

Zur Prävention des Bewegungsmangels von Berufsschülern
Ein Konzept zur Eindämmung von Übergewicht, Adipositas, Hypertonie und
kardiovaskulärem Risiko

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades
der Hohen Medizinischen Fakultät
der Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität
Bonn

vorgelegt von
Claudia Strohbach geb. Winkelhag
aus
Köln

2007

Angefertigt mit Genehmigung der
Medizinischen Fakultät der Universität Bonn

1. Gutachter: Herr Prof. Dr. med. B. Weisser
2. Gutachter: Herr Prof. Dr. med. G. Nickenig

Tag der Mündlichen Prüfung: 04.10.2007

Diese Dissertation ist auf dem Hochschulschriftenserver der ULB Bonn
http://hss.ulb.uni-bonn.de/diss_online elektronisch publiziert

Aus der medizinischen Poliklinik der Universität Bonn
Direktor: Herr Prof. Dr. med. H. Vetter

Meinen Eltern Heidi und Otto Winkelhag,
meinem lieben Mann Peter,
meinem Bruder Andreas

INHALTSVERZEICHNIS

	Seite
ABBILDUNGSVERZEICHNIS	12
ANHANGS- UND TABELLENVERZEICHNIS	14
1. EINLEITUNG	21
2. THEORETISCHE GRUNDLAGEN	24
2.1 Körperliche Aktivität und Bewegungsmangel	25
2.1.1 Verbreitung des Bewegungsmangels	25
2.1.2 Gesundheitliche Relevanz des Bewegungsmangels	26
2.1.3 Körperliche Aktivität im Sportunterricht	27
2.1.4 Individuelles Bewegungs- und Trainingsoptimum	28
2.1.4.1 Die individuelle aerobe Schwelle (iAS)	28
2.1.4.2 Messmethoden zur Bestimmung der (iAS)	29
2.1.5 Einsparpotenziale durch körperliche Aktivität	30
2.2 Übergewicht und Adipositas	31
2.2.1 Messmethode durch den Body Mass Index (BMI)	31
2.2.2 Verbreitung von Übergewicht und Adipositas	32
2.2.3 Ätiologie und Erklärungsansätze von Übergewicht und Adipositas	32
2.2.4 Risiken, Begleit- und Folgeerkrankungen von Übergewicht und Adipositas	33
2.2.5 Therapie von Übergewicht und Adipositas	35
2.2.6 Bisherige Ansätze zur Prävention von Übergewicht und Adipositas	35
2.2.7 Leistungen und Kosten durch Übergewicht und Adipositas	37

2.3	Hypertonie	37
2.3.1	Der Blutdruck	37
2.3.2	Klassifizierung der Blutdruckklassen	38
2.3.3	Verbreitung und Ätiologie der Hypertonie	38
2.3.4	Messmethoden des Blutdrucks	39
2.3.5	Einfluss körperlicher Aktivität auf die Blutdruckregulation	40
2.3.6	Zusammenhang von Übergewicht/Adipositas und Hypertonie	40
2.3.7	Therapie und Kosten der Hypertonie	41
2.4	Kardiovaskuläres Risiko und ausgewählte Risikofaktoren	41
2.4.1	Die Herzfrequenz	41
2.4.2	Einfluss von Bewegungsmangel auf die Manifestation kardiovaskulärer Risikofaktoren	42
2.4.3	Übergewicht und Mortalität im Zusammenhang mit dem kardiovaskulären Risikofaktor	43
3.	MATERIAL UND METHODEN	44
3.1	Probandenkollektiv	45
3.1.1	Interventionsgruppe	45
3.1.2	Kontrollgruppe	45
3.2	Die Intervention	46
3.3	Erste Messeinheit	46
3.3.1	Die Erfassung des Trainingszustands	48
3.3.1.1	Conconi Test	48
3.3.1.2	Fahrradergometrie	49
3.3.1.3	Die Bestimmung der Herzfrequenz	50
3.3.1.4	Die Bestimmung des Laktatwerts	50
3.3.1.5	Die Bestimmung des Blutdrucks	51

3.4	Der modifizierte Sportunterricht	51
3.4.1	Individuelles Herzfrequenzoptimum an der aerob-anaeroben Schwelle	52
3.4.2	Aufbau der neuen Unterrichtsform	52
3.4.3	Feldmessung	53
3.5	Zweite Messeinheit	54
3.6	Dritte Messeinheit	54
3.7	Die Statistik	55
4.	ERGEBNISSE	56
4.1	Herzfrequenz unter Ruhebedingungen	56
4.1.1	Interventionsgruppe	56
4.1.2	Kontrollgruppe	56
4.1.3	Interventions- und Kontrollgruppe im Vergleich	57
4.2	Herzfrequenz unter submaximaler Belastung	58
4.2.1	Interventionsgruppe	58
4.2.2	Kontrollgruppe	58
4.2.3	Interventions- und Kontrollgruppe im Vergleich	58
4.3	Blutdruck unter Ruhebedingungen	59
4.3.1	Interventionsgruppe	59
4.3.2	Kontrollgruppe	60
4.3.3	Interventions- und Kontrollgruppe im Vergleich	60
4.4	Blutdruck unter submaximaler Belastung	61
4.4.1	Interventionsgruppe	61
4.4.2	Kontrollgruppe	61
4.4.3	Interventions- und Kontrollgruppe im Vergleich	62

4.5	Laktatwert unter submaximaler Belastung	62
4.5.1	Interventionsgruppe	62
4.5.2	Kontrollgruppe	63
4.5.3	Interventions- und Kontrollgruppe im Vergleich	63
4.6	Maximale Leistung der Schüler	64
4.6.1	Interventionsgruppe	64
4.6.2	Kontrollgruppe	64
4.6.3	Interventions- und Kontrollgruppe im Vergleich	65
4.7	Body Mass Index (BMI)	66
4.7.1	Interventionsgruppe	66
4.7.2	Kontrollgruppe	66
4.7.3	Interventions- und Kontrollgruppe im Vergleich	67
4.8	Auswertung des Fragebogens von Interventions- und Kontrollgruppe zur ersten Messung	67
4.9	Auswertung des Fragebogens von Interventions- und Kontrollgruppe zur zweiten Messung	68
4.10	Auswertung des Fragebogens der Interventionsgruppe zur dritten Messung	69
5.	ERGEBNISINTERPRETATION	70
5.1	Herzfrequenz unter Ruhebedingungen bei Interventions- und Kontrollgruppe	70
5.2	Herzfrequenz unter submaximaler Belastung bei Interventions- und Kontrollgruppe	71

5.3	Blutdruck unter Ruhebedingungen bei Interventions- und Kontrollgruppe	71
5.4	Blutdruck unter submaximaler Belastung bei Interventions- und Kontrollgruppe	72
5.5	Laktatwert unter submaximaler Belastung der Interventions- und Kontrollgruppe	72
5.6	Maximale Leistung der Interventions- und Kontrollgruppe	73
5.7	BMI der Interventions- und Kontrollgruppe	73
5.8	Interpretation der Ergebnisse des Fragebogens der Interventions- und Kontrollgruppe zur ersten Messung	74
5.9	Interpretation der Ergebnisse des Fragebogens der Interventions- und Kontrollgruppe zur zweiten Messung	74
5.10	Interpretation der Ergebnisse des Fragebogens der Interventionsgruppe zur dritten Messung	75
6.	DISKUSSION	76
6.1	Zur Prävention von Bewegungsmangel	77
6.1.1	Zusammenhang von körperlicher Aktivität und Sozialstatus	77
6.1.2	Bewegungsmangel auf schulischer Ebene	78
6.2	Eindämmung von Übergewicht und Adipositas	80
6.2.1	Zusammenhang von Übergewicht und Sozialstatus	80
6.2.2	Bewegungsarmer Alltag und inaktives Freizeitverhalten	80
6.2.3	Zusammenhang von Ernährung und Bewegung	81

6.2.4	Ernährungsberatung und Kochkurs	82
6.2.5	Einsparmöglichkeiten durch Prävention von Übergewicht und Adipositas	82
6.3	Prävention von Hypertonie	82
6.3.1	Zusammenhang zwischen Übergewicht, Adipositas und Hypertonie	83
6.3.2	Reduktion der Mortalität und Einsparmöglichkeiten	83
6.4	Senkung des kardiovaskulären Risikos	84
6.4.1	Kardiovaskuläre Risikofaktoren auf schulischer Ebene	84
6.4.2	Zusammenhang zwischen kardiovaskulärem Risiko, Übergewicht und Adipositas	85
6.4.3	Mortalität und wirtschaftliche Entlastung	85
6.5	Steigerung der Leistungsfähigkeit	85
6.5.1	Zusammenhang zwischen körperlicher, motorischer und kognitiver Entwicklung	85
6.5.2	Vermeidung von Frustrationen im Sportunterricht	86
6.5.3	Aktives Einbeziehen der Schüler in den Unterricht	86
6.6	Förderung der Sozialkompetenz	87
6.6.1	Chancengleichheit zwischen den Schülern	87
6.6.2	Teamfähigkeit und individuelle Förderung in leistungsäquivalenten Gruppen	87
6.7	Vorsorgeuntersuchungen in der Berufsschule	89
6.8	Körperliche Aktivität und Lebensqualität	90
6.9	Theoretische Gesundheitserziehung	90

7.	SCHLUSSBETRACHTUNG	91
8.	ANHANG UND TABELLEN	92
9.	LITERATURVERZEICHNIS	120
10.	DANKSAGUNG	142
11.	LEBENS LAUF	143

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

- Abbildung 1:** Bewegungsmangel als grundlegende Ursache für Übergewicht und Adipositas, Hypertonie und kardiovaskuläres Risiko
- Abbildung 2:** Laktat-Leistungs-Kurve
- Abbildung 3:** Folgestörungen der Adipositas im Kindes- und Jugendalter
- Abbildung 4:** Zwiebelmodell für die verschiedenen Verantwortungsebenen zur Prävention von Übergewicht und Adipositas im Kindes- und Jugendalter
- Abbildung 5:** Darstellung des Probandenkollektivs und Aufbau der Studie
- Abbildung 6:** Bestimmung des Trainingsoptimums durch Auftragen der Mittelwerte von Laktat (Abszisse) und Herzfrequenz (Ordinate) in Ruhe, bei submaximaler und maximaler Belastung
- Abbildung 7:** Vergleich der Herzfrequenz unter Ruhebedingungen von Interventions- und Kontrollgruppe im Verlauf der Messperioden
- Abbildung 8:** Vergleich der Submaximalen Herzfrequenz von Interventions- und Kontrollgruppe im Verlauf der Messperioden
- Abbildung 9:** Vergleich des systolischen Blutdrucks unter Ruhebedingungen der Interventions- und Kontrollgruppe im Verlauf der Messperioden
- Abbildung 10:** Vergleich des submaximalen systolischen Blutdrucks der Interventions- und Kontrollgruppe im Verlauf der Messperioden

Abbildung 11: Vergleich des submaximalen Laktatwertes von Interventions- und Kontrollgruppe im Verlauf der Messperioden

Abbildung 12: Vergleich der maximalen Leistung von Interventions- und Kontrollgruppe im Verlauf der Messperioden

Abbildung 13: Vergleich des BMI von Interventions- und Kontrollgruppe im Verlauf der Messperioden

Abbildung 14: Prävention von Bewegungsmangel im Sportunterricht. Ergebnisse, Anregungen und Ziele dieser Studie

ANHANGS- UND TABELLENVERZEICHNIS

- Tabelle 1:** Klassifikation des Body Mass Index
- Tabelle 2:** Klassifikation des Blutdrucks
- Anhang 1:** Herzfrequenz der Interventionsgruppe unter Ruhebedingungen
- Tabelle 3:** Überprüfung der Signifikanz der Herzfrequenz (Schläge/min) unter Ruhebedingungen mittels t-Test ($p < 0,05$)
- Anhang 2:** Herzfrequenz der Kontrollgruppe unter Ruhebedingungen
- Tabelle 4:** Herzfrequenz (Schläge/min) unter Ruhebedingungen
- Tabelle 5:** Überprüfung der Signifikanz der Herzfrequenz (Schläge/min) unter Ruhebedingungen mittels t-Test ($p < 0,05$)
- Anhang 3:** Herzfrequenz der Interventionsgruppe unter submaximaler Belastung
- Tabelle 6:** Herzfrequenz (Schläge/min) unter submaximaler Belastung
- Tabelle 7:** Überprüfung der Signifikanz der Herzfrequenz (Schläge/min) unter submaximaler Belastung mittels t-Test ($p < 0,05$)
- Anhang 4:** Herzfrequenz der Interventionsgruppe unter maximaler Belastung
- Tabelle 8:** Herzfrequenz (Schläge/min) unter maximaler Belastung
- Anhang 5:** Herzfrequenz der Kontrollgruppe unter submaximaler Belastung
- Tabelle 9:** Herzfrequenz (Schläge/min) unter submaximaler Belastung
- Tabelle 10:** Überprüfung der Signifikanz der Herzfrequenz (Schläge/min) unter submaximaler Belastung mittels t-Test ($p < 0,05$)
- Anhang 6:** Systolischer Blutdruck der Interventionsgruppe unter Ruhebedingungen
- Tabelle 11:** Systolischer Blutdruck (mmHg) unter Ruhebedingungen
- Tabelle 12:** Überprüfung der Signifikanz des systolischen Blutdrucks (mmHg) unter Ruhebedingungen mittels t-Test ($p < 0,05$)

Tabelle 13: Verschiebung der Absolutwerte und Prozentangaben des systolischen Blutdrucks (mm Hg) unter Ruhebedingungen bezogen auf die einzelnen Blutdruckklassen

Anhang 7: Systolischer Blutdruck der Kontrollgruppe unter Ruhebedingungen

Tabelle 14: Systolischer Blutdruck (mmHg) unter Ruhebedingungen

Tabelle 15: Überprüfung der Signifikanz des systolischen Blutdrucks (mmHg) unter Ruhebedingungen mittels t-Test ($p < 0,05$)

Anhang 8: Einteilung der Interventions- und Kontrollgruppe in die einzelnen Blutdruckklassen

Tabelle 16: Absolutwerte und Prozentangaben des systolischen Blutdrucks (mmHg) unter Ruhebedingungen in der ersten Messung

Tabelle 17: Absolutwerte und Prozentangaben des systolischen Blutdrucks (mmHg) unter Ruhebedingungen in der zweiten Messung

Tabelle 18: Absolutwerte und Prozentangaben des systolischen Blutdrucks (mmHg) unter Ruhebedingungen in der dritten Messung

Anhang 9: Systolischer Blutdruck der Interventionsgruppe unter submaximaler Belastung

Tabelle 19: Systolischer Blutdruck (mmHg) unter submaximaler Belastung

Tabelle 20: Überprüfung der Signifikanz des systolischen Blutdrucks (mmHg) unter submaximaler Belastung mittels t-Test ($p < 0,05$)

Anhang 10: Systolischer Blutdruck der Kontrollgruppe unter submaximaler Belastung

Tabelle 21: Systolischer Blutdruck (mmHg) unter submaximaler Belastung

Tabelle 22: Überprüfung der Signifikanz des systolischen Blutdrucks (mmHg) unter submaximaler Belastung mittels t-Test ($p < 0,05$)

Anhang 11: Laktatwerte der Interventionsgruppe unter submaximaler Belastung

Tabelle 23: Laktatwerte (mmol/l) unter submaximaler Belastung

Tabelle 24: Überprüfung der Signifikanz der Laktatwerte (mmol/l) unter submaximaler Belastung mittels t-Test ($p < 0,05$)

Anhang 12: Laktatwerte der Kontrollgruppe unter submaximaler Belastung

Tabelle 25: Laktatwerte (mmol/l) unter submaximaler Belastung

Tabelle 26: Überprüfung der Signifikanz der Laktatwerte (mmol/l) unter submaximaler Belastung mittels t-Test ($p < 0,05$)

Anhang 13: Maximale Belastung der Interventionsgruppe

Tabelle 27: Maximale Leistung (Watt)

Tabelle 28: Überprüfung der Signifikanz der Leistung (Watt) unter maximaler Belastung mittels t-Test ($p < 0,05$)

Anhang 14: Maximale Belastung der Kontrollgruppe

Tabelle 29: Maximale Leistung (Watt)

Tabelle 30: Überprüfung der Signifikanz der Leistung (Watt) unter maximaler Belastung mittels t-Test ($p < 0,05$)

Anhang 15: BMI der Interventionsgruppe

Tabelle 31: BMI (kg/m^2) im Verlauf der Messungen

Tabelle 32: Überprüfung der Signifikanz des BMI (kg/m^2) im Verlauf der Messungen mittels t-Test ($p < 0,05$)

Tabelle 33: Überprüfung der Signifikanz des Körpergewichts (kg) im Verlauf der Messungen mittels t-Test ($p < 0,05$)

Tabelle 34: Verschiebung der Absolutwerte und Prozentangaben des BMI (kg/m^2) bezogen auf die Klassifikation

Anhang 16: BMI der Kontrollgruppe

Tabelle 35: BMI (kg/m^2) im Verlauf der Messungen

Tabelle 36: Überprüfung der Signifikanz des BMI (kg/m^2) im Verlauf der Messungen mittels t-Test ($p < 0,05$)

Tabelle 37: Überprüfung der Signifikanz des Körpergewichts (kg) im Verlauf der Messungen mittels t-Test ($p < 0,05$)

Anhang 17: Einteilung der Interventions- und Kontrollgruppe in die BMI

Tabelle 38: Absolutwerte und Prozentangaben des BMI (kg/m^2) in der ersten Messung

Tabelle 39: Absolutwerte und Prozentangaben des BMI (kg/m^2) in der zweiten Messung

Tabelle 40: Absolutwerte und Prozentangaben des BMI (kg/m^2) in der dritten Messung

Anhang 18: Nikotin- und Alkoholkonsum der Interventionsgruppe

Tabelle 41: Absolutwerte und Prozentangaben des Alkoholkonsums

Tabelle 42: Absolutwerte und Prozentangaben des Nikotinkonsums

Anhang 19: Nikotin- und Alkoholkonsum der Kontrollgruppe

Tabelle 43: Absolutwerte und Prozentangaben des Alkoholkonsums

Tabelle 44: Absolutwerte und Prozentangaben des Nikotinkonsums

Anhang 20: Auswertung des Fragebogens der Interventionsgruppe bei der ersten Messung

Tabelle 45: Absolutwerte und Prozentangaben des körperlichen Aktivitätsniveaus

Tabelle 46: Absolutwerte und Prozentangaben der Bewertung bezüglich der Befindlichkeit zu Beginn des Projekts

Tabelle 47: Absolutwerte und Prozentangaben bezüglich des Stellenwerts des Faches Sport

Anhang 21: Auswertung des Fragebogens der Interventionsgruppe bei der zweiten Messung

Tabelle 48: Absolutwerte und Prozentangaben des körperlichen Aktivitätsniveaus

Tabelle 49: Absolutwerte und Prozentangaben der Bewertung bezüglich der Befindlichkeit während des optimierten Trainings mithilfe der individuellen Herzfrequenz

Tabelle 50: Absolutwerte und Prozentangaben bei der Feststellung des Spaßfaktors am Ausdauersport nach Abschluss des Projekts

Tabelle 51: Absolutwerte und Prozentangaben bei der Bewertung positiver Auswirkung von körperlicher Aktivität auf Körper und Wohlbefinden

Tabelle 52: Absolutwerte und Prozentangaben bei der Bewertung verbesserter Fitness nach dem Projekt

Tabelle 53: Absolutwerte und Prozentangaben bezüglich des Zusammenhangs von Fitnesssteigerung und individuellem Training

- Tabelle 54:** Absolutwerte und Prozentangaben bezüglich der Weiterführung des Trainings unter optimierten Bedingungen
- Tabelle 55:** Absolutwerte und Prozentangaben bezüglich der Ablenkung von Stress und Problemen durch Bewegung
- Tabelle 56:** Absolutwerte und Prozentangaben der Angaben zur Meinung bezüglich der Erhöhung der Stundenzahl des Sportunterrichtes
- Tabelle 57:** Absolutwerte und Prozentangaben zur Bewertung des Projekts im Vergleich zum normalen Sportunterricht
- Tabelle 58:** Absolutwerte und Prozentangaben zur Weiterführung des Projekts in nachfolgenden Schulklassen
- Tabelle 59:** Absolutwerte und Prozentangaben zur Motivation auch nach Beendigung des Projekts weiterhin regelmäßig Fahrrad zu fahren
- Tabelle 60:** Absolutwerte und Prozentangaben zum Aufenthalt in der Natur vor Beginn des Projekts
- Tabelle 61:** Absolutwerte und Prozentangaben bezüglich des Befindens bei Ausüben des Sportunterrichts in der Natur
- Tabelle 62:** Absolutwerte und Prozentangaben zur Anregung des Aufenthaltes in der Natur durch das Projekt
- Anhang 22:** Auswertung des Fragebogens der Interventionsgruppe bei der dritten Messung
- Tabelle 63:** Absolutwerte und Prozentangaben zur Motivation auch nach Beendigung des Projekts weiterhin regelmäßig Fahrrad zu fahren
- Tabelle 64:** Absolutwerte und Prozentangaben zum sportlichen Aktivitätsniveau außerhalb der Schule
- Tabelle 65:** Absolutwerte und Prozentangaben zum Training im individuellen Optimum außerhalb der Schule
- Tabelle 66:** Absolutwerte und Prozentangaben zur Bewertung der Fitness nach Wiederumstellung des Sportunterrichtes
- Tabelle 67:** Absolutwerte und Prozentangaben zur Bewertung des Sportunterrichtes in der Natur

Anhang 23 Auswertung des Fragebogens der Kontrollgruppe bei der ersten Messung

Tabelle 68: Absolutwerte und Prozentangaben des körperlichen Aktivitätsniveaus

Tabelle 69: Absolutwerte und Prozentangaben der Bewertung des Befindens während des Sportunterrichtes

Tabelle 70: Absolutwerte und Prozentangaben bezüglich der Bewertung des Stellenwerts des Fachs Sport

Anhang 24 Auswertung des Fragebogens der Kontrollgruppe bei der zweiten Messung

Tabelle 71: Absolutwerte und Prozentangaben des körperlichen Aktivitätsniveaus

Tabelle 72: Absolutwerte und Prozentangaben bezüglich der Erhöhung des Spaßfaktors

Tabelle 73: Absolutwerte und Prozentangaben bei der Bewertung positiver Auswirkung auf Körper und Wohlbefinden

Tabelle 74: Absolutwerte und Prozentangaben bei der Bewertung der verbesserter Fitness

Tabelle 75: Absolutwerte und Prozentangaben der Bewertung bezüglich der Ablenkung von Stress und Problemen durch Bewegung

Tabelle 76: Absolutwerte und Prozentangaben bezüglich der Meinung zur Erhöhung der Stundenzahl des Sportunterrichtes

Tabelle 77: Absolutwerte und Prozentangaben zur Motivation auch zukünftig weiterhin regelmäßig Sport zu treiben

Tabelle 78: Absolutwerte und Prozentangaben bezüglich der Bewertung der Befindlichkeit während des Sportunterrichtes

Tabelle 79: Absolutwerte und Prozentzahlen bezüglich des Interesses an einem modifizierten Sportunterricht teilzunehmen

Anhang 25 Korrelation von niedrigem körperlichem Aktivitätsniveau und Tachykardie unter Ruhebedingungen bei der Interventionsgruppe

Tabelle 80: Absolutwerte und Prozentzahlen bezüglich der Korrelation zwischen körperlichem Aktivitätsniveau und Tachykardie

Anhang 26 Korrelation von niedrigem körperlichem Aktivitätsniveau und Tachykardie unter Ruhebedingungen bei der Kontrollgruppe

Tabelle 81: Absolutwerte und Prozentzahlen bezüglich der Korrelation zwischen körperlichem Aktivitätsniveau und Tachykardie

Anhang 27 Waldstrecke

1. EINLEITUNG

Die Entwicklung, Gesundheit und Förderung von Kindern und Jugendlichen wird gegenwärtig in Wirtschafts-, Sozial- und Gesundheitspolitik viel diskutiert. Dies liegt daran, dass in den Industrienationen der Bewegungsmangel mit seinen Risiken und Folgeerkrankungen eine immer größere Rolle spielt. Denn erschreckender Weise machen sich Bewegungsmangelkrankungen nicht erst im hohen Alter bemerkbar, sondern treten häufiger bereits bei Kindern und Jugendlichen auf (Delekat und Kis, 2001; Kampe und Ketelhut, 2002; Suter und Hawes, 1992). Zudem werden mögliche Defizite in der kognitiven und sozialen Entwicklung nicht zuletzt seit der Pisa-Studie thematisiert.

Das Interesse dieser Arbeit liegt darin, ein Konzept zu entwickeln, das dem Bewegungsmangel mit seinen gesundheitlichen Risiken und Folgeerkrankungen entgegenwirkt. Diese Zielsetzung impliziert, den zunehmend inaktiven Lebensstil der jungen Generation auf schulischer Ebene zu kompensieren. Es soll gezeigt werden, dass eine Modifikation des Sportunterrichts durch eine Analyse der individuellen Leistungsfähigkeit und der daraus resultierenden Optimierung der Trainingsbedingungen eine Prävention von Übergewicht, Adipositas, Hypertonie sowie des kardiovaskulären Risikos bewirken kann. Hierfür wurde bei jedem Berufsschüler mit Hilfe einer Laktatwertmessung und einer Herzfrequenzbestimmung mittels des Conconi Ausbelastungstests auf dem Fahrradergometer ein individuelles Optimum im aeroben Trainingsbereich ermittelt. In diesem trainierten die Schüler über eine Periode von drei Monaten auf dem Mountainbike im angrenzenden Waldgebiet der Schule. Zum Vergleich wurde eine Kontrollgruppe untersucht, die den vom Kultusministerium vorgeschriebenen Unterricht ausübte. In einer Longitudinalstudie konnte die Entwicklung der Berufsschüler vor und nach der Intervention beurteilt werden.

Bei insgesamt 368.472 Todesfällen im Jahr 2004 durch kardiovaskuläre Erkrankungen wird es immer wichtiger, präventive Maßnahmen in einem frühen Stadium zu ergreifen (Statistisches Bundesamt, 2005). Zudem ist das Gesundheitssystem enormen finanziellen Belastungen ausgesetzt. Im Jahr 2002 wurden Kosten in Höhe von rund 35 Milliarden Euro allein durch kardiovaskuläre Erkrankungen verursacht (Gesundheitsberichterstattung des Bundes, 2002). Nicht nur aufgrund dieser Zahlen ist daher ein schnelles und nachhaltiges Handeln im Rahmen einer Gesundheits- und Bildungsreform von Nöten.

In der vorliegenden Untersuchung wird ein strukturiertes und umsetzbares Konzept entworfen, das zur Prävention von kardiovaskulären Erkrankungen auf schulischer Ebene geeignet ist. Die inaktive Lebensführung der Jugend wird durch diesen Ansatz belebt und die ganzheitliche Entwicklung und Gesundheit der Kinder und Jugendlichen forciert. Der ökonomische Aufwand soll dabei so gering wie möglich gehalten werden.

Körperliche Aktivität ist ein entscheidender Baustein für langfristige Lebensqualität und das Wohlbefinden. Der demografische Wandel der westlichen Industrienationen hat zu einer Umkehrung der Alterspyramide geführt, welche die Staaten vor neue Aufgaben stellt. Künftige Generationen Invalider wird kein Land verkraften können, so dass der enorme Profit, der durch frühzeitige und regelmäßige körperliche Aktivität im Alter entsteht, noch stärker ausgeschöpft werden muss (Weisser, 2001; Bauer, Weisser, 2002). Durch das hier beschriebene Projekt soll eine Möglichkeit dargestellt werden, das psychische Gleichgewicht der Schüler zu stützen. Gleichzeitig wird das Ziel verfolgt, das physische Wohlbefinden zu stärken und eine Schulung des Gesundheitsbewusstseins zu fördern.

Die deutschen Schüler weisen neben einer negativen Entwicklung von Motorik und Leistungsfähigkeit auch eine Zunahme von Auffälligkeiten im Sozialverhalten auf (Dordel, 2000). Deshalb liegt das Ziel dieser Studie auch darin, eine individuelle Steigerung der Leistungsfähigkeit unter Bildung leistungsäquivalenter Gruppen zu erlangen. Dies hat zur Konsequenz, dass Über- und Unterforderungen vermieden und gleichzeitige Frustrationen im Sportunterricht minimiert werden können. Es besteht zudem die Möglichkeit, die Sozialkompetenz auf diesem Wege zu prägen. Auch soll darauf aufmerksam gemacht werden, dass durch ein aktives Mitgestalten des Sportunterrichts seitens der Schüler ihr Initiativverhalten gestärkt und die Lernvoraussetzungen verbessert werden können.

Zunächst soll in Kapitel 2 ein Überblick über die theoretischen Grundlagen des Bewegungsmangels, seiner Risiken sowie möglicher Folgeerkrankungen gegeben werden. Basierend auf diesen Kenntnissen ist die Studie aufgebaut, welche in Kapitel 3 ausführlich erläutert wird. Die Darstellung und die statistische Auswertung der Ergebnisse sowie deren Interpretation erfolgen in Kapitel 4 und 5. In Kapitel 6 werden die Kernaussagen der Studie diskutiert sowie Handlungsempfeh-

lungen für Gesundheits- und Bildungsreformen abgeleitet. Das Schlusskapitel liefert eine Übersicht über die Ergebnisse, die diese Arbeit hervorbringt (Kapitel 7).

Zusammenfassend soll die Studie insbesondere zur Klärung der folgenden Fragen beitragen:

1. Wie wirkt sich die Modifikation des Sportunterrichts an Berufsschulen auf die ausgewählten Parameter

- Laktat
- Herzfrequenz
- Blutdruck
- körperliche Leistungsfähigkeit
- Gewicht

in Ruhe, unter submaximaler und maximaler Belastung aus?

2. Können diese Werte auch durch den Sportunterricht nach dem üblichen Curriculum verändert werden?

3. Besteht ein Zusammenhang zwischen der individuellen Leistungsfähigkeit, der resultierenden Optimierung der Trainingsbedingungen und der Prävention von Bewegungsmangel und ausgewählten kardiovaskulären Risikofaktoren bei Berufsschülern?

4. Wie entwickeln sich die Berufsschüler nach Wiederaufnahme des Sportunterrichts nach dem üblichen Curriculum; sechs Monate nach der Intervention?

2. THEORETISCHE GRUNDLAGEN

Abbildung 1 zeigt den Zusammenhang zwischen Bewegungsmangel, seinen Risiken und möglichen Folgeerkrankungen. Übergewicht, Adipositas und Hypertonie zählen zu den kardiovaskulären Risikofaktoren, die in dieser Arbeit aufgrund ihrer außerordentlichen Relevanz bei Kindern und Jugendlichen in einem gesonderten Kapitel aufgeführt werden sollen.

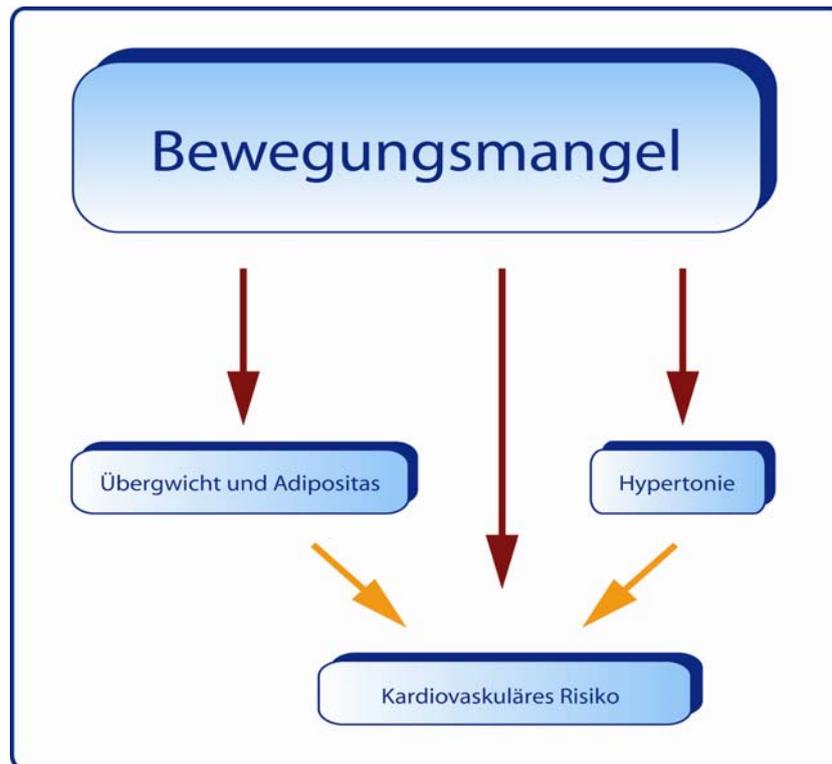


Abbildung 1: Bewegungsmangel als grundlegende Ursache für Übergewicht und Adipositas, Hypertonie und kardiovaskuläres Risiko

Quelle: Eigene Darstellung

In Kapitel 2.1 wird der Bewegungsmangel als grundlegende Ursache erläutert. Im Anschluss daran befasst sich Kapitel 2.2 mit den theoretischen Grundlagen von Übergewicht und Adipositas. In Kapitel 2.3 ist die Hypertonie und abschließend in Kapitel 2.4 das kardiovaskuläre Risiko beschrieben.

2.1 Körperliche Aktivität und Bewegungsmangel

Der Bewegungsmangel ist seit den 90er Jahren ein anerkannter Risikofaktor. Dies ergeben Stellungnahmen der verschiedenen Fachgesellschaften (FIMS, 1991; AHA, 1992; und eine gemeinsame Erklärung von FIMS und WHO, 1994 Declaration of Cologne).

Regelmäßige Bewegung und körperliche Aktivität zählen zu den wichtigsten Einflussfaktoren zur Verbesserung der Lebensqualität (Löllgen, 2003) und leisten durch eine gezielte Förderung einen wesentlichen Beitrag zur Aufrechterhaltung von Gesundheit und Wohlbefinden in jedem Alter. Es gibt eine größere Anzahl von Studien, die den Einfluss von körperlicher Aktivität auf fast alle Körperfunktionen und Organe dokumentieren (Weisser und Bauer, 2002). Der Begriff körperliche Aktivität ist ein Oberbegriff für jede körperliche Bewegung, die durch den Skelettmuskel produziert wird und den Energieumsatz steigert (US Department of Health and Human Services, 1996). Körperliche Aktivität kann als Übung oder Training titulierte werden, wenn sie geplant, strukturiert, wiederholbar und zielgerichtet ist (Hollmann und Hettinger, 2000).

2.1.1 Verbreitung des Bewegungsmangels

In Deutschland sind 45% der Bevölkerung körperlich inaktiv und 30% gelegentlich aktiv, wobei 13% sich so viel bewegen, dass ein präventiver Effekt erreicht werden kann (Mensink, 2002).

Es gibt Daten des telefonischen Gesundheitssurvey 2003, die eine signifikante Korrelation zwischen gesundheitlicher Selbsteinschätzung und sportlichem Aktivitätsniveau zeigen. Demgegenüber stehen die Daten, die 1998 im Bundesgesundheitsurvey erhoben wurden. Hier konnte kein Zusammenhang zwischen gesundheitlicher Selbsteinschätzung und körperlicher Tätigkeit in der alltäglichen Lebensführung festgestellt werden. Auch gibt es Studien, die veranschaulichen, dass für freizeitsportliche Aktivitäten deutlich höhere gesundheitliche Effekte nachgewiesen werden können als bei Tätigkeiten, wie z.B. Putzen, Bauarbeiten, die einen vergleichbaren Kalorienverbrauch aufweisen (Bellach, 1998; Kohler, 2004; Mensink, 2003).

Unterschiede in der regelmäßigen Sportausübung zeigen sich auch zwischen den sozialen Schichten, wobei in Ober- und Mittelschicht sportliche Aktivität weiter verbreitet ist als in der unteren Schichtzugehörigkeit (Statistisches Bundesamt, 2005). Diesen Zusammenhang verdeutlicht die Studie von Scheffler et al., welche die starke Sozialabhängigkeit der motorischen Ent-

wicklung von Kindern und Jugendlichen herausstellt. Dabei konnten die aufgetretenen Defizite in den sozial schwächeren Gruppen durch zusätzliche Bewegungsprogramme kompensiert werden (Scheffler et al., 2004). Der Zusammenhang zwischen körperlicher, motorischer und kognitiver Entwicklung ist seit langem bewiesen (Hollmann W, 2001; Noth, 2001). Zu dieser Erkenntnis gelangte auch das Chilt-Project, das eine Förderung motorischer Fähigkeiten als wichtige Voraussetzung für die neurologische Reifung und damit für die psychosoziale und kognitive Entwicklung der Kinder und Jugendlichen unterstreicht (Dordel und Breithecker, 2003; Graf et al., 2003). Nach einer Studie von Graf et al. hat sich bestätigt, dass die Kinder inaktiver Eltern auch ein niedriges Aktivitätsniveau aufweisen. Um auch diesen Kindern eine Grundlage für eine aktive Lebensführung zu geben, ist es wichtig, entsprechende Maßnahmen interdisziplinär zu erarbeiten.

2.1.2 Gesundheitliche Relevanz des Bewegungsmangels

Sport und körperliche Aktivität bilden einen wichtigen Baustein für eine gesunde Lebensführung (Dickhuth und Löllgen 1996). Der aktive Mensch kann nachweislich biologische Alterungsprozesse aufhalten, ist leistungsfähiger und kann vor allem im Alter länger selbst bestimmend leben (Jeschke, 2004; Löllgen, 2004). Ein körperlich inaktiver Lebensstil ruft dagegen eine Reihe von Gesundheitsgefährdungen hervor (Sallis und Owen, 1998; US Department of Health and Human Services, 1996). Erschreckenderweise machen sich Bewegungsmangelkrankungen nicht erst im hohen Alter bemerkbar. Risikofaktoren wie Hypertonie, Diabetes, Adipositas oder Schwäche des Bewegungs- und Stützapparates treten immer häufiger schon bei Jugendlichen auf (Delekat und Kis, 2001; Kampe und Ketelhut, 2002; Suter und Hawes, 1992). Die inverse Beziehung zwischen körperlicher Aktivität und Erkrankungen kardiovaskulärer Genese werden gesondert in Kapitel 2.3 aufgeführt.

Eine gesteigerte körperliche Aktivität wirkt nicht nur den beschriebenen Risiken entgegen. Sie fördert zugleich die Fitness sowie das physische und mentale Wohlbefinden (Dickhuth und Löllgen, 1996). Es ist von enormer Bedeutung, nicht nur Kinder und Jugendliche, sondern generell die Bevölkerung davon zu überzeugen, dass regelmäßige Bewegung ein gesundheitlicher Schutzfaktor ist und die Mortalität an vielen Krankheiten reduzieren kann (Skinner, 2001).

2.1.3 Körperliche Aktivität im Sportunterricht

Die körperliche Aktivität bei Kindern und Jugendlichen nimmt immer stärker ab. So hat Bös nachgewiesen, dass die jüngere Generation sich durchschnittlich nur noch eine Stunde täglich bewegt (Bös, 1999). Die zunehmende Kürzung von Sportunterrichtsstunden in der Schule manifestiert dieses Voranschreiten des Bewegungsmangels (Graf, 2003) und trägt zur Abnahme der körperlichen Leistungsfähigkeit der Kinder und Jugendlichen verstärkend bei (Bös, 2002).

Auch die Untersuchungsergebnisse von Dordel betonen die dramatische Veränderung der motorischen Entwicklung und der mangelnden Leistungsfähigkeit des Nachwuchses, die ursächlich häufig auf sportliche Misserfolge zurückzuführen sind (Dordel, 2000). Dies führt nicht selten zum Rückzug der Bewegungsaktivitäten bei den entsprechenden Kindern und Jugendlichen. Aufgrund dieser Erkenntnisse sollten die Inhalte des Sportunterrichtes kritisch hinterfragt werden. Nach Bühning würden Schüler eine bessere Beziehung zu ihrer Schule entwickeln, wenn es häufiger die Möglichkeit gäbe, den Unterricht aktiv mitzugestalten (Bühning, 2005). Neben der negativen Entwicklung der Motorik und Leistungsfähigkeit ist in diesem Zusammenhang die Zunahme von Verhaltensauffälligkeiten hauptsächlich im Bereich des Sozialverhaltens zu erwähnen (Dordel, 2000).

Da eine der Hauptursachen für die wachsende Anzahl übergewichtiger Kinder und Jugendlicher in den veränderten Bedingungen für Bewegung in unserer Gesellschaft liegt, sind effektive Strategien im Sinne einer Primärprävention auf schulischer Ebene gefordert (Ziroli und Döhring, 2003). Forderungen nach gesteigerter körperlicher Aktivität im schulischen Rahmen bis hin zu einer täglichen Sportstunde gab es bereits 1956 (Wolf, 1974), umso unverständlicher ist die Brisanz der endlosen Diskussionen über den Stellenwert des Fachs Sport speziell im dualen System der Berufsausbildung bis heute (Bloss, 1987; Grundmann, 1988; Kuckart, 1992). Eine Studie, in der Schüler mit täglichem Sportunterricht mit solchen verglichen wurden, die nur drei Sportstunden in der Woche hatten, verdeutlichte, dass die sportbetonte Klasse weitaus weniger Gewichtsprobleme aufwies (Ziroli und Döhring, 2003).

Rhode fordert eine „Neukonzipierung und Akzentuierung“ des Sportunterrichtes von Berufsschulen (Rhode, 1995). Durch die zunehmende Computerisierung und die fortschreitende Mechanisierung des Lebens findet ein Prozess der Denaturisierung statt. Dieser Entwicklung kann

im Sportunterricht an Berufsschulen entgegenwirkt werden (Hartmann, 1989). Traulsen stellt in seiner Studie einen berufsorientierten Sportunterricht vor, der eine Verbesserung eines Arbeitsplatzes bezogenen Bewegungsverhaltens erzeugen soll (Traulsen, 2000).

2.1.4 Individuelles Bewegungs- und Trainingsoptimum

Die individuelle anaerobe Schwelle (iANS) hat im Leistungstraining und damit für die individuelle Bewegungs- und Trainingsoptimierung eine große Bedeutung, da dem Training mit einer Intensität unterhalb des Grenzwertes ein hoher Effekt bei der Entwicklung der aeroben Leistungsfähigkeit nachgesagt wird. Training im anaeroben Bereich ist für Untrainierte hingegen schädlich und sollte unbedingt vermieden werden (Wießpeiner et al, 1990). Für das Ausdauertraining gilt deshalb, dass der optimale Trainingsreiz am aerob anaeroben Übergang entsteht, das heißt, wenn das Sauerstoffsystem maximal aktiviert wird, aber gerade noch keine Laktatanhäufung im Muskel zustande kommt (Janssen, 2003).

2.1.4.1 Die individuelle aerobe Schwelle (iAS)

Die moderne Leistungsdiagnostik ist in der Sportmedizin unentbehrlich geworden. Mit Hilfe aufwändiger Analysen wird versucht, das Training optimal zu steuern (Herren et al., 1988). In diesem Zusammenhang fällt häufig der Begriff anaerobe Schwelle (ANS), ein Fachbegriff aus der Sportmedizin. Dabei handelt es sich um die höchstmögliche Belastungsintensität, die noch ohne Übersäuerung aufrecht erhalten werden kann (Heck, 1990). Im Gegensatz dazu beginnt die aerobe Schwelle (AS) mit dem ersten Laktatanstieg und endet mit der anaeroben (ANS) bzw. individuellen anaeroben Schwelle (iANS), die das maximale Laktat-Steady-State repräsentiert (Kindermann, 2004). Es herrscht ein Gleichgewicht zwischen Sauerstoffbedarf und Sauerstoffaufnahme sowie Laktatproduktion und -elimination. Empirisch wurde die anaerobe Schwelle bei einem Laktatwert von 4 mmol/l festgelegt und hat sich bei leistungsdiagnostischen Untersuchungen bewährt (Keul et al., 1978). Wird bei einem Testverfahren die Schwelle individuell bestimmt, dann spricht man von der individuellen anaeroben Schwelle (iANS).

Dieser Zusammenhang wird durch die Laktat-Leistungs-Kurve in Abbildung 2 verdeutlicht. Diese zeigt die aerobe (AS) und anaerobe Schwelle (ANS) im Stufentest. Die Laktatwerte, die für die jeweilige Belastungsstufe bestimmt werden, sind über der Leistung punktweise aufzutragen.

Die resultierende Kurve, bei Verbinden der Punkte, ist dann insbesondere für den Bereich zwischen 2 mmol/l und 4 mmol/l auszuwerten.

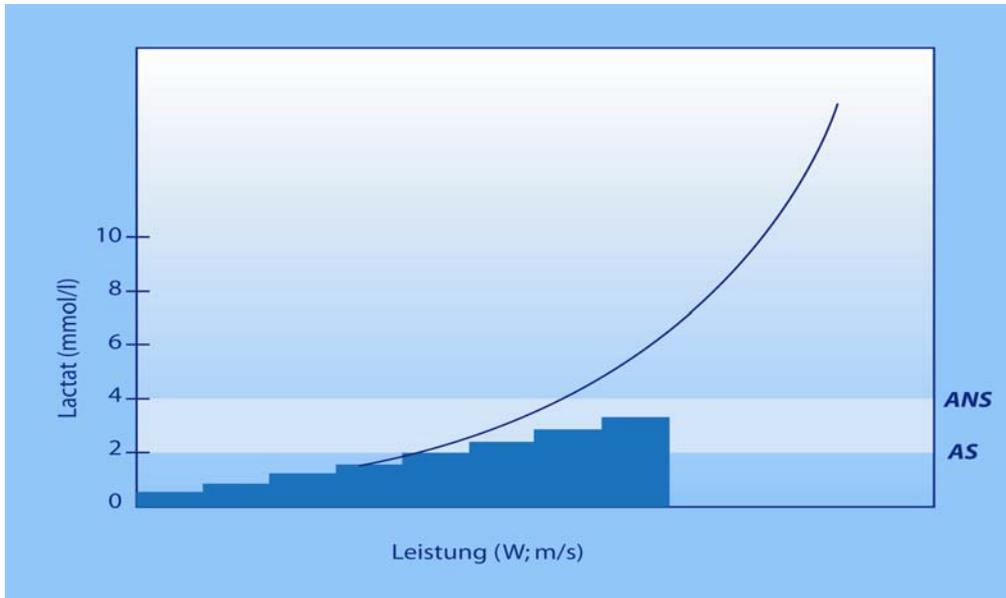


Abbildung 2: Laktat-Leistungs-Kurve

Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an Neumann G, Pfützner A, Hottenrott K, 2000

Bezüglich der Beeinflussung des Gewichts gehen körperliche Belastungen unterhalb der ANS mit einem verminderten Glykogenverbrauch einher, wobei die Lipolyse steigt (Keul et al., 1978). Nimmt die Intensität zu, dann werden Kohlenhydrate zur Energiequelle und die Fettverbrennung sinkt bzw. wird nicht mehr beansprucht (Janssen, 2003). Somit ist eine Gewichtsabnahme, die durch körperliche Aktivität herbeigeführt werden soll, in erster Linie als niedrig intensive Ausdauerbelastung zu gestalten (Weisser und Mechling, 2002).

2.1.4.2 Messmethoden zur Bestimmung der (iAS)

In der Sportmedizin existieren diverse Verfahren zur Messung der iAS. Eine Möglichkeit stellt der stufenweise Belastungstest verbunden mit mehreren Laktatmessungen dar (Davis et al., 1985; Karlsson und Jacobs, 1979). Durch die Aufzeichnung einer Laktatkurve unter Belastung wird ersichtlich, wann durch den Organismus das Steady State nicht mehr aufrecht erhalten werden kann. Die Laktatmessung stellt bei leistungsdiagnostischen Untersuchungen ein wichtiges Kriterium zur Beurteilung der Ausdauerfähigkeit und zur Vorgabe von Trainingsbereichen dar

(Clasing et al., 1994). Eine zweite näherungsweise Bestimmung ist auch unblutig über das Herzfrequenz-Leistungs-Diagramm erfassbar. Bekannt ist in diesem Zusammenhang der später näher erläuterte Conconi Test. Dieser liefert wertvolle Resultate zur Trainingsüberwachung und Planung, die zur Verbesserung der aeroben Leistungsfähigkeit führen (Schramek, 1988). In der Leistungsdiagnostik stehen Herzfrequenz und Laktat in einer korrelativen Beziehung zueinander. Deshalb kann bei bekannter Herzfrequenz auf die metabolischen Verhältnisse des Organismus geschlossen werden, so dass sich eine Blutentnahme erübrigt (Böhning, 1994).

2.1.5 Einsparpotenziale durch körperliche Aktivität

Bei der gesundheitsökonomischen Analyse und Bewertung der körperlichen Aktivität stellte sich heraus, dass eine Steigerung der körperlichen Aktivität die Gesundheitsausgaben deutlich reduzieren würde (Statistisches Bundesamt, 2005). Schätzungen einer kanadischen Studie zufolge sind 2,5% der gesamten Gesundheitsvesorgungskosten dem körperlich inaktiven Lebensstil zuzurechnen. In Deutschland ist von weitaus höheren Kosten auszugehen (Katzmarzyk et al., 2000). In den USA wurde festgestellt, dass die lebenslangen Mehrkosten, die durch Bewegungsmangel entstehen, höher sind als die durch das Rauchen verursachten Kosten (Keeler et al., 1989). Oft werden bei den gesundheitsökonomischen Schätzungen Einsparungen durch langfristige Wirkungen nicht berücksichtigt. Die präventive Wirkung des Sports im Kindes- und Jugendalter auf eine Vielzahl gesundheitlicher Risikofaktoren und die Bedeutung des Sporttreibens in jungen Jahren für die körperliche Aktivität und Gesundheit im Alter werden in diesen Berechnungen vernachlässigt (Statistisches Bundesamt, 2005). Insofern kann die Förderung der körperlichen Aktivität als „best buy“ für Public-Health-Interventionen angesehen werden (Munro et al., 1997).

Körperliche Aktivität könnte viele Medikamente ersetzen bzw. deren Dosierungen mindern und ist dabei ökonomischer, effizienter sowie nebenwirkungsärmer (Dickhuth und Löllgen, 1996; Mayer et al., 2001; Mensink, 2002). Auch werden Bewegungseinheiten erfolgreich zur Krankheitsbewältigung und zur sozialen Eingliederung eingesetzt (Dickhuth und Löllgen, 1996). Bei einer Kosten-Nutzen-Betrachtung der präventiven Maßnahmen durch gezielte körperliche Aktivität überwiegt der Nutzen gegenüber den Kosten, die bspw. durch Sportverletzungen und kardiovaskuläre Zwischenfälle verursacht werden. (Bouchard et al., 1994; Löllgen et al., 1995).

2.2 Übergewicht und Adipositas

Übergewicht ist definiert als eine Erhöhung des Körpergewichts aufgrund einer über das Normalmaß hinausgehenden Vermehrung des Körperfettanteils (Statistisches Bundesamt, 2003). Übergewicht ist zunächst nicht als Krankheit zu bezeichnen. Wird jedoch ein bestimmtes Maß überschritten, dann spricht man von Adipositas, die als Krankheit eingestuft wird (Hutzler, 2004; Wabitsch, 2000; Wabitsch et al. 2002; WHO, 1997 und 2000). Adipositas und Übergewicht basieren auf polygenetischem Hintergrund, sind aber auch das Ergebnis eines Lebensstils mit überkalorischer Ernährung und Bewegungsmangel (Bouchard et al. 1988; Graf et al., 2003; Hauner und Berg, 2000; Stunkard et al., 1986; Völler et al., 2004).

2.2.1 Messmethode durch den Body Mass Index (BMI)

Zur Bestimmung von Übergewicht und Adipositas hat sich international der Body Mass Index (BMI) etabliert (Keys et al., 1972; Zwiauer und Wabitsch, 1997). Definiert wird er als Quotient aus Körpergewicht (in Kilogramm) dividiert durch die quadrierte Körpergröße (in Metern). Der BMI gilt als das beste indirekte Maß der Körperfettmasse, mit der er zu 95% korreliert und sich damit als ein guter Prädiktor für die Entwicklung einer Adipositas darstellt (Cole 1991; Deurenberg et al., 1991; Himes und Bouchard, 1989; Roche et al., 1981; Rolland-Cachera et al., 1982). Der BMI dient als Beurteilungskriterium für das Ausmaß des Übergewichts bzw. der Adipositas bei Kindern und Jugendlichen und wird in folgende Gewichtskategorien eingeteilt (Hauner, 1996; Himes und Dietz, 1994; Poskitt, 1995; Robinson, 1993).

Tabelle 1: Klassifikation des Body Mass Index (kg/m^2)

Bezeichnung	BMI
Untergewicht	unter 18,5
Normalgewicht	18,5-24,9
Übergewicht	25-29,9
Adipositas Grad 1	30-34,9
Adipositas Grad 2	35-39,9
Adipositas Grad 3	über 40

Quelle: Richtlinien der WHO und der Deutschen Adipositas-Gesellschaft, 1998

2.2.2 Verbreitung von Übergewicht und Adipositas

Weltweit betrachtet hat das Übergewicht in seiner medizinischen Bedeutung die Unterernährung bereits überrundet (Hebebrand et al., 2004). Adipositas ist in den westlichen Industrienationen die häufigste ernährungsabhängige Erkrankung (Manson et al., 1995; Mc Ginnis et al., 1993).

10-20% der deutschen Kinder und Jugendlichen sind übergewichtig. Dieser Anteil steigt zunehmend (Chen-Stute, 2004; Wabitsch, 2000; Zwiauer 2000). Dabei weisen gerade nach Daten des National Health and Nutrition Examination Survey (NHANES) Kinder im Alter zwischen 12-19 Jahren die eindrucksvollsten Steigerungsraten auf. Inzwischen sind circa jedes fünfte Kind und jeder dritte Jugendliche übergewichtig. Bei 7-8% der Kinder und Jugendlichen erreicht das Ausmaß des Übergewichts sogar Krankheitsstatus (Regierungserklärung, 2004).

Die Prävalenz¹ hat sich in den Jahren 1975-1995 verdoppelt und repräsentiert somit eine zahlenmäßig bedeutende Gesundheitsstörung (Kronmeyer et al., 1999; Troiano und Flegal, 1998). Es gibt Untersuchungen, die beweisen, dass aus übergewichtigen Kindern und Jugendlichen auch übergewichtige Erwachsene werden, so dass die Zahl von derzeit 20 Millionen übergewichtigen bzw. adipösen Bundesbürgern nicht überraschend ist (Whitaker et al., 1997). Es besteht die Befürchtung, dass Übergewicht und Adipositas zu dem meist verbreiteten Gesundheitsproblem des 21. Jahrhundert werden wird (Grund, 1998).

Studien zeigen, dass Adipositas bei Kindern und Jugendlichen mit niedrigem Sozialstatus häufiger auftritt als in sozial höheren Milieus (Körtzinger et al., 1996; Langnäse et al., 1999; Ministerium für Arbeit, Soziales, Gesundheit und Frauen des Landes Brandenburg, 2000). Dieser Trend war auch in den USA zu erkennen (NHLBI, 1998). Außerdem zeigt sich hier der Zusammenhang zwischen Adipositas und körperlicher Aktivität (vgl. Kap. 2.1.1).

2.2.3 Ätiologie und Erklärungsansätze von Übergewicht und Adipositas

Die Ursachen für Adipositas und Übergewicht sind vielfältig. Im Einzelfall spielen verschiedene Faktoren in komplexen und komplizierten Zusammenhängen eine Rolle. Genetische Belastungen, zentral fehlgesteuerte Mechanismen im Gehirn, demografische, psychische, soziale sowie

¹ Die Prävalenz sagt aus, wieviele Individuen einer bestimmten Population an einer bestimmten Krankheit erkrankt sind.

Umweltfaktoren können ihren Teil dazu beitragen (Bouchard et al., 1988; Hebebrand et al., 2001; Körtzinger et al., 1996; Müller et al., 1993; Stunkard, 1986; Williamson, 1996).

In einer großen europäischen Studie fanden Martinez-Gonzalez et al. heraus, dass Probanden mit geringen Bewegungsintervallen innerhalb von 15 Jahren ein vierfach erhöhtes Adipositasrisiko aufweisen (Martinez-Gonzalez et al., 1999). Zu diesen Aspekten summiert sich der Trend zur wachsenden Fast-Food-Gesellschaft (Hauner und Berg, 2000). In diesem Zusammenhang hat Winkler festgestellt, dass trotz ansteigender Prävalenz der Adipositas der hohe Fettverzehr und die durchschnittliche Kalorienaufnahme in Deutschland rückläufig ist (Winkler, 1998). Das gleiche Ergebnis erhielt man in den USA (Heini und Weinsier, 1997). Diese paradoxe Tatsache erklärt sich durch die inverse Beziehung zwischen körperlicher Aktivität und der Manifestation von Adipositas bei Jugendlichen (Di Giuseppe et al., 1997; Flegal et al., 1998; Grund, 1998; Kuczmarski et al., 1994; Prentice et al., 1995; Rowlands et al., 2000).

2.2.4 Risiken, Begleit- und Folgeerkrankungen von Übergewicht und Adipositas

Adipositas und ihre Folgeerkrankungen fordern in den USA jährlich 280.000 Todesfälle und sind damit nach dem Rauchen die zweit häufigsten Todesursachen (Mc Ginnis und Foege, 1993).

Der Krankheitswert der Adipositas zeigt sich im Kindes- und Jugendalter in funktionellen, individuellen und psychosozialen Einschränkungen sowie in der höheren Komorbidität im Vergleich zu Normalgewichtigen und dem deutlich erhöhten Morbiditäts- und Mortalitätsrisiko im Erwachsenenalter (Mosberg, 1989; Must et al., 1992; Wabitsch, 2000). Zur frühen Komorbidität bei Kindern und Jugendlichen werden gezählt: arterielle Hypertonie, Hypercholesterinämie, Hypertriglyceridämie, gestörte Glucosetoleranz und Typ-2-Diabetes. Diese Veränderungen lassen sich als prämetabolisches Syndrom zusammenfassen. Zusätzlich werden, wie in Abbildung 3 verdeutlicht ist, häufig Gallenwegserkrankungen, Hepathopathie, obstruktive Atemstörungen, Schlafapnoesyndrom, orthopädische Störungen und andere Begleiterkrankungen diagnostiziert (Assmann et al., 1997; Burke et al., 1986; Freedmann et al., 1985; Freedmann et al., 1992; Murnauer Komorbiditätsstudie, 1998-2001; Valente et al., 2001; Wabitsch et al., 1994; Wabitsch et al., 1995; Zwiauer et al., 1992).

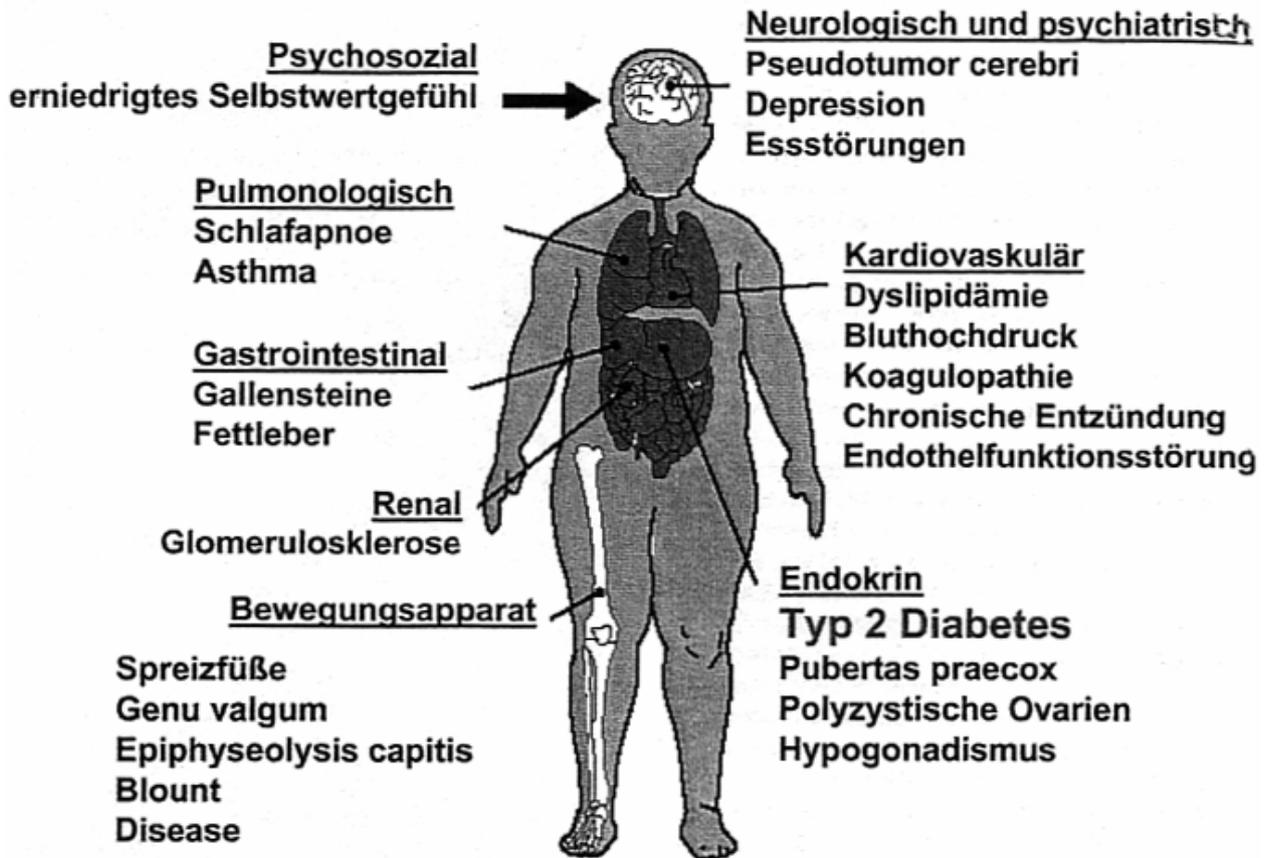


Abbildung 3: Folgestörungen von Adipositas im Kindes- und Jugendalter

Quelle: Ebbeling et al., 2002

Ein enger Zusammenhang besteht zwischen der Beeinträchtigung der Lebensqualität und Adipositas, was von Schwimmer et al. mit der Lebensqualität von Karzinompatienten verglichen wird (Schwimmer et al., 2003). Die Assoziation zu „Übergewichtigen“ in Gesellschaft und Medien ist nicht selten Faulheit, Dummheit und Willensschwäche. Übergewichtige Kinder und Jugendliche leiden unter einem verminderten Selbstwertgefühl, entwickeln Schuld- und Schamgefühle, Depressionen und folglich kommt es zu sozialem Rückzug und Stigmatisierung (Hebebrand et al., 2004; 1998; Pirke und Platte, 1998; Pudel, 1998).

Übergewichtige Kinder und Jugendliche werden diskriminiert durch die gesellschaftliche Norm der Schlankheit und nehmen oft eine Außenseiterrolle ein (Statistisches Bundesamt, 2003; Zwiauer und Wabitsch, 1997). Verschärft wird diese Aussage durch die Studie von Gortmaker et

al., nach der die Kinder im Vorschulalter lieber mit einem behinderten Kind befreundet sein möchten als mit einem übergewichtigen (Gortmaker et al., 1993).

2.2.5 Therapie von Übergewicht und Adipositas

Im Gegensatz zur epidemiologischen und medizinischen Bedeutung des Übergewichts ist weltweit das weitgehende Fehlen von fundierten Therapiestudien zu beanstanden (Wabitsch, 2004). Das Bild des dünnen Idealkörpers führt dazu, dass jährlich viele Millionen Euro auf dem „Diätmarkt“ umgesetzt werden, in dessen Fänge vor allem Jugendliche geraten, ohne Gefahren der Wirkung und Nebenwirkung zu beachten (Wabitsch und Kunze, 2001). Ein zentraler Therapieansatz zur Gewichtsreduktion liegt in der Veränderung des Lebensstils, welcher in der Modifikation der Ernährung und in der Steigerung des Bewegungsverhaltens zu sehen ist (Executive summary, 1998; Glenny et al., 1997; Nawaz und Katz, 2001; NHLBI, 1998). Diese Kombination hat bei übergewichtigen Kindern und Jugendlichen die höchste Effizienz und einen langfristigen Behandlungserfolg gezeigt (Berg, 2003; Berg und König, 2004; Epstein und Goldfield, 1999; Jakicic et al., 1999).

In der Studie von Schmidt et al. wurde ein Bewegungsprogramm für Adipositas-Erkrankte vorgestellt, das auf einem Anti-Diät-Prinzip basiert und Bewegungsfreude in den Vordergrund stellt. Es soll neben dem Energieverbrauch eine Sensibilisierung für psychophysische Prozesse, Befindlichkeit und Wohlfühl geschult werden (Schmidt et al., 2000). Ziel ist es, eine Langzeit-Compliance für sportliche Betätigung auch über das Therapieprogramm hinaus zu erreichen. In dieser Arbeit ist das Radfahren als sportliche Betätigung gewählt worden, da bei dieser Sportart eine Fortsetzung für die Kinder und Jugendlichen in ihrer Freizeit ohne Aufwand möglich ist (Hauner und Berg, 2000; Lawrenz, 2004).

2.2.6 Bisherige Ansätze zur Prävention von Übergewicht und Adipositas

Therapiekonzepte weisen langfristig betrachtet bisher unbefriedigende Ergebnisse auf. Nur bei 5% der Therapiekonzepte ist über drei bis zehn Jahre ein Erfolg zu verzeichnen (Blair, 1993; Foreyt et al., 1993; Schwartz et al., 1997), so dass es von enormer Bedeutung ist, bereits im Jugendalter präventiv tätig zu werden (Wabitsch und Kunze, 2001).

Weltweit werden diverse Präventionskonzepte zur Eindämmung der Adipositas über weiterführende Schuleinrichtungen verfolgt (Muller et al., 2001; Merker et al., 2002). Derzeit ist allerdings nur die Planet Health Studie von Erfolg gekrönt, die einen signifikanten Effekt bei Mädchen durch Reduktion des Fernsehkonsums erreichte (Gortmaker et al., 1999). Ferner gibt es vereinzelte Programme zur körperlichen Früherziehung in Grundschulen, die erfolgreich waren (Epstein et al., 1990; Manios et al., 1999; Simons-Morton et al., 1991). Dabei sollten sich laut Pigeot et al. effektive Programme zur Primärprävention nicht nur auf die Ernährung fokussieren, sondern das Kind, wie in Abbildung 4 veranschaulicht, in seinem gesamten soziokulturellen Umfeld erfassen (Pigeot et al., 2004).



Abbildung 4: Zwiebelmodell für die verschiedenen Verantwortungsebenen zur Prävention von Übergewicht und Adipositas im Kindes- und Jugendalter

Quelle: Wabitsch, 2004

2.2.7 Leistungen und Kosten durch Übergewicht und Adipositas

Laut der gesetzlichen Krankenversicherung gelten Behandlungsversuche als gerechtfertigt, wenn neben einem erhöhten BMI eine Krankheit vorliegt, zu deren erfolgreicher Behandlung eine Gewichtsreduktion beiträgt (Hutzler, 2004). Schätzungen der direkten und indirekten Kosten von Adipositas und ihren Folgen belaufen sich für das Jahr 1995 je nach Modellvariante auf 7,75 bis 13,55 Milliarden Euro, das sind 3,1% bis 5,5% der Gesamtkosten, was in etwa den Berechnungen internationaler Studien entspricht (Schneider, 1996). Im Jahre 2002 betrug der Anteil bereits 9% der Gesamtkosten (Hebebrand, 2004). Und 2004 sind schon über 71 Milliarden Euro Kosten in unserem Gesundheitssystem durch Übergewicht und Adipositas bedingte Krankheiten entstanden (Regierungserklärung, 2004). Einer US-Studie zur Folge verursachen Adipöse 50% mehr Behandlungskosten als Normalgewichtige (Hebebrand, 2004). Die Kosten sind enorm, aber alarmierend sollte sein, dass in Westeuropa jährlich schätzungsweise 200.000 Menschen an den Folgen der Adipositas sterben (Regierungserklärung, 2004).

2.3 Hypertonie

Hypertonie ist definiert als eine „Erhöhung des arteriellen Blutdrucks durch eine zunächst funktionelle, später organische Engstellung der Gefäße“ (Gesundheitsberichterstattung des Bundes, 2006). Da das kardiovaskuläre Risiko sich mit einem Anstieg des Blutdrucks erhöht, ist die arterielle Hypertonie für die Gesundheit der gesamten Bevölkerung von weit reichender Bedeutung (Weisser et al., 2001).

2.3.1 Der Blutdruck

Der Blutdruck ist der durch Herztätigkeit erzeugte Druck in den Arterien. Die Angabe des Blutdrucks erfolgt klassisch als Verhältnis zwischen systolischem und diastolischem Blutdruck. Dabei wird der systolische Blutdruck durch die Auswurfkraft des Herzens erzeugt und als maximaler Wert in der Herzauswurfphase beschrieben. Der diastolische Blutdruck entspricht dem minimalen Wert in der Herzfüllungsphase und stellt den Dauerdruck im arteriellen Gefäßsystem dar. Die Dauer der Systole bleibt auch bei Änderung der Herzfrequenz annähernd konstant, wohingegen die Dauer der Diastole erheblich variiert (Golenhofen, 2000). Der systolische Blutdruck korreliert enger mit dem kardiovaskulären Risiko, so dass diesem eine größere Bedeutung für Komplikationsrisiken zugeschrieben werden kann als dem diastolischen Blutdruck (Gueyffier et al., 1999; Weisser et al., 2001).

2.3.2 Klassifizierung der Blutdruckklassen

Bei der Bildung einzelner Blutdruckklassen wurde eine leicht modifizierte Form der aktuellen Definition der Weltgesundheitsorganisation zugrunde gelegt (siehe Abb. 6). Diese Klassifizierung orientiert sich an den Ergebnissen epidemiologischer und klinischer Studien. Die Zuordnung in optimale bzw. normale Blutdruckwerte basiert auf großen prospektiven Studien, die belegen, dass die Wahrscheinlichkeit eines kardiovaskulären Ereignisses bei entsprechenden Blutdruckwerten weitgehend dem Basisrisiko in den meisten industrialisierten Bevölkerungen entspricht (Mac Mahon et al., 1990; Stamler et al., 1993; van den Hoogen et al., 2000).

Tabelle 2: Klassifikation des Blutdrucks (mmHg)

Klassifikation	Systole	Diastole
Keine Hypertonie	<140	<90
Grenzwertige Hypertonie	≥140 bis ≤149	≥ 90 bis ≤94
Hypertonie	>149	>94

Quelle: Chalmers, 1999

2.3.3 Verbreitung und Ätiologie der Hypertonie

In einem internationalen Vergleich von sechs europäischen Ländern und den USA ist in Deutschland mit 55% die höchste Hypertoniehäufigkeit zu verzeichnen (Wolf-Meier et al., 2003). Wie Daten von 2003 zeigen, beläuft sich die Zahl der Hypertoniker in Deutschland auf 218.411 insgesamt und speziell im Alter zwischen 15-45 auf 14.573 Bürger (Krankenhausstatistik, 2003).² Urhausen stellte fest, dass jeder sechste bis siebte Jugendliche bereits mindestens einen kardiovaskulären Risikofaktor wie Übergewicht, erhöhten Blutdruck oder erhöhte Blutfette aufweist (Urhausen et al., 2003).

Zu den Blutdruck beeinflussenden Faktoren zählen Übergewicht, körperliche Inaktivität, Alkohol- und Zigarettenkonsum sowie Kochsalzaufnahme (Elliot et al., 1996; Greenberger et al., 1987; Kokkinos et al., 1995; Paffenbarger et al., 1993; Pouliot et al., 1994; Stammler et al.,

² Dabei geht die Deutsche Liga zur Bekämpfung des hohen Blutdrucks davon aus, dass circa 12% der Kinder und Jugendlichen unter Hypertonie leiden, Deutsche Liga zur Bekämpfung des hohen Blutdrucks, 1994

1997; Trials of Hypertension Prevention Collaborative Research Group, 1997; Whelton et al., 1996). Der erhöhte Blutdruck ist ein Hauptrisikofaktor für den Apoplex und bildet einen etablierten Risikofaktor für koronare, d.h. von den Herzkranzgefäßen herrührende Krankheiten (Lüderitz und Pizzulli, 1998). Die Korrelation zwischen Hypertonie und kardiovaskulärer Morbidität³ und Mortalität⁴ ist zweifelsfrei erwiesen und linear zum Anstieg des Blutdrucks (Neaton und Wentworth, 1992; PCR-USA, 1992; Stamler, 1991; Stamler et al., 1993).

2.3.4 Messmethoden des Blutdrucks

Im Gegensatz zu vielen anderen Risikofaktoren ist die Hypertonie durch nicht invasive, wenig belastende Verfahren in der Praxis feststellbar.

Die Ergometrie stellt dabei eine Methode zur Früherkennung dar sowie zur prognostischen Einschätzung bezüglich der Folgeerkrankungen und dem Blutdruckverhalten während alltäglicher körperlicher Belastung. Ein normaler Belastungsblutdruck kann eine spätere Hochdruckerkrankung nahezu ausschließen (Ketelhut, 2001). Bei der Ergometrie hat die Auskultationsmessung keinen signifikanten Unterschied zur direkten intravasalen Messung gezeigt und gewährleistet folglich valide und reliable Ergebnisse, unabhängig von Tageszeit oder psychischen Einflüssen (Ketelhut, 2001). Auf der Basis dieser Erkenntnisse ist die ergometrische Blutdruckmessung von prädiktiver Bedeutung (Franz, 1981; Franz, 1982; Mundal, 1996).

Das Messintervall zwischen 50 und 100 Watt entspricht dem submaximalen Bereich und stellt einen Leistungsbereich alltäglicher, körperlicher Belastung dar (Ketelhut, 2001). Kardiovaskuläre Risikofaktoren und arterielle Hypertonie können in diesem Leistungsbereich gut eingeschätzt werden, was unter maximaler Leistung nicht mehr möglich ist. Trotz der günstigen Voraussetzungen in Hinblick auf Diagnose und Therapie ist die mangelhafte Umsetzung der wissenschaftlichen Erkenntnisse in der Versorgungspraxis zu beklagen (Joint-National-Committee, 1997; Ramsay et al., 1999).

³ Unter Morbidität versteht man die Krankheitswahrscheinlichkeit eines Individuums eine bestimmte Krankheit oder Störung zu entwickeln.

⁴ Mortalität ist die Todesrate, d.h. die Wahrscheinlichkeit an einer Krankheit zu erkranken und daran zu sterben.

2.3.5 Einfluss körperlicher Aktivität auf die Blutdruckregulation

Regelmäßige körperliche Aktivität senkt den Blutdruck (Blair et al., 1984; Whelton et al., 2002). Allerdings ist der senkende Effekt geringer als anfangs angenommen. Im Mittel geht man von circa 4 bis 5 mmHg aus, wenn mehr als zwei Stunden Sport pro Woche getrieben werden (Whelton et al., 1992). Bereits Senkungen des Blutdrucks in dieser Größenordnung können zu einer bedeutenden Reduktion von Schlaganfällen führen. Nach einer Studie von Ketelhut ist ein circa halbjähriges Training zwei bis drei mal wöchentlich erforderlich, um eine solche Senkung zu registrieren (Ketelhut, 2004).

Ein wesentlicher Faktor zur Beeinflussung des Blutdrucks ist die Trainingsintensität. In Studien hat sich dabei der submaximale Bereich bewährt, d.h. 60 bis 80% der maximalen Herzfrequenz (Ketelhut et al., 2004; Tipton et al., 1988). Die Herzfrequenz ist ein klassischer Parameter, aus dem Empfehlungen zur Trainingsintensität abgeleitet werden können (Dickhuth und Löllgen; 1996). Vorteil des Ausdauersports ist dabei, dass die individuelle Trainingsintensität besser dosiert und kontrolliert werden kann, da eine Korrelation zwischen der einfach messbaren Herzfrequenz und dem systolischen Blutdruck besteht. Beim Kraftsport bspw. ist dieser Zusammenhang nicht zu nutzen (Ketelhut, 2004).

Es gibt Studien mit eindrucksvollen Minderungen des Blutdrucks (Drews, 1967; Franz et al., 1983; Koga et al., 1990), während andere Untersuchungen keine Veränderungen des Parameters trotz körperlicher Aktivität aufzeigten (Gliders et al., 1989; Johnson und Grover, 1967; Vanhees et al., 1992). Bei Jo et al. wurden normotone und hypertone Probanden beobachtet, wobei nach zwölf Wochen Training nur bei den Hypertonen ein Effekt festgestellt werden konnte, die Normotonen blieben unbeeinflusst (Jo et al., 1989).

Auch die gleichzeitige Senkung der Herzfrequenz bei körperlicher Belastung ist von Bedeutung. Denn das Produkt aus systolischem Blutdruck und Herzfrequenz gilt als Maß für den myokardialen Sauerstoffverbrauch (Ketelhut, 2004), der bei einer Reduktion entscheidend zur Minderung des kardiovaskulären Risikos beiträgt.

2.3.6 Zusammenhang von Übergewicht/Adipositas und Hypertonie

Hypertonie ist mit bis zu 50% die häufigste Begleiterkrankung von Übergewicht und Adipositas (Huang et al., 1998; WHO, 1997). Vermindert ein adipöser Hypertoniker sein Gewicht um zehn

Kilogramm, dann sinkt sein Blutdruck um 8 bis 12 mmHg. Das ist vergleichbar mit der Wirkung eines potenten Antihypertonikums (Wirth, 2004). Deshalb ist es wichtig, bei der Beurteilung des Trainingseffektes das Gewicht zu beachten. Schon eine geringe Reduzierung des Gewichts führt zu einer Minderung des Blutdrucks (Ketelhut et al., 1989). Dadurch kann ein Trainingseffekt vorgetäuscht werden.

2.3.7 Therapie und Kosten der Hypertonie

Circa 30% der Hypertoniker ist es nicht bewusst, dass sie unter einem Krankheitsbild leiden. Dabei werden von den Diagnostizierten etwa 30% gar nicht und 30% nur unzureichend behandelt (Herold, 2004). Patienten mit einer arteriellen Hypertonie sind lebenslang einer medikamentösen Therapie unterlegen (Ketelhut, 1997). Pro gerettetem Lebensjahr werden für die Therapie der Hypertonie circa 5.000 Euro benötigt (Laaser et al, 1987). Im Jahre 2002 mussten speziell für die Behandlung des Hochdrucks insgesamt 8,132 Milliarden Euro aufgebracht werden (Statistisches Bundesamt, 2004).

2.4 Kardiovaskuläres Risiko und ausgewählte Risikofaktoren

Die Mortalitätsstatistiken in den westlichen Industrienationen werden durch Herz-Kreislaufkrankungen angeführt und sind für 50% der Sterblichkeit ätiologisch (Graf et al., 2003a). Die zunehmende Häufigkeit von kardiovaskulären Risikofaktoren und deren Folgen heben die Notwendigkeit hervor, der Prävention eine größere Bedeutung im deutschen Gesundheitssystem einzuräumen (Wirth, 2004). Die Zahl der Opfer könnte bei einer zeitigen Prävention um rund 60% gesenkt werden (Ketelhut, 1997).

2.4.1 Die Herzfrequenz

Die Herzfrequenz stellt, durch die Funktion des Herzens als zentrales Organ des menschlichen Körpers, einen vielfältig anwendbaren physiologischen Parameter dar. Die Messung der Herzfrequenz ist eine relativ einfache Methode, die zur direkten und indirekten Beurteilung dieser Größe genutzt werden kann. Durch die vielfältige Aussagekraft eignet sie sich besonders als physiologische Größe im Rahmen von Interventionen. Die Herzfrequenz beträgt in Ruhe 70 Schläge/min, d.h. in circa einer Sekunde laufen vier Aktionsphasen des Herzens ab. „Die Anspannungsphase (I) und Auswurfphase (II) der Systole und die Entspannungsphase (III) und

Füllungsphase (IV) der Diastole“ (Silbernagel et al., Taschenatlas der Physiologie. Thieme Verlag 1991, Stuttgart, New York).

Die Herzfrequenz ist dabei in Kombination mit der Laktatmessung ein wichtiger Parameter für die aerobe Fitness, die unter standardisierten Ergometerbelastungen individuell bestimmt wird (Berg et al., 1986).

2.4.2 Einfluss von Bewegungsmangel auf die Manifestation kardiovaskulärer Risikofaktoren

Es gilt als gesichert, dass der Bewegungsmangel einen eigenständigen kardiovaskulären Risikofaktor darstellt (FIMS, 1989; Paffenbarger et al., 1993). Gleichzeitig trägt körperliche Aktivität zur Primär- und Sekundärprävention von kardiovaskulären Erkrankungen bei (AHA, 1995; Hollmann et al., 2001). Studien von Bös et al. und der Berliner Einschulungsuntersuchung belegen bereits frühzeitige Veränderungen im Sinne einer individuellen Risikokonstellation bei Kindern mit motorischen Defiziten und der Prävalenz kardiovaskulärer Risikofaktoren. Diese steigen mit zunehmendem Alter an und bringen eine Begünstigung der Entwicklung einer späteren Morbidität im Erwachsenenalter mit sich (Bös, 2002). In einer prospektiven Studie von Ketelhut wurde in Kindertagesstätten ein spezielles Bewegungsprogramm angewendet, das keine Veränderungen in Hinblick auf den systolischen Blutdruck und die Herzfrequenz erzielen konnte aber eine positive Wirkung auf die motorische Entwicklung zeigte. Hier besteht ein dringender Interventionsbedarf in Form von Gesundheits- und Bewegungserziehung (Ketelhut et al., 2005). Ergebnisse der Muscatine Studie belegen die positive Auswirkung regelmäßiger körperlicher Aktivität im Jugendalter auf den Gesundheitsstatus im Erwachsenenalter (Janz et al., 2000). Gerade für die ältere Generation ist der gesundheitliche Profit durch gezielte und regelmäßige Bewegung besonders groß (Weisser, 2001).

Das Risiko, einen Herzinfarkt jenseits des 40. Lebensjahres zu erleiden, sinkt um etwa 40-50% bei mehrmals aerob dynamischen Aktivitäten pro Woche (Blair et al., 1995; Blair, 1996; Paffenbarger et al., 1978; Paffenbarger, 1996). Als effektiv für den Herz-Kreislauf-Bereich erwies sich im Gegensatz zum statischen Krafttraining das aerobe Ausdauertraining (Hollmann, 2001).

In Deutschland prophezeit man, dass 6.500 Herz-Kreislauf-Todesfälle vermieden werden könnten, wenn nur die Hälfte der körperlich Inaktiven sich regelmäßig bewegen würde (Mensink, 1997). Der aktive Homo sapiens weist eine geringere Sterblichkeit an koronaren Krankheiten auf als der Inaktive (Morris et al, 1990; Morris 1996). Bewegungsmangel ist als Risikofaktor vergleichbar mit Zigarettenrauchen (Hollmann und Gyarfas, 1994) oder Hypercholesterinämie (Berlin und Colditz, 1990). Daher muss die Entwicklung dieses Risikofaktors sehr aufmerksam beobachtet werden. Durch gezielte körperliche Aktivität ist es nach Untersuchungen von Blair und Löllgen möglich, eine Lebensverlängerung zu erreichen (Blair, 1996; Löllgen, 2003).

2.4.3 Übergewicht und Mortalität im Zusammenhang mit dem kardiovaskulären Risiko

Die Rolle des Übergewichts als Risikofaktor koronarer Ereignisse war lange Zeit nicht eindeutig. Jüngere Studien verstärken die verbreitete Auffassung, dass Übergewicht als zusätzlicher kardiovaskulärer Risikofaktor einzustufen ist. (Garrison et al., 1996; Spataro et al., 1996; Berg et al., 1995; Hauner, 1996). Angaben der Framingham Studie zufolge ist die Lebenserwartung eines 40-jährigen adipösen Mannes um 5,8 und einer Frau um 7,1 Jahre verkürzt (Peeters et al., 2003). Große epidemiologische Studien, wie die Nurses Health Studie (Manson et al., 1995), Buffalo Health Studie (Dorn et al., 1997) und Framingham Studie (Hubert et al., 1983) bewiesen, dass Übergewicht und Adipositas mit einer erhöhten kardiovaskulären Morbidität und Mortalität einhergehen. Die Datenlage ist jedoch widersprüchlich, da Einflussfaktoren wie Alter und körperliche Aktivität nicht ausreichend berücksichtigt wurden (Bender et al., 1998). Es ist wichtig, den Risikofaktor Adipositas differenziert zu bewerten, da die gleichzeitige Betrachtung der körperlichen Fitness von entscheidender Bedeutung ist. In diesem Zusammenhang zeigte Blair, dass Übergewichtige mit guter körperlicher Fitness eine um 50% niedrigere Inzidenz⁵ von kardiovaskulären Erkrankungen aufwiesen als Normalgewichtige mit schlechterer Fitness (Blair et al, 1999). Eine prinzipiell ähnliche Untersuchung von Blair et al. bezüglich der kardiovaskulären Mortalität bestätigte die bisherigen Ergebnisse (Blair et al, 2003).

Es ist möglich, durch regelmäßige körperliche Aktivität eine Gewichtsreduktion von circa 2,5 kg pro Jahr ohne gleichzeitige Nahrungsrestriktion zu erreichen. Dabei erwiesen sich Ergometertraining sowie Radfahren als besonders gut geeignet (Völler et al., 2004).

⁵ Die Inzidenz ist die Anzahl der Neuerkrankungen in einer Bevölkerungsgruppe an einer bestimmten Krankheit während einer bestimmten Zeit.

3. MATERIAL UND METHODEN

Die unten stehende Abbildung 5 zeigt den Aufbau der Studie und soll einen kurzen Überblick zur Durchführung der Untersuchung ermöglichen.

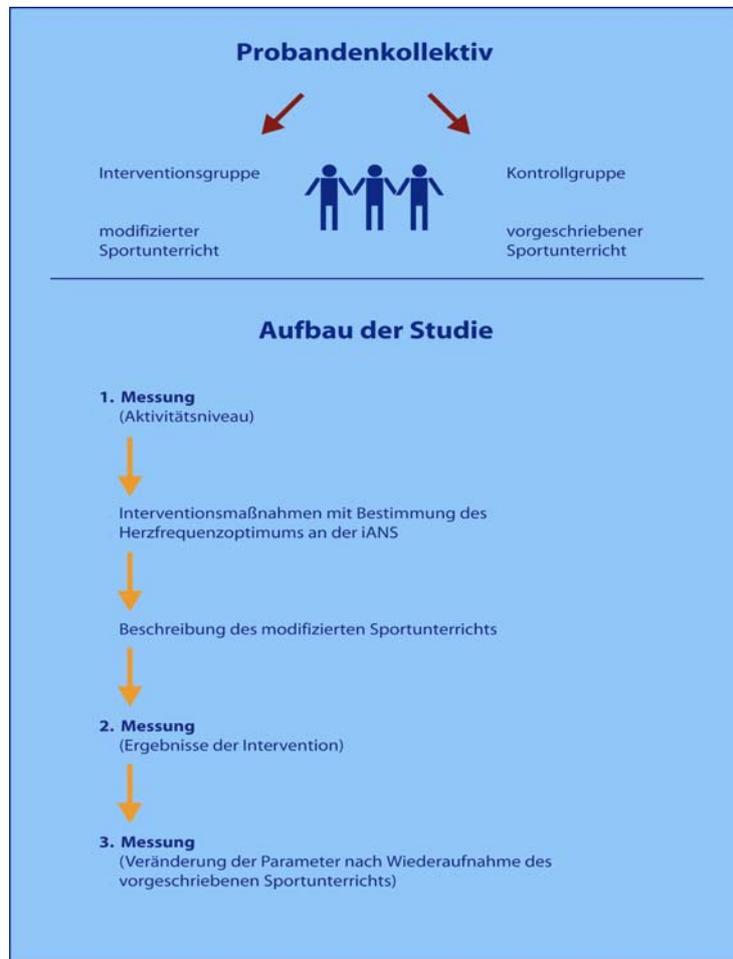


Abbildung 5: Darstellung des Probandenkollektivs und Aufbau der Studie

Quelle: Eigene Darstellung

Es wurde ein Probandenkollektiv gebildet bestehend aus Interventions- und Kontrollgruppe. Die erste Messung diente zur Einschätzung des Aktivitätsniveaus. Danach wurde das individuelle Herzfrequenzoptimum bestimmt. Dann erfolgte die Ausübung des modifizierten Sportunterrichtes durch die Interventionsschüler. Die zweite Messung sollte die Ergebnisse der Intervention zeigen. In der dritten Testung wurden Veränderungen nach der Wiederaufnahme des

herkömmlichen Sportunterrichts gemessen. Die Kontrollgruppe wurde zum Vergleich herangezogen.

3.1 Probandenkollektiv

Für den Conconi Test am Fahrradergometer stellten sich insgesamt 57 Berufsschüler der Friedrich-List-Berufsschule in Bonn mit der Berufsbezeichnung „staatlich geprüfter kaufmännischer Assistent mit dem Schwerpunkt Informationsverarbeitung“ zur Verfügung. Die gesamte Studienpopulation, die bis zum dritten Testdurchlauf vertreten war, bestand aus 48 Probanden. Die teilnehmenden Einzelkohorten der Gesamtpopulation werden differenziert dargestellt.

3.1.1 Interventionsgruppe

Die Interventionsklasse nahm am modifizierten Sportunterricht teil, der im Verlauf dieser Arbeit näher beschrieben wird. Im ersten Testprogramm waren 23 Jugendliche der Interventionsklasse aktiv. Bis zum dritten Testdurchlauf verringerte sich die Zahl auf 22 Probanden. Untersucht wurden 18 männliche und 4 weibliche Normalpersonen im Alter zwischen 16 und 21 Jahren. Bei Schülern unter dem 18. Lebensjahr wurden alle Eltern schriftlich über das Projekt informiert und haben die Einwilligungserklärung unterschrieben. Bei den Probanden ergaben sich aufgrund anamnestischer Untersuchungsbefunde keine Anhaltspunkte für den Ausschluss der Teilnahme. Regelmäßige Einnahmen von Medikamenten wurden, bis auf den Gebrauch von Ovulationshemmern einer weiblichen Teilnehmerin, verneint. Allergien jeglicher Genese lagen bei 9 Probanden vor. Risikofaktoren wie Alkohol und Nikotin wurden bei jeder Messung erfragt (siehe Anhang 18; Tabelle 42, 43). In der Studie wurden nur Ergebnisse von Schülern verwertet, die an allen drei Messungen teilgenommen haben.

3.1.2 Kontrollgruppe

Der Interventionsklasse wurde eine Kontrollgruppe bestehend aus Schülern zweier Klassen des Berufskollegs, im Folgenden auch als Kontrollklasse titulierte, gegenübergestellt. Diese Kontrollgruppe übte den vom Kultusministerium in Nordrhein-Westfalen vorgesehenen Sportunterricht aus. Im ersten Test nahmen 34 Probanden teil. Bis zum dritten Testdurchlauf verringerte sich die Zahl auf 26 Personen. Untersucht wurden 22 männliche und 4 weibliche Normalpersonen im Alter zwischen 16-21 Jahren. Auch bei der Kontrollgruppe galten dieselben Bedingungen, wie bereits unter 3.1.1 beschrieben. Die regelmäßige Einnahme von Medikamenten wurde allerdings von allen Teilnehmern verneint. Allergien jeglicher Genese lagen bei 10 Probanden vor.

3.2 Die Intervention

Die Intervention diente dazu, die Leistungs- und Ausdauerfähigkeit der Schüler während des Sportunterrichts zu trainieren. Gleichzeitig sollte gezeigt werden, dass es möglich ist, Parameter wie Laktat, Blutdruck, Herzfrequenz, Leistungsfähigkeit und Gewicht zu beeinflussen.

Dabei ist zur Trainingsoptimierung von jedem Schüler der Interventionsklasse die iANS bestimmt worden. Vorher-Nachher-Effekte konnten durch die Nutzung einer Längsschnittuntersuchung besser herausgestellt werden. Es wurden drei Messungen zu verschiedenen Zeitpunkten bei denselben Probanden durchgeführt. So konnte über einen Zeitraum von elf Monaten die Entwicklung der Schüler unter verschiedenen Bedingungen beschrieben werden. Die Interventionsmaßnahme bewegte sich ausschließlich auf der Schulebene.

Die Kontrollgruppe diente zur Evaluierung der Intervention. Die Untersuchungen der Interventions- und der Kontrollschüler unterschieden sich im Umfang. Dabei wurde bei den Kontrollprobanden ausschließlich der Conconi Test durchgeführt und ein Fragebogen ausgefüllt. Bei den Interventionsjugendlichen wurde mit Hilfe einer professionellen Mountainbiker-Ausstattung im individuellen Trainingsoptimum während des Sportunterrichts trainiert. Auch hier wurde ein spezifisch ausgerichteter Fragebogen beantwortet. Zur Einschätzung des sportlichen Aktivitätsniveaus und der Einstellung zum Sportunterricht füllten Interventions- und Kontrollklassen zu Beginn der Studie einen identischen Fragebogen aus.

3.3 Erste Messeinheit

Die erste Messung fand Ende September 2003 statt. Für alle Messungen konnte die Turnhalle der Friedrich-List-Berufsschule Bonn genutzt werden. Dabei wurden folgende vier Stationen eingerichtet, um das Projekt übersichtlich zu gestalten.

Station 1: Erfassung der persönlichen Daten der Teilnehmer

Hier wurden Name, Geschlecht und Geburtsdatum erfragt. Anthropometrische Daten wie Größe und Gewicht wurden ebenfalls notiert. Das Körpergewicht wurde auf einer Balkenwaage in Trainingsoutfit, d.h. in T-Shirt und kurzer Hose, ermittelt. Da das Gewicht im Verlauf der Studie Veränderungen unterliegt, wurde dieses bei allen drei Messungen bestimmt. Danach konnte je-

der Schüler ungestört den Fragebogen nach dem Multiple-Choice-Verfahren anonym beantworten (siehe Anhang; 20 und 23).

Station 2: Ungestörtes Ruhen

Es ist wichtig, den Schülern eine psychische Vorbereitung auf den Testablauf isoliert vom restlichen Geschehen zu ermöglichen und gleichzeitig eine physische Ruhe zu gewährleisten. Deswegen wurde in den hinteren Teil der Turnhalle eine Gummimatte gelegt, auf der die Schüler zehn Minuten ruhen konnten.

Station 3: Aufwärmübung

Durch eine Sportstudentin wurden die Schüler mittels Dehn- und Stretchübungen auf die physische Beanspruchung vorbereitet, um die Verletzungsgefahr zu verringern.

Station 4: Testablauf auf dem Fahrradergometer

Um einer internationalen Standardisierung der Ergometrie gerecht zu werden, wurden folgende Leistungsumsatzbedingungen eingehalten (Mellerowicz, 1975, Research Committee des ICSPE zur Internationalen Standardisierung der Ergometrie, 1967):

- 1) Die Ernährung der Probanden wurde vor dem Untersuchungstag möglichst wenig geändert.
- 2) Am Vortag sind größere physische und psychische Beanspruchungen, am Untersuchungstag auch kleine körperliche sowie andere Beanspruchungen vor der Untersuchung zu vermeiden, weil sie den Leistungsumsatz bei ergometrischen Untersuchungen verändern können.
- 3) Vor der Untersuchung ist dem Probanden der Gang des Versuchs zu erklären. Er ist möglichst zu beruhigen. Außenreize, wie z. B. Lärm und Unterhaltung sind einzudämmen.
- 4) Vor Beginn der Untersuchung soll der Proband minimal zehn Minuten sitzend, besser liegend ruhen.

- 5) Bei der Untersuchung soll aus thermo-regulatorischen Gründen nur eine kurze Hose getragen werden.
- 6) Alle Medikamente, auch Genussmittel wie Kaffee, Alkohol, Tee und Nikotin sind am Untersuchungstag und Medikamente mit länger anhaltender Wirkung auch bereits an den Vortagen zu vermeiden. Erforderliche Medikationen sind im Untersuchungsprotokoll zu vermerken.
- 7) Die Tageszeit der ergometrischen Untersuchungen ist anzugeben. Bei wiederholten vergleichenden Messungen ist möglichst die gleiche Tageszeit zu wählen, weil die Leistungsfunktionen sich im Laufe des Tages verändern.
- 8) Ungewöhnliche Umstände sind auf dem Untersuchungsprotokoll zu vermerken.

3.3.1 Die Erfassung des Trainingszustands

Zur Erfassung des Trainingszustands wurde mittels Fahrradergometrie der Conconi Test durchgeführt. Gleichzeitig erfolgte die Messung von Herzfrequenz, Blutdruck und Laktat. Vor jedem Belastungstest wurden die Schüler ausdrücklich befragt, ob sie sich gesundheitlich in der Lage fühlen, den Test zu absolvieren. Bei Ausfall durch Krankheit wurde ein Ersatztermin geltend gemacht.

3.3.1.1 Conconi Test

Der Conconi Test ist eine Methode, um für das Ausdauertraining die individuelle Herzfrequenz und Trainingsgeschwindigkeit an der ANS zu bestimmen. Entwickelt wurde der Test 1982 von dem italienischen Biochemiker und Amateur-Radfahrer Francesco Conconi. Conconi et al. machte sich dabei die bereits bekannte Tatsache zunutze, dass bei körperlicher Aktivität die Herzfrequenz linear zur Leistung ansteigt und im maximalen Bereich abflacht. Der letzte Wert, der noch auf der Geraden liegt, welche die Herzfrequenzwerte im linearen ansteigenden Bereich verbindet, markiert die ANS (Conconi et al., 1982). Ursprünglich wurde der Test für Läufer entwickelt. Droghetti et al. übertrugen diesen auf andere Sportarten und konnten die gleichen Beobachtungen machen (Droghetti et al., 1985).

Da der Conconi Test einfach durchführbar, nicht invasiv und felddauglich ist, hat er im Sport große Verbreitung gefunden und sich im praktischen Gebrauch bewährt. Wissenschaftlich gesehen ist der Test zur Bestimmung der ANS umstritten. Seit seiner Veröffentlichung im Jahre 1982 haben diverse Untersuchungen den Test überprüft und widersprüchliche Resultate erhalten. Dabei wird in Abrede gestellt, dass die Abflachung der Herzfrequenz mit der Laktatschwelle koinzidiert (Kuipers et al., 1988; Heck et al., 1989). Weiterhin wurde darauf hingewiesen, dass nicht alle Personen eine Abflachung aufweisen (Aigner und Muss, 1983; Riberio et al., 1985; Urhausen et al., 1989), d.h., dass nicht alle Testprotokolle auswertbar sind. Zudem sei bei manchen Herzfrequenzkurven die Abflachung unklar, so dass die Schwelle nicht eindeutig zu identifizieren ist (Heck et al., 1989).

Ein großer Vorteil des Conconi Tests besteht im Vergleich zum Laktat-Leistungstest in einem geringeren finanziellen, technischen und personellen Aufwand. Grundlegend für die Durchführung ist ein gleichmäßiges, sequenzielles Erhöhen der Belastungsstufen. Gleichzeitig wird kontinuierlich die Herzfrequenz gemessen. Erst, wenn der Proband seine Leistung nicht mehr erhöhen kann, wird der Test abgebrochen. Die Wertepaare aus Pulsfrequenz und Geschwindigkeit werden in ein Diagramm eingetragen und entsprechend ausgewertet.

3.3.1.2 Fahrradergometrie

Der Test wurde in sitzender Position auf einem drehzahlunabhängigen und elektrisch gebremsten Fahrradergometer (Modell Ergo Bike 8008 TRS der Firma Daum Electronic) durchgeführt, welches Leistungen bis 800 Watt zulässt. Die Leistung ließ sich sowohl elektronisch als auch manuell erhöhen. Vor Aufnahme der Untersuchung wurde für jeden Probanden die Sattelhöhe unter Berücksichtigung der Körpergröße bzw. der Beinlänge und des subjektiven Empfindens festgelegt. Für den Conconi Test wurde ein integriertes Programm benutzt, das die Leistungssteigerungen automatisch steuert. Die Programmeinstellung ist folgendermaßen vorgenommen worden: Erst „Reset-Taste“ bis der Pfeil auf „km Total“ steht, dann „Programm-Taste“ mit der Wählscheibe auf „45“ drehen und bestätigen. Für den Test wurde das „Programm 45“ ausgewählt, da es sich an sportlich weniger erfahrene Trainingspersonen wendet. Es wurde mit einer Eingangsstufe von 60 Watt begonnen und endete bei maximal 400 Watt. Jede Minute erfolgte eine Leistungssteigerung um jeweils 20 Watt.

Die Drehzahlgeschwindigkeit betrug auf den einzelnen Belastungsstufen durchschnittlich 100 Umdrehungen/min. Die Festlegung der Drehzahlgeschwindigkeit ist von Bedeutung, da sie laut Katz und Sahlin Einfluss auf den Laktat Spiegel nimmt (Katz und Sahlin, 1988). Eine kontinuierliche Anzeige der Pulsfrequenz wurde durch den Pulssensor (Ohrclip) gewährleistet. Dabei wurde das Ohr über den Ohrclip durchleuchtet. Die pulsatile Durchblutung verursachte eine Lichtmodulation, welche von einem Infrarotlichtsensor aufgenommen und im Display als Pulsfrequenz angezeigt wurde. Dies stellte eine Sicherheitsmaßnahme dar, falls die Registrierung über den Sporttester nicht funktioniert hätte.

3.3.1.3 Die Bestimmung der Herzfrequenz

Zur Registrierung der Herzfrequenz kam das Herzfrequenz Messgerät S610 der Firma Polar zum Einsatz. Der Sporttester besteht aus einem Sender und einem Empfänger in Form einer Armbanduhr. Der Sender wurde auf einem Elektrodengurt aufgeknöpft. Dieser wurde in Herznähe symmetrisch aufgebracht, bei Männern unterhalb des Brustmuskels und bei Frauen unter dem Brustansatz. Dabei maßen die Elektroden im Sender über die Aktionsspannung der Haut EKG-genau die Herzfrequenz, die per Funk übermittelt wurde. Es folgte eine kontinuierliche Anzeige der Pulswerte. Die Herzfrequenz wurde in Ruhe und während des Belastungstest jede Minute notiert. In diesem Fall diente sie zur Bestimmung der körperlichen Aktivität der Schüler und stellte eine nicht invasive Methode der Leistungsdiagnostik dar.

3.3.1.4 Die Bestimmung des Laktatwerts

Um die Bestimmung der ANS mittels Herzfrequenz zu überprüfen, wurde gleichzeitig die Blutlaktatkonzentration bestimmt. Vor Beginn des Tests wurde ein Ruhewert bestimmt. Eine zweite Messung erfolgte bei 100 Watt und der letzte Wert wurde nach Beendigung der Belastung ermittelt. Während der Laktatmessungen fanden keine Testunterbrechungen statt. Als Laktatmesssystem wurde das Gerät Accusport verwendet. Hierbei handelt es sich um ein kleines batteriebetriebenes Reflexionsphotometer. Bei der Testdurchführung wurde zunächst der Teststreifen BM-Lactate (Laktatoxidase-Mediator-Reaktion) im Messgerät eingelesen.

Die Erfassung der Laktatwerte erfolgte aus Kapillarblut, das als Maß für die Laktatkonzentration im arbeitenden Muskel verwendet werden kann (Heck et al., 1985). Dabei wurde das Kapillarblut aus dem mit Finalgon forte hyperämisierten Ohrläppchen gewonnen. Mit Hilfe einer

Lanzette wurde das Ohrläppchen im unteren Teil angestochen und der hängende Blutropfen auf das vorgesehene Reagenzfeld des Streifens aufgetragen. Dabei sollte der Tropfen frei auf den Teststreifen fallen, damit das Berühren des Auftragsfelds mit den Fingern vermieden wird. Somit konnten Fehlmessungen aufgrund von Kontamination ausgeschlossen werden. Durch Schließen der Messklappe wurde der Messvorgang gestartet. Das Ergebnis wurde nach 60 Sekunden angezeigt. Das Testprinzip bestand darin, dass durch das Glasfaservlies die Erythrozyten der Blutprobe zurückgehalten wurden, so dass nur Blutplasma in den Nachweisfilm gelangte. Der Messbereich des Gerätes lag zwischen 0,8-22 mmol/l. Die bei submaximaler Belastung registrierten Laktatspiegel wurden als Kriterium zur objektiven Differenzierung der Ausdauerleistungsfähigkeit und als Mittel zur Trainingssteuerung herangezogen.

3.3.1.5 Die Bestimmung des Blutdrucks

Zur Blutdruckmessung wurde die indirekte Methode nach Riva Rocci gewählt, bei welcher die Korotkow Geräusche auskultiert werden.

Die manuelle Messung erfolgte in sitzender Position auf dem Fahrradergometer. Der zu messende Arm befand sich auf Herzhöhe bei leicht gebeugtem Ellebogen (bei durchgestrecktem Arm sind die Werte um 10 mmHg höher). Dabei wurde eine Manschette der Firma Boso mit einem durchschnittlichen Armumfang von 22 bis 32 cm verwendet. Diese wurde 30 mmHg oberhalb des verschwindenden Radialispulses aufgepumpt und danach der Druck langsam abgelassen mit circa 3 mmHg/Sek. Bei Wahrnehmung eines ersten Geräusches mit Hilfe des Stethoskops (Littmann), eines der so genannten Korotkow-Geräusche, konnte der systolische Druck abgelesen werden. Bei Verschwinden des Geräusches war der diastolische Druck erreicht.

Zunächst wurde der Blutdruck in Ruhe bestimmt, anschließend bei einer zweiten Messung während des Tests bei 100 Watt und nach Beendigung der Belastung der Maximalwert. Der Testablauf wurde durch die Messung nicht unterbrochen.

3.4 Der modifizierte Sportunterricht

Die Intervention dauerte drei Monate und beinhaltete die bereits oben erwähnte Modifizierung des Sportunterrichtes. Die Kontrollklasse übte die vom Kultusministerium vorgegebene Leibeserziehung aus.

3.4.1 Individuelles Herzfrequenzoptimum an der aerob-anaeroben Schwelle

Anhand der ermittelten Werte aus der ersten Messeinheit wurde der Trainingszustand von jedem Schüler ermittelt. Um eine optimale individuelle Trainingsintensität zu bestimmen, wurden mit Hilfe einer graphischen Darstellung für die Interventionsschüler Ober- und Untergrenze des Herzfrequenzoptimums bestimmt. Hierzu zeigte der Graph auf der Ordinate die Herzfrequenz und auf der Abszisse das Laktat an. Die entsprechenden Werte in Ruhe, bei 100 Watt und nach maximaler Ausbelastung wurden gegeneinander aufgetragen und der daraus entstandene Schnittpunkt markiert. Mittels PC und dem Programm Excel wurde eine Trendkurve ermittelt, die in Abbildung 6 veranschaulicht wird. Diese ermöglichte dem Untersucher die Herzfrequenzgrenzen in einem gewählten Bereich zwischen 2 bis 3 mmol/l abzulesen. Im Idealfall konnte die von Conconi beschriebene Abflachung der Herzfrequenz an der ANS erkannt werden.

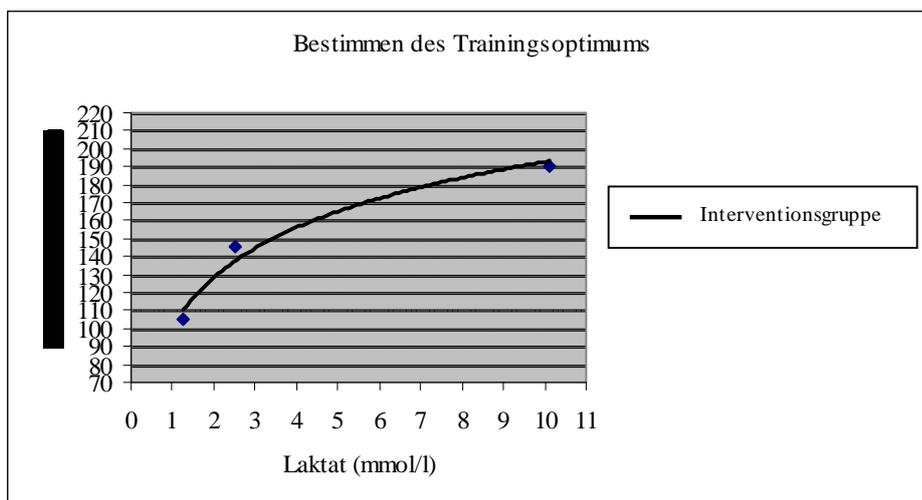


Abbildung 6: Bestimmung des Trainingsoptimums durch Auftragen der Mittelwerte von Laktat (Abszisse) und Herzfrequenz (Ordinate) in Ruhe, bei submaximaler und maximaler Belastung

Quelle: *Eigene Darstellung*

3.4.2 Aufbau der neuen Unterrichtsform

Jeder Schüler bekam ein Mountainbike mit 24 Gängen und einen Fahrradhelm zugeteilt. Zweimal pro Woche fuhren die Jugendlichen mit dem Fahrrad. Dabei wurde speziell für diese Studie die durch das Kultusministerium vorgesehene Anzahl an Sportstunden zur körperlichen Ertüch-

tigung auf Schulebene erhöht. Die Anzahl der Sportstunden wurde von zwei Stunden auf vier Stunden erhöht. Als Route wählte man den der Schule angrenzenden Wald Kottenforst. Im Wald wurde eine Strecke ausgearbeitet, die je nach Trainingszustand von den Schülern bestritten und bei Verbesserung der Ausdauerfähigkeit entsprechend ausgeweitet werden konnte (siehe Anhang 27).

Anhand der ermittelten Herzfrequenzgrenzen wurden die Probanden in leistungsäquivalente Gruppen eingeteilt. Eine Gruppe bestand aus Gründen der Sicherheit aus mindestens drei Schülern. Im speziell auf das Thema „Fahrradunfälle“ ausgerichteten Erste Hilfe Kurs wurden die Probanden geschult, wie man sich im Notfall adäquat verhalten sollte. Die Schüler wurden in sechs Einheiten mit dem Fahrrad und dessen Technik vertraut gemacht. Zur Erkundung der Teststrecke wurden Exkursionen absolviert.

Die individuell bestimmten Pulsgrenzwerte wurden von den Schülern im Sporttester eingestellt, welcher bei Über- oder Unterschreiten ein akustisches Signal ertönen lässt. Die in der Uhr gespeicherten Herzfrequenzwerte wurden via Interface in den PC eingelesen. Dabei stellt die Polar Precision Performance Software einen Weg zur Analyse der Trainingsdaten dar. Das individuelle Trainingsprotokoll erleichtert die Planung und die Überprüfung des Trainings für den entsprechenden Schüler. Jeder Schüler konnte nach der Sportstunde seine Daten einlesen und eigenständig interpretieren.

Die Speicherkapazität des Sporttesters betrug bei 15-Sekunden-Intervallen mehr als vier Stunden. Diese Zeit ist ausreichend, um die Herzfrequenz während des gesamten Trainingsumfangs mitzuschreiben. Über die Speicherung war eine Kontrolle der Probanden-Compliance möglich. Diese Funktion wurde auch in der Studie genutzt, da in der Testreihe der Interventionsgruppe zwei Wochen Herbstferien lagen, in der das Training fortgesetzt werden sollte. So war es möglich, die Schüler der Interventionsklasse zu überprüfen. Alle hatten in der Ferienwoche ihr Trainingspensum zuverlässig und zur vollen Zufriedenheit erfüllt.

3.4.3 Feldmessung

Bei manchen Schülern der Interventionsklasse ergab die Auswertung des Graphen im Laktatbereich zwischen 2,5-3,0 mmol/l ein verhältnismäßig kleines Intervall zwischen Ober- und

Untergrenze der Herzfrequenz. Dabei war es für die Probanden problematisch im Trainingsoptimum zu agieren, da sie entweder über- oder unterfordert waren. Nach der Analyse der Graphen ergaben sich bei neun Probanden Schwierigkeiten. Bei diesen Schülern wurde ein Kontrolllaktattest vorgenommen, um die Grenzen erneut zu bestimmen und individuell anzupassen. Dabei erfolgte die Messung im Wald, um möglichst realistische Bedingungen zu schaffen. Die vorgesehene Strecke bot eine Steigung, die bei den Schülern die größte Anforderung darstellte und die maximale Belastung auslösen konnte. Am Ende der Steigung wurde ein Laktattest vorgenommen. Dabei konnte überprüft werden, ob der Bereich zwischen 2,5-3,0 mmol/l über- oder unterschritten blieb. Entsprechend der Ergebnisse wurden die Grenzen angepasst und optimiert. Der Laktattest wurde analog der Beschreibung in 3.3.1.4 durchgeführt. Danach traten keine Schwierigkeiten mehr auf.

3.5 Zweite Messeinheit

Grund des zweiten Tests war die Feststellung, ob es möglich ist, innerhalb von drei Monaten mit Hilfe der Intervention eine Verbesserung der oben aufgeführten Parameter zu erlangen. Die zweite Messung erfolgte Ende Dezember 2003. Auch in dieser Testreihe gab es vier Stationen, die nach dem gleichen Prinzip wie in der ersten Messung aufgebaut waren. Dabei hatten die Interventionsschüler einen anderen Fragebogen zu beantworten als die Kontrollgruppe (siehe Anhang 21 und 24). Das hatte zur Konsequenz, dass jeweils der subjektive Eindruck der Interventionsprobanden über den modifizierten Sportunterricht erfasst werden konnte. Die Kontrollklasse beantwortete entsprechende Fragen über den vom Kultusministerium vorgeschriebenen Sportunterricht. Unter Berücksichtigung der sich ändernden Leistungsfunktionen im Laufe des Tages wurde jeder Schüler zur gleichen Uhrzeit wie bei der ersten Messung getestet.

Die Bestimmung der Parameter erfolgte nach dem bereits beschriebenen Vorgehen. Der Laktattest wurde allerdings nur noch bei 100 Watt vorgenommen, da für die Ergebnisinterpretation lediglich der submaximale Belastungswert von Interesse ist. Auch die Kontrollklasse wurde erneut zur Evaluierung untersucht.

3.6 Dritte Messeinheit

Die Intention der letzten Messung dieser Longitudinalstudie lag darin herauszufinden, ob die Interventionsklasse die erhofften Parameter Verbesserungen ohne Trainingsoptimierung

beibehalten konnte. Die dritte Messung fand Anfang Juli 2004 statt. Nach Beendigung der zweiten Untersuchung wurden die Interventionsschüler wieder dem vom Kultusministerium vorgegebenen Sportunterricht unterzogen. Die Anzahl der Stunden wurde wieder von vier auf zwei Stunden pro Woche reduziert. Auch die Kontrollklasse wurde zum Vergleich getestet. Hier wurde begleitend zur dritten Messung nur ein Fragebogen für die Interventionsgruppe erstellt (siehe Anhang 22).

3.7 Die Statistik

Die statistische Auswertung erfolgte in Zusammenarbeit mit dem Institut für Medizinische Statistik und Biometrie der Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn. Bei der Erfassung der Daten und der Erstellung der statistischen Datenanalyse kam das Statistikprogramm von Excel für Windows XP zur Anwendung. Dabei waren die verwendeten Daten normal verteilt.

Zur Prüfung signifikanter Unterschiede zweier abhängiger Stichproben wurde der t-Test für verbundene Stichproben verwendet. Ergebnisse, die mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit $\leq 5\%$ behaftet waren, wurden als signifikant bezeichnet (Zöfel, 1988). Zur Deutung der Ergebnisse wurde das arithmetische Mittel, der Median, die Standardabweichung sowie der Minimal- und Maximalwert der Stichproben bestimmt. Für eine nähere Erläuterung der deskriptiven Statistik wird auf entsprechende Fachliteratur verwiesen.

4. ERGEBNISSE

Die Ergebnisse der gemessenen Parameter sollen in diesem Kapitel statistisch ausgewertet werden.

4.1 Herzfrequenz unter Ruhebedingungen

Bei jedem Probanden wurde zur Beurteilung der Arbeitsweise des Herzens unter Ruhebedingungen die Herzfrequenz vor Beginn des Conconi Tests bestimmt.

4.1.1 Interventionsgruppe

Die Interventionsklasse wies unter Ruhebedingungen bei der ersten Messung im Mittel eine Herzfrequenz von 104,7 Schlägen/min (Standardabweichung 17,53 Schlägen/min) auf. Nach der Intervention im Sportunterricht konnte eine Minderung von 9,91 Schlägen/min im Mittel bei jedem Schüler festgestellt werden, so dass der Mittelwert nach Angaben der zweiten Messeinheit durchschnittlich bei 93,9 Schlägen/min (Standardabweichung 14,53 Schlägen/min) lag. Statistisch betrachtet ist der Median gegenüber Ausreißern in allen drei Messungen robust. Beim Vergleich der Lagemaße Mittelwert und Median ist erkennbar, dass sie nicht wesentlich voneinander abweichen. Dies ist ein Zeichen dafür, dass die Verteilung der Probanden symmetrisch ist.

Bei der Signifikanzprüfung mittels t-Test war ersichtlich, dass bei einem Wert von $p < 0,05$ ein deutlicher Unterschied zwischen den dokumentierten Werten der ersten und zweiten Messung zu verzeichnen war. Der t-Test als Lagetest zur Überprüfung der Gleichheit zweier Erwartungswerte bei Normalverteilung fiel positiv aus. Auch die errechnete Maximal- und Minimalfrequenz konnte reduziert werden. Die Standardabweichung als Maß für Homogenität und Heterogenität zeigte einen Wert von 17,53 Schlägen/min in der ersten und 14,53 Schlägen/min in der zweiten Messung. Im Vergleich zwischen der zweiten und dritten Messung war kein signifikanter Unterschied zu verzeichnen. Es wurde bei Betrachtung der intraindividuellen Differenz eine Verschlechterung des Pulsschlags um 0,45 Schläge/min nach der dritten Messung ersichtlich. Die Gegenüberstellung der dokumentierten Werte der ersten und dritten Testung ergab einen signifikanten Unterschied im t-Test (siehe Anhang 1; Tabelle 3, 4).

4.1.2 Kontrollgruppe

Das arithmetische Mittel belief sich in der ersten Messung auf 95,8 Schläge/min (Standardabweichung 14,57 Schläge/min) und veränderte sich in der zweiten Messung im Mittel um

0,62 Schläge/min nicht wesentlich. In der dritten Messung zeigte der Mittelwert 93 Schläge/min (Standardabweichung 17,12 Schläge/min). Im Gegensatz zur Interventionsklasse lieferte der t-Test in der Überprüfung der Gleichheit bezüglich erster und zweiter bzw. erster und dritter Messung keine signifikanten Ergebnisse. Nur bei Betrachtung der intraindividuellen Differenz bei Testung zwei und drei fiel ein durchschnittlicher Abfall der Herzfrequenz um 2,42 Schläge/min bei den dokumentierten Daten der dritten Messeinheit auf (siehe Anhang 2; Tabelle 5, 6).

4.1.3 Interventions- und Kontrollgruppe im Vergleich

Die mittlere Herzfrequenz der Interventionsschüler unter Ruhebedingungen zeigte in der Erstmessung höhere Ausgangswerte als bei den Kontrollprobanden. Dies ist allerdings nur auf die Größe des Probandenkollektivs zurückzuführen. Im Verlauf der Messperioden war bei der Interventionsgruppe ein deutlicher Abfall des Pulsschlags nach modifiziertem Unterricht zu erkennen. Die aufgetragenen Werte der dritten Messung wiesen auf einen dezenten Anstieg des Parameters hin. Die Kontrollgruppe mit bereits niedrigerem Ausgangswert war in ihrer Entwicklung weitestgehend konstant.

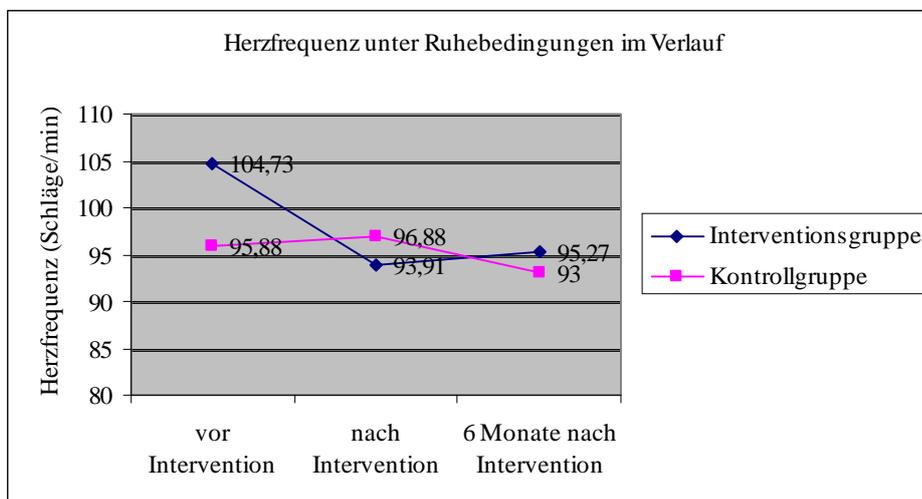


Abbildung 7: Vergleich der Herzfrequenz unter Ruhebedingungen von Interventions- und Kontrollgruppe im Verlauf der Messperioden

Quelle: *Eigene Darstellung*

4.2 Herzfrequenz unter submaximaler Belastung

Bei 100 Watt wurde die Herzfrequenz erneut gemessen, um die Belastung des Herzens bei alltäglichen Arbeiten zu erfassen.

4.2.1 Interventionsgruppe

Bei submaximaler Belastung fand man bei der Eingangstestung im Mittel einen Wert von 145,27 Schlägen/min (Standardabweichung 11,27 Schläge/min). Nach dem modifizierten Sportunterricht konnte eine Verbesserung von 10,36 Schlägen/min festgestellt werden, was ein arithmetisches Mittel von 135 Schlägen/min (Standardabweichung 15,76 Schläge/min) bedeutet. Nach dem Übergang in die vom Kultusministerium vorgeschriebene Leibeserziehung war in der dritten Messung eine Verschlechterung um 3 Schläge/min im Vergleich zur zweiten Testung erkennbar. Der t-Test beschrieb nach Intervention einen signifikanten Unterschied des Pulsschlags. Auch nach Wiederaufnahme des herkömmlichen Sportunterrichts zeigte der t-Test der intraindividuellen Differenz zwischen erster und dritter Messung ein signifikantes Ergebnis. Der t-Test zur Analyse der Werte bezüglich der Gleichheit von zweiter und dritter Testung war folglich nicht signifikant (siehe Anhang 3; Tabelle 7, 8).

4.2.2 Kontrollgruppe

Bei der Kontrollklasse wurde unter Belastung bei der ersten Testung eine durchschnittliche Herzfrequenz von 142,65 Schlägen/min (Standardabweichung 15,38 Schläge/min) gemessen. Der Vergleich der Werte mit der zweiten Messung zeigte eine Verschlechterung um 0,38 Schläge/min. Im dritten Testdurchlauf konnte ein Mittelwert von 139,38 Schlägen/min (Standardabweichung 19,83 Schläge/min) berechnet werden. Im Gegensatz zur Interventionsklasse konnten keine signifikanten Unterschiede durch den t-Test zwischen den einzelnen Messungen konstatiert werden (siehe Anhang 5; Tabelle 10, 11).

4.2.3 Interventions- und Kontrollgruppe im Vergleich

Die submaximale Herzfrequenz der beiden Kohorten wurde im Verlauf der Messperioden sowohl intraindividuell als auch untereinander verglichen. In der Entwicklung der Interventionschüler war eine Senkung des Parameters nach Optimierung des Trainings zu beobachten. Nach Übergang in den gewöhnlichen Sportunterricht wurde nur eine geringfügige Verschlechterung

der Herzfrequenz erkennbar. Die Kontrollprobanden zeigten intraindividuell unter submaximalen Bedingungen eine relativ konstante Entwicklung, was Abbildung 10 verdeutlicht.

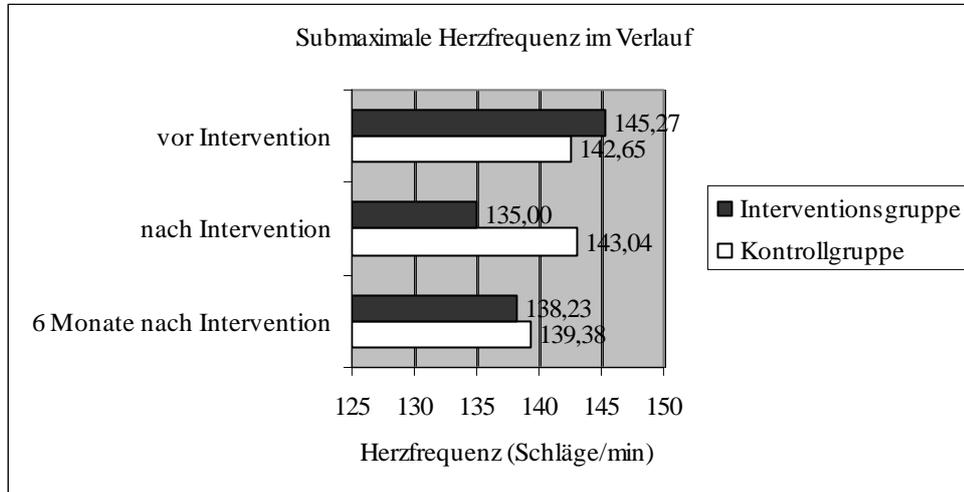


Abbildung 8: Vergleich der submaximalen Herzfrequenz von Interventions- und Kontrollgruppe im Verlauf der Messperioden

Quelle: Eigene Darstellung

4.3 Blutdruck unter Ruhebedingungen

Neben der Herzfrequenz wurde vor Beginn des Tests auch der Blutdruck gemessen, so dass dieser unter Ruhebedingungen im Verlauf beurteilt werden konnte.

4.3.1 Interventionsgruppe

Interessant bei Betrachtung dieses Parameters unter Ruhebedingungen war vor allem der von der WHO festgelegte Grenzwert zur Hypertonie. Es wurde festgestellt, dass in der ersten Messung 18,18% der Schüler den Grenzwert aufzeigten, wobei bereits 31,82% der Probanden 149 mmHg überschritten hatten und somit bereits hypertone waren. Nach dem Projekt konnten 13,64% der Schüler, die vorher im Grenzbereich angesiedelt waren, Normwerte aufweisen. Auch 9,09% der Hypertoniker konnten den Parameter innerhalb der dreimonatigen Trainingsoptimierung bis in den Norm- und 4,55% in den Grenzbereich senken. Die Ergebnisse der dritten Messung zeigten einen Rückgang der positiven Entwicklung, denn es wurden bei 45,45% der Schülern hypertone und 13,64%, die grenzwertige Messungen erfasst.

Im Mittel konnte nach Durchführung der Trainingsoptimierung eine Senkung des Blutdrucks um 5 mmHg (Standardabweichung 14,39 mmHg) erwirkt werden. Die maximale Verbesserung von 30 mmHg konnten in der intraindividuellen Differenz zwischen erster und zweiter Messung 13,64% der Schüler zeigen. Signifikante Unterschiede mittels t-Test konnten nicht zwischen den Messungen errechnet werden (siehe Anhang 6; Tabelle 12-14; siehe Anhang 8; Tabelle 17-19).

4.3.2 Kontrollgruppe

Die Kontrollgruppe zeigte unter Ruhebedingungen in der Beschreibung der Ergebnisse in Hinblick auf den Grenzwert und dessen Überschreiten keine Auffälligkeiten. In der ersten Messung hatten 11,54% einen hypertonen Wert und 19,23% der Schüler den Grenzwert erreicht. Der zweite und dritte Test veranschaulichte eine dezente Verschlechterung der Werte (siehe Anhang 7; Tabelle 15, 16).

4.3.3 Interventions- und Kontrollgruppe im Vergleich

Im Mittel zeigte sich bei der Kontrollklasse in der ersten Testung ein Wert von 130 mmHg (Standardabweichung 15,75 mmHg), wohingegen die Interventionsklasse 136,82 mmHg (Standardabweichung 17,56 mmHg) aufwies.

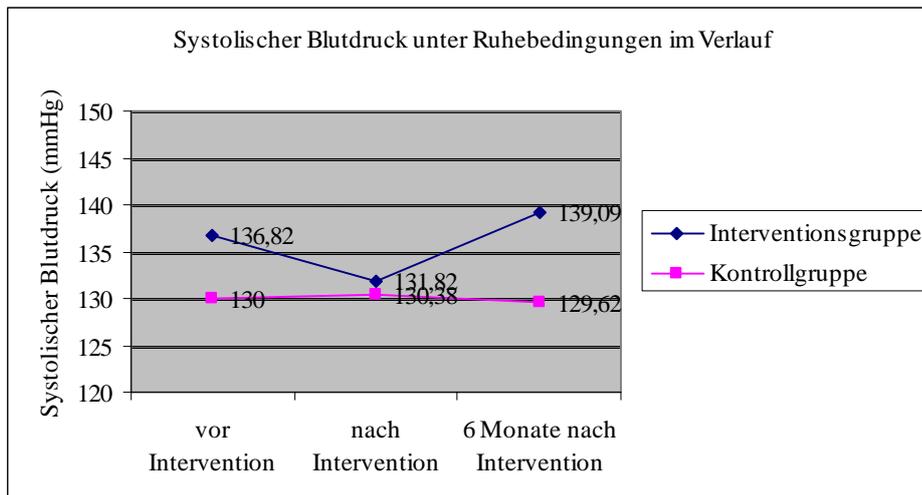


Abbildung 9: Vergleich des systolischen Blutdrucks unter Ruhebedingungen der Interventions- und Kontrollgruppe im Verlauf der Messperioden

Quelle: *Eigene Darstellung*

Es kann konstatiert werden, dass die Ausgangswerte der Interventionsschüler höher waren als die der Vergleichsprobanden, was wiederum auf das kleine Probandenkollektiv zurückzuführen ist. Die graphische Darstellung erlaubt die Beschreibung einer Verbesserung des systolischen Blutdrucks der Interventionsschüler nach der Intervention. Die lineare Verlaufsform des Graphen der Kontrollgruppe weist auf keine größere Veränderung im Verlauf der Messperioden hin. Die dritte Messung demonstrierte eine Verschlechterung der Interventionsklasse mit einem Mittelwert von 139,09 mmHg (Standardabweichung 17,09 mmHg).

4.4 Blutdruck unter submaximaler Belastung

Eine weitere Messung des Blutdrucks fand bei 100 Watt statt, so dass eine Beurteilung unter Belastung möglich wurde.

4.4.1 Interventionsgruppe

Das arithmetische Mittel belief sich bei der ersten Messung des systolischen Blutdrucks im submaximalen Bereich auf 178,64 mmHg (Standardabweichung 26,06 mmHg). Durch das Projekt konnte eine Minderung des Parameters um 13,18 mmHg (Standardabweichung 28,01 mmHg) erreicht werden. Beim dritten Test konnte ein Mittelwert von 168,64 mmHg beschrieben werden (Standardabweichung 12,46 mmHg), und damit eine Verschlechterung um 4,55 mmHg (Standardabweichung 19,69 mmHg) im Vergleich zur zweiten Messung. Der Minimal- und Maximaldruck konnten durch die Modifizierung des Unterrichts reduziert werden. Der t-Test äußerte sich in einer Signifikanz zwischen erster und zweiter Messung. Kein Unterschied war in der Gegenüberstellung zwischen erster und dritter, sowie zweiter und dritter Testung festzustellen (siehe Anhang 9; Tabelle 20, 21).

4.4.2 Kontrollgruppe

Die Kontrollgruppe zeigte im submaximalen Bereich keine signifikanten Ergebnisse. Der Mittelwert der ersten Messung lag durchschnittlich systolisch um 164,62 mmHg (Standardabweichung 24,20 mmHg) und bei der zweiten Untersuchung um 160,38 mmHg (Standardabweichung 19,17 mmHg). Die Werte der dritten Testung ließen auf keine positive oder negative Entwicklung schließen. Maximal- und Minimalwert waren im Verlauf der Messperioden konstant (siehe Anhang 10; Tabelle 22, 23).

4.4.3 Interventions- und Kontrollgruppe im Vergleich

Anhand der Abbildung 10 ist zu erkennen, dass die Interventionsklasse, die angestrebte Verbesserung des Parameters verwirklichen konnte. Es ist eine deutliche Senkung des systolischen Blutdrucks anhand der Kurve festzustellen. Die Kontrollprobanden zeigen einen nahezu linearen Verlauf mit sinkender Tendenz.

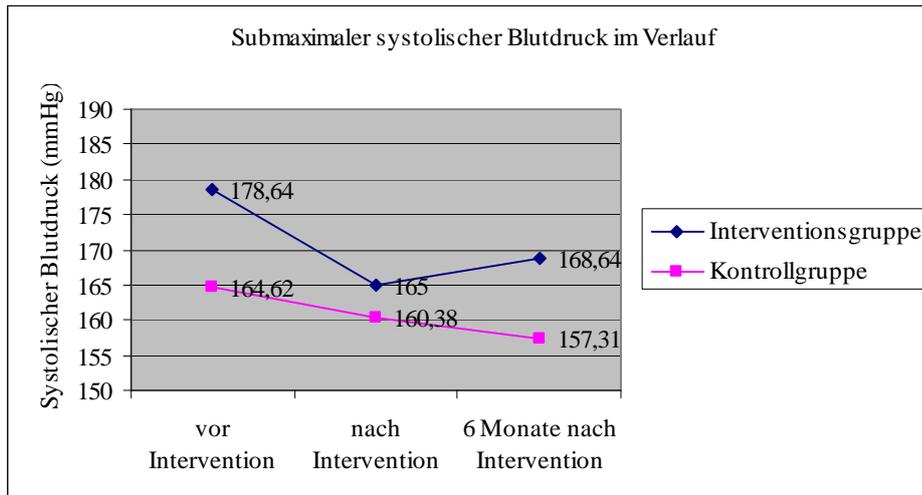


Abbildung 10: Vergleich des submaximalen systolischen Blutdrucks der Interventions- und Kontrollgruppe im Verlauf der Messperioden

Quelle: Eigene Darstellung

4.5 Laktatwert unter submaximaler Belastung

Um die Trainingsfortschritte dokumentieren zu können, wurde bei jedem Probanden der Laktatwert abgenommen und im Verlauf verglichen.

4.5.1 Interventionsgruppe

Bei der Eingangstestung wiesen die Laktatwerte im submaximalen Bereich im Mittel einen Wert um 2,49 mmol/l (Standardabweichung 0,80mmol/l) auf. Nach Umsetzung des Trainingsoptimums wurde eine Verbesserung um 0,49 mmol/l (Standardabweichung 1 mmol/l) erkennbar. Dabei wurde das arithmetische Mittel der dritten Testung im Vergleich zum Wert der zweiten Messung nicht signifikant gesenkt. Hingegen zeigte der t-Test zur Überprüfung der Gleichheit der Werte von Erst- und Zweitmessung ein signifikantes Ergebnis. Minimal- und

Maximalwert wurden durch die Intervention reduziert. Median und Mittelwert weichen nicht wesentlich voneinander ab. Die positive Standardabweichung veranschaulichte eine nicht identische Stichprobe (siehe Anhang 11; Tabelle 24, 25).

4.5.2 Kontrollgruppe

Die Kontrollklasse wies im Mittel in der ersten Messung bezüglich der Laktatwerte bei submaximaler Belastung einen Wert von 2,98 mmol/l (Standardabweichung 1,03mmol/l) auf. Im Verlauf war keine wesentliche Veränderung der Mittelwerte zu erkennen. Im Vergleich zur Interventionsklasse waren keine signifikanten Ergebnisse zu verzeichnen (siehe Anhang 12; Tabelle 26, 27).

4.5.3 Interventions- und Kontrollgruppe im Vergleich

Bei Betrachtung der intraindividuellen Entwicklung der Interventionsschüler konnte nach Umsetzung des modifizierten Sportunterrichts im Vergleich zur Einstiegsmessung eine Senkung des Laktatwerts beobachtet werden. In der Gegenüberstellung konnte ein generell höherer Laktatwert bei den Kontrollschülern abgelesen werden, die sich ansonsten im Vergleich zur Interventionsgruppe nicht verbessern konnten.

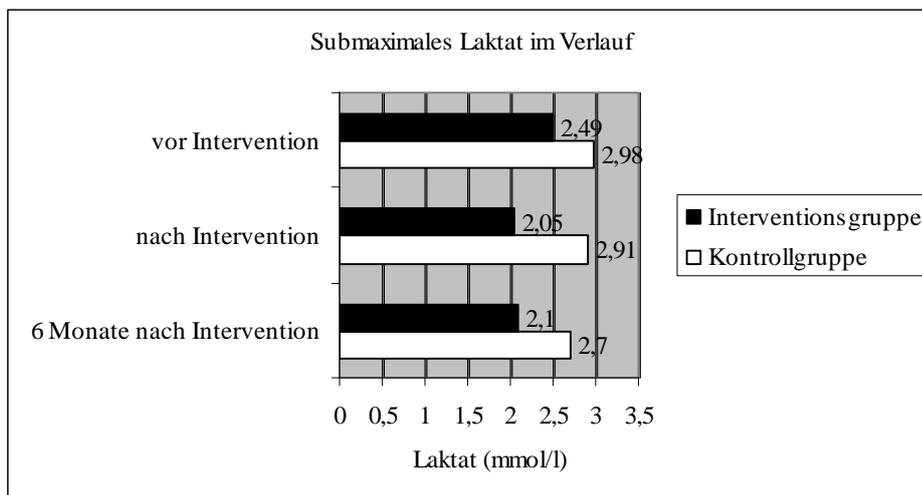


Abbildung 11: Vergleich des submaximalen Laktatwertes von Interventions- und Kontrollgruppe im Verlauf der Messperioden

Quelle: Eigene Darstellung

4.6 Maximale Leistung der Schüler

Nach Beendigung des Ausbelastungstest wurde die maximale Leistung der Schüler bestimmt und somit die individuelle Leistungsgrenze ermittelt.

4.6.1 Interventionsgruppe

Bei der Eingangstestung erreichten die Schüler im Mittel eine Leistung von 278,18 Watt (Standardabweichung 67,30 Watt). Nach dem Training im aeroben Bereich konnte jeder einzelne Proband eine Verbesserung im Mittel von 46,36 Watt (Standardabweichung 24,21 Watt) im Vergleich zur ersten Messung erfahren. Das arithmetische Mittel wurde auf rund 320 Watt (Standardabweichung 56,90 Watt) gesteigert. In der dritten Messung war ein Rückgang der Leistungsfähigkeit auf 264,45 Watt (Standardabweichung 57,22 Watt) vermerkt worden. Der statistisch betrachtet robuste Median deutet auf eine symmetrische Verteilung hin.

Der Conconi Test auf dem Fahrradergometer war dahingehend programmiert, dass bei Erreichen der 400 Watt keine weitere Steigerung mehr möglich war. Eine Deutung des Maximalwertes konnte aufgrund der Regulierung des Fahrradergometers nicht erfolgen. Der Minimalwert konnte nach der Intervention um 20 Watt verbessert werden. Bei Gegenüberstellung der dokumentierten Ergebnisse zwischen erster und zweiter Messung wurde eine deutliche Differenz der Leistung nach Intervention ersichtlich. Auch die Signifikanzprüfung zwischen zweiter und dritter Testung war aufgrund des Leistungsabfalls positiv. Die Betrachtung der intraindividuellen Differenz zwischen zweiter und dritter Messeinheit zeigte, dass sich die Schüler im Mittel um 55,45 Watt (Standardabweichung 30,82 Watt) verschlechtert hatten. Insgesamt konnte keiner der Schüler seine Leistung nach Wiederaufnahme des normalen Sportunterrichts verbessern (siehe Anhang 13; Tabelle 28, 29).

4.6.2 Kontrollgruppe

Die Kontrollklasse erreichte im ersten Test eine mittlere Leistung von 279,23 Watt (Standardabweichung 66,57 Watt) und wies in der zweiten Messung mit rund 286,15 Watt (Standardabweichung 64,44 Watt) keine signifikanten Fortschritte auf. Bei der dritten Testung war das arithmetische Mittel auf 273,85 Watt (Standardabweichung 62,17 Watt) zurückgegangen. Der t-Test zur Analyse von Differenzen zwischen den einzelnen Messungen verlief nicht signifikant (siehe Anhang 14; Tabelle 30, 31).

4.6.3 Interventions- und Kontrollgruppe im Vergleich

Zur besseren Beschreibung der intraindividuellen Entwicklung der Leistungsfähigkeit im Verlauf der Studie wurde das Balkendiagramm in Abbildung 12 gewählt.

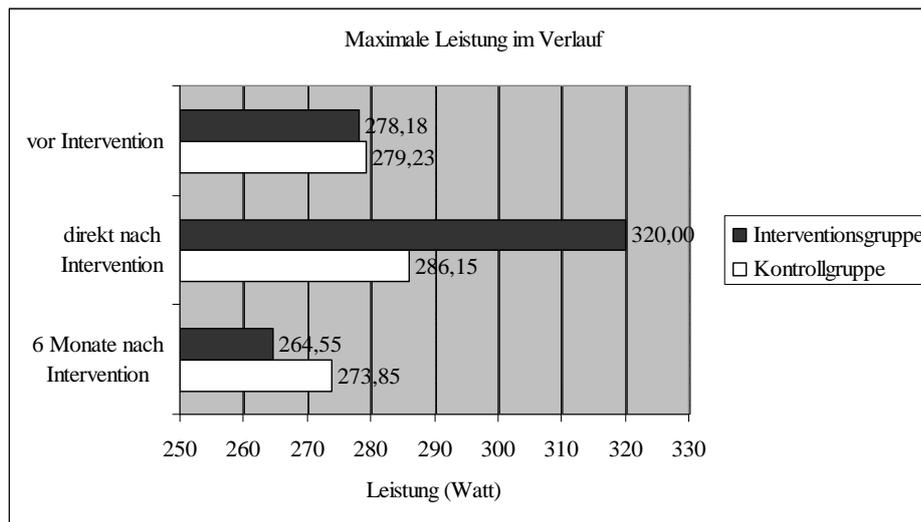


Abbildung 12: Vergleich der maximalen Leistung von Interventions- und Kontrollgruppe im Verlauf der Messperioden

Quelle: Eigene Darstellung

Hervorstechend ist bei Betrachtung der Abbildung die deutliche Steigerung der Leistungsfähigkeit nach Umsetzung des Konzepts im Vergleich zur Erstmessung. Nach halbjähriger Wiederaufnahme des vorgeschriebenen Unterrichts konnte ein Rückgang der maximalen Leistung intraindividuell abgelesen werden. Nach der Intervention konnte keine Leistungsverbesserung der Kontrollschüler gegenüber dem erreichten Wert der Interventionsklasse festgestellt werden. Nach der dritten Messung wiesen die Kontrollschüler insgesamt ein höheres Leistungsniveau auf, d.h. bei den Interventionsprobanden hatte nach der Rückstellung des Unterrichts auf die Normvariante eine deutliche Minderung des Leistungsvermögens stattgefunden.

4.7 Body Mass Index (BMI)

Um die Änderungen des Gewichts im Verlauf zu beobachten und die Auswirkungen des optimierten Trainings auf die Körpermasse zu erfassen, wurde der BMI bei allen drei Testungen bestimmt und verglichen.

4.7.1 Interventionsgruppe

Der Mittelwert des BMI der ersten Messung betrug $22,47 \text{ kg/m}^2$ (Standardabweichung $2,11 \text{ kg/m}^2$) und verringerte sich nach der Intervention um $0,34 \text{ kg/m}^2$ (Standardabweichung $0,92 \text{ kg/m}^2$) auf $22,13 \text{ kg/m}^2$ (Standardabweichung $2,26 \text{ kg/m}^2$). Durch die Trainingsoptimierung konnte das Körpergewicht der Schüler im Mittel um $0,73 \text{ kg}$ (Standardabweichung $2,59 \text{ kg}$) gesenkt werden. Der t-Test zwischen erster und zweiter Messung war aufgrund der kleinen Stichprobe und der großen Streuung nicht signifikant. Die dritte Testung ergab eine Steigerung auf $22,97 \text{ kg/m}^2$ (Standardabweichung $2,66 \text{ kg/m}^2$). Minimal- und Maximalwert konnten durch die Trainingsoptimierung im modifizierten Sportunterricht verbessert werden. Insgesamt wurden nach den Grenzwertbestimmungen zum Übergewicht der WHO bei der Einstiegsuntersuchung $13,64\%$ der Schüler mit einem $\text{BMI} \geq 25 \text{ kg/m}^2$ erfasst.

Der modifizierte Sportunterricht zeigte, dass sich die Zahl der Übergewichtigen auf $9,09\%$ Probanden reduzieren ließ. Die anschließende halbjährige Fortführung des vorgeschriebenen Unterrichts erhöhte die Prozentzahl der Übergewichtigen auf $18,18\%$. Die dritte Testung ließ einen signifikanten Anstieg des BMI in Bezug auf die zweite Messung erkennen. Die intraindividuelle Differenz verdeutlichte zwischen zweiter und dritter Messung eine Gewichtszunahme von $2,05 \text{ kg}$ (Standardabweichung $3,81 \text{ kg}$). Bei detaillierter Ansicht der dokumentierten Werte wurde deutlich, dass alle Probanden durch die Intervention ihr Gewicht verbessern bzw. stabilisieren konnte (siehe Anhang 15; Tabelle 32-35).

4.7.2 Kontrollgruppe

Bei Betrachtung der dokumentierten Werte nach der BMI Klassifikation der WHO gab es in der Einstiegsmessung $7,69\%$ übergewichtige und $3,85\%$ adipöse Probanden. In der zweiten Messung wurden Veränderungen der Werte erkennbar. Die Abschlussmessung ergab $1,54\%$ übergewichtige und $3,85\%$ adipöse Schüler. Die Kontrollklasse bot keine signifikanten Unterschiede zwischen den verschiedenen Messungen (siehe Anhang 16; Tabelle 36-38).

4.7.3 Interventions- und Kontrollgruppe im Vergleich

In Abbildung 13 ist zu erkennen, dass die Interventionsschüler durch die Trainingsoptimierung ihren BMI senken konnten. Bei der Gewichtsentwicklung nach Wiederaufnahme des herkömmlichen Sportunterrichts ist anhand der graphischen Darstellung eine tendenzielle Erhöhung ablesbar. Die Kontrollgruppe weist einen nahezu linearen Verlauf über die Messperioden auf.

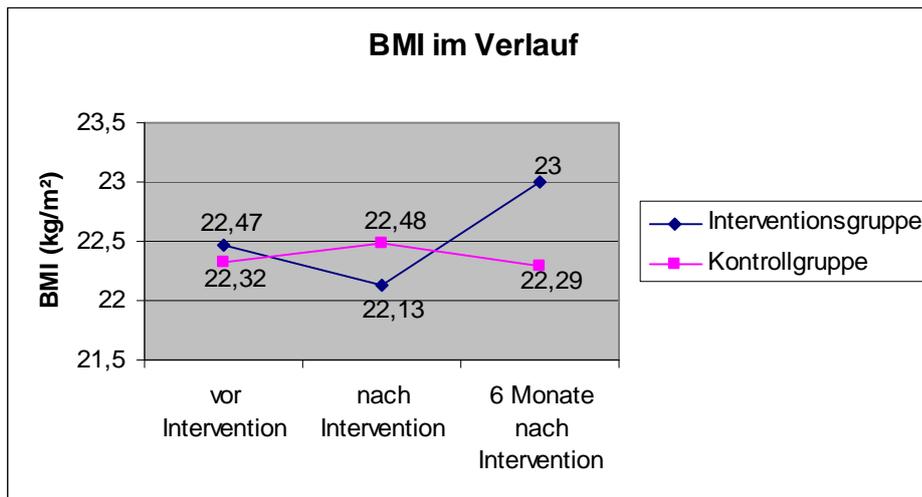


Abbildung 13: Vergleich des BMI von Interventions- und Kontrollgruppe im Verlauf der Messperioden

Quelle: Eigene Darstellung

4.8 Auswertung des Fragebogens von Interventions- und Kontrollgruppe zur ersten Messung

Zum Zeitpunkt der Datenerhebung des Fragebogens zur ersten Messung, befand sich die Interventionsgruppe in der Erprobungsphase. Das bedeutet, dass sie bereits die Mountainbikes zur Eingewöhnung und Vorbereitung des Projekts nutzten. Diese vor der Messung bestehenden zahlreichen Berührungspunkte der Interventionsschüler mit der Studie hatten einen positiven Einfluss auf die Bewertung der Fragen. Für die Auswertung und Interpretation des Fragebogens der Interventionsklasse war dies zu berücksichtigen.

Die Beurteilung der körperlichen Aktivität zeigte das Ergebnis, was in etwaigen Studien bereits prophezeit wurde. 23% der Interventionsschüler trieben nur in der Schule Sport. 50% betätigten sich manchmal in der Freizeit körperlich. Regelmäßige Bewegung gaben 27% an (siehe Anhang

20 Tabelle 46). Eine ähnliche Verteilung zeigte sich bei der Kontrollgruppe (siehe Anhang 23; Tabelle 69). Eine gute Befindlichkeit zu Beginn des Projekts gaben 86% der Interventionsschüler an, während in der Kontrollgruppe lediglich 50% diese Frage bejahten (siehe Anhang 20; Tabelle 47; Anhang 23; Tabelle 70).

4.9 Auswertung des Fragebogens von Interventions- und Kontrollgruppe zur zweiten Messung

Nach der Intervention fiel die Bewertung der Befindlichkeit bezüglich des Trainings im Herzfrequenzoptimum bei 64% der Schüler gut aus, 23% waren ausgelastet und 13% unterfordert (Anhang; 21 Tabelle 50). Das ist ein wichtiger Aspekt, der dazu beitrug, dass 91% Spaß an Sport und in diesem speziellen Fall am sonst als anstrengend und negativ besetzten Ausdauersport entdeckten (Anhang 21; Tabelle 51). Bei Befragung der Kontrollgruppe stellte sich heraus, dass ca. 30% der Schüler keinen Spaß am Unterricht entwickeln konnten, wobei es in der Interventionsgruppe nur 9% der Schüler waren (Anhang 24; Tabelle 73).

Die Erfahrung einer positiven Auswirkung von körperlicher Aktivität auf Wohlbefinden und Gesundheit machten 91% der Interventionsschüler (Anhang 21; Tabelle 52). Dieselbe prozentuale Erhebung konnte auch im Hinblick auf die Einschätzung der eigenen verbesserten Fitness vorgenommen werden (Anhang 21; Tabelle 53). Dieses Ergebnis unterschied sich von dem der Kontrollgruppe, bei denen nur 50% einen Fortschritt bezüglich der Fitness bei sich beobachten konnten (Anhang 24; Tabelle 75). Die Frage nach dem Zusammenhang von Fitnesssteigerung und individuellem Training wurde von 73% der Interventionsschüler erkannt (Anhang 21; Tabelle 54). 55% der Interventionsprobanden konnten sich vorstellen, auch in Zukunft kontrolliert zu trainieren (Anhang 21; Tabelle 55).

Von höherer Effektivität des Projekts im Vergleich zum gewöhnlichen Sportunterricht sprachen 91% der Interventionsprobanden (Anhang 21; Tabelle 58). Sie waren zu 100% der Meinung, dass den nachfolgenden Klassen ebenfalls der Mountainbike-Kurs angeboten werden sollte (Anhang 21; Tabelle 59). Ein großes Interesse der Kontrollgruppe, an diesem Projekt künftig teilzunehmen, zeigte sich in dem Ergebnis von 85% (Anhang 24; Tabelle 80). Obwohl die Schüler gegenüber diesem Projekt positiv eingestellt waren, sind mit 60% nur knapp mehr als die Hälfte der Schüler motiviert auch außerhalb der Schule regelmäßig Fahrrad fahren zu wollen (Anhang;

21 Tabelle 60). Jedoch ist dieses im Vergleich zu den einleitenden Daten, wobei nur 27% der Interventionsklasse regelmäßige Bewegung außerhalb der Schule angaben, eine Steigerung.

Eine wichtige begleitende Komponente dieser Unterrichtsform war, dass die Interventionsschüler sich gleichzeitig in der Natur aufhalten konnten. 95% der Schüler empfanden die Kombination aus Bewegung und frischer Luft als angenehm (Anhang 21; Tabelle 62). Dieses Projekt konnte 16% der Probanden anregen, sich zukünftig häufiger in der Natur aufzuhalten (Anhang 21; Tabelle 63). Sowohl Interventions- als auch Kontrollgruppe waren der Meinung, dass mehr Zeit für den Sportunterricht verwendet werden sollte (Anhang 21; Tabelle 57; Anhang 24; Tabelle 77).

4.10 Auswertung des Fragebogens der Interventionsgruppe zur dritten Messung

Bei der dritten Messung wurde ersichtlich, dass die Motivation, auch in der Freizeit weiterhin Fahrrad zu fahren, auf 23% gesunken war (Anhang 22; Tabelle 64). Es versuchten 32% manchmal und genauso viele regelmäßig auch außerhalb der Schulzeit im Optimum zu trainieren (Anhang 22; Tabelle 66). 68% der Interventionsschüler vermissten das Ausüben des Sportunterrichtes in der Natur (Anhang 22; Tabelle 68). Fast 55% der Probanden gaben an, dass sich ihre Fitness nach Wiederumstellung des Sportunterrichtes verschlechtert habe (Anhang 22; Tabelle 67).

5. ERGEBNISINTERPRETATION

Nachdem die Ergebnisse von Leistungsdiagnostik und Fragebogenerhebung vorgestellt wurden, sollen diese nun vor dem Hintergrund der Fragestellung der Arbeit interpretiert werden.

5.1 Herzfrequenz unter Ruhebedingungen bei Interventions- und Kontrollgruppe

Anhand der im vorherigen Kapitel beschriebenen Ergebnisse ist ersichtlich, dass nach der Intervention die Herzfrequenz der Interventionsschüler unter Ruhebedingungen gesenkt werden konnte. Der t-Test zwischen erster und zweiter Messung zeigte signifikante Ergebnisse auf. Das bedeutet, dass durch den modifizierten Sportunterricht mit Hilfe einer gut dosierten Belastung eine Verringerung der Ruheherzfrequenz durch den modifizierten Sportunterricht möglich war. Bereits nach wenigen Trainingswochen war eine Ökonomisierung der Herz-Kreislaufarbeit zu beobachten. Das trainierte Herz der Schüler schaltete, wie an den Ergebnissen erkennbar, auf eine wirtschaftlichere Arbeitsweise um, indem bei äquivalenter Leistung die Schlagfrequenz minimiert wurde. Durch die Intervention im Sportunterricht wurde eine Entlastung des Herzens möglich. Die Trainingsoptimierung stellte nicht nur eine Möglichkeit zur Parametersenkung für normofrequente Schüler, sondern auch für tachykarde Probanden dar.

Wenn man den Vergleich zwischen zweiter und dritter Messung betrachtet, wird ersichtlich, dass die Verbesserung der Ruheherzfrequenz sechs Monate nach dem Übergang zum vorschriftsmäßigen Unterricht nicht drastisch rückläufig war. Eine Senkung des Parameters war also auch nach Beendigung des Ausdauertrainings nachzuweisen, was auf eine längerfristige Beeinflussung der Ruheherzfrequenz, trotz nicht optimierter Bewegung im herkömmlichen Sportunterricht, schließen lässt.

Die nicht signifikanten Ergebnisse der Kontrollklasse veranschaulichen, dass eine optimierte Trainingssteuerung und -überwachung eine Voraussetzung dafür ist, um gesundheitliche Effekte durch Senkung der Herzfrequenz zu erwirken. Eine Prävention von kardiovaskulären Risikofaktoren konnte in dieser Studie durch den vom Kultusministerium vorgeschriebenen Unterricht nicht erzielt werden.

5.2 Herzfrequenz unter submaximaler Belastung bei Interventions- und Kontrollgruppe

Im submaximalen Bereich, der mit alltäglichen Belastungen äquivalent ist, konnte bei allen Schülern der Interventionsgruppe nach Trainingsoptimierung eine deutliche Senkung des Pulsschlags beobachtet werden.

Die Ökonomisierung des kardiovaskulären Systems und die resultierende Sauerstoffeinsparung führten auch unter submaximalen Belastungen zu einer dauerhaften Entlastung des Herzens. Individuell dosiertes Ausdauertraining konnte im Schulalltag präventiv gegenüber kardiovaskulären Risikofaktoren wirken. Eine Aufrechterhaltung der Verbesserung des Pulsschlags nach Beendigung des Projekts unter submaximalen Bedingungen war gegeben.

Bei den Kontrollprobanden konnten unter submaximaler Belastung intraindividuell relativ konstante Werte gemessen werden. Auch bei Leistungen an der 100 Watt Grenze wurden keine gewünschten Veränderungen durch das übliche Curriculum erzielt.

5.3 Blutdruck unter Ruhebedingungen bei Interventions- und Kontrollgruppe

Insgesamt konnten 77,27% der Interventionsschüler unabhängig von der WHO Klassifikation den Blutdruck um mindestens 10 mmHg senken. Jedoch konnten bei der Eingangstestung bereits bei 50% der Probanden grenzwertige bzw. hypertone Werte gemessen werden. Nach dem Projekt konnten sowohl Hypertone, als auch Grenzwertige bzw. Normotone den Blutdruck senken. Der modifizierte Unterricht zeigte eine positive Entwicklung bei allen Blutdruckklassifikationen und ermöglichte pathologische Werte zu normalisieren. Einen wesentlichen Faktor stellte dabei die Trainingsintensität dar, die in diesem Projekt durch individuelle Optimierung geprägt wurde. Da nach Wiederaufnahme des vom Kultusministerium vorgeschriebenen Unterrichtes eine gezielte individuell ausgerichtete körperliche Aktivität nicht gegeben war, stieg der Blutdruck sogar über den Eingangswert hinaus. Eine Prävention konnte durch herkömmlichen Sportunterricht nicht erreicht werden. Dies wurde auch an den Ergebnissen der Kontrollgruppe sichtbar, die im Verlauf kaum Veränderungen aufzeigten (siehe Anhang 8; Tabelle 17-19).

5.4 Blutdruck unter submaximaler Belastung bei Interventions- und Kontrollgruppe

Das Blutdruckverhalten unter submaximalen Bedingungen konnte durch die Trainingsoptimierung signifikant gesenkt werden. Somit konnten Blutdruckanstiege während körperlicher Aktivität in Freizeit oder gerade im speziellen Fall der häufig körperlich arbeitenden Berufsschüler deutlich reduziert werden. Alleinige Messungen in Ruhe lassen keine Rückschlüsse auf Alltagsbelastungen zu, so dass es wichtig ist, auch unter Belastung diesen Parameter zu beurteilen. Ebenso werden unter submaximalen Bedingungen Einflussfaktoren wie Tagesschwankungen und psychische Faktoren, die gerade bei den hier aufgeführten Probanden eine Rolle spielten, reduziert (Ketelhut, 2001). Durch Belastung hervorgerufene Blutdruckanstiege fördern deutlich die Entstehung und das Ausmaß von Folgeerkrankungen, die gerade bei Jugendlichen durch die beschriebene Intervention verhindert werden könnten.

Des Weiteren konnte in dieser Studie gezeigt werden, dass die Erhöhung des Blutdrucks sowohl in Ruhe als auch submaximal auf nicht medikamentösem Wege zu senken war. Da die Kontrollgruppe auch unter submaximaler Belastung keine signifikanten Ergebnisse zeigte, sollte das sonst übliche Curriculum in präventiver Hinsicht überdacht werden.

5.5 Laktatwert unter submaximaler Belastung der Interventions- und Kontrollgruppe

Der Laktatwert unter submaximalen Bedingungen konnte durch die Intervention gesenkt werden. Dabei wurde das Ziel der Studie, die aerobe Energiegewinnung zu steigern und die Leistungsfähigkeit zu erhöhen, erreicht. Die Fähigkeit, den Körper bzw. die Muskulatur unter Belastung ausreichend mit Sauerstoff zu versorgen, konnte durch Steigerung der aeroben Fitness verbessert werden. Diese Fähigkeit trägt dazu bei, dass die ANS und damit die Ermüdung der Muskulatur erst bei relativ hoher Belastung erreicht werden. Dies bedeutet, dass die Probanden bei gleicher Leistung einen niedrigeren Laktatwert aufweisen. Der reduzierte Laktatwert war innerhalb von sechs Monaten nach dem Übergang zum vorschriftsmäßigen Unterricht nicht drastisch angestiegen. Daraus folgt, dass eine längerfristige Reduktion des Parameters auch ohne optimiertes Ausdauertraining für den Organismus annähernd konstant gehalten werden konnte. Die Kontrollgruppe zeigte im Verlauf der Messperioden keine signifikanten Veränderungen des Laktatwertes und somit der aeroben Energiegewinnung.

5.6 Maximale Leistung der Interventions- und Kontrollgruppe

Durch das optimierte Training im Bereich der aerob anaeroben Schwelle ließ sich eine maximale Leistungssteigerung bei maximaler Trainingswirkung erzielen, so dass nach der Intervention jeder Schüler eine deutliche Verbesserung verzeichnen konnte. D.h., dass sowohl körperlich Aktive, als auch körperlich Inaktive unabhängig vom ursprünglichen Fitnessgrad in diesem Projekt leistungsfähiger wurden. Es war wichtig, dass in einer heterogenen Gruppe wie einer Schulklasse, für jeden Schüler eine Leistungssteigerung möglich wurde, ohne vorher sportliche Prädikate vorzuweisen. Auch unsportliche Schüler erzielten durch das Projekt Leistungssteigerungen, was ein entscheidender Aspekt war. Als negativ einzustufen war, dass nach dem halbjährigen Übergang in den vom Kultusministerium vorgeschriebenen Sportunterricht die Leistungsfähigkeit der Interventionsschüler stark rückgängig war. Dies ließ die Schlussfolgerung zu, dass der junge Organismus gezielt und regelmäßig gefordert werden muss, um leistungsfähig zu sein und vor allem um maximale Leistung erbringen zu können. Dieses Ziel konnte durch das übliche Curriculum nicht erreicht werden, was sich in den konstanten Ergebnissen der Kontrollgruppe im Verlauf der Messperiode widerspiegelte.

5.7 BMI der Interventions- und Kontrollgruppe

Es ist bemerkenswert, dass 72,73% der Interventionsschüler ihr persönliches Gewicht verbessern konnten. Ein beachtliches Ergebnis, wenn man bedenkt, dass die Ernährung als wesentliches Standbein zur Veränderung des Gewichts in dieser Studie unbeeinflusst blieb. Das spricht für eine aerobe Energiebereitstellung, bei welcher neben Kohlenhydraten vor allem Fette abgebaut werden. Auch Minimal- und Maximalwert des BMI konnten verbessert werden. Das bedeutet, dass auch Unter- und Übergewichtige auf diesem Wege ihre Körpermasse senken konnten. Ausdauertraining in Form des modifizierten Sportunterrichtes stellt somit eine große Chance für Normal- und Übergewichtige dar, eine positive Änderung ihres Gewichts zu erreichen. Die Gewichtsreduktion war mit 0,73 kg im Mittel innerhalb von drei Monaten nicht das einschlägige Ergebnis wie nach einer Nulldiät, aber mit Sicherheit gesünder und auf Dauer betrachtet effektiver. Die Studie von Völler et al. über eine Verminderung der Körpermasse um 2,5 kg pro Jahr bei regelmäßiger Bewegung ohne gleichzeitige Nahrungsrestriktion konnte durch dieses Projekt unterstützt werden (Völler et al., 2004).

In der Kontrollgruppe wurde im Vergleich zu den Interventionsprobanden keine wesentliche Verschiebung des Körpergewichts erkennbar, was darauf hindeutet, dass sie bei körperlicher Aktivität nicht regelmäßig die Fettverbrennung als primäre Energiequelle nutzen (siehe Anhang 17; Tabelle 39-41).

5.8 Interpretation der Ergebnisse des Fragebogens der Interventions- und Kontrollgruppe zur ersten Messung

In den Ergebnissen bezüglich des körperlichen Aktivitätsniveaus sowohl bei der Interventions- als auch bei der Kontrollgruppe, spiegelte sich offenkundig der Bewegungsmangel unserer Gesellschaft wieder. Die Befindlichkeit während körperlicher Bewegung zeigte bei den Interventionsschülern schon zu Beginn des Projekts eine positive Tendenz, die konditioniert werden konnte. Im Gegensatz dazu wurde bei der Auswertung und Interpretation dieser Frage bei den Kontrollschülern ersichtlich, dass mit Hilfe des vom Kultusministerium vorgeschriebenen Sportunterrichts dieses Ergebnis nicht erzielt werden konnte. Es konnte festgestellt werden, dass die Intervention bereits in der Erprobung einen positiven Effekt bei den Schülern erzeugte.

5.9 Interpretation der Ergebnisse des Fragebogens der Interventions- und Kontrollgruppe zur zweiten Messung

Nach der Intervention bemerkten die Schüler eine positive Veränderung des Körpers und die daraus resultierende Motivation sich zu bewegen. Es war wichtig, dass die individuelle Einschätzung des Körpers und seiner Leistungsfähigkeit verbessert wurde, was durch dieses Projekt erreicht werden konnte. Das Prinzip des optimierten Trainings und der resultierenden Fitnesssteigerung hatten die meisten Interventionsschüler verstanden. Die Prozentzahl der Interventionsprobanden, die sich vorstellen konnten, auch künftig das optimierte Training umzusetzen, erwies sich als ausbaufähig. Um eine höherprozentige Quote zu erreichen wäre, es sinnvoll gewesen, begleitend theoretisch zu erläutern, was physiologisch mit dem Körper passiert und warum es sinnvoll ist, an der aerob anaeroben Schwelle zu trainieren. Deshalb bestand der Wunsch beider Gruppen, eine Erhöhung der Sportstundenzahl umzusetzen, damit genügend Zeit bleibt, um auch theoretische Hintergründe zu erklären.

Das Ergebnis bzgl. der Motivation, auch in der Freizeit weiterhin Fahrrad zu fahren, war zu verbessern. In diesem Fall wäre es wichtig, das Prinzip der Studie auf andere Sportarten auszu-

weiten, denn nicht jeder Schüler hat ein Fahrrad zur Verfügung bzw. Lust sich auf diesem Wege körperlich zu ertüchtigen. Unter anderem hält Abwechslung das Interesse aufrecht. Allerdings ist es schwierig, der Dominanz von Multimedia als Freizeitgestaltung entgegenzuwirken. Sport treiben und der Aufenthalt in der Natur rückte, wie die Ergebnisse zeigten, bei der Freizeitgestaltung immer mehr in den Hintergrund. Hier wurde wieder deutlich, dass die Institution Schule kompensatorisch und gezielt tätig werden muss.

5.10 Interpretation der Ergebnisse des Fragebogens der Interventionsgruppe zur dritten Messung

Bei der Auswertung des Fragebogens nach der dritten Messeinheit wurde deutlich, dass die Motivation, in der Freizeit das Fahrrad fahren fortzusetzen, wesentlich geringer ausfiel als direkt nach Projektbeginn. Der Erklärungsansatz der „Mechanisierten Freizeitgestaltung“ liegt auch in diesem Falle nahe. Positiv war die Feststellung, dass die Schüler die Kombination aus Bewegung und frischer Luft nach dem Übergang in den vom Kultusministerium vorgeschriebenen Unterricht vermissen.

6. DISKUSSION

Abbildung 14 zeigt Ergebnisse, Anregungen und Ziele, die durch eine gezielte Prävention des Bewegungsmangels mit Hilfe des modifizierten Sportunterrichts in dieser Studie erreicht werden konnten. Im nachfolgenden Abschnitt werden diese Aspekte unter Bezug der Fragestellung und der aktuellen Literatur diskutiert.



Abbildung 14: Prävention von Bewegungsmangel im Sportunterricht. Ergebnisse, Anregungen und Ziele dieser Studie

Quelle: Eigene Darstellung

Die Ergebnisinterpretation lässt die Kernaussage zu, dass diese Studie Anlass geben sollte, den Sportunterricht nach dem üblichen Curriculum kritisch zu hinterfragen und zu überdenken. Gerade im Rahmen der Ganztagschulen als zukunftsweisende Schulform in Deutschland und in diesem speziellen Fall der Berufsschule ist es von enormer Wichtigkeit, für regelmäßige Bewegung und gezielte körperliche Aktivität in der Schule zu sorgen. Anhand der Ergebnisse diverser Studien (siehe Kapitel 2) sowie der hier vorgestellten Studie mit Berufsschülern wird die Inaktivität unserer Gesellschaft und speziell der heutigen Jugend offenbart. Die dadurch entstehenden Folgen, Risiken und Kosten stellen ein großes Problem dar, dem entgegengewirkt werden muss

(siehe Anhang 20; Tabelle 46; Anhang 23; Tabelle 69). Dabei erweist sich die Bewältigung dieses Problems in Anbetracht der mechanisierten Freizeit der Jugendlichen des 21. Jahrhunderts als enorme Herausforderung. Die Prioritäten liegen bei Freizeitaktivitäten wie Computer spielen, Fernsehen, Musik hören, Shoppen oder Chillen, so dass die Ausübung sportlicher Hobbys in den Hintergrund rückt und eine Bewegung am ehesten in Kindergärten oder Schulen stattfindet.

6.1 Zur Prävention von Bewegungsmangel

Es ist wichtig, den Schülern zu vermitteln, dass Bewegungsmangel ein Risikofaktor ist und welche Folgen dadurch entstehen können. Doch bei Kindern und Jugendlichen ist es von Bedeutung, nicht nur mit theoretischen Vorträgen zu mahnen. Besonders Berufsschüler haben die duale Berufsausbildung gewählt, um den theoretischen Anteil möglichst gering zu halten. Deshalb ist es effektiver, direkt praxisbezogen zu unterrichten, wie z.B. anhand des hier beschriebenen Projektes. Denn in dieser Studie konnten die Berufsschüler durch das Mountainbiken nachvollziehen, in welchen Grenzbereichen sie trainieren und wie sie ihre Leistungsfähigkeit verbessern können. Die Berufsschüler konnten auf diesem Wege lernen, bewusst ihren Körper und ihre Gesundheit zu steuern.

Der Sport darf nicht auf den gesundheitlichen Effekt reduziert werden, sondern sollte bei den Schülern psychophysisches Wohlbefinden und Bewegungsfreude auslösen. Diese Forderung konnte in der Studie erfüllt werden, was sich nicht nur in den physischen Ergebnissen widerspiegelt, sondern auch in den Aussagen der Schüler.

6.1.1 Zusammenhang von körperlicher Aktivität und Sozialstatus

In Berufsschulen ist der Anteil an Schülern aus sozial schwächeren Schichten größer als bspw. an Gymnasien oder Realschulen. Hierzu gibt es Auswertungen des Statistischen Bundesamtes, die eine größere Verbreitung sportlicher Aktivität in der Ober- und Mittelschicht als in den unteren Schichten belegen (Statistisches Bundesamt, 2005). Umso wichtiger ist es, dass diese Kinder und Jugendlichen gezielt in der Schule gefördert werden und der anerzogene Bewegungsmangel kompensiert wird. Dies wird durch eine Studie von Scheffler et al. bestärkt, welche die motorische Entwicklung und Schichtzugehörigkeit verdeutlicht. Zusätzliche Bewegungsprogramme konnten die Defizite ausgleichen (Scheffler et al., 2004). Doch bei solchen Bewegungsprogrammen ist man auf die Compliance der Eltern angewiesen. Und nach einer Studie von Graf et al. hat

sich herausgestellt, dass inaktiven Eltern in der Regel Kinder mit niedrigem Aktivitätsniveau zuzuordnen sind, so dass man von einer Förderung solcher Bewegungsprogramme durch die Eltern nicht ausgehen sollte. Im Rahmen des Sportunterrichts hat man den Vorteil, dass man sich dabei auf die Eltern und deren Engagement nicht verlassen muss. Hierdurch ergibt sich die Möglichkeit, jedem Kind unabhängig von Schichtzugehörigkeit und elterlichen Sanktionen eine aktive Lebensführung zu ermöglichen. Das ist bei der Studie von Scheffler et al. zu kritisieren.

6.1.2 Bewegungsmangel auf schulischer Ebene

Das Problem des zunehmenden Bewegungsmangels deutscher Kinder und Jugendlicher wurde durch zahlreiche Studien im Bereich von Kindergärten, Vor- und Grundschulen untersucht. Projekte an weiterführenden schulischen Institutionen oder speziell in diesem Fall der Berufsschule sind eine Rarität in der Literatur (siehe Traulsen, 2000). Dabei ist die gesundheitliche Betreuung dieser Altersschichten ohnehin als mangelhaft einzustufen, was in Kapitel 6.7 näher ausgeführt werden soll.

Gerade bei Berufsschülern, denen im direkten Anschluss an die duale Ausbildung der Einstieg in das Berufsleben bevorsteht, ist es von Bedeutung, die Relevanz von Bewegung für den Körper zu vermitteln. Im Sportunterricht sollte die Initiative zum aktiven „Sport treiben“ auf die Schüler übertragen werden. Außerdem sollte vermittelt werden, wie es möglich ist, sportliche Aktivität in ihr individuelles Lebenskonzept zu integrieren. Einen Ansatz hierfür bietet diese Studie.

Doch wie soll das gefördert werden, wenn der Fokus des Bildungsministeriums ausschließlich auf zentrale Gebiete wie z.B. Naturwissenschaften ausgerichtet ist und im dualen System der Berufsschulen das Fach Sport bis heute in Frage gestellt wird (Bloss, 1987; Grundmann, 1988; Kuckart, 1992)? Der zunehmenden Kürzung der Sportunterrichtsstunden in Schulen muss daher entgegengewirkt werden, um der Manifestation des Bewegungsmangels und der Abnahme der körperlichen Leistungsfähigkeit der Schüler vorzubeugen.

Bei dieser Studie wurde die Sportstundenzahl um zwei Schulstunden erhöht. Betrachtet man die positiven Ergebnisse der Studie, liegt die Forderung nahe, das Fach Sport in seiner Intensität vielmehr auszuweiten, als es vom Stundenplan „wegzurationalisieren“. In diesem Kontext spricht Rhode von einer Neukonzipierung und Akzentuierung im Sportunterricht der Berufsschule, damit

dieser bestehen bleiben kann (Rhode, 1995). Gerade durch das hier beschriebene Konzept ist eine neue Möglichkeit zur Ablösung des vom Kultusministerium vorgeschriebenen Sportunterrichts gegeben. In dieser Studie konnte bewiesen werden, dass mit optimiertem Training im Gegensatz zur herkömmlichen Leibeserziehung signifikante Erfolge erzielt werden können und der Sportunterricht in seiner Wertigkeit in andere Dimensionen rückt. Anhand des Fragebogens ist ebenfalls ersichtlich, dass die Schüler erkannt haben, dass der modifizierte Unterricht effektiver als die bisher vorgeschriebene Lehrstunde ist (siehe Anhang 21; Tabelle 58).

Im Jahr 1989 forderte Hartmann, die zunehmende Computerisierung des Lebens und die fortschreitende Mechanisierung der Berufsschule mit Hilfe des Sportunterrichtes aufzuhalten (Hartmann, 1989). Durch die Ausübung des Unterrichts in der Natur und nicht in der Sporthalle war es gleichzeitig möglich, diesem Problem unserer Zeit im Sportunterricht entgegenzuwirken. Die positive Resonanz der Schüler auf den Unterricht im Freien drückt ein Bedürfnis nach einer Abwechslung zu ihrer mechanisierten Berufs- und Freizeitgestaltung aus (siehe Anhang 21; Tabelle 62; Anhang 22; Tabelle 68). Durch gleichzeitiges Erschließen der geographischen Umgebung der Schüler können freizeitrelevante Sportarten wie in dieser Studie das Mountainbiken wieder attraktiv gemacht werden.

Traulsen schlägt einen berufsorientierten Sportunterricht vor (Traulsen, 2000). Aber für manche Berufszweige, wie z.B. die in dieser Studie untersuchten Informatiker, wird es schwierig, eine Sportart zu „konzipieren“, die ausschließlich auf eine sitzende Tätigkeit ausgerichtet ist. Sicherlich ist es sinnvoll, bei vorwiegend sitzender Tätigkeit Haltungsschäden vorzubeugen und berufsbedingte Beanspruchungen zu thematisieren und zu analysieren. Aber dafür ist kein ausschließlich berufsorientierter Sportunterricht nötig. Außerdem ist dann auch noch der Sportunterricht Zwängen unterlegen, und es wird den Berufsschülern die letzte Möglichkeit genommen, von ihren alltäglichen in diesem Fall Bildschirmarbeiten Abstand zu nehmen. Es ist daher von Bedeutung, das körperliche Bewusstsein entsprechend zu erziehen, so dass auch im Berufsleben sportliche Aktivität nicht vernachlässigt wird.

Bei diesem Projekt konnte bei allen Schülern eine Motivation erzeugt werden, auch in den Ferien zu trainieren. Die Berufsschüler konnten die Erkenntnis erlangen, dass Bewegung Spaß macht und in den Alltag integrierbar ist (siehe Anhang 21; Tabelle 51). Für die Compliance der

Probanden förderlich und pädagogisch sinnvoll war, dass sich die Schüler nicht den Zwängen einer schulischen Verpflichtung unterlegen fühlten. Die Jugendlichen haben verstanden, was gezielte Bewegung für ihren Körper und ihre Gesundheit bedeutet (siehe Anhang 21; Tabelle 52).

6.2 Eindämmung von Übergewicht und Adipositas

Die Befürchtung, dass Übergewicht und Adipositas zu dem meist verbreiteten Gesundheitsproblem des 21. Jahrhundert werden wird, kann durch die Ergebnisse der Studie bestärkt werden (Grund, 1998; Regierungserklärung, 2004). Aus der Literatur ist ersichtlich, dass 10-20% der deutschen Kinder und Jugendlichen übergewichtig sind (Chen-Stute, 2004; Wabitsch, 2000; Zwiauer 2000). Diese hohe Prozentzahl spiegelt sich auch in der vorliegenden Studie wider (siehe Anhang 15; Tabelle 35; Anhang 17; Tabelle 39-41).

6.2.1 Zusammenhang von Übergewicht und Sozialstatus

In der Berufsschule spielt der Sozialstatus eine bedeutende Rolle. Denn analog zur mangelnden Bewegung in sozial schwächeren Familien ist auch der Anteil übergewichtiger Kinder und Jugendlicher höher (Körtzinger et al., 1996; Langnäse et al., 1999; Ministerium für Arbeit, Soziales, Gesundheit und Frauen des Landes Brandenburg, 2000). Hier sind mehrere Ursachen zu erläutern. In der Oberschicht werden Übergewicht und Adipositas stärker abgelehnt und sanktioniert. Auch körperliche Bewegung ist in höheren sozialen Schichten positiv konditioniert, was bei sozial schwächeren Familien nicht zu beobachten ist (siehe 6.1.1). Das bedeutet, dass in Anbetracht der gesundheitlichen und psychosozialen Folgen, die mit Übergewicht und Adipositas vergesellschaftet sind, eine Intervention auf schulischer Ebene erforderlich ist. Dieser Zusammenhang fand in der Studie Berücksichtigung. Aufgrund der Kürze der Studie sind jedoch eindeutige Ergebnisse, ob eine Kompensation „sozialer Gewichtsunterschiede“ durch den modifizierten Sportunterricht möglich ist, nicht gegeben. Es ist aber davon auszugehen, dass solche Differenzen auf schulischer Ebene abgebaut werden können, sofern dem Sportunterricht ein höherer Stellenwert eingeräumt wird.

6.2.2 Bewegungsarmer Alltag und inaktives Freizeitverhalten

Es gibt verschiedene Faktoren, die im Zusammenhang mit der zunehmenden Gewichtsproblematik der westlichen Industrienationen eine Rolle spielen, wobei einen zentralen Baustein der sitzende Lebensstil darstellt. Die mechanisierte und motorisierte Welt lässt ein körperlich aktives

Leben massiv in den Hintergrund rücken. Ob in der Schule oder später im Beruf als Informatiker erleben die hier untersuchten Probanden einen vorwiegend bewegungsarmen Alltag und ein zusätzlich körperlich inaktives Freizeitverhalten.

6.2.3 Zusammenhang von Ernährung und Bewegung

Der immer stärker zunehmende Zeitmangel ist der Nährboden für die wachsende Fast-Food-Ernährung (Hauner und Berg, 2000). Dieser Aspekt fördert zusätzlich die Epidemie von Übergewicht und Adipositas. Gleichzeitig verkörpert paradoxerweise der schlanke Mensch das Schönheitsideal unserer Gesellschaft. Da ist es nicht verwunderlich, wenn übergewichtige Kinder und Jugendliche diskriminiert werden, unter einem verminderten Selbstwertgefühl leiden und eine Außenseiterrolle einnehmen (Statistisches Bundesamt, 2003; Zwiauer und Wabitsch, 1997). Hinzu kommt die Tatsache, dass im Diätmarkt schwarze Zahlen im Milliardenbereich geschrieben werden. Das Standbein Ernährung spielt im Rahmen von Abnehmkonzepten eine wesentlich größere Rolle als der Bewegungsmangel. Dabei wird die inverse Beziehung zwischen körperlicher Aktivität und der Manifestation von Übergewicht und Adipositas bei Jugendlichen außer Acht gelassen. Trotz rückläufiger Kalorienaufnahme ist nämlich die Prävalenz der Adipositas in Deutschland und anderen Nationen angestiegen (Heini und Weinsier, 1997; Winkler, 1998). In dieser Studie konnte bei den Interventionsschülern im Gegensatz zur Kontrollklasse eine Gewichtsreduktion erreicht werden, ohne die Ernährungsgewohnheiten zu beeinflussen (siehe Anhang 17; Tabelle 39-41).

Gleichzeitig kann in dieser Studie die Aussage von Zirolì und Döhning, dass Schüler mit erhöhter Sportstundenzahl im Vergleich zu Schülern mit niedriger Sportstundenzahl weniger Gewichtsprobleme aufweisen, bestätigt werden (Zirolì und Döhning, 2003). Allerdings war in der Studie bei Zirolì und Döhning täglicher Sportunterricht nötig, was im Hinblick auf die Bewilligung durch das Kultusministerium unrealistisch erscheint und zu kritisieren ist. Außerdem hat die vorliegende Studie verdeutlicht, dass eine Beeinflussung des Körpergewichts auch mit weniger Zeitaufwand möglich ist.

6.2.4 Ernährungsberatung und Kochkurs

Es könnten höhere Gewichtsabnahmen erzielt werden, wenn die Ernährungsqualität ergänzend geprägt werden würde. An dieser Stelle soll daher der Vorschlag unterbreitet werden, begleitend eine Ernährungsberatung oder Kochkurs in der Schule anzubieten.

Im Rahmen der Ganztagschulen stellt ein solcher Kochkurs eine notwendige Alternative zur Kantine dar. Unter anderem kann die Jugend durch Aufklärung und Beratung vor gesundheits-schädigenden Diäten und Essstörungen bewahrt werden. Genauso wie Übergewicht und Adipositas könnten auf diese Weise auch Anorexie und Bulimie im Unterricht frühzeitig vorgebeugt werden. Somit bestünde die Möglichkeit, neben der gezielten Bewegungslehre eine gute Basis zu schaffen, um das Gewicht der Schüler auf gesundem und effektivem Wege zu senken oder zu stabilisieren. Diese Präventionen sollten im Rahmen von Übergewicht und Adipositas eine übergeordnete Rolle spielen, denn die bisherigen Therapiekonzepte sind langfristig betrachtet als mangelhaft zu bewerten (Blair, 1993; Foreyt et al., 1993; Schwartz et al., 1997).

6.2.5 Einsparmöglichkeiten durch Prävention von Übergewicht und Adipositas

Auch der finanzielle Schaden im Milliardenbereich, den die Adipositas in unserem Gesundheitssystem verursacht, hat bereits die Politik auf die beginnende Epidemie aufmerksam werden lassen (Regierungserklärung, 2004). Anhand der hier beschriebenen Studie ist ersichtlich, dass über die Institution Schule eine Prävention und Eindämmung der Adipositas für jedes Kind bzw. jeden Jugendlichen unabhängig der sozialen Herkunft möglich ist. Ebenso ist der finanzielle Aufwand für dieses Projekt als wesentlich geringer einzustufen als die Kosten, die bisher im Rahmen der Gewichtsentgleisungen dem Staat entstanden sind.

6.3 Prävention von Hypertonie

Schon bei der Eingangstestung offenbarte die Hälfte der Probanden grenzwertige bzw. hypertone Messwerte (siehe Anhang 8; Tabelle 17-19). Somit kann die Feststellung von Urhausen et al. (siehe Seite 18) nur bedingt bestätigt werden, denn in dieser Studie zeigt sogar jeder zweite Schüler pathologische Werte (Urhausen et al., 2003). Nach der Intervention konnten alle Schüler den systolischen Blutdruck im Mittel um 5 mmHg senken, so dass die Ergebnisse von Whelton et al. bestätigt werden können (Whelton et al., 1992). Ketelhut allerdings berichtet von einem halbjährigen Training zwei bis dreimal wöchentlich, bevor ein Effekt dokumentiert werden kann

(Ketelhut, 2004). Dies kann jedoch bei Betrachtung der Ergebnisse dieser dreimonatigen Trainingseinheit in Frage gestellt werden. Im gleichen Zeitraum bewegt sich auch die Studie von Jo et al., die lediglich eine Veränderung im Bereich der hypertonen Probanden erzielen konnte (Jo et al., 1989). Dies kann ebenfalls durch die vorliegende Studie nicht bestätigt werden, da alle Probanden unabhängig der Blutdruckklassifikation eine Verbesserung des Parameters erreichen konnten. Durch das in diesem Konzept praktizierte Ausdauertraining ist eine Senkung des Parameters nachgewiesen worden, so dass die Studien von Blair et al. und Whelton et al. in ihren Resultaten bestätigt werden können (Blair et al., 1984; Whelton et al., 2002). Durch die gleichzeitige Senkung der Herzfrequenz und des systolischen Blutdrucks ist der myokardiale Sauerstoffverbrauch ebenfalls reduziert und das kardiovaskuläre Risiko minimiert worden.

6.3.1 Zusammenhang zwischen Übergewicht, Adipositas und Hypertonie

Um den Kreis der in dieser Studie untersuchten Parameter zu schließen, soll der Zusammenhang zwischen Blutdruck und Gewichtslage noch kurz erläutert werden. Denn die Senkung des Blutdrucks in Kombination mit Gewichtsverlust bedarf einer kritischen Betrachtung. In vielen Studien liegt der Blutdruckveränderung kein Trainingseffekt zugrunde, sondern ist die Folge der minimierten Körpermasse. Da in dieser Studie der Gewichtsverlust der Probanden nicht signifikant war, ist die Ursache der Blutdrucksenkung eindeutig auf den Trainingseffekt zurückzuführen. Unter der Annahme eines langfristig optimierten Sportunterrichts ist zu vermuten, dass neben der Blutdrucksenkung auch eine deutlichere Reduzierung des Gewichts erzielt werden könnte. Es ist sogar davon auszugehen, dass in einem solchen Unterricht erhebliche Synergien zwischen diesen beiden Größen entstehen.

6.3.2 Reduktion der Mortalität und Einsparmöglichkeiten

Da die Hypertonie in Deutschland eine wichtige vermeidbare Ursache für Invalidität und vorzeitigen Todesfall darstellt, sind die bisherigen Präventionsmaßnahmen zu überdenken. Auch vom finanziellen Aspekt her betrachtet sollten die enormen Ausgaben, die durch die Hypertonie entstehen, eingedämmt werden (Statistisches Bundesamt, 2004). Umso bedeutsamer werden daher die in dieser Studie herausgearbeiteten Ansätze zur Primär- und Sekundärprävention der Hypertonie.

6.4 Senkung des kardiovaskulären Risikos

Die zunehmende Häufigkeit von kardiovaskulären Risikofaktoren und die Mortalitätsstatistiken lassen den Aufruf zur Prävention und Intervention immer lauter werden (Graf et al., 2003a; Ketelhut et al., 2005). Dabei wäre es aus medizinischen und auch aus ökonomischen Gründen am effektivsten, das Problem so früh wie möglich zu bekämpfen. So könnte der Begünstigung einer späteren Morbidität im Erwachsenenalter entgegengewirkt werden. Denn es entsteht ein wesentlich höherer therapeutischer und finanzieller Aufwand bei der Behandlung einer kardiovaskulären Erkrankung als bei einer frühzeitigen Prävention.

6.4.1 Kardiovaskuläre Risikofaktoren auf schulischer Ebene

Die Messergebnisse zeigen, dass bereits zahlreiche Kinder und Jugendliche, die an dieser Studie teilgenommen haben, in frühem Alter pathologische Werte aufweisen, die einer medizinischen Intervention bedürfen. Zusätzlich kann festgestellt werden, dass vor allem Schüler mit niedrigem körperlichem Aktivitätsniveau mit einer erhöhten Herzfrequenz korrelieren (siehe Anhang 25; Tabelle 81; Anhang 26; Tabelle 82). Die Erkenntnis von Bös kann daher bestärkt werden (Bös, 2002). Der Bewegungsmangel als eigenständiger kardiovaskulärer Risikofaktor kann somit in dieser Studie nachgewiesen werden (FIMS, 1989; Paffenbarger et al., 1993).

Nach der Intervention konnte bei den tachykarden Probanden eine Senkung und damit eine Umschaltung des kardiovaskulären Systems auf eine wirtschaftliche Arbeitsweise festgestellt werden, so dass die Ergebnisse dieser Untersuchung im Widerspruch stehen zu der Studie von Ketelhut (Ketelhut, 2005). Erwähnenswert ist ebenfalls, dass nicht nur eine Ökonomisierung des kardiovaskulären Systems in Ruhe, sondern auch unter Belastung erreicht werden konnte. Denn gerade im Zusammenhang mit berufsspezifischen Anforderungen und Belastungen ist es nützlich, dass der Körper leistungsfähig ist. Folglich kann der gezielte Sportunterricht die Leistungsfähigkeit im Beruf erhöhen. Das Training bewirkt eine dauerhafte Entlastung, Defizite werden ausgeglichen, so dass eine Prävention von Herz-Kreislauf-Erkrankungen erzielt werden kann. Dies bedeutet, dass durch den modifizierten Sportunterricht eine Verbesserung und Normalisierung der kardiovaskulären Parameter erreicht werden kann. Im Gegensatz dazu erzielt der Sportunterricht nach dem üblichen Curriculum nur eine unzureichende Wirkung (siehe Ergebnisteil Kontrollgruppe).

6.4.2 Zusammenhang zwischen kardiovaskulärem Risiko, Übergewicht und Adipositas

Auch im Zusammenhang mit dem Risikofaktor Übergewicht und Adipositas spielen kardiovaskuläre Erkrankungen eine große Rolle. In dieser Studie konnten Adipöse, Übergewichtige und Normalgewichtige die Körpermasse nur leicht senken (siehe Anhang 17; Tabelle 39-41). Da aber nach den Untersuchungen von Blair et al. die Fitness eines Menschen eine größere Bedeutung für die Inzidenz von kardiovaskulären Erkrankungen hat als dessen Körpermasse, ist das Ergebnis der nicht signifikanten Gewichtsreduktion nicht zu kritisieren (Blair et al., 1999 und Blair et al., 2003). Viel entscheidender ist es, dass die Fitness durch dieses Projekt verbessert werden konnte.

6.4.3 Mortalität und wirtschaftliche Entlastung

Mit Hilfe des modifizierten Sportunterrichtes und einem gezielten sowie individuellen Training kann eine Primär- und Sekundärprävention von kardiovaskulären Risikofaktoren auf schulischer Ebene erreicht werden. Es besteht die Möglichkeit, einer späteren Morbidität im Erwachsenenalter entgegenzuwirken, was durch eine längerfristige Longitudinalstudie geprüft werden könnte. Auch hier wird aus wirtschaftlicher Sicht durch gezielte Prävention eine Entlastung des Gesundheitssystems bewirkt.

6.5 Steigerung der Leistungsfähigkeit

Im Rahmen der Pisa Studie war ganz Deutschland überrascht, auf welchem niedrigerem Leistungsniveau sich deutsche Kinder im Vergleich mit den Kindern anderer Staaten bewegen. Und das, obwohl Deutschland bisher einen hohen Bildungsstandard verkörpern konnte. Politiker verlangten sofort nach einer Bildungsreform, die aus dem Bundesministerium für Arbeit und Soziales dem Prinzip des „Förderns und Forderns“ folgen sollte. Für die junge Generation bedeutet dies Leistungsdruck. Doch wie kann es gelingen, die deutschen Schüler körperlich leistungsfähiger zu machen?

6.5.1 Zusammenhang zwischen körperlicher, motorischer und kognitiver Entwicklung

Es ist seit langem bekannt, dass zwischen körperlicher, motorischer und kognitiver Entwicklung ein Zusammenhang besteht (Hollmann W, 2001; Noth, 2001). Das Chilt-Project konnte beweisen, dass die Förderung der motorischen Fähigkeiten eine bedeutsame Voraussetzung für die neurologische Reifung darstellt und damit die psychosoziale und kognitive Fähigkeit besser entwickelt werden können (Dordel und Breithecker, 2003; Graf et al., 2003b). Diese Aussagen

können aufgrund der Kurzfristigkeit der Studie nicht bestätigt werden. Da jedoch die Ergebnisse der Studie eine deutliche Verbesserung der motorischen Leistungsfähigkeit demonstrieren, ist langfristig bei Umstellung des Unterrichts auch eine positive kognitive Entwicklung zu erwarten.

6.5.2 Vermeidung von Frustrationen im Sportunterricht

In der Eingangstestung wurde deutlich, dass in einer heterogenen Gruppe wie in einer Schulklasse auch Leistungsunterschiede auftreten. Um keine Frustrationen zu erzeugen, wurden leistungsäquivalente Gruppen gebildet (siehe Methodikteil). Dadurch konnte Gruppendynamik geweckt werden, ohne dass Resignation oder Konkurrenzdenken entsteht, da die Kluft zwischen leistungsstark und leistungsschwach kaum vorhanden war. So konnte jeder Schüler im Verlauf der Studie eine positive Entwicklung einschlagen. Besonders für körperlich Inaktive, die Bewegung vermeiden und für die der Sportunterricht nicht zu den Lieblingsfächern zählt, ist es wichtig, eine Motivation zu erzeugen und Frustrationen einzudämmen. Denn nach Untersuchungsergebnissen von Dordel ist die dramatische Veränderung der motorischen Entwicklung und die mangelnde Leistungsfähigkeit häufig auf Misserfolge im Sportunterricht zurückzuführen (Dordel, 2000). Diese Studie liefert den Beweis dafür, dass eine Leistungssteigerung mit Spaß vereinbar ist. Diese Aussage kann durch die Ergebnisse des Fragebogens und die individuelle Leistungssteigerung belegt werden (siehe Anhang 21; Tabelle 51, 53).

6.5.3 Aktives Einbeziehen der Schüler in den Unterricht

Schüler können aktiv in den Unterricht miteinbezogen werden. Diese Studie sah es vor, dass die Probanden nach Abschluss des Trainings die in der Pulsuhr gespeicherten Werte in den Computer einlesen und verwalten konnten. Dadurch bestand für jeden Schüler die Möglichkeit, seine Daten im Verlauf zu verfolgen und daraufhin die individuelle Trainingsstrecke auszuweiten. Das hatte zur Konsequenz, dass die Schüler aktiv in den Unterrichtsablauf einbezogen wurden. Gleichzeitig konnten sie ein Bewusstsein entwickeln, wie sie ihren Körper fördern und sich fordern können (Anhang 21; Tabelle 52). Aufgrund des direkten Einbeziehens der Schüler in den Unterricht konnte das Initiativverhalten gestärkt und die Lernvoraussetzungen verbessert werden. Ebenso sollte vermittelt werden, dass Leistung nicht nur mit Druck und Belastung assoziiert ist, sondern wie in diesem Projekt auch Spaß machen kann (Anhang 21; Tabelle 51). Bei dieser Studie konnte demonstriert werden, dass das Mitgestalten des Unterrichtes auf die Schüler motivierend wirkt

(Bühning, 2005). Durch die Sportlehrer konnte dabei bestätigt werden, dass die Fehlstunden während des Projektes deutlich rückläufig waren.

6.6 Förderung der Sozialkompetenz

Neben der negativen Entwicklung von Motorik und Leistungsfähigkeit in Deutschland ist in der Literatur auch von einer Häufung der Verhaltensauffälligkeiten vor allem im Sozialverhalten die Rede (Dordel, 2000). Deswegen muss in dieser Studie untersucht werden, ob eine individuelle Leistungsförderung auch einen positiven Einfluss auf die soziale Kompetenz der Schüler ausübt. Außerdem stellt sich die Frage, ob allgemein eine Modifizierung und eine Erhöhung der Sportunterrichtsstunden die soziale Kompetenz beeinflussen können. Aus diesem Grund ist die Studie mit Berufsschülern besonders interessant, weil diese häufig aus sozial schwächeren Familien stammen.

6.6.1 Chancengleichheit zwischen den Schülern

Um die Leistungsfähigkeit und die soziale Kompetenz zu fördern ist eine Chancengleichheit zwischen den Schülern unabdingbar. Entscheidend ist hierbei, dass alle Schüler die Option haben, ihre individuelle Leistungsfähigkeit optimal abzurufen. Anderenfalls fühlen sich Schüler im Unterricht über- bzw. unterfordert, was dazu führt, dass Leistungspotenziale unausgeschöpft bleiben und Demotivation entsteht.

In dieser Studie konnte jeder Schüler aktiv werden und zeigen, dass er leistungsstark sein kann. Die Studie war vom Konzept her auf Teamwork und Chancengleichheit ausgerichtet, so dass die Schüler ihre körperliche Fitness gemeinsam schulen konnten, ohne dabei auf ihr individuelles Trainingsoptimum verzichten zu müssen. Somit waren Frustration, und Ängste zu versagen, ausgeschlossen, was zur Konsequenz hatte, dass die Schüler motiviert und mit Spaß am Sportunterricht teilnahmen (siehe Anhang 21; Tabelle 50, 51). Das Ziel, jedem Schüler nahezu gleiche Chancen auf eine für ihn optimale Förderung einzuräumen, konnte somit in dieser Studie realisiert werden.

6.6.2 Teamfähigkeit und individuelle Förderung in leistungsäquivalenten Gruppen

Im Allgemeinen ist Teamwork gut für das Sozialverhalten. Dabei ist der Gedanke einer individuellen Leistungsförderung mit den positiven Konsequenzen des Teamgeistes zu kombinieren.

Denn nur die bloße Bildung eines Teams verspricht nicht direkt die Erhöhung der Sozialkompetenz, weil in einer heterogenen Gruppe stets Über- und Unterforderung diesem Ziel entgegenwirken.

Um bei den Schülern eine Erhöhung der Leistungsfähigkeit und ihrer sozialen Kompetenz zu erreichen, sollte im Sportunterricht und allgemein im Schulunterricht auf die Bildung homogener Gruppen größten Wert gelegt werden. Deshalb war in diesem Projekt eine wesentliche Voraussetzung, dass die Teammitglieder untereinander in ihrer Leistungsfähigkeit homogen sind. Die Vorteile dieser Maßnahme zeigen sich in den Ergebnissen dieser Studie, in der sich alle Schüler in ihrer Leistungsfähigkeit verbessern konnten. Ferner war die Zufriedenheit der Schüler über die Gestaltung des Sportunterrichts sehr hoch (siehe Anhang 20; Tabelle 47). Schlussfolgernd kann man sagen, dass das Postulat einer individuellen Leistungsförderung nicht zu Lasten der sozialen Kompetenz, sondern gruppenspezifisch erfüllt werden kann. Es konnte gezeigt werden, dass in der Institution Schule und speziell im Sportunterricht gesellschaftliche Werte wie Sozialverhalten durch solche Projekte geprägt werden. Deshalb ist auch die Forderung nach mehr Sportunterrichtsstunden berechtigt.

6.7 Vorsorgeuntersuchungen in der Berufsschule

Aber nicht nur die Förderung der motorischen Entwicklung der Kinder und Jugendlichen, sondern auch die gesundheitliche Relevanz sollte in der Institution Schule vermittelt werden. Denn erschreckender Weise machen sich Bewegungsmangelkrankungen nicht erst im hohen Alter bemerkbar, sondern immer häufiger in jungen Jahren (Delekat und Kis, 2001; Kampe und Ketelhut, 2002; Suter und Hawes, 1992). Auch in dieser Studie wurden bei vielen Probanden pathologische Werte gemessen, die ansonsten unentdeckt geblieben wären. Da Vorsorgeuntersuchungen, die regelmäßige gesundheitliche Checks gewährleisten, mit dem 13. Lebensjahr abgeschlossen sind und in den darauf folgenden Lebensjahren keine vorgeschriebenen Kontrollen mehr stattfinden, werden viele Krankheiten, die im Jugendlichenalter entstehen, zu spät entdeckt.

Dabei stellt die Schule eine Möglichkeit dar, anhand solcher Projekte Kinder und Jugendliche mit medizinischen Defiziten herauszufiltern. Auf diese Weise wäre es nicht notwendig, sich auf die Compliance der Heranwachsenden verlassen zu müssen. Es gibt zwar bereits Ärzte, die in bestimmten Abständen in die Schulen gehen, um die Kinder zu untersuchen, doch dies nur in der

Primarstufe. Und im Alter der Grundschulzeit gewährleisten die Vorsorgeuntersuchungen den regelmäßigen Gesundheitscheck. Dabei ist es besonders im Alter der Pubertät von Bedeutung, sich mit dem Körper und seinen entwicklungsbedingten Veränderungen zu beschäftigen. Den Jugendlichen werden in dieser Zeitspanne, die genauso medizinisch überwacht werden sollten wie die ersten zehn Lebensjahre, keine ärztlichen Kontrollen ermöglicht. Während und nach der Pubertät erfolgt das Lösen vom Elternhaus, der „Nestschutz“ entfällt und man ist plötzlich für sich und seine Gesundheit selbst verantwortlich. In dieser Phase des Perspektivwechsels und der physischen und psychischen Veränderungen sollte eine professionelle Beratung durch einen Mediziner gewährleistet werden, der für Fragen zur Verfügung steht. Neben der Forderung nach mehr Vorsorgeuntersuchungen muss auf jeden Fall ein stärkeres Bewusstsein für eine gesunde Lebensführung geschaffen werden. Dieses Ziel konnte in der Studie durch den aktiven Einbezug der Schüler und deren selbstständige Datenverwaltung erreicht werden. Schließlich konnten sie anhand der Testungen die Veränderungen der Parameter verfolgen.

Durch den modifizierten Sportunterricht konnte so mit wenig Aufwand und geringen Kosten ein Gesundheitscheck erfolgen und mehrere gesundheitlich beeinflussende Parameter verbessert werden.

6.8 Körperliche Aktivität und Lebensqualität

Gerade im Rahmen der Umkehrung der Alterspyramide und der erhöhten Lebenserwartung ist es notwendig, den Schülern zu erklären, dass der aktive Mensch im Alter leistungsfähiger und länger selbst bestimmend leben kann. Bedeutsam ist, dass bereits auf schulischer Ebene eine gute Basis für eine entsprechende Lebensqualität im Alter geschaffen wird, denn gerade die ältere Generation profitiert gesundheitlich von regelmäßiger körperlicher Aktivität (Weisser, 2001).

Durch den gezielten Sportunterricht und die daraus resultierenden Ergebnisse, wie Leistungssteigerung, verbesserte Ausdauerfähigkeit, Senkung der kardiovaskulär beeinflussenden Parameter kann voraussichtlich eine positive Auswirkung im Alter erreicht werden. Auch aus ökonomischer Sicht ist eine solche frühzeitige Prävention sinnvoll. Denn die prognostizierten Kosten, die durch die Umkehrung der Alterspyramide entstehen, können über solche Projekte der medizinischen Früherziehung reduziert werden.

6.9 Theoretische Gesundheitserziehung

Aus dieser Studie geht ebenfalls hervor, dass eine Gesundheitserziehung heranwachsender Generationen, z.B. in den Fächern Anatomie und Physiologie des Menschen, Erfolg versprechend sein kann. Dabei ist es sinnvoll, den Schülern Begriffe wie kardiovaskuläre Risikofaktoren, Übergewicht und Adipositas oder auch Hypertonie zu erläutern. Der Jugend kann auf diesem Wege verdeutlicht werden, welchen Einfluss diese Risikofaktoren auf den Organismus haben und welche Konsequenzen damit verbunden sind. Und vor allem wie ein Entgegenwirken möglich wird. Es sollte erklärt werden, was durch regelmäßige und gezielte körperliche Aktivität mit dem Körper passiert. Der theoretische Hintergrund könnte zusätzlich motivieren, auch außerhalb der Schule den Körper fit zu halten. Außerdem sollten Grundkenntnisse der Anatomie und Physiologie des Menschen zur Entwicklung und Allgemeinbildung eines heranwachsenden Jugendlichen dazugehören und zum bildungspolitischen Standardwissen gehören.

7. SCHLUSSBETRACHTUNG

Dem Bewegungsmangel als grundlegende Ursache für Übergewicht und Adipositas, Hypertonie sowie die Erhöhung des kardiovaskulären Risikos ist aufgrund der Mortalitätsstatistiken und der ökonomischen Belastung entgegenzuwirken.

Mit dieser Studie wurde daher der Versuch unternommen, eine Prävention auf schulischer Ebene zu erreichen. Durch den modifizierten Sportunterricht besteht die Möglichkeit, Übergewicht und Adipositas einzudämmen, Hypertonie zu vermeiden und das kardiovaskuläre Risiko zu senken. Das Modell kann zur effektiven Primär- und Sekundärprävention Verwendung finden. Durch das individuell angepasste Fördern war es möglich, eine Steigerung des Leistungsniveaus der gesamten Schulklasse zu erreichen. Gleichzeitig konnte unter Teamwork die Sozialkompetenz gefördert werden. Aufgrund des aktiven Einbeziehens der Schüler in die Unterrichtsgestaltung konnte eine bessere Bindung zur Schule geschaffen werden. Analog wurde das Initiativverhalten erhöht und die Lernvoraussetzungen verbessert. Auch das Bilden leistungsäquivalenter Gruppen stellt eine Anregung zur Vermeidung von Frustrationen im Sportunterricht und eine Motivationssteigerung dar. Durch den modifizierten Unterricht entwickelten die Kinder und Jugendlichen ein neues Gesundheitsbewusstsein, das zu einem aktiven, schulübergreifende Leben motiviert hat. Durch die Nutzung ihrer geographischen Umwelt wurden den Berufsschülern Möglichkeiten aufgezeigt, sportliche Aktivitäten in das individuelle Lebenskonzept zu integrieren.

Die gesamten Ergebnisse der Studie stellen die Notwendigkeit und Vorteile der gezielten und optimierten Bewegung in der Institution Schule heraus. Unabhängig von der sozialen Herkunft und der Compliance der Eltern besteht für jeden Berufsschüler die Möglichkeit, individuell gefördert zu werden. Diese Studie sollte Anlass geben, den Sportunterricht nach dem üblichen Curriculum kritisch zu hinterfragen. Die hier beschriebene Neuausrichtung des Sportunterrichts beinhaltet eine erhöhte Aufmerksamkeit auf die optimalen Trainingsbereiche eines jeden Schülers. Dabei profitiert der Schüler vor allem von gezielter körperlicher Aktivität unter Beachtung der Herzfrequenz und des Blutdrucks. Das Fach Sport erhält durch diese Dissertation andere Dimensionen und Aufgaben, so dass eine Rationalisierung fatal wäre. Vielmehr muss der Sportunterricht in seiner Intensität aufgrund der hier beschriebenen Wichtigkeit ausgeweitet und finanziell stärker gefördert werden.

8. ANHANG UND TABELLEN

Anhang 1 Herzfrequenz der Interventionsgruppe unter Ruhebedingungen

Tabelle 3: Herzfrequenz (Schläge/min) unter Ruhebedingungen

Herzfrequenz in Ruhe	1. Messung	2. Messung	3. Messung
Mittelwert	104,73	93,91	95,27
Standardabweichung	17,53	14,53	11,99
Median	100	90	95
Minimalwert	80	70	77
Maximalwert	145	130	118

Tabelle 4: Überprüfung der Signifikanz der Herzfrequenz (Schläge/min) unter Ruhebedingungen mittels t-Test ($p < 0,05$)

Herzfrequenz in Ruhe	Intraindividuelle Differenz 1. und 2. Messung	Intraindividuelle Differenz 1. und 3. Messung	Intraindividuelle Differenz 2. und 3. Messung
Mittelwert	9,91	10,18	-0,45
Standardabweichung	15,62	17,74	9,67
Median	10	7,5	0
Minimalwert	-19	-17	-19
Maximalwert	48	52	18
t-Test	0,01	0,02	0,57

Anhang 2 Herzfrequenz der Kontrollgruppe unter Ruhebedingungen

Tabelle 5: Herzfrequenz (Schläge/min) unter Ruhebedingungen

Herzfrequenz in Ruhe	1. Messung	2. Messung	3. Messung
Mittelwert	95,88	96,88	93
Standardabweichung	14,57	15,82	17,11
Median	94	98,5	94
Minimalwert	60	62	58
Maximalwert	128	138	140

Tabelle 6: Überprüfung der Signifikanz der Herzfrequenz (Schläge/min) unter Ruhebedingungen mittels t-Test ($p < 0,05$)

Herzfrequenz in Ruhe	Intraindividuelle Differenz 1. und 2. Messung	Intraindividuelle Differenz 1. und 3. Messung	Intraindividuelle Differenz 2. und 3. Messung
Mittelwert	-0,62	3,81	2,42
Standardabweichung	12,72	11,88	5,08
Median	-2	4,5	1,5
Minimalwert	-30	-30	-6
Maximalwert	29	26	12
t-Test	0,67	0,25	0,01

Anhang 3 Herzfrequenz der Interventionsgruppe unter submaximaler Belastung

Tabelle 7: Herzfrequenz (Schläge/min) unter submaximaler Belastung

Herzfrequenz bei 100 Watt	1. Messung	2. Messung	3. Messung
Mittelwert	145,27	135	138,23
Standardabweichung	11,27	15,76	16,71
Median	148,5	132	138
Minimalwert	122	110	112
Maximalwert	163	168	173

Tabelle 8: Überprüfung der Signifikanz der Herzfrequenz (Schläge/min) unter submaximaler Belastung mittels t-Test ($p < 0,05$)

Herzfrequenz bei 100 Watt	Intraindividuelle Differenz 1. und 2. Messung	Intraindividuelle Differenz 1. und 3. Messung	Intraindividuelle Differenz 2. und 3. Messung
Mittelwert	10,36	7,05	-2,95
Standardabweichung	10,68	12,01	10,45
Median	8	9	-1,5
Minimalwert	-5	-19	-21
Maximalwert	32	30	12
t-Test	<0,01	0,01	0,16

Anhang 4 Herzfrequenz der Interventionsgruppe unter maximaler Belastung

Tabelle 9: Herzfrequenz (Schläge/min) unter maximaler Belastung in der ersten Messung

Herzfrequenz maximal	1. Messung
Mittelwert	190,59
Standardabweichung	11,54
Median	194,5
Minimalwert	154
Maximalwert	200

Anhang 5 Herzfrequenz der Kontrollgruppe unter submaximaler Belastung

Tabelle 10: Herzfrequenz (Schläge/min) unter submaximaler Belastung

Herzfrequenz bei 100 Watt	1. Messung	2. Messung	3. Messung
Mittelwert	142,65	143,04	139,38
Standardabweichung	15,38	16,76	19,83
Median	140	143	137,5
Minimalwert	121	113	114
Maximalwert	178	179	184

Tabelle 11: Überprüfung der Signifikanz der Herzfrequenz (Schläge/min) unter submaximaler Belastung mittels t-Test ($p < 0,05$)

Herzfrequenz bei 100 Watt	Intraindividuelle Differenz 1. und 2. Messung	Intraindividuelle Differenz 1. und 3. Messung	Intraindividuelle Differenz 2. und 3. Messung
Mittelwert	-0,38	3,35	4,73
Standardabweichung	9,63	13,38	9,09
Median	0	0,5	3
Minimalwert	-21	-17	-17
Maximalwert	23	34	25
t-Test	0,84	0,23	0,06

Anhang 6 Systolischer Blutdruck der Interventionsgruppe unter Ruhebedingungen

Tabelle 12: Systolischer Blutdruck (mmHg) unter Ruhebedingungen

Blutdruck in Ruhe	1. Messung	2. Messung	3. Messung
Mittelwert	136,818182	131,818182	139,090909
Standardabweichung	17,5625043	15,625487	17,1572811
Median	135	130	140
Minimalwert	110	110	110
Maximalwert	180	170	160

Tabelle 13: Überprüfung der Signifikanz des systolischen Blutdrucks (mmHg) unter Ruhebedingungen mittels t-Test ($p < 0,05$)

Blutdruck in Ruhe	Intraindividuelle Differenz 1. und 2. Messung	Intraindividuelle Differenz 1. und 3. Messung	Intraindividuelle Differenz 2. und 3. Messung
Mittelwert	5	-2,27272727	-6,81818182
Standardabweichung	14,3924583	16,5994315	17,8315834
Median	5	0	-10
Minimalwert	-20	-40	-30
Maximalwert	30	30	30
t-Test	0,10200462	0,52769707	0,08030851

Tabelle 14: Verschiebung der Absolutwerte und Prozentangaben des systolischen Blutdrucks (mmHg) unter Ruhebedingungen bezogen auf die einzelnen Blutdruckklassen

	<u>Nach Intervention</u>		
<u>Vor Intervention</u>	Keine Hypertonie: < 140	Grenzwertige Hypertonie: ≥140 bis ≤ 149	Hypertonie: >149
Keine Hypertonie: <140mmHg	9 (40,91%)	2 (9,09%)	0
Grenzwertige Hypertonie: ≥140mmHg bis ≤ 149mmHg	3 (13,64%)	1 (4,55%)	0
Hypertonie: >149mmHg	2 (9,09%)	1 (4,55%)	4 (18,18%)
Verbessern des RR um mind. 10mmHg	17 (77,27%)	0	0

Anhang 7 Systolischer Blutdruck der Kontrollgruppe unter Ruhebedingungen

Tabelle 15: Systolischer Blutdruck (mmHg) unter Ruhebedingungen

Blutdruck in Ruhe (mmHg)	1. Messung	2. Messung	3. Messung
Mittelwert	130	130,384615	129,615385
Standardabweichung	15,7480157	17,772061	17,772061
Median	130	130	130
Minimalwert	100	100	100
Maximalwert	170	160	170

Tabelle 16: Überprüfung der Signifikanz des systolischen Blutdrucks (mmHg) unter Ruhebedingungen mittels t-Test ($p < 0,05$)

Blutdruck in Ruhe (mmHg)	Intraindividuelle Differenz 1. und 2. Messung	Intraindividuelle Differenz 1. und 3. Messung	Intraindividuelle Differenz 2. und 3. Messung
Mittelwert	-1,92307692	-1,92307692	0,76923077
Standardabweichung	13,5703296	18,7657626	12,3038456
Median	0	-5	0
Minimalwert	-30	-40	-30
Maximalwert	20	30	20
t-Test	0,88736543	0,91802762	0,75253522

Anhang 8 Einteilung der Interventions- und Kontrollgruppe in die einzelnen Blutdruckklassen

Tabelle 17: Absolutwerte und Prozentangaben des systolischen Blutdrucks (mmHg) unter Ruhebedingungen in der ersten Messung

Erste Messung Systolischer RR in Ruhe	Keine Hypertonie: Systole <140	Grenzwertige Hypertonie: Systole ≥ 140 bis ≤ 149	Hypertonie: Systole >149
Interventionsgruppe	11 (50%)	4 (18,18%)	7 (31,82%)
Kontrollgruppe	18 (69,23%)	5 (19,23%)	3 (11,54%)

Tabelle 18: Absolutwerte und Prozentangaben des systolischen Blutdrucks (mmHg) unter Ruhebedingungen in der zweiten Messung

Zweite Messung Systolischer RR in Ruhe	Keine Hypertonie: Systole < 140	Grenzwertige Hypertonie: Systole ≥ 140 bis ≤ 149	Hypertonie: Systole >149
Interventionsgruppe	11 (50%)	7 (31,82%)	4 (18,18%)
Kontrollgruppe	16 (61,54%)	4 (15,38%)	6 (23,08%)

Tabelle 19: Absolutwerte und Prozentangaben des systolischen Blutdrucks (mmHg) unter Ruhebedingungen in der dritten Messung

Dritte Messung Systolischer RR in Ruhe	Keine Hypertonie: Systole < 140	Grenzwertige Hypertonie: Systole ≥140 bis ≤ 149	Hypertonie: Systole >149
Interventionsgruppe	9 (40,91%)	3 (13,64%)	10 (45,45%)
Kontrollgruppe	17 (65,38%)	5 (19,23%)	4 (15,38%)

Anhang 9 Systolischer Blutdruck der Interventionsgruppe unter submaximaler Belastung

Tabelle 20: Systolischer Blutdruck (mmHg) unter submaximaler Belastung

Blutdruck bei 100Watt	1. Messung	2. Messung	3. Messung
Mittelwert	178,636364	165	168,636364
Standardabweichung	26,0577115	21,7671662	12,4577207
Median	180	160	170
Minimalwert	130	120	140
Maximalwert	240	210	190

Tabelle 21: Überprüfung der Signifikanz des systolischen Blutdrucks (mmHg) unter submaximaler Belastung mittels t-Test ($p < 0,05$)

Blutdruck bei 100 Watt	Intraindividuelle Differenz 1. und 2. Messung	Intraindividuelle Differenz 1. und 3. Messung	Intraindividuelle Differenz 2. und 3. Messung
Mittelwert	13,1818182	10	-4,54545455
Standardabweichung	28,0112841	25,4483604	19,6946386
Median	15	10	-10
Minimalwert	-40	-50	-50
Maximalwert	80	60	30
t-Test	0,02932888	0,07947422	0,40087342

Anhang 10 Systolischer Blutdruck der Kontrollgruppe unter submaximaler Belastung

Tabelle 22: Systolischer Blutdruck (mmHg) unter submaximaler Belastung

Blutdruck bei 100Watt	1. Messung	2. Messung	3. Messung
Mittelwert	164,615385	160,384615	157,307692
Standardabweichung	24,204259	19,1672798	16,8659876
Median	160	160	155
Minimalwert	120	130	120
Maximalwert	210	220	190

Tabelle 23: Überprüfung der Signifikanz des systolischen Blutdrucks (mmHg) unter submaximaler Belastung mittels t-Test ($p < 0,05$)

Blutdruck bei 100Watt	Intraindividuelle Differenz 1. und 2. Messung	Intraindividuelle Differenz 1. und 3. Messung	Intraindividuelle Differenz 2. und 3. Messung
Mittelwert	3,07692308	8,84615385	3,46153846
Standardabweichung	23,4553586	25,8188959	13,8397421
Median	0	10	0
Minimalwert	-40	-40	-40
Maximalwert	60	60	30
t-Test	0,40866894	0,16910913	0,23191872

Anhang 11 Laktatwerte der Interventionsgruppe unter submaximaler Belastung

Tabelle 24: Laktatwerte (mmol/l) unter submaximaler Belastung

Laktat bei 100Watt	1. Messung	2. Messung	3. Messung
Mittelwert	2,48636364	2,04545455	2,09545455
Standardabweichung	0,79838853	0,569655092	0,68136926
Median	2,4	1,9	2,1
Minimalwert	1,2	1,1	0,8
Maximalwert	3,9	3	3,2

Tabelle 25: Überprüfung der Signifikanz der Laktatwerte (mmol/l) unter submaximaler Belastung mittels t-Test ($p < 0,05$)

Laktat bei 100Watt	Intraindividuelle Differenz 1. und 2. Messung	Intraindividuelle Differenz 1. und 3. Messung	Intraindividuelle Differenz 2. und 3. Messung
Mittelwert	0,48636364	0,39090909	-0,05
Standardabweichung	1,00251847	1,10922929	0,59741507
Median	0,4	0,5	0
Minimalwert	-1,5	-1,7	-1,1
Maximalwert	2,6	2,3	0,9
t-Test	0,03572679	0,13134063	0,69860121

Anhang 12 Laktatwerte der Kontrollgruppe unter submaximaler Belastung

Tabelle 26: Laktatwerte (mmol/l) unter submaximaler Belastung

Laktat bei 100Watt	1. Messung	2. Messung	3. Messung
Mittelwert	2,97692308	2,91153846	2,70384615
Standardabweichung	1,02540048	1,4591304	1,20647611
Median	2,75	2,45	2,4
Minimalwert	1,1	1,3	1,4
Maximalwert	5	7,4	5,3

Tabelle 27: Überprüfung der Signifikanz der Laktatwerte (mmol/l) unter submaximaler Belastung mittels t-Test ($p < 0,05$)

Laktat bei 100Watt	Intraindividuelle Differenz 1. und 2. Messung	Intraindividuelle Differenz 1. und 3. Messung	Intraindividuelle Differenz 2. und 3. Messung
Mittelwert	0,065384651	0,18846154	0,20769231
Standardabweichung	1,194970228	1,18602763	0,65478123
Median	0	-0,1	0
Minimalwert	-5,3	-2,6	-0,6
Maximalwert	1,8	2,6	2,1
t-Test	0,78253937	0,21502954	0,11834702

Anhang 13 Maximale Belastung der Interventionsgruppe

Tabelle 28: Maximale Leistung (Watt)

Maximale Leistung	1. Messung	2. Messung	3. Messung
Mittelwert	278,181818	320	264,4545455
Standardabweichung	67,3043099	56,9042638	57,215322
Median	260	320	270
Minimalwert	160	180	180
Maximalwert	400	400	400

Tabelle 29: Überprüfung der Signifikanz der Leistung (Watt) unter maximaler Belastung mittels t-Test ($p < 0,05$)

Maximale Leistung	Intraindividuelle Differenz 1. und 2. Messung	Intraindividuelle Differenz 1. und 3. Messung	Intraindividuelle Differenz 2. und 3. Messung
Mittelwert	46,363636364	-13,63636363	-55,4545455
Standardabweichung	24,2104768	30,4795723	30,8185585
Median	40	0	-60
Minimalwert	0	-100	-100
Maximalwert	100	20	0
t-Test	7,24171E-06	0,04813768	3,45478E-08

Anhang 14 Maximale Belastung der Kontrollgruppe

Tabelle 30: Maximale Leistung (Watt)

Maximale Leistung	1. Messung	2. Messung	3. Messung
Mittelwert	279,230769	286,153846	273,846154
Standardabweichung	66,5686459	64,4407898	62,1660308
Median	280	280	280
Minimalwert	140	160	120
Maximalwert	400	400	400

Tabelle 31: Überprüfung der Signifikanz der Leistung (Watt) unter maximaler Belastung mittels t-Test ($p < 0,05$)

Maximale Leistung	Intraindividuelle Differenz 1. und 2. Messung	Intraindividuelle Differenz 1. und 3. Messung	Intraindividuelle Differenz 2. und 3. Messung
Mittelwert	6,92307692	-5,38461538	-12,3076923
Standardabweichung	33,4388075	36,9031998	32,0384385
Median	0	0	0
Minimalwert	-100	-80	-80
Maximalwert	80	60	40
t-Test	0,30120709	0,46380801	0,06137951

Anhang 15 BMI der Interventionsgruppe

Tabelle 32: BMI (kg/m^2) im Verlauf der Messungen

BMI	1. Messung	2. Messung	3. Messung
Mittelwert	22,4670896	22,1255864	22,966248
Standardabweichung	2,10850114	2,26516584	2,66360642
Median	22,2233732	22,2319641	23,6080996
Minimalwert	18,5185185	18,2098765	18,2098765
Maximalwert	26,8809517	26,5949841	27,4691358

Tabelle 33: Überprüfung der Signifikanz des BMI (kg/m²) im Verlauf der Messungen mittels t-Test (p<0,05)

BMI	Intraindividuelle Differenz 1. und 2. Messung	Intraindividuelle Differenz 1. und 3. Messung	Intraindividuelle Differenz 2. und 3. Messung
Mittelwert	0,3415032	-0,49915844	-0,87642165
Standardabweichung	0,91985981	1,51863601	1,34850752
Median	0	-0,49915884	-0,6457237
Minimalwert	-0,7346189	-4,04040404	-3,67309458
Maximalwert	3,2490548	2,28571429	1,81315319
t-Test	0,09625503	0,13808485	0,00192762

Tabelle 34: Überprüfung der Signifikanz des Körpergewichts (kg) im Verlauf der Messungen mittels t-Test (p<0,05)

Körpergewicht	Intraindividuelle Differenz 1. und 2. Messung	Intraindividuelle Differenz 1. und 3. Messung	Intraindividuelle Differenz 2. und 3. Messung
Mittelwert	0,72727273	-1,27272727	-2,04545455
Standardabweichung	2,58533996	4,26705896	3,81072762
Median	0	-1	-2
Minimalwert	-2	-9	-10
Maximalwert	11	7	8
t-Test	0,20122622	0,16596517	0,0195166

Tabelle 35: Verschiebung der Absolutwerte und Prozentangaben des BMI (kg/m²) bezogen auf die Klassifikation

	<u>Nach Intervention</u>			
<u>Vor Intervention</u>	Untergewicht	Normalgewicht	Übergewicht	Adipositas Grad I-III
	< 18,5	18,5-24,9	25-29,9	≥ 30
Untergewicht < 18,5	0	0	0	0
Normalgewicht 18,5-24,9	1 (4,55%)	18 (81,82%)	0	0
Übergewicht 25-29,9	0	1 (4,55%)	2 (9,09%)	0
Adipositas Grad I-III ≥ 30	0	0	0	0

Anhang 16 BMI der Kontrollgruppe

Tabelle 36: BMI (kg/m²) im Verlauf der Messungen

BMI	1. Messung	2. Messung	3. Messung
Mittelwert	22,317515	22,286691	22,4837244
Standardabweichung	3,11043146	3,32560051	3,42730941
Median	21,7917569	21,7917569	22,5260914
Minimalwert	17,2635445	17,4515236	17,9012346
Maximalwert	30,6938776	30,6938776	31,6734649

Tabelle 37: Überprüfung der Signifikanz des BMI (kg/m²) im Verlauf der Messungen mittels t-Test (p<0,05)

BMI	Intraindividuelle Differenz 1. und 2. Messung	Intraindividuelle Differenz 1. und 3. Messung	Intraindividuelle Differenz 2. und 3. Messung
Mittelwert	0,030824	-0,16620944	-0,19703344
Standardabweichung	0,92008011	1,00532616	0,56762747
Median	0	0	-0,32107366
Minimalwert	-1,57808358	-2,16049383	-1,20758363
Maximalwert	1,88189243	2,16049383	0,89581654
t-Test	0,86573686	0,40721357	0,08893086

Tabelle 38: Überprüfung der Signifikanz des Körpergewichts (kg) im Verlauf der Messungen mittels t-Test (p<0,05)

Körpergewicht	Intraindividuelle Differenz 1. und 2. Messung	Intraindividuelle Differenz 1. und 3. Messung	Intraindividuelle Differenz 2. und 3. Messung
Mittelwert	0,11538462	0,19230769	-0,61538462
Standardabweichung	2,87509197	3,2621371	1,83470811
Median	0	0	-1
Minimalwert	-5	-7	-4
Maximalwert	5	7	4
t-Test	0,83951314	0,43706617	0,8893086

Anhang 17 Einteilung der Interventions- und Kontrollgruppe in die BMI Klassifikation

Tabelle 39: Absolutwerte und Prozentangaben des BMI (kg/m²) in der ersten Messung

Erste Messung BMI	Untergewicht < 18,5	Normalgewicht 18,5-24,9	Übergewicht 25-29,9	Adipositas Grad I-III ≥ 30
Interventionsgruppe	0	19 (86,36%)	3 (13,64%)	0
Kontrollgruppe	2 (7,69%)	21 (80,77%)	2 (7,69%)	1 (3,85%)

Tabelle 40: Absolutwerte und Prozentangaben des BMI (kg/m²) in der zweiten Messung

Zweite Messung BMI	Untergewicht < 18,5	Normalgewicht 18,5-24,9	Übergewicht 25-29,9	Adipositas Grad I-III ≥ 30
Interventionsgruppe	1 (4,55%)	19 (86,36%)	2 (9,09%)	0
Kontrollgruppe	3 (11,54%)	20 (76,92%)	2 (7,69%)	1 (3,85%)

Tabelle 41: Absolutwerte und Prozentangaben des BMI (kg/m²) in der dritten Messung

Dritte Messung BMI	Untergewicht < 18,5	Normalgewicht 18,5-24,9	Übergewicht 25-29,9	Adipositas Grad I-III ≥ 30
Interventionsgruppe	0	18 (81,82%)	4 (18,18%)	0
Kontrollgruppe	4 (15,38%)	18 (69,23%)	3 (11,54%)	1 (3,85%)

Anhang 18 Nikotin- und Alkoholkonsum der Interventionsgruppe

Tabelle 42: Absolutwerte und Prozentangaben des Alkoholkonsums

Alkohol	1.Messung	2.Messung	3.Messung
täglich	0	0	0
am Wochenende	11 (50%)	10 (45,45%)	8 (36,36%)
selten	9 (40,91%)	9 (40,91%)	10 (45,45%)
nie	2 (9,09%)	3 (13,64%)	4 (18,18%)

Tabelle 43: Absolutwerte und Prozentangaben des Nikotinkonsums

Nikotin	1.Messung	2.Messung	3.Messung
1-2 Zigaretten pro Tag	2 (9,09%)	1 (4,55%)	3 (13,64%)
8-10	3 (13,64%)	3 (13,64%)	2 (9,09%)
1 Schachtel	4 (18,18%)	2 (9,09%)	2 (9,09%)
1,5-2 Schachteln	0	0	0
Mehr als die bisherigen Angaben	0	0	0
gelegentlich	3 (13,64%)	3 (13,64%)	3 (13,64%)
nie	10 (45,45%)	13 (59,09%)	12 (54,55%)

Anhang 19 Nikotin- und Alkoholkonsum der Kontrollgruppe

Tabelle 44: Absolutwerte und Prozentangaben des Alkoholkonsums

Alkohol	1.Messung	2.Messung	3.Messung
taglich	0	0	0
am Wochenende	16 (61,54%)	15 (57,69%)	15 (57,69%)
selten	7 (26,92%)	8 (30,77%)	7 (26,92%)
nie	3 (11,54%)	3(11,54%)	4 (15,38)

Tabelle 45: Absolutwerte und Prozentangaben des Nikotinkonsums

Nikotin	1.Messung	2.Messung	3.Messung
1-2 Zigaretten pro Tag	1 (3,85%)	0	0
8-10	4 (15,38)	6 (23,08%)	5 (19,23%)
1 Schachtel	4 (15,38)	4 (15,38)	4 (15,38)
1,5-2 Schachteln	0	0	0
Mehr als die bisherigen Angaben	0	0	0
gelegentlich	2 (7,69%)	1 (3,85%)	2 (7,69%)
nie	15 (57,69%)	15 (57,69%)	15 (57,69%)

Anhang 20 Auswertung des Fragebogens der Interventionsgruppe bei der ersten Messung

1. Ich treibe Sport:

- nur in der Schule
- manchmal
- regelmäßig

Tabelle 46: Absolutwerte und Prozentangaben des körperlichen Aktivitätsniveaus

	1.Messung
nur in der Schule	5 (22,73%)
manchmal	11 (50%)
regelmäßig	6 (27,27%)

2. Ich fühle mich während des Trainings im Sportunterricht:

- gut
- wie immer
- überfordert
- gelangweilt

Tabelle 47: Absolutwerte und Prozentangaben der Bewertung bezüglich der Befindlichkeit zu Beginn des Projekts

	1.Messung
gut	19 (86,36%)
wie immer	2 (9,09%)
überfordert	0 (0%)
gelangweilt	1 (4,55%)

3. Sportunterricht ist für mich:

- sinnlos
- eine gute Abwechslung zu anderen Fächern
- mein Lieblingsfach

Tabelle 48: Absolutwerte und Prozentangaben bezüglich des Stellenwerts des Faches Sport

	1.Messung
sinnlos	1 (4,55%)
gute Anwechslung zu anderen Fächern	17 (77,27%)
Lieblingsfach	4 (18,18%)

Anhang 21 Auswertung des Fragebogens der Interventionsgruppe bei der zweiten Messung

1. Hast Du vor der Beteiligung am Kurs regelmäßig Sport getrieben?

- ja
- nein

Tabelle 49: Absolutwerte und Prozentangaben des körperlichen Aktivitätsniveaus

	2. Messung
ja	8 (36,36%)
nein	14 (63,64%)

2. Im Sportunterricht fühle ich mich:

- überfordert
- ausgelastet
- unterfordert
- gut

Tabelle 50: Absolutwerte und Prozentangaben der Bewertung bezüglich der Befindlichkeit während des optimierten Trainings mithilfe der individuellen Herzfrequenz

Bewertung des optimierten Trainings	2.Messung
überfordert	0
ausgelastet	5 (22,73%)
unterfordert	3 (13,64%)
gut	14 (63,64%)

3. Durch das Mountainbikern habe ich festgestellt, dass:

a) *mir Sport mehr Spaß macht*

- ja
- nein

Tabelle 51: Absolutwerte und Prozentangaben bei der Feststellung des Spaßfaktors am Ausdauersport nach Abschluss des Projekts

	2. Messung
ja	20 (90,91%)
nein	2 (9,09%)

b) *Sport gut für mich, d.h. für meinen Körper ist:*

- ja
- nein

Tabelle 52: Absolutwerte und Prozentangaben bei der Bewertung positiver Auswirkung von körperlicher Aktivität auf Körper und Wohlbefinden

	2. Messung
ja	20 (90,91%)
nein	2 (9,09%)

c) *meine Fitness verbessert ist:*

- ja
- nein

Tabelle 53: Absolutwerte und Prozentangaben bei der Bewertung verbesserter Fitness nach dem Projekt

	2. Messung
ja	20 (90,91%)
nein	2 (9,09%)

d) *es für meine Fitness sinnvoller ist, in einem bestimmten Herzfrequenzbereich zu trainieren:*

- ja
- nein

Tabelle 54: Absolutwerte und Prozentangaben bezüglich des Zusammenhangs von Fitnesssteigerung und individuellem Training

	2. Messung
ja	16 (72,73%)
nein	4 (18,18%)

e) *ich in Zukunft weiterhin versuchen werde kontrolliert, d.h. in etwa in dem für mich optimalen Herzfrequenzbereich zu trainieren:*

- ja
- nein

Tabelle 55: Absolutwerte und Prozentangaben bezüglich der Weiterführung des Trainings unter optimierten Bedingungen

	2. Messung
ja	12 (54,55%)
nein	10 (45,45%)

f) *Sport mich von Problemen und Stress ablenkt:*

- ja
- nein

Tabelle 56: Absolutwerte und Prozentangaben bezüglich der Ablenkung von Stress und Problemen durch Bewegung

	2. Messung
ja	11 (50%)
nein	11 (50%)

g) *mehr Zeit für den Sportunterricht in der Schule verwendet werden sollte:*

- ja
- nein

Tabelle 57: Absolutwerte und Prozentangaben der Angaben zur Meinung bezüglich der Erhöhung der Stundenzahl des Sportunterrichtes

	2. Messung
ja	18 (81,82%)
nein	4 (18,18%)

h) *der Mountainbike-Kurs besser und effektiver ist als „normaler Sportunterricht“:*

- ja
- nein

Tabelle 58: Absolutwerte und Prozentangaben zur Bewertung des Projekts im Vergleich zum normalen Sportunterricht

	2. Messung
ja	20 (90,91%)
nein	2 (9,09%)

i) *für nachfolgende Klassen dieser Kurs wieder angeboten werden sollte:*

- ja
- nein

Tabelle 59: Absolutwerte und Prozentangaben zur Weiterführung des Projekts in nachfolgenden Schulklassen

	2. Messung
ja	22 (100%)
nein	0 (0%)

k) *ich auch nach Beendigung dieses Kurses weiterhin regelmäßig Mountainbike- /
Fahrradfahren werden:*

- ja
- nein

Tabelle 60: Absolutwerte und Prozentangaben zur Motivation auch nach Beendigung des
Projekts weiterhin regelmäßig Fahrrad zu fahren

	2. Messung
ja	13 (59,09%)
nein	9 (40,91%)

4. Hast Du Dich vor dem Kurs oft in der Natur aufgehalten:

- ja
- nein

Tabelle 61: Absolutwerte und Prozentangaben zum Aufenthalt in der Natur vor Beginn des
Projekts

	2. Messung
ja	12 (54,55%)
nein	10 (45,45%)

5. Hast Du es als angenehm empfunden den Sportunterricht in freier Natur auszuüben:

- ja
- nein

Tabelle 62: Absolutwerte und Prozentangaben bezüglich des Befindens bei Ausüben des
Sportunterrichts in der Natur

	2. Messung
ja	21 (95,45%)
nein	1 (4,55%)

6. Hat dieser Kurs Dich dazu angeregt Dich in Zukunft häufiger in der Natur aufzuhalten:

- ja
- nein

Tabelle 63: Absolutwerte und Prozentangaben zur Anregung des Aufenthaltes in der Natur durch das Projekt

	2. Messung
ja	6 (28,57%)
nein	16 (72,73%)

7. Wie bewertest Du rückblickend den Kurs? Was hat Dir besonders gut gefallen bzw. was hätte man anders machen können?

Freitext durch die Schüler.

Anhang 22 Auswertung des Fragebogens der Interventionsgruppe bei der dritten Messung

1. Bist Du nach Beendigung des Mountainbike- Kurses weiterhin regelmäßig Fahrrad gefahren?

- ja
- nein

Tabelle 64: Absolutwerte und Prozentangaben zur Motivation auch nach Beendigung des Projekts weiterhin regelmäßig Fahrrad zu fahren

	3. Messung
ja	5 (22,73%)
nein	17 (77,27%)

2. Hast Du neben dem normalen Sportunterricht auch anderen Sport betrieben?

- ja
- nein

Tabelle 65: Absolutwerte und Prozentangaben zum sportlichen Aktivitätsniveau außerhalb der Schule

	3. Messung
ja	15 (68,18%)
nein	7 (31,82%)

3. Wenn ja, hast Du versucht in dem für Dich optimalen Trainingsbereich Sport zu treiben (z.B. Joggen)?

- ja
- manchmal
- nein

Tabelle 66: Absolutwerte und Prozentangaben zum Training im individuellen Optimum außerhalb der Schule

	3. Messung
ja	7 (31,82%)
manchmal	8 (36,36%)
nein	7 (31,82%)

4. Hast Du das Gefühl nach der Umstellung auf den „normalen Sportunterricht“, dass sich Deine Fitness verschlechtert hat?

- ja
- nein

Tabelle 67: Absolutwerte und Prozentangaben zur Bewertung der Fitness nach Wiederumstellung des Sportunterrichtes

	3. Messung
ja	12 (54,55%)
nein	10 (45,45%)

5. Vermisst Du es Sportunterricht ausschließlich in der Natur auszuüben?

- ja
- nein

Tabelle 68: Absolutwerte und Prozentangaben zur Bewertung des Sportunterrichtes in der Natur

	3. Messung
ja	15 (68,18%)
nein	7 (31,82%)

Anhang 23 Auswertung des Fragebogens der Kontrollgruppe bei der ersten Messung

1. Ich treibe Sport:

- nur in der Schule
- manchmal
- regelmäßig

Tabelle 69: Absolutwerte und Prozentangaben des körperlichen Aktivitätsniveaus

	1.Messung
nur in der Schule	9 (34,62%)
manchmal	13 (50%)
regelmäßig	4 (15,38%)

2. Ich fühle mich während des Trainings im Sportunterricht:

- gut
- wie immer
- überfordert
- gelangweilt

Tabelle 70: Absolutwerte und Prozentangaben der Bewertung des Befindens während des Sportunterrichtes

	1.Messung
gut	13 (50%)
wie immer	11 (42,31%)
überfordert	1 (3,85%)
gelangweilt	1 (3,85%)

3. Sportunterricht ist für mich:

- sinnlos
- eine gute Abwechslung zu anderen Fächern
- mein Lieblingsfach

Tabelle 71: Absolutwerte und Prozentangaben bezüglich der Bewertung des Stellenwerts des Fachs Sport

	1.Messung
sinnlos	1 (3,85%)
gute Anwechslung zu anderen Fächern	21 (80,77%)
Lieblingsfach	4 (15,38%)

Anhang 24 Auswertung des Fragebogens der Kontrollgruppe bei der zweiten Messung

1. Hast Du vor der Beteiligung am Sportunterricht regelmäßig Sport getrieben:

- ja
- nein

Tabelle 72: Absolutwerte und Prozentangaben des körperlichen Aktivitätsniveaus

	2. Messung
ja	13 (50%)
nein	13 (50%)

2. Durch den Sportunterricht habe ich festgestellt, dass:

a) *mir Sport mehr Spaß macht:*

- ja
- nein

Tabelle 73: Absolutwerte und Prozentangaben bezüglich der Erhöhung des Spaßfaktors

	2. Messung
ja	19 (73,08%)
nein	7 (26,92%)

b) *Sport gut für mich, d.h. für meinen Körper ist:*

- ja
- nein

Tabelle 74: Absolutwerte und Prozentangaben bei der Bewertung positiver Auswirkung auf Körper und Wohlbefinden

	2. Messung
ja	24 (92,31%)
nein	2 (7,69%)

c) *meine Fitness verbessert ist:*

- ja
- nein

Tabelle 75: Absolutwerte und Prozentangaben bei der Bewertung der verbesserter Fitness

	2. Messung
ja	13 (50%)
nein	13 (50%)

d) *Sport mich von Problemen und Stress ablenkt:*

- ja
- nein

Tabelle 76: Absolutwerte und Prozentangaben der Bewertung bezüglich der Ablenkung von Stress und Problemen durch Bewegung

	2. Messung
ja	16 (61,54%)
nein	10 (38,46%)

e) *mehr Zeit für den Sportunterricht in der Schule verwendet werden sollte:*

- ja
- nein

Tabelle 77: Absolutwerte und Prozentangaben bezüglich der Meinung zur Erhöhung der Stundenzahl des Sportunterrichtes

	2. Messung
ja	21 (80,77%)
nein	5 (19,23%)

f) *ich motivierter bin in Zukunft regelmäßiger Sport zu treiben:*

- ja
- nein

Tabelle 78: Absolutwerte und Prozentangaben zur Motivation auch zukünftig weiterhin regelmäßig Sport zu treiben

	2. Messung
ja	12 (46,15%)
nein	14 (53,85%)

3. Im Sportunterricht fühle ich mich:

- überfordert
- ausgelastet
- unterfordert
- gut

Tabelle 79: Absolutwerte und Prozentangaben bezüglich der Bewertung der Befindlichkeit während des Sportunterrichtes

	2. Messung
überfordert	0
ausgelastet	12 (46,15%)
unterfordert	5 (19,23%)
gut	9 (34,62%)

4. Würdest Du gerne an dem Mountainbike-Kurs teilnehmen:

- ja
- nein

Tabelle 80: Absolutwerte und Prozentzahlen bezüglich des Interesses an einem modifizierten Sportunterricht teilzunehmen

	2. Messung
ja	22 (84,62%)
nein	4 (15,38%)

5. Wie bewertest Du rückblickend den Sportunterricht? Was hat Dir besonders gut gefallen bzw. was hätte man anders machen können?

Freitext durch die Schüler.

Anhang 25 Korrelation von niedrigem körperlichem Aktivitätsniveau und Tachykardie unter Ruhebedingungen bei der Interventionsgruppe

Tabelle 81: Absolutwerte und Prozentzahlen bezüglich der Korrelation zwischen körperlichem Aktivitätsniveau und Tachykardie

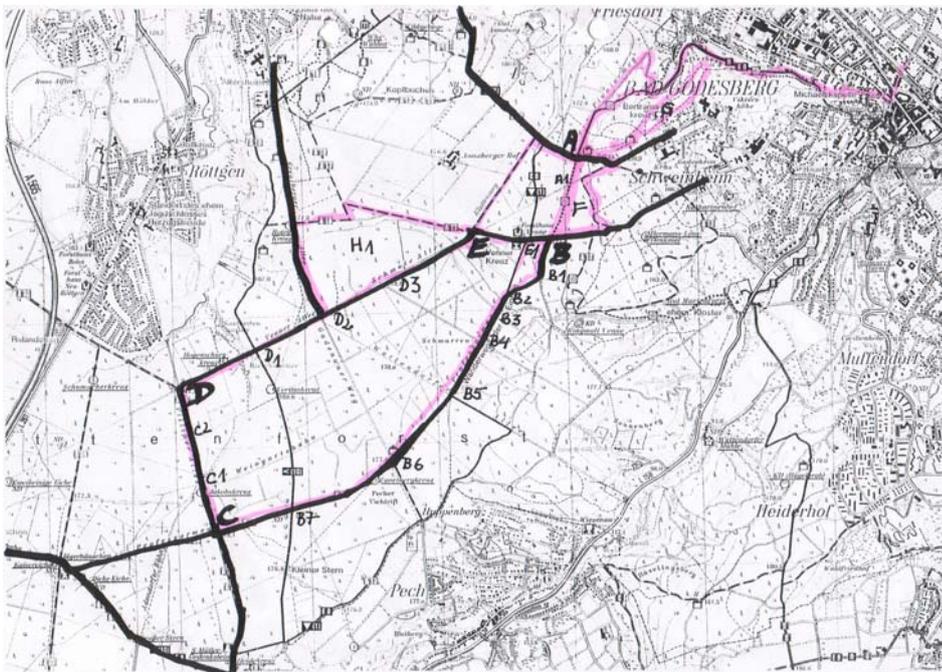
Unter Ruhebedingungen	≥ 100 Schläge/min	< 100 Schläge/min
niedriges körperliches Aktivitätsniveau	14 (63,64%)	0
hohes körperliches Aktivitätsniveau	2 (9,09%)	6 (27,27%)

Anhang 26 Korrelation von niedrigem körperlichem Aktivitätsniveau und Tachykardie unter Ruhebedingungen bei der Kontrollgruppe

Tabelle 82: Absolutwerte und Prozentzahlen bezüglich der Korrelation zwischen körperlichem Aktivitätsniveau und Tachykardie

Unter Ruhebedingungen	≥ 100 Schläge/min	< 100 Schläge/min
niedriges körperliches Aktivitätsniveau	12 (46,15%)	1 (3,85)
hohes körperliches Aktivitätsniveau	0	13 (50%)

Anhang 27 Waldstrecke



9. LITERATURVERZEICHNIS

AHA Medical/Scientific Statement (Fletcher G Hrsg.): Exercise standards: a statement for health professionals from the American Heart Association. *Circulation* 1995; 91:580-615

Aigner A, Muss N, Wertigkeit einer nicht invasiven Methode zur Bestimmung der anaeroben Schwelle unter Laborbedingungen und im Feldtest. *Dtsch Z Sportmed* 1983; 34:284-289

Assmann et al., New and classical risk factors- The Münster Heart Study (PROCAM). *Europ J Med Res* 1997; 2:6

Berg A, Körperliche Aktivität und Übergewicht- was können Sport und Bewegung leisten. *Akt Ernähr Med* 2003; 28:292-299

Berg A, König D, Körperliche Aktivität und Bewegung- Stellenwert in der Prävention des Übergewichts. *Bewegungstherapie und Gesundheitssport* 2004; 20:210-216

Bellach BM, Der Bundes-Gesundheitssurvey 1997/1998. *Das Gesundheitswesen* 60 1998; (Sonderheft 2):55-61

Berlin JA, Colditz GA, A meta analysis of physical activity in the prevention of coronary heart disease. *Am J Epidemiol* 1990; 132:612-628

Blair et al., Physical fitness and incidence of hypertension in healthy normotensive men and women. *JAMA* 1984; 252:487-490

Blair SN, Evidence for success of exercise in weight loss and control. *Annals of Internal Medicine* 1993; 119:702-706

Blair et al., Changes in physical fitness and all causes mortality. *JAMA* 1995; 273:1093-1098

Blair SN, Physical activity, Physical fitness and health. In: WHO/FIMS (eds.): Health promotion and physical activity- Joint meeting of WHO and FIMS. Köln: Sport und Buch Strauß, 1996

Blair SN, How much physical activity should we do? The case for moderate amounts and intensities of physical activity. Res Q Exerc Sport 1996; 67:193-205

Blair SN, Brodney S, Effects of physical inactivity and obesity on morbidity and mortality: current evidence and research issues. Med Sci Sports Exerc. 1999; 31:S646-62

Blair SN, Revisiting Fitness and Fatness as Predictors of Mortality. Am J Epidemiol. 2003; 156:832-41

Bloss H, Berufsschulsport in der Entwicklung. In: Brauweiler F et al., Arbeitsberichte 1987. Bremen: 1987:21-43

Bouchard et al., Inheritance of the amount and distribution of human body fat. Int J Obes 1988; 12:205-212

Bouchard et al., Physical activity, fitness and health. Champaign: Human Kinetics, 1994

Böhning, C, Verhalten von Herzfrequenz und Stoffwechsel bei extremer Ausdauerbelastung. Medizinische Fakultät der Universität Ulm, Dissertation 1994

Bös K, Kinder und Jugendliche brauchen Sport! In: Bös K, Schott N: Kinder brauchen Bewegung- leben mit Turnen, Sport, Spiel. Hamburg: Czwalina Verlag, 1999:29-47

Bös et al, Fitness in der Grundschule. BAG für Haltungs- und Bewegungsförderung e.V. 2002; 116:153

Bös K et al., Untersuchung zur Motorik im Rahmen des Kinder- und Jugendgesundheits surveys. Gesundheitswesen 2002; 64 Sonderheft 1:80-87

Burke et al., Fasting plasma glucose and insulin levels and their relationship to cardiovascular risk factors in children: Bogalusa heart study. *Metabolism* 1986; 35:441-446

Chalmers et al., WHO-ISH Hypertension Guidelines Committee. World Health Organization International Society of Hypertension Guidelines for the Management of Hypertension. *J Hypertens* 1999; 17: 151-185
Chen-Stute A. Dickes Mäxchen – kranker Max. *Fortschritt Medizin*, 2004; 41:28-32

Clasing D, Weicker H, Böning D. *Laktatbestimmung in der Leistungsdiagnostik*. Stuttgart-Jena-New York: Gustav Fischer Verlag, 1994

Cole TJ, Weight stature indices to measure underweight, overweight and obesity. In: Himes JH, *Anthropometric assessment of nutritional status*. Wiley, New York, 1991:83-112

Conconi et al., Determination of the anaerobic threshold by a non-invasive field test in runners. *J Appl Physiol* 1982; 52:869-873

Davis JA, Anaerobic threshold: Review of the concept and directions for the future research. *Med Sci Sports* 1985; 17:1

Delekat D, Kis A, *Gesundheitsberichterstattung Berlin Spezialbericht 2001. Zur gesundheitlichen Lage von Kindern in Berlin*. Berlin: Senatsverwaltung für Arbeit, Soziales und Frauen, 2001

Deurenberg et al., Body mass index as a measure of body fatness: age and sex- specific prediction formulars. *Br J Nutr*, 1991; 65:105-114

Deutsche Adipositas- Gesellschaft, *Leitlinien der Deutschen Adipositas Gesellschaft zur Therapie der Adipositas*. *Adipositas* 1998;16:6-28

Deutsche Liga zur Bekämpfung des hohen Blutdrucks e.V., Deutsche Hypertonie Gesellschaft, *Hypertonie bei Kindern und Jugendlichen*. Heidelberg 1994, 2-6

Dickhuth H-H, Löllgen H, Trainingsberatung für Sporttreibende. Deutsches Ärzteblatt 1996; 93:A-1192-1198

Dordel S, Veränderte Lebensbedingungen = reduzierte motorische Leistungsfähigkeit? Gesundheitssport und Sporttherapie 2000; 16:209-216

Dordel S, Breithecker D: Bewegte Schulen als Chance einer Förderung der Lern- und Leistungsfähigkeit. Haltung und Bewegung 2003; 2: (in press.)

Drews A, Bedeutung und Ergebnisse ergometrischer Leistungskontrolle bei aktiver Bewegungstherapie. Arbeitsmed Sozialmed Arbeitshyg 1967;2:441-446

Droghetti et al., Noninvasive determination of the anaerobic threshold in canoeing, cross country skiing, cycling, roller- and iceskating, rowing and walking. Eur J Appl Physiol 1985; 53: 299-303

Ebbeling et al., Childhood obesity: public health crisis, common sense cure. Lancet 2002; 360:473-482

Elliot et al., For the Intersalt Cooperative Research Group. Intersalt revisited: further analyses of 24 hour sodium excretion and blood pressure within and across populations. BMJ 1996; 312:1249-1253

Epstein et al., Ten-year follow-up of behavioral, family based treatment for obese children. JAMA 1990; 264:2519-2523

Epstein LH, Golfield GS, Physical activity in the treatment of childhood overweight and obesity: current evidence and research issues. Med Sci Sports Exerc (Suppl 11) 2001; 31:553-559

Executive summary of the clinical guidelines on the identification, evaluation, and measurement of overweight and obesity in adults. Arch Intern Med 1998; 158:1855-1867

FIMS (Federation International de Medecins Sportifs), Wissenschaftskommission körperliche Belastung- ein wichtiger Faktor für die Gesundheit. Dtsch Z Sportmed 1989; 40:376-377

Flegal KM et al. Overweight and obesity in the United-States-prevalence and trends, 1960-1994. Int J Obes 1998; 22:39-47

Franz IW, Belastungsblutdruck bei Hochdruckkranken. Berlin: Springer, 1981

Franz IW, Ergometrie bei Hochdruckkranken. Berlin- Heidelberg- NewYork: Springer, 1982

Franz et al., Einfluß von Training und Gewichtsabnahme auf koronare Risikofaktoren. In Heck et al., Sport: Leistung und Gesundheit. Deutscher Ärzteverlag 1983, Köln 373-378

Freedmann et al., Relationship of changes in obesity to serum lipid and lipoprotein changes in childhood and adolescence. JAMA 1985; 254:515-520

Freedmann et al., Relation of body fat distribution to hypersinsulinemia in children and adolescence: the Bogalusa Heart Study. Prev Med 1992; 21:177-190

Foreyt JP, Cousins J, Primary Prevention of obesity Mexican-American children. Ann New Acad Science 1993; 699:137-146

Gesundheitsberichterstattung des Bundes 2002: Krankheitskosten in Mio. € nach Alter und Geschlecht für Deutschland 2002. http://www.gbe-bund.de/oowa921-install/servlet/oowa/aw92/dboowasys921.xwdevkit/xwd_init?gbe.isgbetol/xs_start_neu/390548532/71142446, 17.12.2006

Gesundheitsberichterstattung des Bundes 2006: Definition der Hypertonie. http://www.gbe-bund.de/gbe10/ergebnisse.prc_tab?fid=8581&suchstring=hypertonie&query_id=&sprache=D&fund_typ=DEF&methode=1&vt=&verwandte=1&page_ret=0&seite=&p_lfd_nr=1&p_news=&p_sprachkz=D&p_uid=gast&p_aid=90548532&hlp_nr=3&p_janein=J, 17.12.2006

Glenny et al., The treatment and preventing of obesity: a systematic review of the literature. *Int J Obesity* 1997; 21:715-737

Gliders et al., Endurance training and blood pressure in normotensive and hypertensive adults. *Med Sci Sports Exerc* 1989; 21:629-636

Golenhofen K: *Physiologie heute* 2.Auflage, München- Jena: Urban und Fischer Verlag, 2000

Gortmaker SL et al., Social and economic consequences of overweight in adolescent and young adulthood. *N Engl J Med* 1993; 329:1008-1012

Gortmaker et al., Reducing obesity via a school-based interdisciplinary intervention among youth. *Arch Pediatr Adolesc Med* 1999; 153:409-418

Graf et al., Prävention von Adipositas durch körperliche Aktivität – eine familiäre Aufgabe. *Deutsches Ärzteblatt* 2003 a; 100: A-3110-3111

Graf et al., Zusammenhänge zwischen körperlicher Aktivität und Konzentration im Kindesalter- Eingangsergebnisse des Chilt-Projektes. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin* 2003 b; 54:242-247

Greenberg et al., The relationship between smoking and the response to antihypertensive treatment in mild hypertensives in the Medical Research Council's trial of treatment. *Int J Epidemiol* 1987; 16:25-30

Grilo CM et al., The metabolic and physiological importance of exercise in weight control. In: Stukard AJ, Wadden TA, *Obesity: Theory and therapy*. Raven 1993, New York

Grund SM, Multifactorial causation of obesity: implications for prevention. *Am J Clin Nutr* 1998; 67:563-572

Gueyffier et al., Identification of risk factors in hypertensive patients: Contribution of randomized controlled trials through an individual patient database. *Circulation* 1999; 100:e88-e94

Hartmann H, Witzel R, "Um -Bildung" in der Didaktik des Sports mit Berufsschülern und jungen Berufstätigen. In: Brauweiler F/ Schippert D (Hrsg.) *Arbeitsberichte* 1989. Bremen: 1989:91-106

Hauner H, Gesundheitsrisiken von Übergewicht und Gewichtszunahme. *Dt Ärzteblatt* 1996; 93:A-3405-3409

Hauner H, Berg A, Körperliche Bewegung zur Prävention und Behandlung von Adipositas. *Deutsches Ärzteblatt* 2000; 97:A-768-774

Hebebrand et al., Molekulare Grundlagen der Adipositas. In Ganten D et al., *Molekularmedizinische Grundlagen von Endokrinopathien*. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag, 2001:387-426

Hebebrand J et al., Ist Adipositas eine Krankheit?. *Deutsches Ärzteblatt* 2004; 101:A2468-A2474

Heck et al., Justification of the 4mmol/l lactate threshold. *Int J Sportmed* 1985; 6:117-130

Heck et al., Bestimmbarkeit, Objektivität und Validität der Conconi-Schwelle auf dem Fahrradergometer. *Dtsch Z Sportmed* 1989; 40:388-402

Heck H, *Laktat in der Leistungsdiagnostik*. Schorndorf: Hofmann, 1990

Heini AF, Weinsier RL, Divergent trends in obesity and fat intake patterns: the American paradox. *Am J Med* 1997; 102:259-264

Herold G und Mitarbeiter, *Innere Medizin*. Köln: 2004

Herren et al., Conconi Test und anaeroben Schwelle. Die Lehre der Leichtathletik 1988;
5:184-185

Himes JH, Bouchard C, Validity of anthropometry in classifying youths as obese. Int J Obes
Relat Metab Disord 1989; 13:183-193

Hollmann W, Schwarz TG, Über den Einfluss von Minimal- Trainingsprogrammen auf das
kardiopulmonale System und den Metabolismus. In: Bouchard et al., Minimal amount of
physical training for the preventing of cardio-vascular diseases. In: Hanekopf (Hrsg.). 16.
Weltkongreß für Sportmedizin. Köln: Deutscher Ärzteverlag, 1966

Hollmann W, Gyarfás I, Gesundheit und körperliche Aktivität (WHO und FIMS). Deutsches
Ärzteblatt 1994; 91: 3511-3512

Hollmann W et al, Current results on health and physical activity. Stuttgart: Hofmann-Schattauer,
2001

Hollmann W, Leistungen der Sportmedizin für die Kardiologie. Deutsche Zeitschrift für
Sportmedizin 2001; 52:190-195

Hollmann W, Entwicklung einer Bewegungs-Neurowissenschaft. Deutsche Zeitschrift für
Sportmedizin 2001; 52:337

Hollmann W, Hettinger T: Sportmedizin 4. Auflage, Stuttgart- New York: Schattauer, 2001

Huang et al., Body weight change, and risk for hypertension in women. Ann Intern Med 1998;
128:81-88

Hutzler D, Adipositas: Was adipösen Kindern hilft. Deutsches Ärzteblatt 2004; 101:A-1657-1658

Jakicic JM et al., Effects of intermittent exercise and use of home exercise equipment on
adherence, weight loss, and fitness overweight women. JAMA 1999; 282:1554-1560

Janssen PGJM. Ausdauertraining: Trainingssteuerung über die Herzfrequenz- und Milchsäurebestimmung. Spitta Verlag, 2003

Janz et al., Tracking physical fitness and physical activity from childhood to adolescence: The Muscarine Study. *Med Sci Sports Exerc* 2000; 32:1250-1257

Jeschke D, Zeilberger KH, Altern und körperliche Aktivität. *Deutsches Ärzteblatt* 2004; 101:A789-798

Jo et al., Blood pressure and sympathetic activity following responses to aerobic exercise in patients with essential hypertension. *Clin Exp Hypertens* 1989; A2:411-417

Johnson WP, Grover JA, Hemodynamic and metabolic effects of physical training in four patients with essential hypertension. *Can Med Ass J* 1967; 96:842-847

Joint-National-Committee, The sixth report of the Joint National Committee on prevention, detection, evaluation and treatment of high blood pressure. *Arch Intern Med* 1997; 157:2413-2446

Kampe D, Ketelhut R, Langzeitanalyse kardiovaskulärer Risikofaktoren bei Jugendlichen anhand von Reihenuntersuchungen. *Herz Med* 2002; 3:151

Karlsson J, Jacobs I, Onset of blood lactate accumulation during muscular exercise as a theoretical concept. *Int J Sports Med* 1982; 3:190-210

Katz A, Sahlin K, Regulation of lactic acid production during exercise. *J Appl Physiol* 1988; 65:509-518

Katzmarzyk et al., The economic burden of physical inactivity in Canada. In *Canadian Medical Association Journal* 2000; 163: 1435-1440

Keeler et al., The external costs of a sedentary lifestyle. In American Journal of Public Health 1989; 79:975-981

Ketelhut K et al., Verbesserung der Motorik und des kardiovaskulären Risikos durch Sport im frühen Kindesalter. Deutsches Ärzteblatt 2005; 102:A-1128-1136

Ketelhut R et al., der Einfluß der Gewichtsabnahme auf den Ruhe- und Belastungsblutdruck bei Hypertonikern. Herz Kreisl 1989; 21:74

Ketelhut RG, Sport in der Prävention und Rehabilitation der arteriellen Hypertonie und assoziierter kardiovaskulärer Risikofaktoren. Habilitationsschrift 1997, Berlin

Ketelhut RG, Blutdruckmessung während Ergometrie: Was kann die Methode zusätzlich leisten?. Arzt und Praxis 2001; 55:118-122

Ketelhut RG, Körperliche Aktivität zur Behandlung des arteriellen Hochdrucks 2004; 101:3426-3432

Ketelhut R et al., Regular exercise as an effective longterm approach in antihypertensive therapy. Med Sci Sports Exerc 2004; 1:4-8

Keul J et al., Die aerobe und anaerobe Kapazität als Grundlage für die eistungsdagnostik. Leistungssport 1978;1:22-32

Keys et al., Indices of relative weight and obesity. J Chronic Dis 1972; 25:329-343

Kindermann W, Anaerobe Schwelle. Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin 2004; 55:161-162

Koga M et al., Changes of plasma levels of endogenous digitalis like substance (EDLS) during mild exercise therapy for hypertensives. Abstract and Poster: Satellite Symposium "Physical Exercise and Hypertension". 13th Scientific Meeting of international Society of Hypertension 1990, Montreal, Canada

- Kohler M, Ziese T, Telefonischer Gesundheitssurvey des Robert-Koch Instituts zu chronischen Krankheiten und ihren Bedingungen. Beiträge zur Gesundheitsberichterstattung des Bundes. Berlin: Robert-Koch-Institut, 2004
- Kokkinos et al., Effects of regular exercise on blood pressure and left ventricular hypertrophy on African-American men with severe hypertension. *N Engl J Med* 1995; 333:1462-1467
- Kromeyer- Hausschild et al., Prevalence of overweight and obesity among school children in Jena. *Int J Obes* 1999; 23:1143-1150
- Körtzinger I et al., Prävention der Adipositas bei Kindern und Jugendlichen. *Ernährungs-Umschau* 1996; 43:455-460
- Kuckart L, Neue Wege für einen besseren Schulsport. Pressekonferenz der CDU-Landtagsfraktion 21.8.1992
- Kuczmarski RJ et al., Increasing prevalence of overweight among U.S. adults. *National Health and Nutrition Examination Surveys 1960 to 1991. JAMA* 1994; 272:205-211
- Kuipers et al., Comparison of heart rate as a non invasive determinant of anaerobic threshold with the lactate threshold when cycling. *Eur J Appl Physiol* 1988; 58:303-306
- Laaser U et al., Prävention und Gesundheitserziehung. Berlin–Heidelberg: Springer, 1987
- Langnäse K et al., Sozioökonomischer Einfluß auf Gesundheit und Ernährung. *Ernährungs-Umschau* 1999; 46:370-376
- Lawrenz W, Bewegung und Sport bei Adipositas im Kindes- und Jugendalter. *Kinder- und Jugendarzt* 2004; 35: 87-88
- Löllgen et al., Ergometrie: Belastungsuntersuchungen in Klinik und Praxis. Heidelberg: Springer, 1995

Löllgen H, Primärprävention kardialer Erkrankungen: Stellenwert der körperlichen Aktivität. Deutsches Ärzteblatt 2003; 100: A-987-996

Löllgen H, Alter, Altern und Bewegung. Deutsches Ärzteblatt 2004; 101:A788-789

Lüderitz B, Pizzulli L, Sekundärprävention der koronaren Herzerkrankung- Kardiologische Aspekte. Deutsches Ärzteblatt 1998; 95:A-1732-1738

Manios et al., Evaluation of a health and nutrition education program in primary school children of Crete over a three period. Prev Med 1999; 28:149-159

Manson JE et al., Body weight and mortality among women. New Engl J Med 1995; 333:677-685

Martinez-Gonzalez et al., Physical inactivity, sedentary lifestyle and obesity in the European Union. Int J Obes 1999; 23:1192-1201

Matushima M et al., The Epidemiology of physical activity and childhood obesity. Diabes Res Clin Pract 1990; 10 Suppl 1:95

Mayer et al., Verletzungen und Beschwerden im Laufsport. Dt Ärztebl 2001; 98:A 1254-1259

Mc Ginnis JM, Foege WH, Actual causes of death in the United-States. JAMA 1993; 270:2207-2212

Mac Mahon S et al., Blood pressure, stroke and coronary heart disease. Part 1, Prolonged differences in blood pressure: prospective observational studies corrected for the regression dilution bias. Lancet 1990; 335:765-774

Mellerowicz H, Ergometrie, Grundriss der medizinischen Leistungsmessung. München: Urban und Schwarzenberg, 1975

- Mensink GB, Movement and circulation. Population studies on physical activity and cardiovascular risk. Wageningen: Ponsen and Looijen BV, 1997
- Mensink GBM, Körperliches Aktivitätsverhalten in Deutschland. In: Samitz G, Mensink G Hrsg.: Körperliche Aktivität in Prävention und Therapie. München: Hans Marseille Verlag 2002:35-44
- Mensink G, Bundes-Gesundheitssurvey: Körperliche Aktivität. Beiträge zur Gesundheitsberichterstattung des Bundes. Berlin: Robert Koch-Institut, 2003
- Merker et al., Early prevention of obesity and cardiovascular diseases. Dtsch Med Wochenschr 2002; 127:2661-2663
- Ministerium für Arbeit, Soziales, Gesundheit und Frauen des Landes Brandenburg, Einschüler in Brandenburg (2000): Soziale Lage und Gesundheit 1999
- Morris et al., Exercise in leisure time: Coronary attack and death rates. Br Heart J 1990; 63:325-334
- Morris JN, Körperliche Aktivität gegen Herzinfarkt. In: The Club of Cologne (Hrsg.). Gesundheitsförderung und körperliche Aktivität. Köln: Sport und Buch Srauß, 1996
- Mosberg HO, 40-year follow up of overweight children. Lancet 1989; 2:491-493
- Muller et al., Prevention of obesity- is it possible? Obes Rev 2001; 2:15-28
- Mundal R, Exercise blood pressure predicts mortality from myocardial infarction. Hypertension 1996; 27:324-329
- Munro et al., Physical activity fort he over -65s: could it be a cost-effective exercise fort he NHS? In Journal of Public Health Medicine 1997; 19:397-402

Murnauer Komorbiditätsstudie, Kinder und Jugendliche mit Adipositas in Deutschland- Begleit und Folgeerkrankungen 1998-2001

Müller MJ et al, Adipositas. In Bock H.E., Georg W et al., Klinik der Gegenwart. Handbuch Praktische Medizin. Urban und Schwarzenberg 1993, München

Must et al., Long term morbidity and mortality of overweight adolescents: A follow-up of the Hardward Growth Study of 1992-1935. N Engl J Med 1992; 327:1350-1355

National Heart Blood and Lung Institute NHLBI, Clinical guidelines on the identification, evaluation, and treatment of overweight and obesity in adults. The Evidence Report 1998. National Institute of Health Washington

Nawaz H, Katz DL, American college of preventive medicine practice policy statement: weight management counselling of overweight adults. Am Prev Med 2001; 21:73-78

Neaton JD, Wentworth D, Serum cholesterol, blood pressure, cigarette smoking, and death from coronary heart disease: overall findings and differences by age for 316.099 white men. Arch Intern Med 1992; 152:56-64

Neumann G, Pfützner A, Hottenrott K. Alles unter Kontrolle. Aachen: Meyer und Meyer Verlag, 2000

NHLBI Obesity Education Initiative Expert Panel, Clinical guidelines on the identification, evaluation and treatment of overweight and obesity in adults- the evidence report. Obes Res 1998; 6:51-209

Noth V, Bewegungsmuster bei der Handhabung von Verschlüssen im Kleinkind- und Vorschulalter. Schriftliche Hausarbeit im Rahmen der ersten Staatsprüfung für das Lehramt Primarstufe. Universität Potsdam, 2001

Paffenbarger et al., Physical activity as an index of heart attack risk in college alumni. *AM J Epidemiol* 1978; 108:161-175

Paffenbarger et al., The association of changes in physical activity level and other lifestyle characteristics with mortality among men. *N Engl J Med* 1993; 328:538-545

Paffenbarger RS, Beeinflussung der Lebenserwartung durch Änderung der körperlichen Aktivität und anderen Lebensstilfaktoren. In: *The Club of Cologne (Hrsg.): Gesundheitsförderung und körperliche Aktivität. Köln: Sport und Buch Strauß, 1996*

PCR-USA, Collaborative Study. An epidemiologic study of cardiovascular and cardiopulmonary disease risk factors in four populations in the People's Republic of China. *Circulation* 1992; 88:1083-1096

Pigeot I et al., Programme zur Primärprävention von Adipositas und Übergewicht im Kindesalter. *Bundesgesundheitsbl.- Gesundheitsforsch-Gesundheitsschutz* 2004;47:256-265

Pirke KM, Platte P, Psychosomatische Aspekte der Adipositas. *Zentralblatt der Gynäkologie* 1998; 120:251-254

Poskitt EME, European childhood obesity group, Defining childhood obesity: the relative body mass index (BMI). *Acta Paediatr* 1995; 84:961-963

Pouliot et al., Waist circumference and abdominal sagittal diameter: best simple anthropometric indexes of abdominal visceral adipose tissue accumulation and related cardiovascular risk in men and women. *Am J Cardio* 1994; 73:460-468

Pudel V, Psychologische Aspekte der Adipositas- Prävention, Therapie und Gewichtserhaltung. In: *Wechsler JG. Adipositas: Ursachen und Therapie. Berlin: Blackwell-Wissenschafts-Verlag, 1998, 199-214*

Prentice AM, Jepp SA, Obesity in Britain :Gluttony or sloth?. *Brit Med J* 1995; 311:437-439

Probst HP, Conconi Test. Die Lehre der Leichtathletik 1988; 5:182-184

Ramsay et al., Guidelines for management of hypertension: Report of the third working party of the British Hypertension Society. J Hum Hypertens 1999; 13:569-592

Regierungserklärung, Rede der Bundesministerin für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft, Renate Künast: Eine neue Ernährungsbewegung für Deutschland. Deutscher Bundestag, 2004

Ribeiro et al., Heart rate break point may coincide with the anaerobic and not the aerobic threshold. Int J Sports Med 1985; 6:220-224

Rode J, Phillip H, Sport in Schule, Verein und Betrieb/11. Sportwissenschaftlicher Hochschultag der dvs vom 22.-24.9.1993 in Potsdam. Sankt Augustin: Academic Verlag, 1995

Robinson TN, Defining obesity in children and adolescents: clinical approaches. Crit Rev Food Sci Nutr 1993; 33:313-320

Roche et al., Grading body fatness from limited anthropometric data. Am J Clin Nutr 1981; 34:2831-2838

Rolland- Cachera et al., Adiposity indices in Children. Am J Clin Nutr 1982; 36:178-184

Rowlands et al., The effect of type of physical activity measure on the relationship between fatness and habitual physical activity in children: a metaanalysis. Ann Hum Biol 2000; 27:479-497

Sallis JF, Owen N, Physical activity and behavioural medicine. Thousand Oaks: Sage 1998

Scheffler et al., Körperliche und motorische Entwicklung von Kindern unterschiedliche sozialer Herkunft. Anthropol. Anz. 2004; 62:421-428

Schneider R, Relevanz und Kosten der Adipositas in Deutschland. Ernährungs- Umschau 1996; 43:369-374

Schramek H, Herzfrequenzkontrolliertes Training nach Conconi. Marathon 1988; 6:12-13

Schwartz MW, Brunzell JD, Regulation of body adiposity and the problem of obesity. Atheroscler. Thromb. Vasc. Biol. 1997; 17:233-238

Schwimmer et al., Health-related quality of life of severely obese children and adolescents. JAMA 2003; 289:1813-1819

Simons-Morton et al., Promoting physical activity and a healthful diet among children: results of a school-based intervention study. Am J Public Health 1991; 81:986-991

Skinner JS, Körperliche Aktivität und Gesundheit: Welche Bedeutung hat die Trainingsintensität? Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin 2001; 52:211-214

Stamler J, Blood pressure and high blood pressure. Aspects of risk. Hypertension 1991; 18:95-107

Stamler et al., Blood pressure, systolic and diastolic, and cardiovascular risks. Arch Intern Med 1993; 153:598-615

Stamler et al., Relation of body mass and alcohol, nutrient, fiber, and caffeine intake to blood pressure in the special intervention and usual care groups in the multiple risk factor intervention trial. Am Clin Nutr 1997; 65(suppl):338S-365S

Statistisches Bundesamt, Gesundheitsberichterstattung des Bundes: Übergewicht und Adipositas. Robert Koch- Institut 2003; 16: 7-24

Statistisches Bundesamt, Krankheitskosten 2002. Presseexemplar, 2004

Statistisches Bundesamt, Gesundheitsberichterstattung des Bundes: Körperliche Aktivität. Robert Koch- Institut 2005; 26:7-21

Statistisches Bundesamt, 2005: Herz-Kreislaufkrankungen wieder häufigste Todesursache, in: Pressemitteilung vom 02.11.2005.

<http://www.destatis.de/presse/deutsch/pm2005/p4600092.htm>, 17.12.2006

Stunkard et al., An adoption study of human obesity. N Engl J Med 1986; 314: 193-198

Suter E, Hawes MR, Relationship of physical activity, body fat, diet and blood lipid profile in youths 10- 15 years. Med Sci Sports Exerc 1992; 25:748-754

Tipton et al., Response of hypertensive rats to acute and chronic conditions of exercise. Am J Physiol 1988; 254:H592-H598

Traulsen J, Zur Berufsorientierung von Sportunterricht an Berufsschulen: Eine empirische Untersuchung am Innovationsprojekt "Fit für Forst und Freizeit". Schriftreihe der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin. Dortmund, Berlin: Wirtschaftsverlag NW, 2000.

Trials of Hypertension Prevention Collaborative Research Group, Effects of weight loss and sodium reduction intervention on blood pressure and hypertension incidence in overweight people with high normal blood pressure: the Trials of Hypertension Prevention, phase 2. Arch Intern Med 1997; 157:657-667

Troiano RP, Flegal KM, Overweight children and adolescents: description, epidemiologie and demographics. Pediatrics 1998; 101:497-504

Urhausen et al., Bestimmung der anaeroben Schwelle mittels Conconi Test und Laktatmessung. Dtsch Z Sportmed 1989; 40:402-410

Urhausen et al., Herz-Kreislauf Risikofaktoren saarländischer Schüler der 6. und 9. Klassenstufe. Dtsch Z Sportmed 2003; 73:7-8

US Department of Health and Human Services (1996), Physical activity and health: A report of the Surgeon General. Centers for Disease Control and Prevention: Atlanta, USA

Valente et al., Obesity and insulin resistance in young people. *Am Heart J* 2001; 142:440-444

Vanhees L et al., Effect of physical training on systemic and brachial artery hemodynamics in normal men. *Int J Sports Med* 1992; 13:145-151

Van den Hoogen PC et al., The relation between blood pressure and mortality due to coronary heart disease among men in different parts of the world. Seven Countries Study Research Group. *N Engl J Med* ; 2000 342:1-8

Völler et al., Adipositas und Herz-und Kreislauferkrankungen. *Zeitschrift für Kardiologie* 2004; 93:503-513

Wabitsch et al., Body fat distribution and changes in atherogenic risk factor profile in obese adolescent girl during weight reduction. *Am J Clin Nutr* 1994; 60:54-60

Wabitsch et al., Body fat distribution and steroid hormone concentrations in obese adolescents girls before and after weight reduction. *Jin Clin Endocrinol Metab* 1995; 80:3469-3475

Wabitsch M, Overweight and obesity in European children and adolescents: definition and diagnostic procedures, risk factors and consequences for later health outcome. *Eur J Pediatr* 2000; 159:8-13

Wabitsch M, Adipositas im Kindes- und Jugendalter: Empfehlungen einer US- amerikanischen Expertengruppe zur Diagnostik und Therapie. *Klein Pädiatr* 2000; 212:287-296

Wabitsch M, Kunze D, Adipositas im Kindes- und Jugendalter. *Monatsschr Kinderheilkd* 2001 149:805-806

Wabitsch M et al., Adipositas bei Kindern und Jugendlichen in Deutschland. Fortschritte der Medizin 2002; 120:99-106

Wabitsch M, Kinder und Jugendliche mit Adipositas in Deutschland. Bundesgesundheitsbl-Gesundheitsforsch-Gesundheitsschutz 2004;47:251-255

Wassermann K, Mcinroy MB, Detecting the threshold of anaerobic metabolism in cardiac patients during exercise. Amer J Cardiol 1964; 14:844-852

Weisser et al., Arterielle Hypertonie- individuelle Risikostratifikation und Therapieziele. Dtsch Med Wochenschr 2001; 126:1235-1241

Weisser B, Sport senkt den Blutdruck- auch bei Senioren, MMW- Fortschr. Med. 2001; 143:147

Weisser B, Bauer T, Effekt einer aeroben Ausdauerbelastung auf die Immunfunktion bei Alterssportlern, Praxis 2002; 91:153-158

Weisser B, Mechling H, Sportmedizinische Aspekte des Alterssports, Motorik 2002; 25:96

Wirth A, Lebensstiländerung zur Prävention und Therapie von arteriosklerotischen Krankheiten. Deutsches Ärzteblatt 2004; 101:1745-1752

Whelton et al., The effects of nonpharmacological interventions on blood pressure of persons with high and normal levels. Results of the Trials Hypertension Prevention. JAMA 1992; 267:1213-1220

Whelton et al., Efficacy of weight loss and reduced sodium intake in the Trial of Nonpharmacologic Intervention on the Elderly (TONE). Circulation 1996; 94(Suppl):1-178

Whelton et al., Effect of aerobic exercise on blood pressure; a meta-analysis of randomized controlled trials. Ann Int Med 2002; 136:493-503

- Whitaker et al., Predicting obesity in young adulthood from childhood and parental obesity. *N Engl J Med* 1997; 337:869-873
- WHO, Obesity epidemic puts millions at risk from related diseases. Press release 1997; 47
- WHO, Preventing and managing the global epidemic. Report of a WHO consultation on obesity 1998
- WHO, Obesity: Preventing and managing the global epidemic. Report of a WHO consultation on obesity. WHO Technical Report Series 2000; 894
- Williamson DF, Dietary intake and physical activity as predictors? of weight gain in observational, prospective studies of adults. *Nutr Rev* 1996; 54:101-109
- Wießpeiner et al., Unblutige Bestimmung der anaeroben Schwelle. *Biomedizinische Technik, Ergänzungsband* 1990; 35:193-194
- Wolf-Meier et al., Hypertension prevalence and blood pressure levels in 5 European countries, Canada, and the United States. *JAMA* 2003; 289:2363-2369
- Wolf N, Theorie der Leibeserziehung. Dokumente zum Schulsport. Schorndorf: Karl Hofmann Verlag, 1974
- Zirolì S, Döring W, Adipositas- kein Thema an Grundschulen mit Sportprofil? Gewichtsstatus von Schülerinnen und Schülern an Grundschulen mit täglichem Sportunterricht. *Deutsche Zeitung für Sportmedizin* 2003; 54:248-253
- Zwiauer et al., Relationship between body fat distribution, blood lipids and lipoproteins in adolescents. *Int J Obes Relat Metab Disord* 1990; 14:271-277
- Zwiauer K, Wabitsch M, Relativer BMI zur Beurteilung von Übergewicht und Adipositas im Kinder- und Jugendalter. *Monatszeitschrift Kindereikunde* 1997; 145:1312-1318

Zwiauer KFM, Prevention and treatment of overweight and obesity in children and adolescents.

Eur J Pediatr 2000; 159:56-58

Zöfel B, Statistik in der Praxis. Stuttgart: Gustav Fischer Verlag, 1988

10. DANKSAGUNG

Ich danke Herrn Prof. Dr. Weisser für die Überlassung des Themas und die Hilfe bei der Durchführung dieser Untersuchung sowie die Hinweise und Anmerkungen bei der Auswertung der Ergebnisse.

Der Friedrich-List-Berufsschule, besonders Herrn Christian Nolte und Herrn Harry Niessen, sowie den teilnehmenden Schülern danke ich für die freundliche Unterstützung und den stets motivierten Einsatz.

Für die nette Beratung in Fragen der statistischen Auswertung und Beschreibung der Daten danke ich dem Institut für Medizinische Statistik der Universität Bonn.

Ich danke meiner Familie und meinen Freunden, die mir immer wieder Mut gemacht haben, diese Arbeit zu verfassen.