke, U. (1999b). Biologische Grundlagen der Schnelligkeitsentwicklung. In G. Badtke (Hrsg.), *Lehrbuch der Sportmedizin* (4. Aufl.). (S.397-406). Hüthig: J. A. Barth.
- Palatini, P. (2005). Heart Rate: a strong predictor of mortality in subjects with coronary artery disease. *European Heart Journal*. 26, 943-945.
- Parati, G., Mancia, G., Di Rienzo, M., Castiglioni, P., Taylor, A. & Studinger, P. (2006). Cardiovascular variability is/is not an index of autonomic control of circulation. *Journal of Applied Physiology*. 101, 676-682.
- Portela, L. O. C. (1996). *Aerobe und anaerobe Ausdauer bei Kindern und Jugendlichen*. Butzbach-Griedel: Afra.

- Prätorius, B. & Milani, T. L. (2004). Motorische Leistungsfähigkeit bei Kindern: Koordinations- und Gleichgewichtsfähigkeit: Untersuchung des Leistungsgefälles zwischen Kindern mit verschiedenen Sozialisationsbedingungen. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*. 55 (7), 172-176.
- Renner, R. (2003). Herz und Kreislauf durch Bewegung fördern. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*. 54 (5). 155-156.
- Rieckert, H. (1991). *Leistungsphysiologie*. Schorndorf: Hofmann.
- Rotkopf, T. (2005). *Training mit Kindern und Jugendlichen Theoretische Grundlagen–praktisch-methodische Umsetzung*. Zugriff am 05.11.2008 unter [http://www.schule.at/dl/Training\\_mit\\_Kindern\\_und\\_Jugendlichen\\_1141196740547558.pdf](http://www.schule.at/dl/Training_mit_Kindern_und_Jugendlichen_1141196740547558.pdf).
- Saltin, B. (1986). Physiological adaptation to physical conditioning. In P.O. Astrand, G. Grimby (Hrsg.). *Acta Medica Scandinavica*. (S. 11-24). Stockholm: Almquist & Wiksell.
- Sallis, J. F. (1991). Self-report measures of children's physical activity. *Journal of School Health*. 61, 215-219.
- Sallis, J. F. & Owen, N. (1999). *Physical activity and behavioural medicine*. Thousand Oaks: Sage.
- Samida, S. (2000). Zum Ursprung des Sports. Ein forschungsgeschichtlicher Rückblick. *Nikephoros. Zeitschrift für Sport und Kultur im Altertum*. 13, 7-46.
- Samitz, G. (1998). Körperliche Aktivität zur Senkung der kardiovaskulären Mortalität und Gesamt mortalität. Eine Public Health Perspektive. *Wiener klinische Wochenschrift*. 100 (17), 589-598.
- Scheid, V. (1994). Motorische Entwicklung in der mittleren Kindheit. Vom Schuleintritt bis zum Beginn der Pubertät. In J. Baur, K. Bös, R. Singer (Hrsg.). *Motorische Entwicklung. Ein Handbuch*. (S.276-290). Schorndorf: Hofmann.

- Schmidtbleicher, D. (1994). Entwicklung der Kraft und der Schnelligkeit. In J. Baur, K. Bös, & K. Singer (Hrsg.). *Motorische Entwicklung – Ein Handbuch*. (S.129-150). Schorndorf: Hofmann.
- Schmidt-Trucksäss, A., Huonker, M., Halle, M., Dickhuth, H.-H. & Sandrock, M. (2008). Einfluss der körperlichen Aktivität auf die Arterienwand. *Zeitschrift für Sportmedizin*. 59 (9). 200-205.
- Schnabel, G., Harre, D. & Borde, A. (1997). *Trainingswissenschaft*. Berlin: Sportverlag.
- Seccareccia, F., Pannoizzo, F., Dima, F., Minoprio, A., Menditto, A., Lo Noce, C. & Giampaoli, S. (2001). Heart rate as a Predictor of Mortality: The MATISS-Project. *American Journal of Public Health*. 91 (8), 1258-1263.
- Stark, G. (2002). *Jugend trainiert für Olympia – Punktetabelle zum Wettkampfprogramm der Grundschulen (3. Klasse) im Land Brandenburg*. Auftragsarbeit für das MBJS.
- Statistisches Bundesamt (2008). *Gesundheit. Krankheitskosten 2002, 2004 und 2006*. Statistisches Bundesamt: Wiesbaden.
- Strauzenberg, S. E. (1978). Umstellung und Anpassung des kardiovaskulären Systems bei sportlicher Belastung. *Medizin und Sport*. 18, 164-171.
- Strauzenberg, S. E. & Schwindtmann, H. (1976). Sportliche Belastung und Herzfunktion. *Theorie und Praxis der Körperkultur*. 25, 492-502.
- Sygyusch, R. (2000). *Sportliche Aktivität und subjektive Gesundheitskonzepte. Eine Studie zum Erleben von Körper und Gesundheit bei jugendlichen Sportlern*. Schorndorf: Hofmann.
- Sygyusch, R., Brehm, W. & Ungerer-Röhrich, U. (2006). Gesundheit und körperliche Aktivität bei Kindern und Jugendlichen. In W. Schmidt, I. Hartmann-Tews, W. D. Brettschneider (Hrsg.). *Erster Deutscher Kinder- und Jugendsportbericht (2. Aufl.)*. (S.63-84). Schorndorf: Hofmann.

- Thierfelder, W., Dortschy, R., Hintzpeter, B., Kahl, H. & Scheidt-Nave, C. (2007). Biochemische Messparameter im Kinder- und Jugendsurvey (KIGGS). *Bundesgesundheitsblatt – Gesundheitsforschung – Gesundheitsschutz*. 50, 757-770.
- Tietjens, M. (2001). *Sportliches Engagement und sozialer Rückhalt im Jugendalter. Eine repräsentative Surveystudie in Brandenburg und Nordrhein-Westfalen*. Lengerich: Pabst.
- Treuth, M. S., Adolph, A. L. & Butte, N. F. (1998). Energy expenditure in children predicted from heart rate and activity calibrated against respiration calorimetry. *American Journal of Physiology*. 275, 12-18.
- Ulmer, H.-V. (1995). Arbeits- und Sportphysiologie. R. F. Schmidt & G. Tew s (Hrsg.). *Physiologie des Menschen*. (S.672-696). Springer: Berlin, Heidelberg, New York.
- Ulmer, J. (2002). *Gesunde Persönlichkeitsentwicklung und jugendliches Sportengagement. Eine kulturvergleichende Studie am Beispiel El Salvadors und Deutschlands*. Karlsruhe: Universität Karlsruhe.
- Vanhees, L., Hespel, P. & van Hoof, R. (1992). Effect of physical training on systemic brachial artery haemodynamics in normal men. *International Journal of Sportsmedicine*. 13, 145-151.
- Vieth, B. (2005). *Gesundheitssport. Allgemeines Fitnesstraining Ausgleichssport*. Detmold. Zugriff am 25.10.2008 unter [http://www.stadtdetmold.de/uploads/media/Gesundheitssport\\_-\\_Trainingsgrundlagen.pdf](http://www.stadtdetmold.de/uploads/media/Gesundheitssport_-_Trainingsgrundlagen.pdf).
- Vonbank, K., Gabriel, H. & Haber, P. (2005). Kardioprotektive Mechanismen durch Training – klinische Bedeutung. *Journal für Kardiologie*. 12 (7-8), 167-169.
- Waller, H. (1996). *Gesundheitswissenschaft. Eine Einführung in Grundlagen und Praxis*. Stuttgart: Kohlhammer.
- Wasmund, U. & Nowacki, P. (1978). Untersuchungen über die Laktatkonzentration im Kindesalter bei verschiedenen Belastungsformen. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*. 29 (3), 74.

- Weineck, J. (2004). *Optimales Training. Leistungsphysiologische Trainingslehre unter besonderer Berücksichtigung des Kinder- und Jugendtrainings* (14. Aufl.). Balingen: Spitta.
- Weineck, J. (2007). *Optimales Training. Leistungsphysiologische Trainingslehre unter besonderer Berücksichtigung des Kinder- und Jugendtrainings* (15. Aufl.). Balingen: Spitta.
- Weiß, A., Weiß, W., Stehle, J., Zimmer, K., Heck, H. & Raab, P. (2004). Beeinflussung der Haltung und Motorik durch Bewegungsförderprogramme bei Kindergartenkindern. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*. 55 (4), 101-105.
- Welk, G. J., Corbin, C. B. & Dale, D. (2000). Measurement issues in the assessment of physical activity in children. *Research Quarterly for Exercise and Sport*. 71, 59-73.
- Wels, B. E. (2007). Für Sie gelesen: Long-term value of Resting Heart Rate in patients with suspected or proven coronary artery disease. *Journal für Kardiologie*. 14 (1-2), 39.
- Wick, D. (2005). *Biomechanische Grundlagen sportlicher Bewegungen*. Balingen: Spitta.
- Winter, R. (1987). Die motorische Entwicklung des Menschen von der Geburt bis ins hohe Alter. In K. Meinel & S. Schnabel (Hrsg.). *Bewegungslehre – Sportmotorik* (8. Aufl.). (S.275-397). Berlin: Volk und Wissen.
- Willimczik, K. & Roth, K.D. (1983). *Bewegungslehre*. Reinbek: Rowohlt.
- Woll, A. (1996). *Gesundheitsförderung in der Gemeinde – eine empirische Untersuchung zum Zusammenhang sportlicher Aktivität, Fitness und Gesundheit bei Personen im mittleren und späteren Erwachsenenalter*. Neu-Isenburg: LinguaMed.
- Woll, A. (2006). *Sportliche Aktivität, Fitness und Gesundheit im Lebensverlauf. Eine internationale Längsschnittstudie*. Schorndorf: Hofmann.
- Zeller, W. (1957). *Konstitution und Entwicklung*. Göttingen: Hogrefe.

**Anhang**

**Verzeichnis der Abbildungen und Tabellen im Anhang**

Abb.1:	Durchführung des Vollballstoßes	91
Abb.2:	Durchführung des Dreierhoppers	91
Abb.3:	Durchführung des Rumpfbeckens	91
Abb.4:	Durchführung des Sternlaufes	91
Abb.5:	Exemplar des Fragebogens zur Belastungserfassung	92
Abb.6:	Exemplar des Bewegungstagebuches (Teil 1)	93
Abb.7:	Exemplar des Bewegungstagebuches (Teil 2)	94
Abb.8:	Exemplar der Einverständniserklärung	95
Tab.1:	<i>Perzentile für den BMI von Mädchen und Jungen im Alter von 0 bis 18 Jahren</i>	96



Abb.1: Durchführung des Vollballstoßes



Abb.2: Durchführung des Dreierhoppes

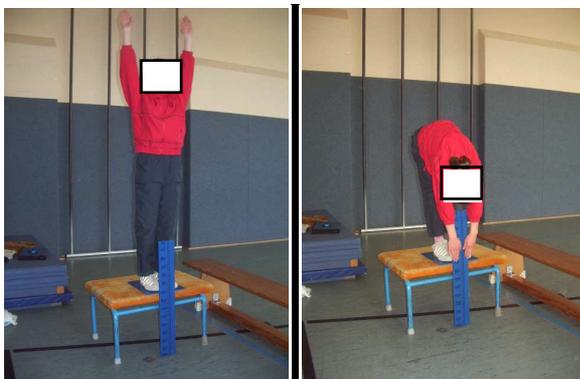


Abb.3: Durchführung des Rumpfbeugens

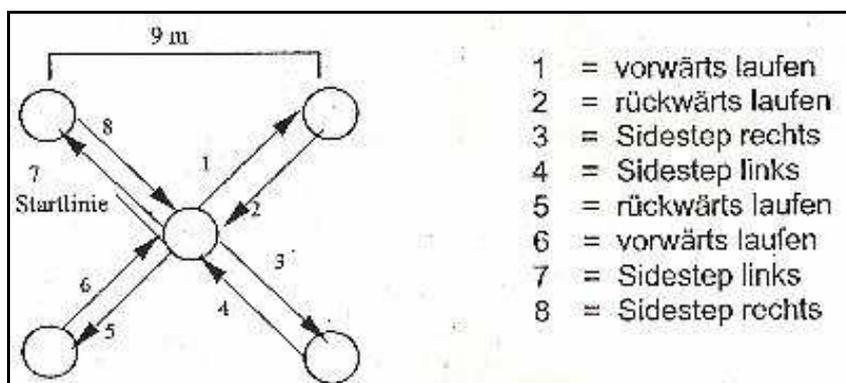


Abb.4: Durchführung des Sternlaufes

## Belastungserfassung über eine Woche

**Datum:** \_\_\_\_\_ **Schule:** \_\_\_\_\_

**Name:** \_\_\_\_\_ **Vorname:** \_\_\_\_\_

	Montag	Dienstag	Mittwoch	Donnerst.	Freitag	Sonnab.	Sonntag
Wie viele <b>Stunden</b> Sportunterricht?							
Wie viele <b>Stunden</b> Schwimmen?							
Bewegte Pause <b>in Minuten</b>	min .....	min .....	min .....	min .....	min .....		
AG Sport in der Schule <b>in Minuten</b>	min .....	min .....	min .....	min .....	min .....		
Welche AG Sport?							
Sport im Hort <b>in Minuten</b>	min .....	min .....	min .....	min .....	min .....		
Freizeit							
Computer spielen <b>in Minuten</b>	min .....	min .....	min .....	min .....	min .....	min .....	min .....
Fernsehen <b>in Minuten</b>	min .....	min .....	min .....	min .....	min .....	min .....	min .....
Sport im Verein <b>in Minuten</b>	min .....	min .....	min .....	min .....	min .....	min .....	min .....
<b>Sportart</b>							
Spielen im Freien <b>in Minuten</b>	min .....	min .....	min .....	min .....	min .....	min .....	min .....

Abb.5: Exemplar des Fragebogens zur Belastungserfassung

## Mein Tagebuch - „Drei Tage mit Actiheart“



Name: \_\_\_\_\_

Schule: \_\_\_\_\_

Actiheart-Nr.: \_\_\_\_\_

Beginn der Messung (Datum, Uhrzeit): \_\_\_\_\_

Ende der Messung (Datum, Uhrzeit): \_\_\_\_\_

Machst du Vereinssport?  ja  nein

Wenn ja, welche Sportart(en)? \_\_\_\_\_

Wann? \_\_\_\_\_ (Wochentag, Uhrzeit von...bis...)

\_\_\_\_\_ (Wochentag, Uhrzeit von...bis...)

\_\_\_\_\_ (Wochentag, Uhrzeit von...bis...)

\_\_\_\_\_ (Wochentag, Uhrzeit von...bis...)

Machst du Sport in einer AG in der Schule?  ja  nein

Wenn ja, welche Sportart(en)? \_\_\_\_\_

Wann? \_\_\_\_\_ (Wochentag, Uhrzeit von...bis...)

\_\_\_\_\_ (Wochentag, Uhrzeit von...bis...)

\_\_\_\_\_ (Wochentag, Uhrzeit von...bis...)

Eine Untersuchung der Universität Potsdam



Abb.6: Exemplar des Bewegungstagebuches (Teil 1)

Tag: \_\_\_\_\_

Wann stehst du auf (Uhrzeit)? .....Uhr 

Wie kommst du zur Schule?  Fahrrad  Auto   Bus  zu Fuß

Wie lange brauchst du für deinen Schulweg? .....min.

**In der Schule:**

Zeit	Was machst du gerade?	Wie anstrengend ist die Aktivität?
<b>1. Block</b> 07.55 bis 09.30Uhr	1. Stunde	<input type="checkbox"/> leicht <input type="checkbox"/> mittel <input type="checkbox"/> schwer
	Pause	<input type="checkbox"/> leicht <input type="checkbox"/> mittel <input type="checkbox"/> schwer
	2. Stunde	<input type="checkbox"/> leicht <input type="checkbox"/> mittel <input type="checkbox"/> schwer
Pause	25 min.	<input type="checkbox"/> leicht <input type="checkbox"/> mittel <input type="checkbox"/> schwer
<b>2. Block</b> 09.55 bis 11.30 Uhr	3. Stunde	<input type="checkbox"/> leicht <input type="checkbox"/> mittel <input type="checkbox"/> schwer
	Pause	<input type="checkbox"/> leicht <input type="checkbox"/> mittel <input type="checkbox"/> schwer
	4. Stunde	<input type="checkbox"/> leicht <input type="checkbox"/> mittel <input type="checkbox"/> schwer
Pause	30 min.	<input type="checkbox"/> leicht <input type="checkbox"/> mittel <input type="checkbox"/> schwer
<b>3. Block</b> 12.00 bis 13.35 Uhr	5. Stunde	<input type="checkbox"/> leicht <input type="checkbox"/> mittel <input type="checkbox"/> schwer
	Pause	<input type="checkbox"/> leicht <input type="checkbox"/> mittel <input type="checkbox"/> schwer
	6. Stunde	<input type="checkbox"/> leicht <input type="checkbox"/> mittel <input type="checkbox"/> schwer

Gehst du in den Hort?  ja  nein

Wenn ja, wann? von: .....Uhr bis: .....Uhr

**Deine weiteren Tagesaktivitäten**

(Bitte schreibe in die Tabelle wann du z.B. im Sportverein trainierst, im Hort herumtobst, im Freien spielst, fern siehst, Computer spielst, in einer AG bist oder ähnliches! Kreuze an, wie anstrengend es für dich ist!)

Uhrzeit	Was machst du gerade?	Wie anstrengend ist die Aktivität?
14.00 – 14.30 Uhr		<input type="checkbox"/> leicht <input type="checkbox"/> mittel <input type="checkbox"/> schwer
14.30 – 15.00 Uhr		<input type="checkbox"/> leicht <input type="checkbox"/> mittel <input type="checkbox"/> schwer
15.00 – 15.30 Uhr		<input type="checkbox"/> leicht <input type="checkbox"/> mittel <input type="checkbox"/> schwer
15.30 – 16.00 Uhr		<input type="checkbox"/> leicht <input type="checkbox"/> mittel <input type="checkbox"/> schwer
16.00 – 16.30 Uhr		<input type="checkbox"/> leicht <input type="checkbox"/> mittel <input type="checkbox"/> schwer
16.30 – 17.00 Uhr		<input type="checkbox"/> leicht <input type="checkbox"/> mittel <input type="checkbox"/> schwer
17.00 – 17.30 Uhr		<input type="checkbox"/> leicht <input type="checkbox"/> mittel <input type="checkbox"/> schwer
17.30 – 18.00 Uhr		<input type="checkbox"/> leicht <input type="checkbox"/> mittel <input type="checkbox"/> schwer
18.00 – 18.30 Uhr		<input type="checkbox"/> leicht <input type="checkbox"/> mittel <input type="checkbox"/> schwer
18.30 – 19.00 Uhr		<input type="checkbox"/> leicht <input type="checkbox"/> mittel <input type="checkbox"/> schwer
19.00 – 19.30 Uhr		<input type="checkbox"/> leicht <input type="checkbox"/> mittel <input type="checkbox"/> schwer
19.30 – 20.00 Uhr		<input type="checkbox"/> leicht <input type="checkbox"/> mittel <input type="checkbox"/> schwer

Wann gehst du ins Bett? .....Uhr

Abb.7: Exemplar des Bewegungstagebuches (Teil 2)



Universität Potsdam · Am Neuen Palais 10 · 14469 Potsdam

**Humanwissenschaftliche Fakultät  
Institut für Sportwissenschaft  
Trainings- und Bewegungswissenschaft  
Prof. Dr. Ditmar Wick**

*Bearbeiter:*  
*Telefon:* 03 31 / 9 77 – 11 21  
*Telefax:* 03 31 / 9 77 – 12 63  
*e-mail:* wick@uni-potsdam.de  
*Datum:*

Liebe Eltern,

im Rahmen der EMOTIKON- Studie möchten wir weiterführend eine Belastungsanalyse der Grundschüler durchführen. Mit Hilfe des Messsystems „Actiheart“ werden sowohl die Herzfrequenz als auch die Bewegungsaktivität über einen Zeitraum von zweieinhalb Tagen aufgezeichnet. Für diese Messung werden zwei Elektroden im Brustbereich aufgeklebt, die über den genannten Zeitraum nicht abgenommen werden dürfen. Diese führen zu keinerlei Bewegungseinschränkungen, sollten jedoch nicht übermäßig mit Wasser in Kontakt gebracht werden. Eventuell kann es durch die Klebepads zu leichten Hautirritationen kommen.

Über die Teilnahme Ihres Kindes würden wir uns sehr freuen. Wir bedanken uns im Voraus.

Mit freundlichen Grüßen

*Bankverbindung:*  
Landeszentralbank  
Kontonummer: 160 015 00  
BLZ: 160 000 00

*Dienstgebäude:*  
Am Neuen Palais 10  
14469 Potsdam  
Haus 2

*E-mail:*  
colberg@uni-potsdam.de  
*Internet:*  
<http://www.uni-potsdam.de>



### **Einverständniserklärung**

Hiermit erkläre ich mich einverstanden, dass mein Kind, .....(Name, Vorname), an der Untersuchung mit dem Messsystem „Actiheart“ teilnimmt.

\_\_\_\_\_  
Unterschrift

\_\_\_\_\_  
Ort, Datum

Abb.8: Exemplar der Einverständniserklärung

Tab.1: Perzentile für den BMI von Mädchen und Jungen im Alter von 0 bis 18 Jahren (nach Kromeyer-Hauschild et al., 2001, S.812f)

Tabelle 4 Perzentile für den Body-mass-Index (In kg/m <sup>2</sup> ) von Mädchen im Alter von 0–18 Jahren										Tabelle 3 Perzentile für den Body-mass-Index (In kg/m <sup>2</sup> ) von Jungen im Alter von 0–18 Jahren									
Alter [Jahre]	L	S	P3	P10	P25	P50 (M)	P75	P90	P97	Alter [Jahre]	L	S	P3	P10	P25	P50 (M)	P75	P90	P97
0	1,34	0,10	10,21	10,99	11,75	12,58	13,40	14,12	14,81	0	1,31	0,10	10,20	11,01	11,81	12,68	13,53	14,28	15,01
0,5	-0,03	0,08	13,86	14,55	15,29	16,16	17,08	17,95	18,85	0,5	-0,67	0,08	14,38	15,06	15,80	16,70	17,69	18,66	19,72
1	-0,44	0,08	14,14	14,81	15,53	16,40	17,34	18,25	19,22	1	-1,05	0,08	14,58	15,22	15,93	16,79	17,76	18,73	19,81
1,5	-0,71	0,08	13,94	14,59	15,32	16,19	17,16	18,11	19,15	1,5	-1,28	0,08	14,31	14,92	15,60	16,44	17,40	18,37	19,47
2	-0,92	0,09	13,68	14,33	15,05	15,93	16,93	17,92	19,03	2	-1,45	0,08	14,00	14,58	15,25	16,08	17,03	18,01	19,14
2,5	-1,07	0,09	13,46	14,10	14,82	15,71	16,73	17,76	18,92	2,5	-1,58	0,08	13,73	14,31	14,97	15,80	16,76	17,76	18,92
3	-1,19	0,09	13,29	13,93	14,64	15,54	16,57	17,64	18,84	3	-1,67	0,09	13,55	14,13	14,79	15,62	16,59	17,62	18,82
3,5	-1,30	0,09	13,16	13,79	14,51	15,42	16,46	17,56	18,81	3,5	-1,75	0,09	13,44	14,01	14,67	15,51	16,50	17,56	18,80
4	-1,38	0,10	13,06	13,69	14,42	15,33	16,40	17,54	18,85	4	-1,80	0,09	13,36	13,94	14,60	15,45	16,46	17,54	18,83
4,5	-1,46	0,10	13,00	13,64	14,37	15,31	16,41	17,58	18,97	4,5	-1,85	0,09	13,30	13,88	14,55	15,42	16,45	17,56	18,90
5	-1,52	0,10	12,97	13,61	14,36	15,32	16,46	17,69	19,16	5	-1,88	0,09	13,24	13,83	14,51	15,40	16,46	17,61	19,02
5,5	-1,58	0,10	12,94	13,60	14,36	15,35	16,53	17,83	19,40	5,5	-1,90	0,10	13,20	13,80	14,50	15,40	16,50	17,71	19,19
6	-1,62	0,11	12,92	13,59	14,37	15,39	16,63	17,99	19,67	6	-1,92	0,10	13,18	13,79	14,51	15,45	16,59	17,86	19,44
6,5	-1,65	0,11	12,93	13,62	14,42	15,48	16,77	18,21	20,01	6,5	-1,92	0,10	13,19	13,82	14,56	15,53	16,73	18,07	19,76
7	-1,66	0,12	12,98	13,69	14,52	15,62	16,98	18,51	20,44	7	-1,92	0,11	13,23	13,88	14,64	15,66	16,92	18,34	20,15
7,5	-1,65	0,12	13,06	13,80	14,66	15,81	17,24	18,86	20,93	7,5	-1,92	0,11	13,29	13,96	14,76	15,82	17,14	18,65	20,60
8	-1,64	0,12	13,16	13,92	14,82	16,03	17,53	19,25	21,47	8	-1,91	0,11	13,37	14,07	14,90	16,01	17,40	19,01	21,11
8,5	-1,61	0,13	13,27	14,06	15,00	16,25	17,83	19,65	22,01	8,5	-1,89	0,12	13,46	14,18	15,05	16,21	17,68	19,38	21,64
9	-1,58	0,13	13,38	14,19	15,17	16,48	18,13	20,04	22,54	9	-1,87	0,12	13,56	14,31	15,21	16,42	17,97	19,78	22,21
9,5	-1,54	0,13	13,48	14,33	15,34	16,70	18,42	20,42	23,04	9,5	-1,85	0,13	13,67	14,45	15,38	16,65	18,27	20,19	22,78
10	-1,51	0,14	13,61	14,48	15,53	16,94	18,72	20,80	23,54	10	-1,83	0,13	13,80	14,60	15,57	16,89	18,58	20,60	23,35
10,5	-1,47	0,14	13,76	14,66	15,74	17,20	19,05	21,20	24,03	10,5	-1,80	0,13	13,94	14,78	15,78	17,14	18,91	21,02	23,91
11	-1,43	0,14	13,95	14,88	15,99	17,50	19,40	21,61	24,51	11	-1,77	0,14	14,11	14,97	16,00	17,41	19,24	21,43	24,45
11,5	-1,39	0,14	14,18	15,14	16,28	17,83	19,78	22,04	25,00	11,5	-1,75	0,14	14,30	15,18	16,24	17,70	19,58	21,84	24,96
12	-1,36	0,14	14,45	15,43	16,60	18,19	20,18	22,48	25,47	12	-1,72	0,14	14,50	15,41	16,50	17,99	19,93	22,25	25,44
12,5	-1,33	0,14	14,74	15,75	16,95	18,56	20,58	22,91	25,92	12,5	-1,69	0,14	14,73	15,66	16,77	18,30	20,27	22,64	25,88
13	-1,30	0,14	15,04	16,07	17,30	18,94	20,98	23,33	26,33	13	-1,66	0,14	14,97	15,92	17,06	18,62	20,62	23,01	26,28
13,5	-1,27	0,14	15,35	16,40	17,64	19,30	21,36	23,71	26,70	13,5	-1,63	0,14	15,23	16,19	17,35	18,94	20,97	23,38	26,64
14	-1,25	0,14	15,65	16,71	17,97	19,64	21,71	24,05	27,01	14	-1,61	0,14	15,50	16,48	17,65	19,26	21,30	23,72	26,97
14,5	-1,23	0,14	15,92	17,00	18,27	19,95	22,02	24,35	27,26	14,5	-1,58	0,14	15,77	16,76	17,96	19,58	21,63	24,05	27,26
15	-1,20	0,14	16,18	17,26	18,53	20,22	22,28	24,59	27,45	15	-1,55	0,14	16,04	17,05	18,25	19,89	21,95	24,36	27,53
15,5	-1,18	0,13	16,40	17,49	18,76	20,45	22,50	24,77	27,57	15,5	-1,52	0,13	16,31	17,33	18,55	20,19	22,26	24,65	27,77
16	-1,16	0,13	16,60	17,69	18,96	20,64	22,67	24,91	27,65	16	-1,49	0,13	16,57	17,60	18,83	20,48	22,55	24,92	27,99
16,5	-1,13	0,13	16,78	17,87	19,14	20,81	22,82	25,02	27,69	16,5	-1,47	0,13	16,83	17,87	19,11	20,77	22,83	25,18	28,20
17	-1,11	0,13	16,95	18,04	19,31	20,96	22,95	25,11	27,72	17	-1,44	0,13	17,08	18,13	19,38	21,04	23,10	25,44	28,40
17,5	-1,09	0,13	17,11	18,20	19,47	21,11	23,07	25,20	27,74	17,5	-1,41	0,13	17,32	18,39	19,64	21,31	23,36	25,68	28,60
18	-1,07	0,12	17,27	18,36	19,62	21,25	23,19	25,28	27,76	18	-1,39	0,13	17,56	18,63	19,89	21,57	23,61	25,91	28,78