

Aus der Kinderklinik und Poliklinik
der Universität Würzburg
Direktor: Professor Dr. med. Christian P. Speer

Effekte einer Neugestaltung des Außengeländes im Kindergarten
auf die körperliche Aktivität und die motorischen Fähigkeiten von
Kindergartenkindern

Inaugural - Dissertation
zur Erlangung der Doktorwürde der
Medizinischen Fakultät
der
Julius-Maximilians-Universität Würzburg

vorgelegt von
Simon David Then
aus Oberstreu
Würzburg, März 2013

Referent: Prof. Dr. med. Helge Hebestreit

Korreferent: Prof. Dr. med. Dr. phil. Hermann Faller

Dekan: Prof. Dr. M. Frosch

Tag der mündlichen Prüfung: 25.09.2013

Der Promovend ist Arzt

Für meine Töchter Luise und Agnes
und die Kinder des Kindergarten St. Jakobus
– Wunder und Geschenke Gottes,
für die sich alle Mühe lohnt!

Inhalt

Inhalt

Abkürzungsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis

Tabellenverzeichnis

1.	Einleitung	1
2.	Probanden und Methoden	4
2.1	Untersuchungsverlauf	4
2.2	Studienteilnehmer	5
2.2.1	Interventionsgruppe	5
2.2.2	Kontrollgruppe	7
2.3	Interventionsmaßnahme	9
2.3.1	Das Außengelände	9
2.3.2	Das Playmobil-Aktivschiff	10
2.4	Angewandte Untersuchungsverfahren	12
2.4.1	Ergebnisvariablen	12
2.4.2	Fragebögen	12
2.4.3	Bewegungsmonitor	14
2.4.4	Motorische Tests	16
2.4.5	Blutdruck- und Pulsmessungen	21
2.4.6	Anthropometrische Messungen	21
2.4.7	Mittlere Tagestemperatur zu T2	22
2.5	Berechnungen und statistische Verfahren	22
3.	Ergebnisse	24
3.1	Ergebnisse der Eingangsuntersuchung	24
3.1.1	Daten aus den Fragebögen zu T1	24
3.1.2	Körperliche Aktivität zu T1	27
3.1.3	Motorische Fähigkeiten zu T1	30
3.1.4	Blutdruck, Puls und Körpermaße zu T1	33
3.2	Ergebnisse der Längsschnittuntersuchung	35

3.2.1	Veränderungen in den durch die Fragebögen erhobenen Größen	35
3.2.2	Veränderungen der körperlichen Aktivität	36
3.2.3	Veränderungen der motorischen Fähigkeiten	41
3.2.4	Veränderungen von Blutdruck, Puls und Körpermaßen	45
3.2.5	Einfluss der Tagestemperatur zum Zeitpunkt T2 auf den Blutdruck	48
3.3	Ergebnisse der Evaluationsfragen zu T2	49
4.	Diskussion	51
4.1	Subgruppen des Interventionskindergarten	51
4.1.1	Unterschiede auf Grund des Alters	51
4.1.2	Limitationen der Ergebnisse der Mini-Gruppe	52
4.1.3	Effekte der Neugestaltung des Ausgeländes bei der Mini-Gruppe	52
4.2	Weitere Größen mit Einfluss auf die Zielvariablen	53
4.3	Effekte der Neugestaltung des Außengeländes auf die körperliche Aktivität	56
4.3.1	Effekte der Neugestaltung des Außengeländes auf die körperliche Aktivität für die Zeit im Kindergarten	56
4.3.2	Effekte der Neugestaltung des Außengeländes auf die körperliche Aktivität für andere Zeiträume	59
4.4	Effekte der Neugestaltung des Außengeländes auf die motorischen Fähigkeiten	60
4.4.1	Effekte der Neugestaltung des Außengeländes auf die allgemeine körperliche Leistungsfähigkeit	60
4.4.2	Effekte der Neugestaltung des Außengeländes auf einzelne motorische Fähigkeiten	62
4.5	Effekte der Neugestaltung des Außengeländes auf Blutdruck, Puls und Körpermaße	66
4.5.1	Effekte der Neugestaltung des Außengeländes auf die anthropometrischen Kenngrößen	66
4.5.2	Effekte der Temperatur auf den Blutdruck	68
4.5.3	Effekte der Neugestaltung des Außengeländes auf Blutdruck und Puls	70
4.6	Limitationen und Stärken	71
4.7	Ausblick	74
5.	Zusammenfassung	75
6.	Literaturverzeichnis	78

Danksagung

Lebenslauf

Abkürzungsverzeichnis

ANOVA	Analysis of Variance
BMI	Body-Mass-Index
DBD	diastolischer Blutdruck
DBR	dynamisches Balancieren rückwärts aus dem Körperkoordinationstest für Kinder
EIN	Einbeinstand
KiGGS	Kinder- und Jugendgesundheitsurvey
KMS 3-6	Karlsruher Motorik-Screening
KTK	Körperkoordinationstest für Kinder
MOT 4-6	Motoriktest für 4- bis 6-Jährige
MVPA	moderate-and-vigorous physical activity
MW	Mittelwert
N	Anzahl
PAKT	Prevention through Activity in Kindergarten Trail
RB	Balancieren rückwärts nach dem MOT 4-6
r_{tt}	Test-Retest-Zuverlässigkeitskoeffizient
SBD	systolischer Blutdruck
SD	Standardabweichung
SES	sozioökonomischer Status
SHH	Seitliches Hin- und Herspringen
SW	Standweitsprung
T1	Zeitpunkt der ersten Untersuchung
T2	Zeitpunkt der zweiten Untersuchung
T_M	mittlere Tagestemperatur
Windex	Winkler-Index
ZW	Zielwurf auf eine Scheibe
η^2_p	partielles Eta-Quadrat

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Zeitlicher Ablauf der Untersuchungen und der Neugestaltung im Kindergarten St. Jakobus.....	4
Abbildung 2: Kindergärten der PAKT-Kontrollgruppe mit Anzahl der teilnehmenden Kinder	8
Abbildung 3: Zeitpunkte der Untersuchungen der Studie PAKT	8
Abbildung 4: Übersicht über das neugestaltete Außengelände (© Führes LandschaftsArchitektur BDLA)	10
Abbildung 5: Aufnahme des Playmobil-Aktivschiffes auf dem Außengelände des Kindergarten St. Jakobus.....	11
Abbildung 6: Prozentualer Anteil der Kinder aus den drei sozialen Schichten	26
Abbildung 7: Mittelwerte der MVPA-Anteile am Vormittag von Werktagen zu T1 dargestellt für die einzelnen Kindergärten und die Gesamtgruppe	30
Abbildung 8: Erfolgreiche Versuche beim Balancieren rückwärts (RB) zu T1	32
Abbildung 9: Mittelwerte für MVPA-Anteile am Vormittag von Werktagen zu T2 dargestellt für die einzelnen Kindergärten.....	37
Abbildung 10: Mittelwerte von Δ MVPA am Vormittag von Werktagen dargestellt für die einzelnen Kindergärten.....	39
Abbildung 11: Geschätzte Randmittel für Δ MVPA am Vormittag von Werktagen getrennt dargestellt für Geschlecht und Intervention	40
Abbildung 12: Bedeutung des Geschlechts bei der Änderung im <i>Einbeinstand</i>	43
Abbildung 13: Ergebnisse der Änderungen in RB und ZW	44
Abbildung 14: Bedeutung des Geschlechts bei der Änderung des Pulses (1/min)	47
Abbildung 15: Darstellung der Bewertung der Evaluationsfragen zu T2 mit Mittelwert und Fehlerbalken für das 95% Konfidenzintervall.....	50

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Die Interventionsgruppe mit Geschlechter- und Altersverteilung.....	6
Tabelle 2: Die Kontrollgruppe mit Geschlechter- und Altersverteilung	9
Tabelle 3: Einteilung der soziale Schichten nach dem Winkler-Index (Windex)	13
Tabelle 4: Einschlusskriterien für Bewegungsmonitormessungen.....	16
Tabelle 5: Übersicht über die angewandten sportmotorischen Tests	16
Tabelle 6: Signifikanzniveau nach Bortz [51].....	23
Tabelle 7: Ergebnisse der Fragebögen zum Zeitpunkt T1 mit Mittelwert (MW), Standardabweichung (SD) und Anzahl (N), sowie die Ergebnisse der statistischen Vergleiche zwischen den Gruppen	25
Tabelle 8: Ergebnisse der Aktivitätsmessung zu T1 mit Mittelwert (MW), Standardabweichung (SD) und Anzahl der Kinder (N), sowie die Ergebnisse der statistischen Vergleiche zwischen den Gruppen	28
Tabelle 9: Übersicht über die Ergebnisse der motorischen Tests zu T1 mit Mittelwert (MW), Standardabweichung (SD) und Anzahl der Kinder (N), sowie die Ergebnisse der statistischen Vergleiche zwischen den Gruppen	31
Tabelle 10: Ergebnisse von Blutdruck-, Puls- und Hautfaltenmessungen zu T1 mit Mittelwert (MW),Standardabweichung (SD) und Anzahl der Kinder (N), sowie die Ergebnisse der statistischen Vergleiche zwischen den Gruppen.....	34
Tabelle 11: Änderungen im Medienkonsum und den sportlichen Freizeitaktivitäten nach Neugestaltung des Außengeländes des Kindergarten St. Jakobus und in den Kontrollkindergärten mit Angabe von Mittelwert (MW), Standardabweichung (SD) und Anzahl der Kinder (N) sowie den Ergebnissen des statistischen Vergleichs zwischen der Maxi- und Kontrollgruppe.....	36
Tabelle 12: Änderung der körperlichen Aktivität von T1 zu T2 mit Mittelwert (MW), Standardabweichung (SD) und Anzahl der Kinder (N), sowie die Ergebnisse der statistischen Tests	38
Tabelle 13: Ergebnisse der motorischen Tests im Längsschnitt mit Mittelwert (MW), Standardabweichung (SD) und Anzahl der Kinder (N), sowie die Ergebnisse der statistischen Tests	42

Tabelle 14: Änderungen in Blutdruck, Puls und Körpermaßen mit Mittelwert (MW), Standardabweichung (SD) und Anzahl der Kinder (N), sowie die Ergebnisse der statistischen Tests	46
Tabelle 15: Die mittlere Tagestemperatur an den Untersuchungstagen von T2	48
Tabelle 16: Effekt der Außentemperatur zu T2 auf den Blutdruck	49

1. Einleitung

Freies Spiel, Toben und Tollen besitzen eine Schlüsselfunktion für die gesunde Entwicklung von Kindern. Sie sind essentiell sowohl für die Ausbildung körperlicher, als auch psychosozialer und kognitiver Fähigkeiten.

In wissenschaftlichen Untersuchungen wird statt freiem Spiel zumeist von *körperlicher* oder *körperlich-sportlicher Aktivität* bzw. im Englischen von „*physical activity*“ gesprochen. Für deren Bedeutung gibt es zahlreiche wissenschaftliche Belege. So ist der positive Einfluss von körperlicher Aktivität auf die psychosozialen und kognitiven Fähigkeiten von Kindern belegt [1-2]. Zudem trägt körperliche Aktivität zur Ausbildung von guten motorischen Fähigkeiten bei [3], welche langfristig wiederum zu einer verstärkten Teilnahme an Bewegung und Sport führen [4]. Motorische Fähigkeiten spielen auch eine entscheidende Rolle in der Unfallverhütung bei Kindergartenkindern [5].

Eine ganz besondere Bedeutung kommt der körperlichen Aktivität in der Prävention von Adipositas zu [6-7] und den damit verbundenen Komplikationen des metabolischen Syndroms [8]. Übergewicht und Adipositas stellen bereits im Kindesalter ein gravierendes gesundheitliches Problem dar [9] und die Prävalenz im Kindesalter nimmt erschreckend zu. Für Deutschland ergab der Kinder- und Jugendgesundheitssurvey (KiGGS), der von 2003 bis 2006 durchgeführt wurde, dass 9% der Kinder im Alter von 3-6 Jahren unter Übergewicht leiden und 2,9% unter Adipositas. Der Anteil der Übergewichtigen steigt bereits im Grundschulalter auf über 15% an und der Anteil der adipösen Kinder auf 6,4% [10].

In aktuellen Studien wurde weiterhin festgestellt, dass bereits Kindergartenkinder ihre meiste Zeit mit sitzenden Tätigkeiten verbringen und nur wenig körperlich, sportlich aktiv sind [11]. Als Ursache dafür werden der hohe Fernsehkonsum, sowie die Einführung von schulischer Bildung in Kindergärten angeschuldigt. An anderer Stelle werden weiterhin das hohe Verkehrsaufkommen und die ungünstige Architektur von Wohngebieten als Hindernis für freies Spiel und Bewegung genannt [12]. Auch eine Abnahme der motorischen Fähigkeiten wurde für dieselbe Altersgruppe beschrieben [13].

Diese Entwicklungen sind besonders Besorgnis erregend, weil nachgewiesen wurde, dass in diesem jungen Alter bereits die Weichen für die spätere kardiorespiratorische Fitness [14] und die Entwicklung von Adipositas [15-16] gestellt werden. Interventionsmaßnahmen, die in der frühen Kindheit ansetzen, sind darum nötig und versprechen langfristig effektiv zu sein.

Eine besondere Rolle spielen in der Altersgruppe der 3- bis 6-Jährigen die Kindergärten. In Deutschland besuchen 87,6% aller Kinder zwischen dem 3. und 6. Lebensjahr einen Kindergarten [17]. Durch Interventionen auf dieser Ebene können also die allermeisten Kinder erreicht werden. Dies ist erforderlich weil Studien gezeigt haben, dass Kinder gerade im Kindergarten insgesamt wenig körperlich aktiv sind [11]. Dabei ergab sich auch, dass der Kindergarten, den ein Kind besucht, der entscheidende Einflussfaktor dafür ist, wie viel oder wenig sich ein Kind bewegt [18-19]. Deshalb besitzen Maßnahmen im Kindergarten zur Förderung von Bewegung und motorischen Fähigkeiten ein großes Potential für die Prävention von Übergewicht [20].

Zu bedenken ist dabei, dass, während körperliche Aktivität bei Jugendlichen und älteren Kindern zumeist in organisierten Spielen und klassischen Sportarten geschieht, bei Kindergartenkindern typischerweise das freie Spiel den größten Teil körperlicher Aktivität ausmacht [1]. Solches Spiel findet am häufigsten im Freien, z.B. auf dem Außengelände von Kindergärten, statt [21].

In Querschnittsstudien ergab sich dazu passend, dass sich Kinder in Einrichtungen mit attraktiverem Außengelände mehr bewegten [22-23]. Deshalb könnten ansprechende Spielraumgestaltungen, die Anreize zu mehr Bewegung und kreativem Spiel auf dem Außengelände bieten, ein erfolgversprechender Interventionsansatz sein.

Tatsächlich konnte dies auch für eine Neugestaltung des Pausenhofs in Schulen nachgewiesen werden: in mehreren Studien ergaben sich signifikante Effekte auf die körperliche Aktivität von Schülern [24-26].

Für Kindergärten ist die Situation bisher jedoch weniger klar. So zeigten Hannon & Brown [27], dass zusätzliche, mobile Spielgeräte auf dem Außengelände eines Kindergartens die Aktivität der Kinder signifikant erhöhte, was allerdings nur kurzfristig für fünf Tage direkt nach Einführung der Spielgeräte untersucht wurde. In einer Studie mit 40 Kindergärten erbrachte die Einführung von kreativen Bodenmarkierungen oder Spielzeug nach 4-6 Wochen keinen Effekt auf die Aktivität

der Kinder [28]. Gabbard [29] wies nach, dass der Zugang zu einem Gelände mit speziellen Klettervorrichtungen die Armkraft der Kinder gegenüber einer Kontrollgruppe steigerte. Die Effekte auf die körperliche Aktivität sind bisher wenig studiert und die Datenlage unklar [30].

Ziel der hier vorgestellten Untersuchung war es daher, die Auswirkungen einer Spielraumgestaltung des Außengeländes eines Kindergartens auf das Bewegungsverhalten und die motorischen Fähigkeiten von Kindern zu untersuchen. Die Möglichkeit dazu ergab sich durch die vollständige Neugestaltung des Außengeländes des Kindergarten St. Jakobus in Versbach (Würzburg), wobei als besondere Attraktion ein großes Spielschiff mit Hilfe der Playmobil-Stiftung aufgestellt wurde.

Als Vergleichsgruppe standen die Daten der Kontroll-Kindergärten der Prevention through Activity in Kindergarten Trail (PAKT)-Studie zur Verfügung, die jeweils in derselben Jahreszeit erhoben worden waren, in der auch die Untersuchungstermine dieser Studie lagen.

2. Probanden und Methoden

2.1 Untersuchungsverlauf

Die komplette Neugestaltung des Außengeländes und die Aufstellung eines großen Klettergeräts (Playmobil-Aktivschiff) waren für das Frühjahr 2010 im Kindergarten St. Jakobus in Versbach/Würzburg geplant. Die Ethik-Kommission der Julius-Maximilians Universität Würzburg hatte keine Einwände gegen die geplante Studie. Weiterhin stimmten sowohl der Trägerverein des Kindergartens, der Elternbeirat und die Kindergartenleitung zu. Daraufhin wurden alle Kinder des Kindergarten St. Jakobus eingeladen, an der Untersuchung teilzunehmen. Die Eltern erhielten dazu ein Informationsblatt und eine Einverständniserklärung. Zusätzlich wurde eine Informationsveranstaltung für die Eltern angeboten, bei der das genaue Vorgehen erklärt und Fragen beantwortet wurden. Schließlich erhielten wir das Einverständnis zur Teilnahme für 67 der insgesamt 96 Kinder des Kindergarten St. Jakobus.

Die Eingangsuntersuchung fand im Februar 2010 statt, also vor Beginn der Arbeiten am Außengelände. Von Anfang März 2010 bis zur Einweihung des Außengeländes am 20. Mai 2010 fanden die Baumaßnahmen statt und das Gelände blieb für die Kinder gesperrt. Der zweite Testdurchgang erfolgte Ende Juni bis Mitte Juli 2010, und damit fünf bis acht Wochen nach der Eröffnung des neugestalteten Außengeländes. Der Kindergarten war vom 24. – 28. Mai 2010 wegen Ferien geschlossen. Der zeitliche Ablauf der Untersuchungen, sowie der Neugestaltung ist in Abbildung 1 dargestellt.

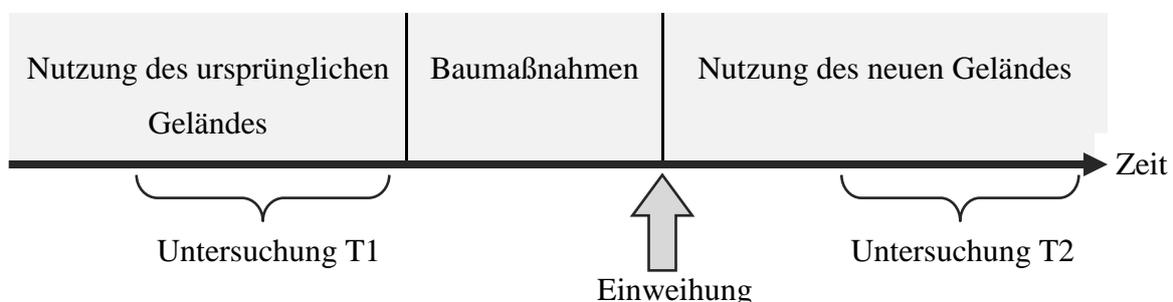


Abbildung 1: Zeitlicher Ablauf der Untersuchungen und der Neugestaltung im Kindergarten St. Jakobus

Zu beiden Untersuchungsterminen wurden die folgenden Testparameter erhoben:

- Körperliche Aktivität gemessen mit einem Bewegungsmonitor (GT1M) über 7 Tage
- Motorische Fähigkeiten (*Einbeinstand, Seitliches Hin- und Herspringen, sowie Standweitsprung* aus dem Karlsruher Motoriktest; *Balancieren rückwärts* und *Zielwurf* auf eine Scheibe aus dem Motoriktest für 4- bis 6-Jährige; sowie *dynamisches Balancieren rückwärts* aus dem Körperkoordinationstest für Kinder)
- Größe, Gewicht und Hautfaldendicke an 4 Körperstellen (über dem Bizeps und dem Trizeps sowie subskapulär und suprailiakaal)
- Blutdruck und Puls in sitzender Position nach 5 min Ruhephase (Dinamap 8100, Critikon)

außerdem wurden die Eltern zu beiden Terminen gebeten einen Fragebogen auszufüllen.

2.2 Studienteilnehmer

2.2.1 Interventionsgruppe

Die Interventionsmaßnahme dieser Studie fand im Kindergarten St. Jakobus in Versbach einem Stadtteil von Würzburg statt. Würzburg liegt im Bundesland Bayern und hat ca. 134.000 Einwohner.

Beim Kindergarten St. Jakobus handelt es sich um eine katholische Einrichtung, deren Erziehungskonzept sich am sog. „offenen Konzept“ orientiert. Dieses pädagogische Konzept soll den Kindern ermöglichen „zu lernen, selbst zu bestimmen, mit wem (Spielpartner) sie wo (Spielort) was (Spielart) wie lange (Spieldauer) [sie] spielen“ [31]. D.h. dass die Kinder außerhalb der Essenszeiten und des Morgenkreises nicht an die Aktivitäten und Räumlichkeiten ihrer Stammgruppe gebunden sind, sondern frei wählen können, wo sie aktiv sind. Dies betrifft auch das Spiel auf dem Außengelände.

Zum Zeitpunkt der ersten Untersuchung besuchten insgesamt 96 Kinder den Kindergarten. Diese waren auf vier altersgemischte Gruppen zu je ca. 24 Kinder aufgeteilt. Einschlusskriterien für die hier beschriebene Untersuchung waren ein Alter zwischen 2,5 und 6,5 Jahren und die Zustimmung der Eltern. Als Ausschlusskriterium

wurden schwere Erkrankungen mit Einschränkung der körperlichen Leistungsfähigkeit und Belastbarkeit definiert, wie z.B. schwere Herzfehler, allerdings war dies bei keinem Kind der Fall. Wir erhielten das schriftliche Einverständnis zur Teilnahme für 67 Kinder. Ein Kind, bzw. dessen Eltern beendeten die Teilnahme bereits bei der Eingangsuntersuchung, weshalb im Weiteren 66 Kinder betrachtet werden. Das entspricht 68,8% der Kinder des Kindergartens St. Jakobus.

In den einzelnen Untersuchungen gelang es nicht immer, von allen Kindern Messwerte bzw. Daten zu erheben. Dies lag im Wesentlichen an folgenden Problemen:

- Längere Abwesenheit der Kinder durch Krankheit oder Urlaubsreise
- Technische Probleme bei der Nutzung der Bewegungsmonitore
- Mangelnde Mitarbeit der Kinder bei einzelnen Untersuchungen
- Motorische Unfähigkeit einzelne motorische Tests durchzuführen

Wenn möglich wurden die Messungen zu einem späteren Zeitpunkt wiederholt. Bei der Präsentation der Ergebnisse wird stets angegeben, von wie vielen Kindern Daten in die Analyse mit eingingen.

Die Alters- und Geschlechterverteilung der Interventionsgruppe lassen sich aus Tabelle 1 erkennen. Es nahmen insgesamt 30 Mädchen und 36 Jungen im Alter von 2,5 Jahren bis 6,4 Jahren teil.

Für die weitere Betrachtung und statistische Analyse wurde die Interventionsgruppe in zwei Subgruppen unterteilt (Tabelle 1). Die Kinder jünger als vier Jahre bildeten die erste Gruppe bestehend aus 20 Kindern. Diese Gruppe wird im Weiteren als „Mini“-Gruppe bezeichnet. Die Kinder im Alter von wenigstens vier Jahren stellten die zweite Gruppe (46 Kinder), die „Maxi“-Gruppe.

Tabelle 1: Die Interventionsgruppe mit Geschlechter- und Altersverteilung

		Alter in Jahren					Gesamt
		Mini-Gruppe		Maxi-Gruppe			
		< 3	3 - < 4	4 - < 5	5 - < 6	≥6	
Anzahl der Kinder	<i>weiblich</i>	2	3	7	12	6	30 (45,5%)
	<i>männlich</i>	2	13	5	14	2	36 (54,5%)
	<i>Gesamt</i>	4 16		12 26 8			66
	20		46				

Dieses Vorgehen war nötig, da sich in der im Folgenden beschriebenen historischen Kontrollgruppe nur Kinder mit einem Alter ab vier Jahren befanden und somit für die jüngeren Kinder keine entsprechende Kontrollgruppe zur Verfügung stand.

2.2.2 Kontrollgruppe

Zum Vergleich wurden die Daten der Kinder der Kontrollkindergärten der PAKT-Studie herangezogen. Die Studie PAKT fand unter selber wissenschaftlicher Leitung wie die hier beschriebene Untersuchung statt. Von Mai 2007 bis November 2008 wurden dabei insgesamt 709 Kinder untersucht. 368 Kinder befanden sich in der Interventionsgruppe und 341 Kinder in der Kontrollgruppe.

Vier Kinder der Kontrollgruppe beendeten bis zur Phase T1 die Teilnahme. Ein einziges Kind war jünger als vier Jahre und wurde deshalb in die Analysen dieser Arbeit nicht mit einbezogen. Somit stellten die Daten von 336 Kindern die Kontrollgruppe dieser Studie. Diese Kinder stammten aus 20 verschiedenen Kindergärten in Würzburg und dessen Umfeld. Die Anzahl der untersuchten Kinder pro Kindergarten variierte dabei zwischen 7 und 30 Kindern. 15 der Kindergärten befanden sich im ländlichen Umfeld von Würzburg, definiert als Orte mit ≤ 20.000 Einwohnern. Fünf Kindergärten lagen im städtischen Bereich. In Abbildung 2 sind die Kindergärten der Kontrollgruppe mit Anzahl der teilnehmenden Kinder dargestellt.

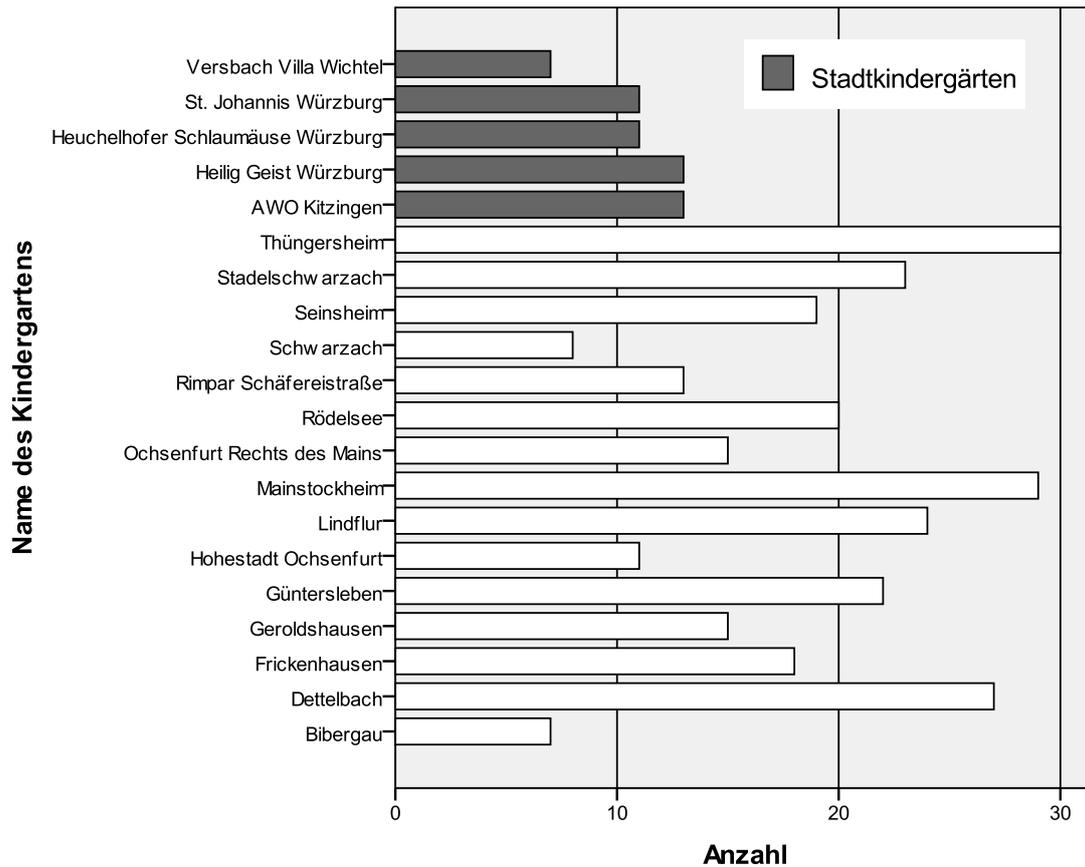


Abbildung 2: Kindergärten der PAKT-Kontrollgruppe mit Anzahl der teilnehmenden Kinder

Die Kindergärten der Kontrollgruppe erhielten keinerlei Interventionsmaßnahme und wurden insgesamt über einen Zeitraum von 19 Monaten viermal untersucht (Vgl. Abbildung 3).

Für die vorliegende Arbeit wurden die Angaben aus den Fragebögen sowie die Daten der Messungen zum Zeitpunkt T1 und T2 herangezogen. Diese Untersuchungen fanden zur gleichen Jahreszeit und in ähnlichem Zeitabstand voneinander statt, wie die Untersuchungen im Kindergarten St. Jakobus. Es handelte sich dabei um die 2. und 3. Untersuchung der Studie PAKT (Vgl. Abbildung 3).

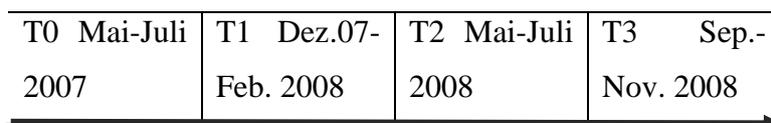


Abbildung 3: Zeitpunkte der Untersuchungen der Studie PAKT

Die Alters- und Geschlechterverteilung der Kontrollgruppe lassen sich aus Tabelle 2 erkennen. Weitere Details zur Studie PAKT finden sich bei Roth et al. [32] und Obinger [33].

Tabelle 2: Die Kontrollgruppe mit Geschlechter- und Altersverteilung

		Alter in Jahren			
		4 - < 5	5 - < 6	≤ 6	Gesamt
Anzahl der Kinder	<i>weiblich</i>	57	98	17	172 (51,2%)
	<i>männlich</i>	64	84	16	164 (48,8%)
	<i>Gesamt</i>	121	182	33	336

2.3 Interventionsmaßnahme

Die Interventionsmaßnahme dieser Studie bestand aus der vollständigen Neugestaltung des Außengeländes des Kindergarten St. Jakobus. Dabei wurde als besondere Attraktion mit Hilfe der Playmobil-Stiftung ein großes Klettergerät (Spielschiff) aufgestellt, das im zweiten Teil gesondert beschrieben wird.

Es wurden keinerlei zusätzliche Maßnahmen ergriffen. Insbesondere wurden im Untersuchungszeitraum keine Schulung über Bewegungsförderung durchgeführt und keine Angaben oder Vorschläge zur Nutzung des Außengeländes gemacht.

2.3.1 Das Außengelände

Das Außengelände des Kindergartens St. Jakobus besitzt eine Fläche von 870 m². Vor Neugestaltung war davon ein Teil bepflanzt, der größere Teil bestand aber aus Rasenfläche, die sich auf Grund der intensiven Nutzung v.a. im Winter in eine schlecht bespielbare Matschfläche verwandelte. 13 Bäume bzw. große Sträucher befanden sich auf dem Außengelände und am Rand war das Gelände wallartig erhaben.

Bereits seit ca. Juni 2009 gab es kein Spielgerät zum Klettern mehr, nach dem das vorhandene Gerät abgebrochen werden musste. Das Außengelände verfügte vor der Neugestaltung jedoch noch über folgende Spielgeräte: eine Baumschaukel, drei kleinere Sandkästen, zwei Spielhäuschen und eine Rutsche.

Im Rahmen der Erneuerungen, die im März 2010 begannen und bis Mai 2010 andauerten, wurden die drei Sandkästen abgebrochen und in einen großen

Sandspielbereich zusammengefasst. Dieser Sandspielbereich wurde mit Natursteinen und Rundhölzern umrandet und durch eine Wasserspielanlage erweitert. Ebenfalls abgerissen wurden ein Spielhäuschen und eine Rutsche. Der Boden eines Teilbereiches wurde abgetragen und dadurch die ebene, beplasterte Spielfläche erweitert. Weiterhin wurde ein Amphitheater aus drei Reihen großer Quadersteine erstellt, sowie ein Spielhügel mit „Childsplay Teppichvliesbelag“. Ein Dschungelpfad mit neuer Bepflanzung wurde angelegt und die Rasenfläche in weiten Bereichen durch Holzschnitzelbelag ersetzt.

Insgesamt wurde so das zuvor zerstückelte und schlecht bespielbare Außengelände neu strukturiert, in wenige große Spielbereiche zusammengefasst und mehr freie, beplasterte Flächen geschaffen. Neue widerstandsfähige Bodenbeläge wurden gewählt und bestehende Höhenunterschiede in das Konzept integriert. Abbildung 4 zeigt eine Übersicht über das neue Außengelände.

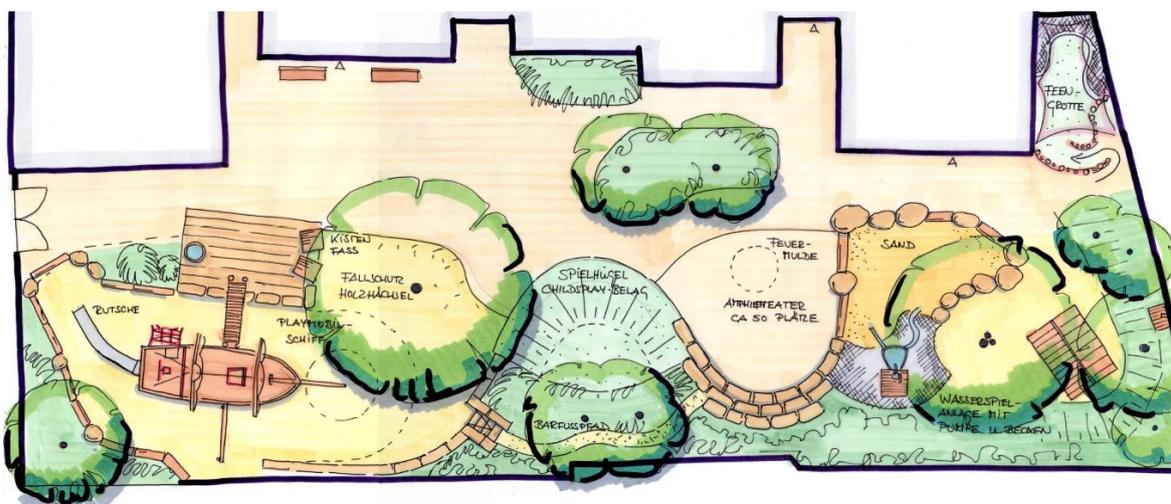


Abbildung 4: Übersicht über das neugestaltete Außengelände (© Führes LandschaftsArchitektur BDLA)

Wichtig ist hierbei noch zu erwähnen, dass das Außengelände in Folge der Bauarbeiten für 11 Wochen nicht von den Kindern genutzt werden konnte.

2.3.2 Das Playmobil-Aktivschiff

Das neue Klettergerät (Spielschiff) stellte das zentrale Element der Interventionsmaßnahme dar.



Abbildung 5: Aufnahme des Playmobil-Aktivschiffes auf dem Außengelände des Kindergarten St. Jakobus

Auf Grund der attraktiven Gestaltung des Spielschiffes wurde erwartet, dass es viel genutzt, und damit Bewegung und motorische Fähigkeiten der Kinder gefördert würden. Die Maße des Klettergeräts betragen: 12,5 x 8,5 x 2,8 m (L x B x H), wobei die Höhe am höchsten Punkt des Hecks gemessen ist. Der Schiffsrumpf selbst ist ca. 7 x 2,5 x 1,3 m groß.

Neben verschiedenen Kletter- und Balanciermöglichkeiten bietet das Schiff vielfältige Möglichkeiten für kreatives Spiel.

Der Aufstieg zum Deck des Schiffes ist über eine Wackelhängebrücke oder einen Balancierbalken möglich. Auf Deck führt eine Leiter in den Schiffsbauch, wo sich eine Spielküche und Bänke befinden. Über eine andere Leiter ist der Aufstieg zum Steuerrad möglich. Von dort führt eine Rutsche vom Heck wieder auf das Gelände zurück. Ein dritter Weg auf Deck führt über eine kurze Treppe in einen Zwischenraum mit Fenstern, wo Aus- und Einstieg über ein Kletternetz und eine gebogene Kletterstange möglich

sind oder der weitere Abstieg in den Schiffsbauch. An der Spitze des Schiffes ist zusätzlich eine Tellerschaukel angebracht.

2.4 Angewandte Untersuchungsverfahren

Hier werden die primären und sekundären Ergebnisvariablen definiert und anschließend sollen die einzelnen Untersuchungsverfahren dargestellt werden.

2.4.1 Ergebnisvariablen

Primäre Ergebnisvariablen:

- Änderung der Zeit in MVPA am Vormittag von Werktagen von T1 zu T2 gemessen mit Bewegungsmonitoren
- Änderung der sportmotorischen Fähigkeiten ermittelt durch einen Motorikgesamtscore der Tests *Einbeinstand*, *Seitliches Hin- und Herspringen*, und *Standweitsprung* von T1 zu T2

Sekundäre Ergebnisvariablen:

- Änderung der Sprungkraft von T1 zu T2 (gemessen durch *Standweitsprung*)
- Änderung der Gesamtkörperkoordination und Kraftausdauer von T1 zu T2 (gemessen durch *seitliches Hin- und Herspringen* und *dynamisches Balancieren rückwärts*)
- Änderung der Gleichgewichtsfähigkeit von T1 zu T2 (gemessen durch *Einbeinstand*, *Balancieren rückwärts*)
- Änderung im *Zielwurf* auf eine Scheibe von T1 zu T2
- Änderung des BMI und der Hautfaltendicke von T1 zu T2
- Änderung des Blutdrucks von T1 zu T2

2.4.2 Fragebögen

Die Eltern der teilnehmenden Kinder erhielten zu T1 und T2 jeweils einen Fragebogen. Dabei wurden numerische Daten und Informationen mittels Ankreuz- und Freitextfragen erhoben.

Dieser Fragebogen wurde bereits in der Studie PAKT verwendet und hier nur geringfügig angepasst. Eine Änderung betraf die Frage nach dem Familieneinkommen. Hier wurden die aktualisierten Grenzen für die Bestimmung des Sozioökonomischen Status gemäß Winkler/ Stolzenberg verwendet [34].

Zur Eingangsuntersuchung war Geburtstag, Geschlecht, Nationalität und Geburtsland des Kindes zu nennen. Daten zur familiären und gesundheitlichen Situation des Kindes wurden erhoben. Auch gefragt wurde nach der motorischen Entwicklung des Kindes, sowie nach Erkrankungen, die ein Risiko für die Untersuchung darstellen könnten oder die Untersuchungsergebnisse beeinflussen könnten. Weiterhin wurde Sport- und Freizeitverhalten sowie Medienkonsum der Kinder erfasst. Angaben zu Größe, Gewicht und Nationalität der Eltern, zu deren Ausbildung, beruflicher Situation und Einkommensverhältnissen wurden erbeten. Die Eltern wurden ebenfalls zu ihrer eigenen körperliche Aktivität befragt. Den Abschluss bildete eine Frage zur persönlichen Einstellung zu körperlicher Aktivität der einzelnen Familienmitglieder.

Aus den erhobenen Daten zu Nationalität und Geburtsland von Kind und Eltern wurde gemäß der Kriterien der KiGGS-Studie der Migrationsstatus bestimmt [35]. Demnach gilt als Kind mit Migrationshintergrund: 1) wer selbst aus einem anderen Land zugewandert ist und von dem mindestens ein Elternteil nicht in Deutschland geboren ist, oder 2) dessen beide Elternteile zugewandert oder nicht deutscher Staatsangehörigkeit sind.

Der sozioökonomische Status (SES) der Kinder bzw. deren Familien wurde aus den Angaben zu Ausbildung, Beruf und Einkommen der Eltern ermittelt. Dabei wurde gemäß Winkler ein Punktwerte berechnet (=Winkler-Index), der eine Einteilung in drei soziale Schichten erlaubt (siehe Tabelle 3) [34].

Tabelle 3: Einteilung der soziale Schichten nach dem Winkler-Index (Windex)

Soziale Schicht	Unterschicht	Mittelschicht	Oberschicht
Winkler-Index	3-8	9-14	15-21

Um Aussagen über den Medienkonsum der Kinder machen zu können, wurde die Zeit, die Kinder pro Woche mit Fernsehen, Video- und Computerspielen verbringen, berechnet. Dazu wurde die angegebene Dauer von Fernsehen und Video-/Computerspielen pro Woche addiert. Fehlten diese Angaben, so wurden die Angaben zu Häufigkeit pro Woche und Dauer pro Tag multipliziert und anschließend ebenfalls addiert.

Aus Gewicht und Größe der Eltern wurde der Body-Mass-Index (BMI) der Eltern nach der Formel: $BMI = \text{Gewicht [kg]} / (\text{Größe [m]})^2$ berechnet.

Als Marker für die sportliche Aktivität der Kinder außerhalb des Kindergarten wurde zum einen die Angabe über Sportvereinsaktivität herangezogen und zusätzlich die Zeit pro Woche berechnet, die die Kinder in einem Sportverein durchschnittlich aktiv waren. Dies geschah durch die Multiplikation der angegebenen Häufigkeit und Dauer für einzelne Sportarten und anschließendes aufsummieren bei Angabe von mehreren Sportvereinsaktivitäten. Die errechnete Größe wurde als „Zeit im Sportverein“ bezeichnet und in Minuten pro Woche angegeben.

Gut vier Monate nach dem ersten Fragenbogen wurden die Eltern zu T2 erneut um ihre Mithilfe gebeten. Dabei wurden die Fragen zum Gesundheitsstatus, zu Sport- und Freizeitverhalten sowie Medienkonsum des Kindes wiederholt. Auch die Eltern sollten noch einmal die Frage nach ihren Sport- und Freizeitaktivitäten beantworten. Diese Wiederholung diente dazu, mögliche Änderungen in diesen Bereichen zu erfassen.

Neu war in der zweiten Erhebung eine Reihe von Evaluationsfragen über das neue Außengelände und Effekte der Intervention auf die kindliche Entwicklung. Diese Fragen wurden nur im Interventionskindergarten gestellt (Vgl. Abbildung 15).

2.4.3 Bewegungsmonitor

Vor Beginn der Neugestaltung des Außengeländes im Februar 2010 sowie fünf Wochen nach Eröffnung der neuen Anlage Anfang Juli 2010 wurde die körperliche Aktivität der Kinder gemessen. Dazu wurden Bewegungsmonitore eingesetzt (GT1M, ActiGraph LCC, Pensacola, USA). Beim GT1M handelt es sich um einen uniaxialen Beschleunigungssensor, der ausschließlich die Bewegung in vertikaler Richtung misst. Das Signal wird digitalisiert und über ein Zeitintervall, hier 15 Sekunden, gemittelt und gespeichert. Solche Bewegungsmonitore sind geeignet, um die körperliche Aktivität von Kindergartenkindern zu messen [36-37].

Das 3,8 x 3,7 x 1,8 cm große und 27 g schwere Gerät wurde mit einem elastischen Gummiband fest um die Hüfte geschnallt, so dass der GT1M eng über dem rechten Hüftknochen anlag [37]. Die Messung erfolgte über sieben Tage [38]. Am Vormittag des ersten Tages wurden die Geräte von einem Mitglied der wissenschaftlichen Arbeitsgruppe den Kindern im Kindergarten angelegt. Die Eltern erhielten ein

Informationsblatt mit Beschreibung der richtigen Befestigung des Bewegungsmonitors und der Anweisung, dass das Gerät lückenlos für sieben Tage vom Kind getragen werden sollte. Lediglich zum Schlafen war ein Ablegen erlaubt und beim Duschen oder Baden musste das Gerät kurzzeitig abgenommen werden.

Die Eltern erhielten zusätzlich ein „Bewegungsmonitortagebuch“ in dem mögliche Fehlzeiten, besondere Aktivitäten oder Krankheiten, die nächtliche Schlafzeit, sowie die Anwesenheit im Kindergarten vermerkt werden sollten.

Nach sieben Tagen wurden die Sensoren im Kindergarten wieder eingesammelt. Die Software ActiLife Lifestyle Monitor (Version 2.1.9, ActiGraph St. Pensacola, USA) wurde zum Initialisieren und Auslesen der Daten verwendet.

Dabei wurde bei den Einstellungen das Zeitintervall 15 Sekunden (Epoch-length) gewählt, um auch die für kleine Kinder typischen sehr kurzen intensiven Aktivitäten zu erfassen [39].

Zur weiteren Verarbeitung der Rohdaten wurde ein zu diesem Zweck erstelltes Programm von Dr. med. T. Schenk (Version 18_1b) verwendet. Dabei betrug die Intervall-Länge 15 Sekunden. 40 oder mehr zusammenhängende Nullwerte in den Rohdaten, was einer Zeit von > 10 min ohne jegliche Aktivität entspricht, wurden als „Nichttragezeit“ definiert und aus der Berechnung ausgeschlossen; ebenso die Nachtzeit von 21:00 Uhr bis 6:59 Uhr. Der Vormittag war als die Zeit von 7:00 Uhr bis 12.59 Uhr festgelegt. Der Nachmittag als die Zeit von 13:00 Uhr bis 20.59 Uhr.

Zur Bewertung der Aktivität wurden die registrierten Rohwerte in Aktivitätsniveaus klassifiziert und zusammengefasst. Als Grenzwert für moderate und intensive Intensität wurde der Wert ≥ 420 counts/15sec gewählt [40]. Der im Englischen übliche Begriff „moderate-and-vigorous physical activity“ (MVPA) wird für dieses Aktivitätsniveau im Folgenden benutzt.

Die Angaben zu MVPA verstehen sich dabei als prozentualer Zeitanteil, den ein Kind in diesem Aktivitätsniveau verbracht hat, bezogen auf die Gesamttragezeit pro betrachteten Zeitraum.

Messdaten von Tagen an denen der Bewegungsmonitor weniger als 7 Stunden getragen wurde, wurden nicht verarbeitet. In die statistische Analyse gingen weiterhin nur Messdaten von Kindern ein, wenn die Tragezeiten die vorher definierten Einschlusskriterien erfüllten (siehe Tabelle 4).

Tabelle 4: Einschlusskriterien für Bewegungsmonitormessungen

Zeitraum	Mindesttragezeit
Ganze Woche	An ≥ 3 Werktagen je ≥ 7 Stunden und an ≥ 1 Wochenendtag je ≥ 7 Stunden
Wochenende	an ≥ 1 Wochenendtag je ≥ 7 Stunden
Werktags	An ≥ 3 Werktagen je ≥ 7 Stunden
Vormittag von Werktagen	An ≥ 3 Vormittagen werktags je ≥ 4 Stunden
Vormittag im Kindergarten	An ≥ 3 Vormittagen werktags je ≥ 4 Stunden bei gleichzeitig protokollierter Anwesenheit im Kindergarten

2.4.4 Motorische Tests

Zu beiden Untersuchungszeitpunkten wurde die sportmotorische Leistungsfähigkeit der Kinder erfasst. Dazu wurde eine Testbatterie bestehend aus sechs Aufgaben eingesetzt. Alle Aufgaben waren validierte und bei Kindern vielfach bewährte Messverfahren. Mit Ausnahme des dynamischen Balancierens rückwärts aus dem Körperkoordinationstest für Kinder (KTK) kamen alle Testelemente auch bei der Studie PAKT zum Einsatz. Tabelle 5 gibt eine Übersicht über die angewandten sportmotorischen Tests und die jeweils untersuchte Testgröße.

Tabelle 5: Übersicht über die angewandten sportmotorischen Tests

Testaufgabe	Gemessene Fähigkeit	Auswertungsvariable	Herkunft
Dynamisches Balancieren rückwärts (DBR)	Gesamtkörperkoordination	Gültige Schritte	KTK
Einbeinstand (EIN)	Standgleichgewicht	Anzahl Bodenkontakte	KMS 3-6
Seitliches Hin- und Herspringen (SHH)	Dynamische Kraft- Ausdauer / Gesamtkörperkoordination	Summe der Sprünge aus zweimal 15sec	KMS 3-6

Standweitsprung (SW)	Sprung- und Schnellkraft	Weite des Besten aus zwei Versuchen	KMS 3-6
Balancieren rückwärts (RB)	Dynamische Gleichgewichtsfähigkeit, taktile Wahrnehmung	Ein Punkt für jeden erfolgreichen von zwei Versuch	Mot 4-6
Zielwurf (ZW)	Bewegungssteuerung, Auge-Hand-Koordination	Punkt für jeden Treffer (maximal 2 Punkte)	Mot 4-6

KTK: Körperkoordinationstest für Kinder; KMS 3-6: Karlsruher Motorik-Screening; Mot 4-6: Motoriktest für 4-6 Jährige

2.4.4.1 Testleiter

Für die Durchführung der sportmotorischen Tests wurden geschulte Testleiter eingesetzt. Dabei handelte es sich um Mitglieder der wissenschaftlichen Arbeitsgruppe und drei Studenten. Jeweils vor den Terminen zu T1 und T2 wurde eine Testleiterschulung organisiert, welche wie bereits in der Studie PAKT von Frau Dr. Roth geleitet wurde. Die neuen Testleiter wurden an den Testvorrichtungen unterwiesen. Jeweils waren auch Kinder im Alter von 3 bis 6 Jahren anwesend, mit denen dann geübt wurde. Diese Kinder nahmen nicht an der eigentlichen Untersuchung teil. Durch die Schulung sollte die korrekte Durchführung der Tests und die Vergleichbarkeit zwischen PAKT und dieser Untersuchung gewährleistet werden.

2.4.4.2 Organisation und Ablauf

Die Untersuchung fand jeweils am Vormittag von 8 Uhr bis maximal 13 Uhr statt. Die Kinder wurden in Kleingruppen von zwei bis drei Kindern in ihren Gruppen abgeholt und in die vorbereiteten Räume des Kindergartens geführt (Turnhalle und ein kleinerer Gruppenraum). Dort durften sie sich zunächst hinsetzen und nach Aufnahme von Name und Geburtstag in das Testprotokoll, wurde nach mindestens 5 Minuten Ruhephase der Blutdruck und Puls bestimmt und notiert. Diese Messung wurde, bis auf wenige Ausnahmen, immer von derselben, dafür geschulten Person vorgenommen. Anschließend wurde jeweils ein Kind von einem Testleiter in den einzelnen Aufgaben getestet, wobei die Testleiter die Ergebnisse im Testprotokoll notierten. Die Reihenfolge der Aufgaben war dabei für alle Kinder die gleiche: DBR, EIN, SHH, SW,

RB, ZW. Abschließend wurden die Kinder in einen separaten Nebenraum begleitet, wo Gewicht, Größe und Hautfaldendicke bestimmt wurden.

2.4.4.3 Balancieren rückwärts nach dem KTK

Der Körperkoordinationstest für Kinder (KTK) wurde von Kiphard und Schilling veröffentlicht. Ursprünglich war er für die Diagnostik von motorischen Defiziten bei hirngeschädigten Kindern gedacht, erwies sich aber als geeignetes Testinstrumentarium für ein weites Leistungsspektrum. Auf Grund seiner geringen Beübbarkeit ist er auch sehr gut für den Nachweis des Entwicklungsverlaufs geeignet [41] und wurde in großen epidemiologischen Studien wie z.B. dem ersten deutschen Kinder- und Jugendgesundheitssurveys (KiGGS) eingesetzt.

Der KTK besteht aus vier Teilaufgaben und misst damit die Gesamtkörperkoordination und Körperbeherrschung. Für die hier verwendete Aufgabe *dynamisches Balancieren rückwärts* (DBR), wird bei Wagner [42] die „grobmotorische Koordination bei dynamischen Präzisionsaufgaben“ als untersuchte Größe definiert.

Die Normierungsstichprobe von 1974 umfasste nur Daten von Kindern im Alter von 5 bis 17 Jahren. Nach Auswertung der Daten des Kinder- und Jugendgesundheitssurveys liegen nun aber auch aktuelle Referenzwerte für Kinder im Alter von 4 -17 Jahre für das DBR vor [42]. Als Maß für die Testgüte wird für das DBR ein Test-Retest-Zuverlässigkeitskoeffizient (r_{tt}) von 0,80 angegeben [41].

Testaufbau:

Das Testset bestand aus drei kantigen Balancierbalken von 3 m Länge und 3 cm Höhe mit den drei verschiedenen Breiten von 6 cm, 4,5 cm und 3 cm. Durch die unterbauten Querleisten ergibt sich eine Gesamthöhe von 5 cm. Weiter wurde eine 5 cm hohe 25 cm x 25 cm große Startstandfläche benutzt.

Testdurchführung:

Der Testleiter erklärte die Aufgabe und demonstrierte den Versuchsablauf, indem er zunächst vorwärts, dann rückwärts über den ersten (6 cm) Balken balancierte. Das Kind erhielt jeweils einen Probeversuch vorwärts und rückwärts über den gesamten Balken und dies bei jeder neuen Breite. Pro Balken hatte jedes Kind drei Versuche mit maximal acht gültigen Schritten. In der Summe konnte also eine Gesamtpunktzahl von maximal 72 Schritten erreicht werden. Gezählt wurde jeder balancierte Schritt bis zum ersten

Bodenkontakt. Als erster Schritt wurde dabei der Schritt gewertet, bei dem sich kein Fuß mehr auf der Standfläche befand (normalerweise der zweite Schritt). Besonders wurde darauf geachtet, dass das Kind vor dem Start mit geschlossenen Beinen auf der Startstandfläche zur Ruhe kam bevor es zu balancieren begann. Bei offensichtlicher Ablenkung oder losbalancieren ohne auf der Startfeld mit beiden Füßen zur Ruhe zu kommen, wurde der Versuch abgebrochen und wiederholt.

2.4.4.4 Einbeinstand

Der *Einbeinstand* (EIN) stammt, genauso wie die weiter unten beschriebenen Tests *seitliches Hin- und Herspringen* (SHH) und *Standweitsprung* (SW), aus dem Karlsruher Motorik-Screening (KMS 3-6) [43]. Der EIN dient der Überprüfung des Standgleichgewichtes. Die Testvorrichtung bestand aus einem 40 cm langen, 4,5 cm breiten und 6 cm hohen Balken befestigt auf einer Holzplatte (40 cm x 20 cm x 3 cm). Unter letzteren war eine rutschfeste Gummimatte angebracht. Zu Beginn demonstrierte der Testleiter kurz die Durchführung und erklärte die Aufgabe. Das Kind sollte für 60 Sekunden auf einem Bein auf dem Balken stehen, möglichst ohne den Boden zu berühren. Das Standbein konnte dabei frei gewählt werden. Jede Bodenberührung des Spielbeins wurde als Fehler gezählt und die Summe der Bodenkontakte am Ende notiert. Wurde der Balken verlassen oder betrug die Bodenkontaktzeit des Spielbeins mehr als zwei Sekunden, so wurde die Stoppuhr angehalten bis das Kind die korrekte Position wieder eingenommen hatte. Bei 30 Bodenkontakten und mehr wurde der Versuch abgebrochen und 30 notiert.

Der Test-Retest-Zuverlässigkeitskoeffizient für ein Acht-Tage-Intervall wird für alle Einzeltests des KMS 3-6 zwischen 0,80 und 0,90 angegeben [43].

2.4.4.5 Seitliches Hin- und Herspringen

Dieser Test aus dem KMS 3-6 [43] dient der Untersuchung der Gesamtkörperkoordination [41], Aktionsschnelligkeit und Kraftausdauer der unteren Extremitäten [44]. Für diesen Test wurde eine Holzplatte (96 cm x 60 cm) verwendet, die durch eine Holzleiste von 60 x 2 x 2 cm in zwei gleich große Hälften geteilt wurde. Die Platte war auf einer rutschfesten Unterlage befestigt. Die Kinder wurden angewiesen, in zwei Versuchen zu 15 Sekunden so schnell wie möglich beidbeinig und seitlich über die Mittelleiste zu springen. Im Test wurde jeder korrekt ausgeführte

Sprung laut als Punkt gezählt. Sprünge mit nicht simultanen Bodenkontakten wurden nicht gewertet. Zwischen den zwei Versuchen erhielten die Kinder eine kurze Verschnaufpause von ca. 60 Sekunden. Bei Unterbrechungen oder Abkommen von der Platte wurde das Kind mit „Weiter, weiter!“ zur Fortführung aufgefordert, die Zeit aber nicht gestoppt. Auf dem Testprotokoll wurde die Summe der korrekt durchgeführten Sprünge aus beiden Versuchen notiert.

2.4.4.6 Standweitsprung

Dieser dritte Test aus dem KMS 3-6 [43] zielt auf die Messung der Sprung- und Schnellkraft der unteren Extremitäten ab. Dazu wurde das Kind gebeten sich mit beiden Beinen hinter eine Absprunglinie zu stellen und dann beidbeinig soweit wie möglich nach vorne zu springen. Parallel zur Sprungrichtung war ein Maßstab am Boden befestigt an dem die erzielte Weite als Distanz zwischen Vorderkante der Absprunglinie und Ferse des hinteren Fußes gemessen wurde. Schwungholen durch Kniebeugen und Armschwingen waren erlaubt. Auch ein nach vorne Fassen nach der Landung wurde akzeptiert, aber ein Zurückfallen oder ~greifen nach der Landung wurde als Fehlversuch gewertet. Jedes Kind erhielt zwei Versuche, die Weite wurde in Zentimetern notiert und der beste Versuch ging in die weitere Analyse ein.

2.4.4.7 Balancieren rückwärts aus dem Mot 4-6

Das *Balancieren rückwärts* wurde entsprechend den Ausführungen aus dem Motoriktest für 4- bis 6-jährige Kinder von Zimmer und Volkamer [45] durchgeführt. Die Aufgabe bestand darin, rückwärts über einen 2 m langen und 10 cm breiten Teppichstreifen zu balancieren, ohne dabei die Begrenzung zu übertreten. Für diesen Versuch zogen die Kinder ihre Schuhe aus. Die Schrittgröße konnten die Kinder frei wählen, auch ein rückwärts Rutschen war erlaubt. Jedes Kind erhielt zwei Testversuche. Der Testleiter stand während des Versuchs hinter dem Kind und bewertete den Versuch als erfolgreich (= 1 Punkt), falls das Kind bei keinem Schritt den Teppichstreifen übertreten oder verlassen hatte. Folglich konnten 0 bis 2 Punkte erzielt werden, entsprechend der Anzahl der erfolgreichen Versuche.

2.4.4.8 Zielwurf auf eine Scheibe

Dieser zweite Test aus dem Mot 4-6 wurde ebenfalls entsprechend der Vorgaben des Testmanuals [45] angewendet. Eine Zielscheibe von 40 cm Durchmesser wurde in 1,70

m Höhe (Oberkante) an der Wand befestigt. Die Kinder wurden angewiesen mit einem Tennisball auf die Zielscheibe zu werfen. Dazu standen sie vor einer Abwurflinie, die 3 m von der Wand entfernt war. Jedes Kind bekam einen Probeversuch und dann vier gültige Versuche. Der Testleiter stand hinter dem Kind und wertete jeden Versuch bei dem die Scheibe berührt wurde als Treffer. Kein Treffer entsprach null Punkten, ein Treffer einem Punkt und zwei oder mehr Treffer zwei Punkten.

2.4.5 Blutdruck- und Pulsmessungen

Blutdruck und Puls der Kinder wurde in sitzender Position nach mindestens fünf Minuten Ruhephase gemessen. Dazu wurde ein oszillometrisches Blutdruckmessgerät (Dinamap 8100, Critikon) verwendet und jeweils drei Messungen in Folge am rechten Arm erhoben. Die Manschettengröße wurde so gewählt, dass sie mindestens zwei Drittel des Oberarms bedeckte (DURA-CUF Critikon, 12-19cm) [46]. Aus den ersten beiden Messwerten des systolischen und diastolischen Blutdrucks wurde der Mittelwert gebildet. War die Differenz der beiden Messungen > 5 mmHg, so wurde die dritte Messung in den Mittelwert mit eingerechnet [47].

Aus den Pulswerten wurde ebenfalls der Mittelwert ermittelt.

2.4.6 Anthropometrische Messungen

Zur Bestimmung der Körpermaße trugen die Kinder leichte Unterwäsche und keine Schuhe. Das Gewicht der Kinder wurde mit einer elektronischen Messwaage (Hans Dinslage GmbH - Typ BFS 05 muscle) auf 0,1 kg genau bestimmt. Die Größe der Kinder wurde mit einem an der Wand fixierten Metallmaßband auf 0,1 cm genau gemessen. Die Kinder stellten sich mit geschlossenen Beinen vor das Maßband und es wurde darauf geachtet, dass beide Fersen direkt an der Wand anstanden und Körper und Kopf gerade gehalten wurden. Ein großes „Geodreieck“ diente als Ablesehilfe.

Als Maß für den Körperfettanteil wurde die Hautfaldendicke mittels Holtain Caliper (Crosswell, Crymych, UK) ermittelt. Während die Kinder standen, wurde an folgenden vier Positionen der rechten Körperhälfte gemessen [32]:

1. Bizeps - am ventralen Oberarm über dem Mittelpunkt des Muskelbauchs
2. Trizeps - am dorsalen Oberarm in der Mitte der Strecke zwischen Acromion und Olecranon
3. Subscapular - am Rücken unterhalb des Angulus inferior scapulae

4. Suprailiacal - direkt oberhalb der Crista iliaca in der Medioaxillarlinie

An jeder Position wurden drei Messungen durchgeführt und dann der Median der Messungen gebildet. Für weitere Analysen wurde sowohl der Median der Trizeps-Hautfalte, sowie die Summe der Mediane aller vier Hautfalten verwendet. Die Messauflösung des Hautfalten-Kaliper beträgt 0,2 mm [48].

2.4.7 Mittlere Tagestemperatur zu T2

Aktuell zeigte eine Studie eine inverse Assoziation zwischen Außentemperatur und dem Blutdruck bei Temperaturen $> 10^{\circ}\text{C}$ [49]. Deshalb wurde für den Zeitpunkt zu T2, der sich in den Sommermonaten befand, also mittlere Tagestemperaturen $>10^{\circ}\text{C}$ aufwies, zusätzlich die Außentemperatur am Tag der Blutdruckmessung ermittelt. Dafür wurde der Wert der mittleren Tagestemperatur (T_M) der Wetterstation Würzburg (Stationskennziffer 10655) zum jeweiligen Testdatum zu T2 herangezogen. Diese Daten sind auf der Homepage des deutschen Wetterdienstes verfügbar [50].

Es wurde der Mittelwert und Standardabweichung der mittleren Tagestemperatur für die beiden Gruppen bestimmt und mittels T-Test für unabhängige Stichproben getestet. Weiter wurde der Effekt von T_M auf den Blutdruck untersucht. Dazu wurde T_M als Kovariate in die univariate Varianzanalyse eingeschlossen.

2.5 Berechnungen und statistische Verfahren

Die Auswertung der erhobenen Daten erfolgte mittels Statistikprogramm PASW Statistics 18 (@2009 SPSS Inc., Chicago, Illinois, US). Aus den Ergebnissen des *Einbeinstand*, *Seitliches Hin- und Herspringen* und *Standweitsprung* wurde als Maß der gesamtmotorischen Leistungsfähigkeit ein „Motorikgesamtscore“ gebildet. Dieser errechnete sich als Summe der Z-Werte der Motoriktests. Dabei wurde der Z-Wert des EIN zuvor mit minus Eins multipliziert, da hier weniger Bodenkontakte eine höhere Leistungsfähigkeit bedeuten.

Für die Analyse im Längsschnitt wurden zunächst die Differenzen zwischen den Rohwerten zu T1 und T2 des EIN, SHH und SW gebildet und diese anschließend Z-transformiert und aufsummiert. Das jeweilige Vorgehen für die Berechnung anderer Variablen findet sich unter dem entsprechenden Unterpunkt der Methodik, wo das Testverfahren beschrieben ist. Für die statistische Deskription der Variablen wurde in

den Tabellen stets Anzahl (N) der für die Berechnung zur Verfügung stehenden Daten, Mittelwert (MW) und Standardabweichung (SD) notiert.

Für den Vergleich der drei Stichproben (Mini-Gruppe, Maxi-Gruppe, Kontroll-Gruppe) zum ersten Messzeitpunkt wurden für normalverteilte Variablen mit Intervallskalenniveau die einfaktorielle Varianzanalyse (Analysis of Variance – ANOVA) mit Post-Hoc-Test nach Bonferroni durchgeführt. Dabei wurde das Signifikanzniveau für die Ergebnisse der Post-Hoc-Tests gemäß Bonferroni-Korrektur bei drei Tests auf $p < 0,0166$ festgelegt. Ansonsten galten die Signifikanzniveaus wie sie aus Tabelle 6 zu ersehen sind.

Tabelle 6: Signifikanzniveau nach Bortz [51]

Irrtumswahrscheinlichkeit	Verbale Bedeutung	Symbol
$p > 0,05$	Nicht signifikant	n.s.
$p < 0,05$	Signifikant	*
$p < 0,01$	Sehr signifikant	**
$p < 0,001$	Hoch signifikant	***

Nicht normalverteilte bzw. ordinalskalierte Variablen wurden mittels H-Tests nach Kruskal-Wallis für k unabhängige Stichproben untersucht. Traten dabei signifikante Unterschiede zwischen den drei Gruppen auf, wurde paarweise der Mann-Whitney-U-Test angewandt und das Signifikanzniveau auf $p < 0,0166$ korrigiert.

Zur Analyse der Entwicklung der Kinder in den einzelnen Testparametern im Längsschnitt wurde die Differenz zwischen den jeweiligen Testergebnissen zu T1 und T2 gebildet. Diese wurde als Delta (Δ) bezeichnet. Für den Vergleich von Maxi- versus Kontrollgruppe wurde für normalverteilte, intervallskalierte Variablen die univariate Varianzanalyse (allgemeines lineares Modell) zur Analyse der Deltas genutzt. Das Testergebnis der jeweils ersten Messung, sowie das Alter, dienten dabei als Kovariaten. Feste Faktoren waren die Intervention und das Geschlecht. Bei nicht normalverteilten oder ordinalverteilten Variablen wurde der Mann-Whitney-U-Test genutzt. Die Veränderungen der Testparameter für die Mini-Gruppe wurden je nach Skalenniveau und Verteilung entweder mit Students-T-Test oder Wilcoxon-Rang-Test analysiert.

3. Ergebnisse

3.1 Ergebnisse der Eingangsuntersuchung

3.1.1 Daten aus den Fragebögen zu T1

Die Alters- und Geschlechterverteilung innerhalb der Gruppen wurde bereits in den Tabelle 1 und Tabelle 2 gezeigt. In Tabelle 7 sind wichtige Ergebnisse der Fragebögen zum Zeitpunkt der Eingangsuntersuchung dargestellt. Beobachtete Unterschiede wurden auf statistische Signifikanz hin untersucht und gemäß der Einteilung in Tabelle 6 angegeben. N gibt die Anzahl der Kinder an, von denen Daten zu der betreffenden Frage vorlagen. Wo möglich sind Mittelwert (MW) und Standardabweichung (SD) angegeben.

Das durchschnittliche **Alter** der Kinder betrug 5,2 Jahre, wobei sich die Kinder der Mini-Gruppe mit 3,5 Jahren im Mittel auf Grund der Bildung der Stichprobengruppen nach Altersklassen signifikant von den anderen beiden Gruppen unterschieden. Zwischen Maxi- und Kontrollgruppe fand sich kein signifikanter Unterschied im Alter. In der **Geschlecht**verteilung bestand ebenfalls keine signifikante Differenz zwischen der Maxi- und Kontrollgruppe.

Die Intervention fand in einem **Stadt**kindergarten statt. Bei der Kontrollgruppe befanden sich nur fünf Kindergärten (16,4% der Kinder) im Stadtbereich.

Im **Sozioökonomischen Index** nach Winkler zeigten die Kinder der Maxi-Gruppe mit im Mittel 16 Punkten den höchsten Wert. Beide Gruppen der Intervention lagen statistisch hoch signifikant über der Kontrollgruppe, wo im Mittel 13 Punkte errechnet wurden. Die Verteilung der sozialen Schichten innerhalb der Gruppen ist in Abbildung 6 dargestellt.

Tabelle 7: Ergebnisse der Fragebögen zum Zeitpunkt T1 mit Mittelwert (MW), Standardabweichung (SD) und Anzahl (N), sowie die Ergebnisse der statistischen Vergleiche zwischen den Gruppen

	Mini	Maxi	Kontrolle	Mini – Maxi	Mini – Kontrolle	Maxi – Kontrolle
Alter in Jahren MW \pm SD (N)	3,5 \pm 0,42 (20)	5,4 \pm 0,67 (46)	5,3 \pm 0,54 (336)	***	***	n.s.
Geschlecht m : w in % (N)	75,0 : 25,0 (20)	45,7 : 54,3 (46)	48,8 : 51,2 (336)	n.s.	n.s.	n.s.
Stadt : Land in % (N)	Nur Stadt (20)	Nur Stadt (46)	16,4 : 83,6 (336)	-	-	-
SES ¹ nach Winkler MW \pm SD (N)	15 \pm 4 (20)	16 \pm 4 (43)	13 \pm 4 (331)	n.s.	*	***
Anteil mit Migrationshintergrund in % (N)	5 (20)	9 (44)	12 (336)	n.s.	n.s.	n.s.
Medienzeit (Minuten/Woche) MW \pm SD (N)	128 \pm 108 (20)	177 \pm 139 (44)	260 \pm 188 (325)	n.s.	***	**
BMI Mutter MW \pm SD (N)	22,5 \pm 4,1 (20)	21,4 \pm 2,7 (43)	24,1 \pm 4,3 (320)	n.s.	n.s.	***
BMI Vater MW \pm SD (N)	25,3 \pm 2,4 (20)	25,4 \pm 2,9 (44)	26,0 \pm 3,5 (284)	n.s.	n.s.	n.s.
Aktiv im Sportverein in % (N)	35 (20)	68 (44)	64 (332)	*	**	n.s.
Zeit im Sportverein (Minuten/Woche) MW \pm SD (N)	71 \pm 27 (7)	90 \pm 41 (30)	83 \pm 43 (214)	n.s.	n.s.	n.s.
Aktiv draußen an \geq 4 Tagen in % (N)	70 (20)	75 (44)	60 (332)	n.s.	n.s.	n.s.

¹SES - Sozioökonomischer Status; n.s.- nicht signifikant; *signifikant; **sehr signifikant ***hoch signifikant

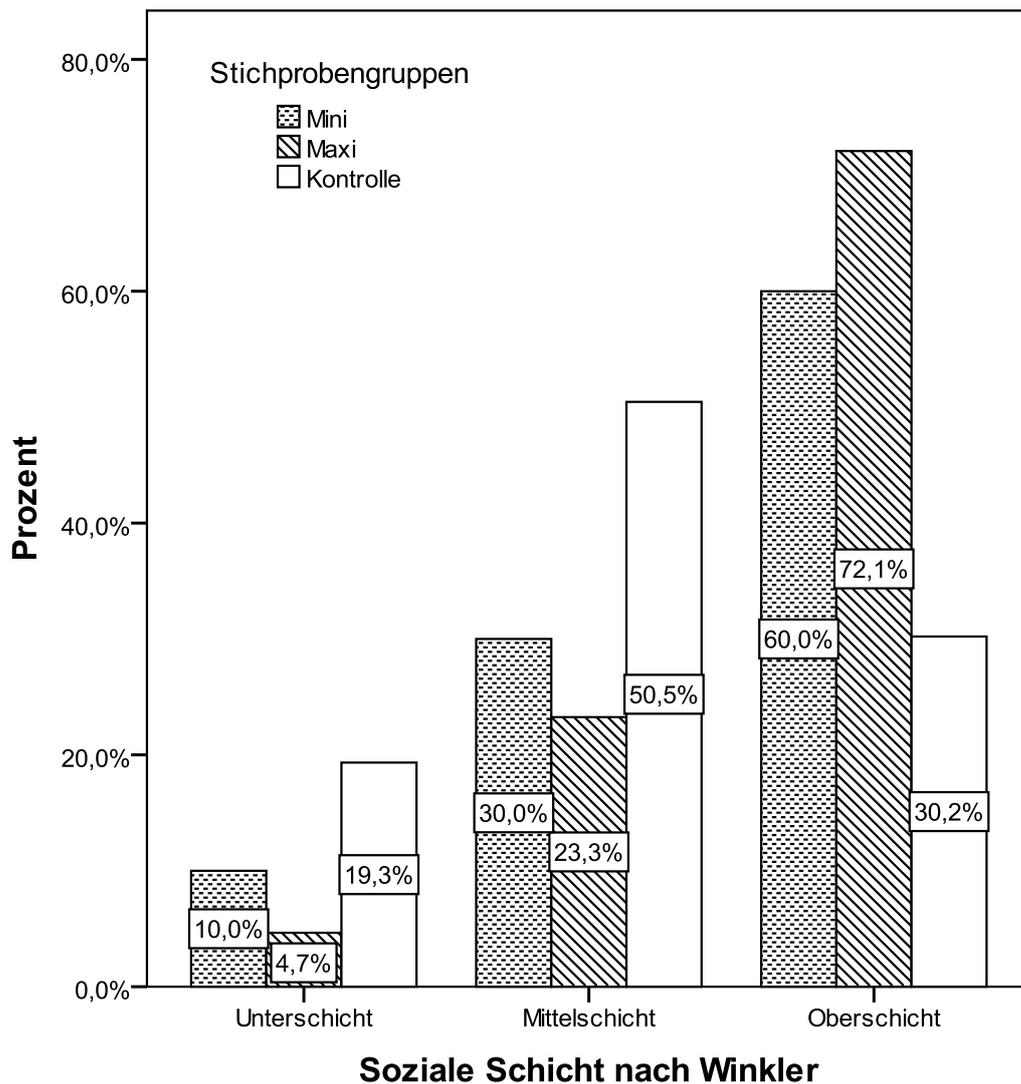


Abbildung 6: Prozentualer Anteil der Kinder aus den drei sozialen Schichten

Nach den Angaben der Fragebögen verbrachten die Kinder der Kontrollgruppe durchschnittlich 260 Minuten pro Woche mit **Fernsehen oder Computer-/Videospiele**. Dies war hoch (bzw. sehr) signifikant mehr als bei der Mini- bzw. Maxi-Gruppe, für die 128 bzw. 177 Minuten für diese Tätigkeiten berechnet wurden.

Der aus den Angaben berechnete **BMI der Mütter** war mit durchschnittlich 24,1 kg/m² bei der Kontrollgruppe hoch signifikant höher als bei der Maxi-Gruppe, wo er 21,4 kg/m² betrug. Beim BMI der Väter gab es keinen signifikanten Unterschied zwischen den Gruppen.

Die Auswertung der Fragebögen ergab auch, dass die jüngeren Kinder des Interventionskindergartens deutlich seltener im **Sportverein aktiv** waren als Kinder der beiden älteren Gruppen. Dabei waren die häufigsten Sportarten im Verein das Kinderturnen und der Tanzsport. Außerdem spielten einige Fußball oder Handball, schwammen oder betrieben einen Kampfsport im Verein. Dabei waren die betreffenden Kinder durchschnittlich für 84 Minuten pro Woche im Verein sportlich aktiv. Für die Zeit im Sportverein gab es keine signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppen.

Etwa 2/3 der Eltern teilte mit, dass ihr Kind an vier oder mehr Tagen in der Freizeit **draußen aktiv** sei. Bei den Kindern der Interventionsgruppen lag dieser Anteil etwas höher, was aber statistisch nicht signifikant war.

3.1.2 Körperliche Aktivität zu T1

Die Kinder trugen die Bewegungsmonitore durchschnittlich 11,0 Stunden (SD=0,97 Stunden). Dabei ist zu bedenken, dass die Rohmessdaten von Tagen, an denen der Monitor weniger als sieben Stunden getragen wurde, im Verarbeitungsprogramm eliminiert wurden (siehe Methodik).

Bei Betrachtung der Daten der gesamten Woche zeigte sich, dass die jüngeren Kinder des St. Jakobus Kindergarten durchschnittlich 10,1% ihrer Zeit eine moderate und intensive Aktivität aufwiesen. Für die älteren Kinder der Intervention ergab sich ein Anteil von 12,7% MVPA, für die Kontrollgruppe mit 14,3% der höchste Wert. Damit unterschieden sich die jüngeren Kinder hoch signifikant von der Kontrollgruppe, aber nicht signifikant von der Maxi-Gruppe ($p=0.058$). Maxi- und Kontrollgruppe unterschieden sich ebenfalls nicht signifikant mit $p=0.068$.

Ähnliche Zusammenhänge zeigten sich, wenn nur die Messdaten der Werkstage, also der potenziellen Kindergarten tage, betrachtet wurden. Es errechnete sich ein hochsignifikanter Unterschied zwischen Mini-Gruppe und Kontrollgruppe. Zwischen den älteren und jüngeren Kindern des Kindergartens St. Jakobus ergab sich kein signifikanter Unterschied ($p=0,017$; adjustiertes Signifikanzniveau).

In Tabelle 8 sind die Ergebnisse der Aktivitätsmessung zur Eingangsuntersuchung T1 dargestellt. Mit N ist die Anzahl der Kinder angegeben, die die Einschlusskriterien erfüllten (Vgl. Tabelle 4) und deshalb in die Kalkulation eingeschlossen wurden.

Tabelle 8: Ergebnisse der Aktivitätsmessung zu T1 mit Mittelwert (MW), Standardabweichung (SD) und Anzahl der Kinder (N), sowie die Ergebnisse der statistischen Vergleiche zwischen den Gruppen

	Mini	Maxi	Kontrolle	Mini – Maxi	Mini – Kontrolle	Maxi – Kontrolle
Tragezeit (Std/Tag) MW ± SD (N)	10,9 ± 0,65 (19)	11,0 ± 0,83 (46)	11,0 ± 1,0 (319)	n.s.	n.s.	n.s.
MVPA ganze Woche in % MW ± SD (N)	10,1 ± 2,9 (19)	12,7 ± 3,5 (38)	14,3 ± 4,0 (227)	n.s.	***	n.s.
MVPA werktags in % MW ± SD (N)	9,6 ± 3,0 (19)	12,8 ± 3,6 (44)	14,2 ± 4,4 (301)	n.s.	***	n.s.
MVPA Wochenende in %) MW ± SD (N)	11,6 ± 3,7 (18)	12,3 ± 3,8 (43)	13,7 ± 5,1 (295)	n.s.	n.s.	n.s.
MVPA werktags Vormittag in % MW ± SD (N)	7,1 ± 2,8 (19)	10,0 ± 3,0 (43)	13,5 ± 4,9 (276)	n.s.	***	***
MVPA vormittags im Kindergarten in % MW ± SD (N)	7,4 ± 2,8 (15)	9,9 ± 2,8 (29)	13,6 ± 5,0 (214)	n.s.	***	***

n.s. - nicht signifikant; *signifikant; ***hoch signifikant

Am Wochenende lieferten die Analysen keine statistisch signifikanten Unterschiede zwischen den einzelnen Gruppen. Durchschnittlich verbrachten die Kinder 13,4% in MVPA, wobei auch hier die Kinder der Kontrollgruppe höher lagen als die Kinder des St. Jakobus Kindergarten.

Um die Aktivität der Kinder im Kindergarten möglichst gut darstellen zu können, wurden zunächst die Vormittage von Werktagen und in einem zweiten Schritt nur die Vormittage eingerechnet, an denen im Sensortagebuch die Anwesenheit im Kindergarten protokolliert war. Bei beiden Ansätzen ergaben sich hoch signifikante Unterschiede im MVPA-Anteil zwischen der Kontrollgruppe und den beiden Gruppen im St. Jakobus Kindergarten. Kinder der Kontrollgruppe verbrachten am Vormittag 13,5% ihrer Zeit in MVPA. Die beiden Gruppen des Kindergarten St. Jakobus lagen bei Werten von 7,1% und 10,0% für die Mini- und Maxi-Gruppe. Die MVPA-Anteile zwischen den beiden Interventionssubgruppen unterschied sich dabei nicht signifikant ($p=0,08$).

Auf Grund dieses hochsignifikanten Unterschiedes in der Aktivität der Kinder ausgedrückt als MVPA-Anteil am Vormittag erfolgte in Abbildung 7 eine Darstellung der Mittelwerte der MVPA-Anteile vormittags der insgesamt 21 Kindergärten in absteigender Reihenfolge. Dies sollte eine Einordnung des Aktivitätsniveaus der Kinder des Interventionskindergartens gegenüber den Kontrollkindergärten ermöglichen. Die Maxi-Gruppe belegte Rang 18 zur Eingangsuntersuchung, die Mini-Gruppe den letzten Rang.

In den späteren Analysen der Längsschnittuntersuchung wurde das jeweilige MVPA Ergebnis zum Zeitpunkt T1 als Kovariate in das Modell aufgenommen. Auf diese Weise wurden die zur Eingangsuntersuchung gefundenen Unterschiede in MVPA zwischen den Gruppen berücksichtigt.

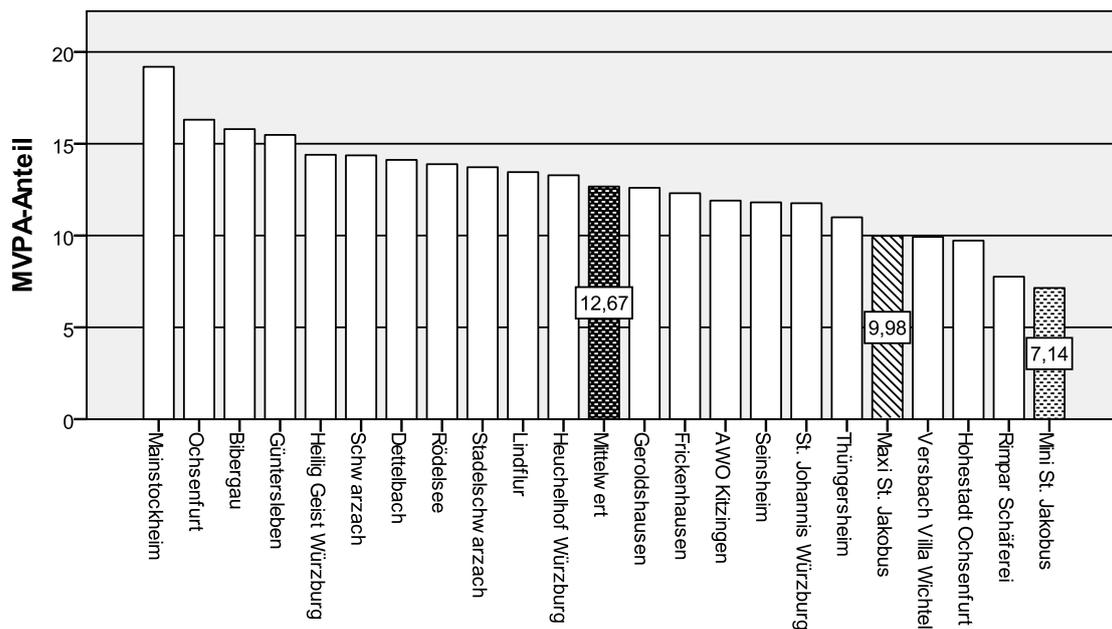


Abbildung 7: Mittelwerte der MVPA-Anteile am Vormittag von Werktagen zu T1 dargestellt für die einzelnen Kindergärten und die Gesamtgruppe

3.1.3 Motorische Fähigkeiten zu T1

In diesem Abschnitt werden die Ergebnisse der motorischen Tests der Eingangsuntersuchung dargestellt. An Hand dieser wird die motorische Leistungsfähigkeit der drei Stichproben beschrieben und miteinander verglichen.

Tabelle 9 fasst die wichtigsten Ergebnisse zusammen. N nennt dabei die Anzahl der Kinder die den jeweiligen Test erfolgreich absolviert haben. Insgesamt nahmen 19 Kinder aus der Mini-, 45 Kinder aus der Maxi- und 330 Kinder aus der Kontrollgruppe an den motorischen Tests zu T1 teil. Die geringe Anzahl in der Mini-Gruppe beim Motorikgesamtscore und dem *Einbeinstand* ist dadurch begründet, dass einige der Kinder motorisch (noch) nicht in der Lage waren, den *Einbeinstand* zu bewältigen. Bei den jüngeren Kindern des Kindergarten St. Jakobus waren dies 6 Kinder, die dazu weder zu T1 noch zu T2 in der Lage waren. Bei der Maxi-Gruppe gab es ein Kind bei dem dies der Fall war.

Tabelle 9: Übersicht über die Ergebnisse der motorischen Tests zu T1 mit Mittelwert (MW), Standardabweichung (SD) und Anzahl der Kinder (N), sowie die Ergebnisse der statistischen Vergleiche zwischen den Gruppen

	Mini	Maxi	Kontrolle	Mini – Maxi	Mini – Kontrolle	Maxi – Kontrolle
Motorikgesamtscore MW ± SD (N)	-3,7 ± 1,6 (12)	-0,04 ± 2,5 (44)	0,2 ± 2,2 (330)	***	***	n.s.
EIN: Bodenberührungen MW ± SD (N)	25 ± 8 (14)	14 ± 10 (44)	16 ± 9 (330)	***	***	n.s.
SHH: Sprünge in 2x15s MW ± SD (N)	13 ± 6 (16)	23 ± 7 (45)	28 ± 8 (330)	***	***	***
SW: Weite in cm MW ± SD (N)	58 ± 15 (19)	87 ± 20 (45)	87 ± 18 (330)	***	***	n.s.
RB: 1 oder/ 2 erfolgreiche Versuche in % (N)	11 / 0 (18)	27 / 24 (45)	17 / 5 (330)	**	n.s.	***
ZW: 1 oder/ ≥ 2 Treffer in % (N)	5 / 5 (19)	31 / 13 (45)	23 / 12 (330)	*	n.s.	n.s.
DBR: erfolgreiche Schritte MW ± SD (N)	6 ± 4 (15)	17 ± 10 (45)	-	***	-	-

*n.s.- nicht signifikant; *signifikant; **sehr signifikant; ***hoch signifikant*

Die Ergebnisse des RB zeigten, dass die älteren Kinder des Kindergarten St. Jakobus den anderen beiden Gruppen (hoch) signifikant überlegen waren. Dies ist in Abbildung 8 dargestellt.

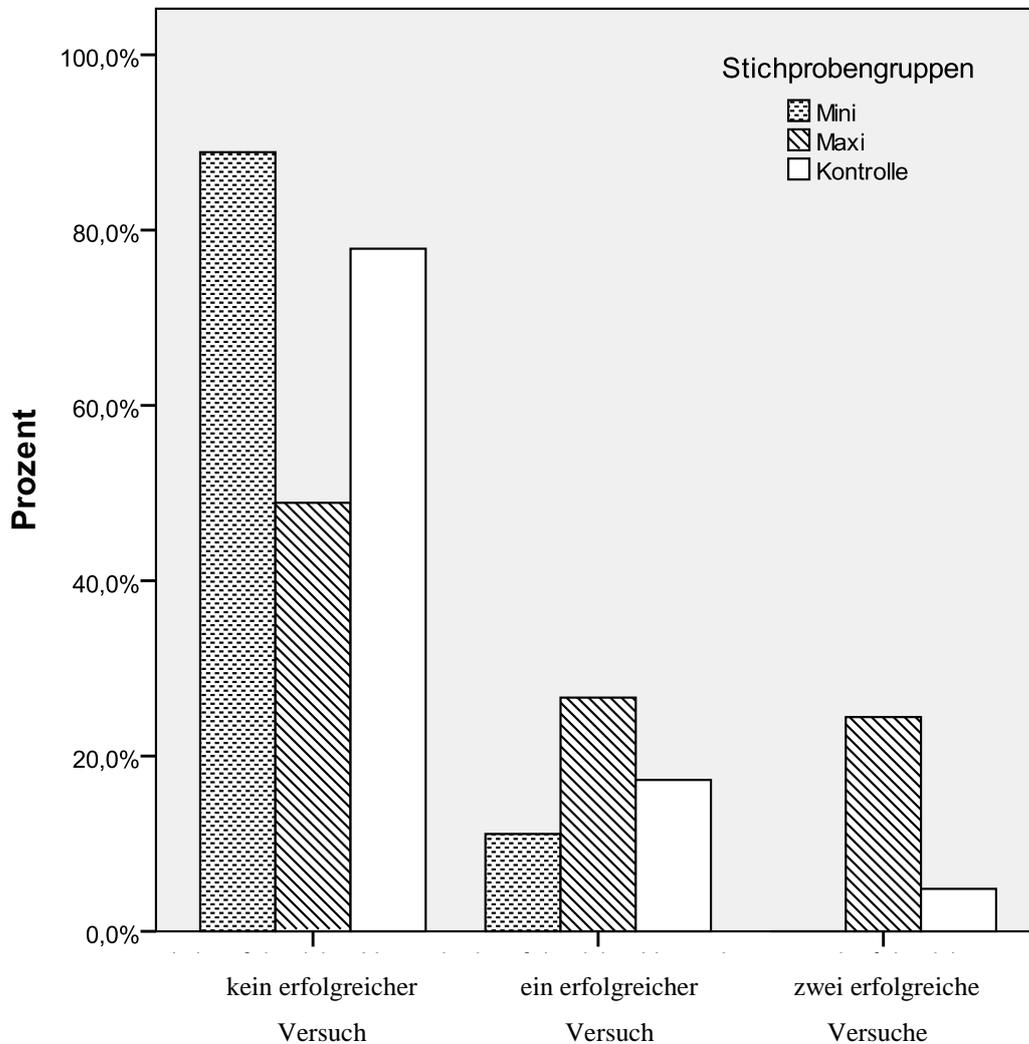


Abbildung 8: Erfolgreiche Versuche beim Balancieren rückwärts (RB) zu T1

Beim Zielwerfen schnitten die jüngeren Kinder signifikant schlechter ab, für die anderen beiden Gruppen ergaben sich keine statistisch signifikanten Unterschiede.

Das *dynamische Balancieren rückwärts* gemäß KTK wurde nur im Kindergarten St. Jakobus durchgeführt. Auch hier waren die älteren Kinder den jüngeren um 11 Schritte überlegen, was statistisch signifikant war.

3.1.4 Blutdruck, Puls und Körpermaße zu T1

Bei der Eingangsuntersuchung wurden der Blutdruck und Puls gemessen, sowie anthropometrische Daten erhoben. Die Ergebnisse stellt Tabelle 10 dar.

Zum Zeitpunkt der Eingangsuntersuchung hatten die Kinder im Durchschnitt einen Blutdruck von 103/58 mmHg. Die Gruppe der Jüngeren hatte mit 98 mmHg einen statistisch signifikant niedrigeren systolischen Blutdruck.

Ebenso lagen die Jüngeren bei Größe und Gewicht statistisch hoch signifikant unter den Werten der anderen beiden Gruppen.

Die Ergebnisse von Maxi- und Kontrollgruppe unterschieden sich in keinem Punkt signifikant.

Tabelle 10: Ergebnisse von Blutdruck-, Puls- und Hautfaltenmessungen zu T1 mit Mittelwert (MW), Standardabweichung (SD) und Anzahl der Kinder (N), sowie die Ergebnisse der statistischen Vergleiche zwischen den Gruppen

	Mini	Maxi	Kontrolle	Mini – Maxi	Mini – Kontrolle	Maxi – Kontrolle
SBD in mmHg MW ± SD (N)	98 ± 6 (20)	102 ± 8 (45)	103 ± 9 (329)	n.s.	*	n.s.
DBD in mmHg MW ± SD (N)	56 ± 9 (20)	57 ± 7 (45)	58 ± 7 (329)	n.s.	n.s.	n.s.
Puls in Schläge / Minute MW ± SD (N)	102 ± 11 (20)	97 ± 11 (45)	96 ± 12 (329)	n.s.	n.s.	n.s.
Größe in cm MW ± SD (N)	99,5 ± 4,4 (19)	113,2 ± 6,3 (44)	112,4 ± 5,9 (328)	***	***	n.s.
Gewicht in kg MW ± SD (N)	14,9 ± 1,6 (19)	19,6 ± 3,0 (45)	19,5 ± 2,9 (330)	***	***	n.s.
BMI-Perzentile MW ± SD (N)	41 ± 29 (19)	45 ± 27 (44)	47 ± 26 (328)	n.s.	n.s.	n.s.
Triceps-Hautfalte in mm MW ± SD (N)	10,2 ± 1,2 (18)	10,8 ± 2,6 (42)	10,8 ± 2,6 (328)	n.s.	n.s.	n.s.
Hautfalten-Summe in mm MW ± SD (N)	27,0 ± 2,6 (18)	28,8 ± 6,7 (42)	28,2 ± 7,2 (321)	n.s.	n.s.	n.s.

n.s.- nicht signifikant; *signifikant; ***hoch signifikant

3.2 Ergebnisse der Längsschnittuntersuchung

Die Kinder des Kindergarten St. Jakobus und der Kontrollkindergärten wurden im Juli 2010 bzw. im Mai bis Juli 2008 erneut untersucht. Dabei fanden die gleichen Messungen wie in der Eingangsuntersuchung statt, um so die Entwicklung der Kinder des Interventionskindergartens darzustellen und soweit möglich mit der Entwicklung der Kontrollgruppe zu vergleichen. Auf diese Weise sollten Effekte der Neugestaltung des Außengeländes analysiert werden.

Auf Grund der im vorherigen Abschnitt ausgeführten großen Unterschiede der Mini-Gruppe zu den anderen beiden Gruppen wurde diese Gruppe nicht mit der Kontrollgruppe verglichen, sondern für diese Gruppe lediglich die Messungen vor und nach der Neugestaltung des Außengeländes betrachtet. Die Ergebnisse der Maxi-Gruppe und der Kontrollgruppe wurden miteinander verglichen.

3.2.1 Veränderungen in den durch die Fragebögen erhobenen Größen

Um Hinweise auf Einflussfaktoren auf die Entwicklung der Kinder im Verlauf der Studie zu bekommen, wurde auch zu T2 ein Fragebogen von den Eltern ausgefüllt. Darin wurden sie u.a. erneut zu Medienkonsum und besonderen Sport- und Freizeitaktivitäten befragt.

Änderungen in diesen Lebensbereichen können sich auch auf die motorische Leistungsfähigkeit und körperliche Aktivität auswirken. Deshalb sollen hier kurz die gefundenen Änderungen zusammengefasst werden. Sie sind in Tabelle 11 aufgeführt. Statistische Tests wurden nur zwischen der Maxi- und Kontrollgruppe durchgeführt.

Im Durchschnitt verbrachten die Kinder aller drei Gruppen pro Woche 35 Minuten weniger Zeit mit Fernsehen, Video- und Computerspielen im Sommer verglichen mit dem Winter. Auch spielten gut die Hälfte aller der Kinder im Sommer mehr Tage im Freien und nur bei 5 % hatte sich die Anzahl der Tage verringert. In keinem dieser Parameter gab es signifikante Unterschiede zwischen der Maxi- und Kontrollgruppe.

Tabelle 11: Änderungen im Medienkonsum und den sportlichen Freizeitaktivitäten nach Neugestaltung des Außengeländes des Kindergarten St. Jakobus und in den Kontrollkindergärten mit Angabe von Mittelwert (MW), Standardabweichung (SD) und Anzahl der Kinder (N) sowie den Ergebnissen des statistischen Vergleichs zwischen der Maxi- und Kontrollgruppe

	Mini	Maxi	Kontrolle	Maxi – Kontrolle
Δ Medienzeit in Minuten pro Woche MW ± SD (N)	-19 ± 87 (20)	-39 ± 99 (43)	-35 ± 129 (283)	n.s.
Aktivität draußen weniger / mehr in % (N)	5 / 50 (20)	7 / 49 (43)	4 / 56 (296)	n.s.
Sportverein neu / aufgehört in % (N)	25 / 10 (20)	12 / 5 (43)	7 / 3 (300)	n.s.
Δ Zeit im Sportverein in Minuten pro Woche MW ± SD (N)	3 ± 27 (5)	3 ± 49 (28)	6 ± 39 (191)	n.s.

n.s.- nicht signifikant

3.2.2 Veränderungen der körperlichen Aktivität

Die Kinder des Kindergarten St. Jakobus erhielten 5 Wochen nach Eröffnung des neuen Außengeländes erneut einen Bewegungsmonitor für eine Woche. Aus den Daten wurden die MVPA-Anteile berechnet und anschließend die Differenz zwischen den Werten zu T1 und T2 gebildet. In Abbildung 9 sind für die Untersuchung T2 die gefundenen Mittelwerte der MVPA-Anteile am Vormittag von Werktagen zu sehen.

Die Maxi-Gruppe des Interventionskindergarten lag nun am Vormittag von Werktagen mit einem MVPA-Anteil von 14,1% auf Rang 9 von 21. Gegenüber der Eingangsuntersuchung, wo sie sich auf Rang 18 befand, ist die Maxi-Gruppe also um neun Plätze nach vorne gerückt (Vgl. Abbildung 7 und Abbildung 9). Für die Mini-Gruppe wurde ein MVPA-Anteil am Vormittag von Werktagen von 10,8% berechnet,

was eine Verbesserung um zwei Ränge bedeutet. Der Vergleich der Ergebnisse in MVPA-Anteilen vor und nach der Neugestaltung des Ausgeländes für die Mini-Gruppe wurde mittels Student's T-Test für verbundene Stichproben durchgeführt. Dabei zeigte sich, dass die Kinder der Mini-Gruppe sehr signifikant mehr Zeit in MVPA nach der Intervention verbrachten. Der Unterschied war hoch signifikant mit $p < 0,001$ für die Vormittage werktags mit Δ MVPA von 3,8%. Dies entspräche auf 4 Stunden an 5 Vormittagen hochgerechnet 46 Minuten mehr Zeit in MVPA. Lediglich am Wochenende war die Zunahme des MVPA-Anteils nicht signifikant.

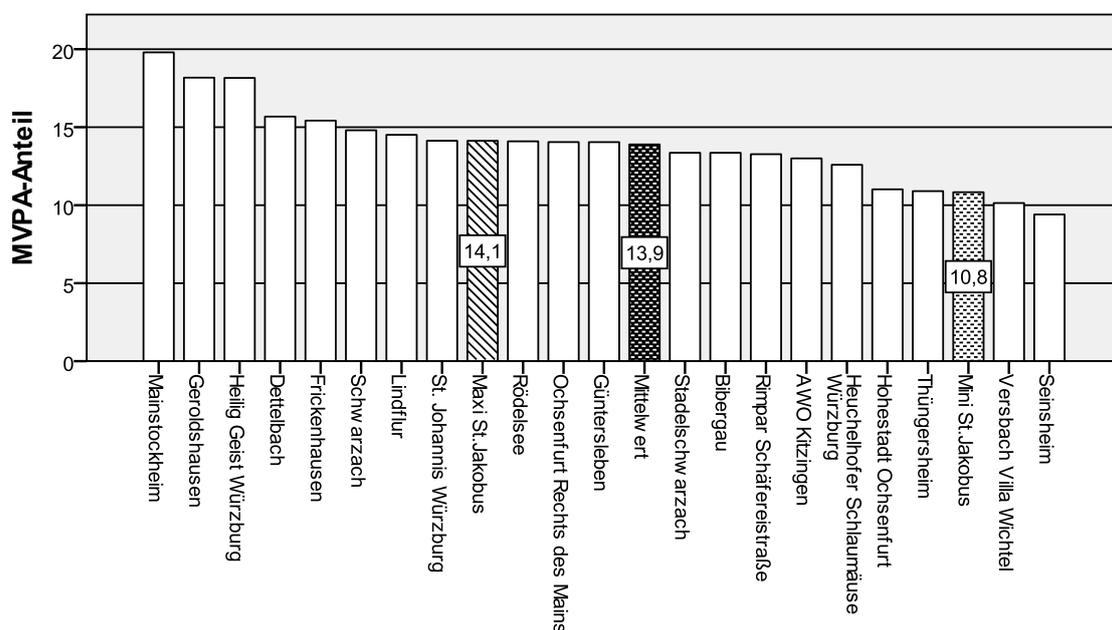


Abbildung 9: Mittelwerte für MVPA-Anteile am Vormittag von Werktagen zu T2 dargestellt für die einzelnen Kindergärten

Die Unterschiede zwischen den Änderungen der MVPA-Anteile für Maxi- und Kontrollgruppe wurden auf statistische Signifikanz hin untersucht. Dafür wurde die univariate Varianzanalyse verwendet. Feste Faktoren waren Geschlecht und Gruppe, als Kovariaten wurden das Alter zum Zeitpunkt T1 und das Ergebnis der Eingangsuntersuchung der untersuchten abhängigen Variablen mit einbezogen.

Tabelle 12 gibt die gefunden Änderungen der Aktivität in den drei Stichproben wieder und die Ergebnisse des statistischen Vergleichs von Maxi- und Kontrollgruppe. Für die Einschlusskriterien der jeweiligen Zeiträume sei hier noch mal auf Tabelle 4 verwiesen.

Tabelle 12: Änderung der körperlichen Aktivität von T1 zu T2 mit Mittelwert (MW), Standardabweichung (SD) und Anzahl der Kinder (N), sowie die Ergebnisse der statistischen Tests

	Mini	Maxi	Kontrolle	Maxi – Kontrolle	Mini vor – nach Intervention
Tragezeit in Std/Tag zu T2 MW ± SD (N)	10,9 ± 0,7 (19)	11,0 ± 0,8 (46)	11,0 ± 1,0 (319)	-	-
Δ MVPA ganze Woche in % MW ± SD (N)	2,1 ± 2,2 (13)	2,2 ± 2,8 (26)	1,0 ± 3,7 (211)	n.s.	**
Δ MVPA werktags in % MW ± SD (N)	2,8 ± 3,0 (18)	1,8 ± 3,1 (40)	0,7 ± 3,7 (251)	n.s.	**
Δ MVPA Wochenende in % MW ± SD (N)	1,3 ± 3,9 (13)	1,8 ± 4,6 (27)	1,4 ± 6,6 (226)	n.s.	n.s.
Δ MVPA werktags Vormittag in % MW ± SD (N)	3,8 ± 3,2 (18)	4,4 ± 3,4 (39)	0,5 ± 4,3 (191)	**	***
Δ MVPA vormittags im Kindergarten in % MW ± SD (N)	4,4 ± 3,8 (14)	5,0 ± 3,9 (26)	0,8 ± 4,4 (130)	*	**

n.s. - nicht signifikant; *signifikant; **sehr signifikant; *** hoch signifikant

Über die gesamte Woche hinweg, am Wochenende und an Werktagen wurden keine signifikanten Unterschiede zwischen Kontroll- und Interventionsgruppe hinsichtlich der Änderung des MVPA Anteil von T1 zu T2 nachgewiesen. Die Zunahme der Zeitanteile an MVPA war allerdings in allen drei Zeiträumen für die Maxi-Gruppe größer als für die Kontrollgruppe. Für die ganze Woche und das Wochenende erreichte nur eine relativ geringe Anzahl von Kindern eine ausreichende Tragzeit um in die Wertung einzugehen. Dies lag v.a. an Kindern, die am Wochenende den Bewegungsmonitor nicht genügend getragen hatten. Laut Tagebucheinträgen war dies v.a. durch Badeaktivitäten begründet.

Bei der Betrachtung der Änderung des MVPA-Anteils am Vormittag von Werktagen zeigten sich sehr signifikante Unterschiede zwischen Kontrollgruppe und Maxi-Gruppe mit $p=0.002$. Das errechnete Randmittel für die Kontrollgruppe betrug 0,74 und für die Maxi-Gruppe 2,86. Damit ergibt sich ein Unterschied von 2,12 zugunsten der Maxi-Gruppe. Das partielle Eta-Quadrat (η^2_p) für den Faktor Intervention wurde mit 0,04 berechnet. Der Faktor Intervention, also die Neugestaltung des Außengeländes, erklärte damit 4% des MVPA-Anteils am Vormittag.

In Abbildung 10 sind die Änderungen des MVPA-Anteils für die einzelnen Kindergärten dargestellt.

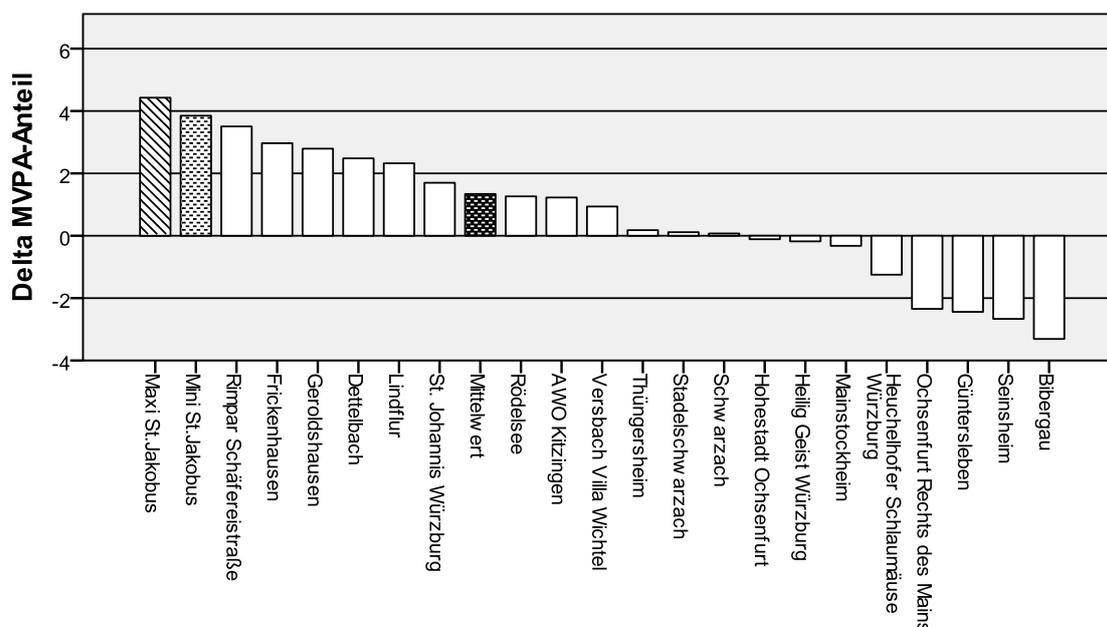


Abbildung 10: Mittelwerte von Δ MVPA am Vormittag von Werktagen dargestellt für die einzelnen Kindergärten

Hier lässt sich erkennen, dass sich die Steigerung in MVPA am Vormittag nicht nur vom Durchschnitt der gesamten Kontrollgruppe unterschied, sondern dass sich keine einzige andere Kindergartengruppe so steigern konnte wie die Kinder des Kindergartens St. Jakobus.

Als ebenfalls sehr signifikanter Einflussfaktor auf Δ MVPA am Vormittag werktags zeigte sich das Geschlecht mit $p=0,002$ und $\eta^2_p=0,04$. Wie aus Abbildung 11 zu sehen ist, steigerten dabei die Jungen ihre Aktivität mehr als die Mädchen. Dies war sowohl in der Kontrolle als auch in der Intervention der Fall.

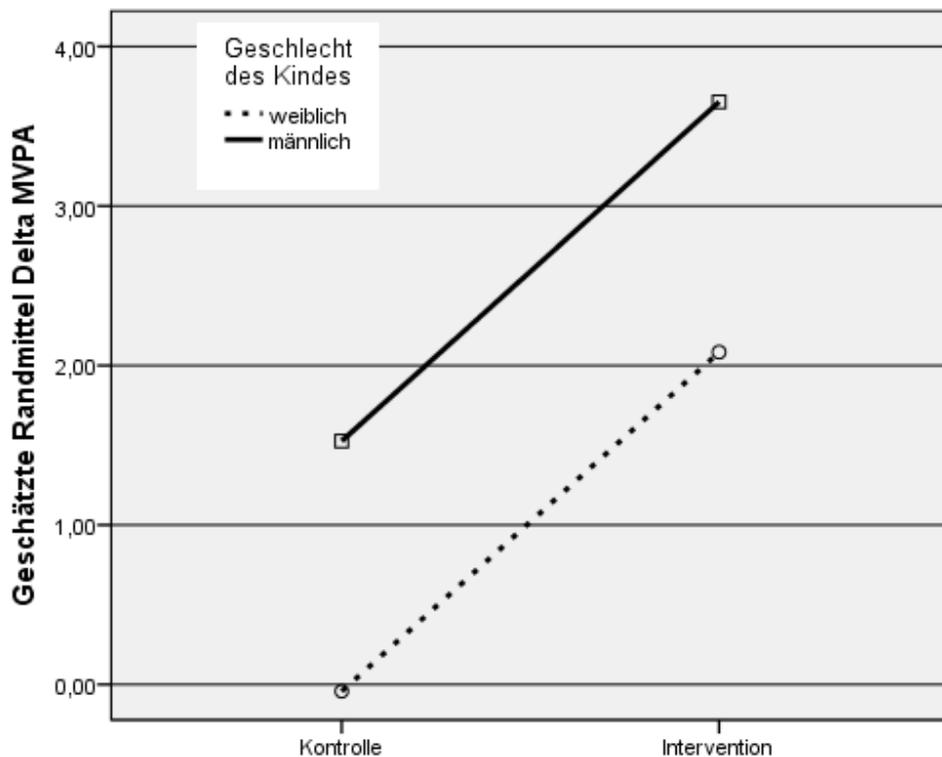


Abbildung 11: Geschätzte Randmittel für Δ MVPA am Vormittag von Werktagen getrennt dargestellt für Geschlecht und Intervention

Der MVPA-Anteil zu T1, der als Kovariate mit im Modell berücksichtigt wurde, war hoch signifikant undklärte mit $\eta^2_p = 0,23$ einen Großteil der Varianz auf. Das Alter war kein signifikanter Faktor.

In einer separaten Berechnung wurde auch die Änderung der MVPA-Anteile für die Vormittage analysiert, bei denen zusätzlich zur Mindesttragezeit auch die Anwesenheit

im Kindergarten protokolliert war. Auf Grund von fehlenden Einträgen in den Tagebüchern und Abwesenheit vom Kindergarten senkte sich dabei die Anzahl der Kinder für die Analyse um knapp ein Drittel. Auch hier war der Unterschied zwischen den Gruppen signifikant mit $p=0,015$. Für die Intervention zeigten sich gleiche Effekte wie bereits in zuvor dargestellter Analyse mit η^2_p von 0,04 und Randmitteldifferenz von 2,2. Der Effekt des Geschlechts war hier nicht signifikant ($p=0,12$).

3.2.3 Veränderungen der motorischen Fähigkeiten

Ziel dieser Studie war es u.a. die Effekte der Neugestaltung des Ausgeländes auf die motorische Entwicklung der Kinder zu untersuchen. Dafür wurden die Kinder im Juli 2010 erneut mit denselben Testverfahren getestet, wie sie bei T1 zur Anwendung kamen.

Zwischen den motorischen Tests von T1 und T2 lagen im Durchschnitt 145 Tage für die Interventionsgruppe. Für die Kontrollgruppe waren es im Mittel 139 Tage.

In den Ergebnissen zeigte sich, dass sich die Mini-Gruppe von T1 zu T2 in allen Testparametern verbesserte. So waren es beim *Einbeinstand* durchschnittlich 5 Bodenkontakte weniger, beim Seitlichen Hin- und Herspringen 6 Sprünge mehr in 30 Sekunden und beim *Standweitsprung* sprangen sie 22 cm weiter. Auf Grund der altersbedingt unterschiedlichen Entwicklungsdynamik in den verschiedenen Altersgruppen, wurde kein statistischer Vergleich zu den älteren Kindern durchgeführt. Stattdessen wurde für die Testparameter der Mini-Gruppe der Students t-Test für verbundene Stichproben verwendet. Dabei ergab sich für SHH und SW ein hoch signifikanter Unterschied zwischen T1 und T2. Die Änderung im Motorikgesamtscore und EIN waren ebenfalls (sehr) signifikant, allerdings gab es dabei nur die Daten von 12 Kindern dieser Altersgruppe, da 7 Kinder motorisch nicht in der Lage waren alle drei Tests zu beiden Zeitpunkten durchzuführen. Besondere Schwierigkeit bereitete dabei der *Einbeinstand*.

Tabelle 13 gibt zusammenfassend die Ergebnisse der motorischen Tests im Längsschnitt an, sowie die Ergebnisse der statistischen Tests.

Tabelle 13: Ergebnisse der motorischen Tests im Längsschnitt mit Mittelwert (MW), Standardabweichung (SD) und Anzahl der Kinder (N), sowie die Ergebnisse der statistischen Tests

	Mini	Maxi	Kontrolle	Maxi – Kontrolle	Mini vor - nach Int.¹	Maxi vor - nach Int.¹
Δ Motorikgesamtscore MW ± SD (N)	1,6 ± 1,7 (12)	0,7 ± 1,4 (41)	-0,2 ± 1,8 (318)	*	**	-
Δ EIN: Bodenberührungen MW ± SD (N)	-5 ± 8 (14)	-1 ± 7 (41)	-1 ± 8 (319)	n.s.	*	-
Δ SHH: Sprünge MW ± SD (N)	6 ± 5 (16)	7 ± 6 (44)	3 ± 6 (318)	*	***	-
Δ SW in cm MW ± SD (N)	22 ± 17 (19)	16 ± 12 (44)	12 ± 14 (319)	n.s.	n.s.	-
Δ RB: schlechter/ gleich/ besser in % (N)	6/83/11 (18)	21/57/23 (44)	14/65/21 (318)	n.s.	n.s.	-
Δ ZW: schlechter/ gleich/ besser in % (N)	5/79/16 (19)	30/43/27 (44)	21/48/31 (319)	n.s.	n.s.	-
Δ DBR: Schritte MW ± SD (N)	2 ± 9 (15)	5 ± 11 (45)	-	-	n.s.	**

¹Int.- Intervention; n.s.- nicht signifikant; *signifikant; **sehr signifikant; ***hoch signifikant

Die Varianzanalyse des Δ Motorikgesamtscore ergab einen signifikanten Effekt der Intervention mit $p=0,012$. Das Randmittel für die Maxi-Gruppe wurde dabei mit 0,56 berechnet, für die Kontrollgruppe lag es bei -0,15. Weiter wurde als Schätzer für den Effekt der Intervention η^2_p mit 0,018 berechnet, der Regressionskoeffizient B betrug 1,02 zu Gunsten der Intervention. Das Alter der Kinder zeigte ebenfalls einen sehr signifikanten Effekt auf Δ Motorikgesamtscore mit $p=0,005$ und $\eta^2_p=0,022$.

Das Ergebnis des Motorikgesamtscore zu T1 war mit $p<0,001$ ein hoch signifikanter Faktor und erklärte 7,1% der Varianz (η^2_p). Das Geschlecht war kein signifikanter Faktor.

Weitergehend wurden die Ergebnisse der einzelnen Tests, die den Motorikgesamtscore bilden mittels Varianzanalyse geprüft. Dabei zeigte sich für Δ *Einbeinstand* kein signifikanter Effekt der Intervention. Die Randmittel von Δ EIN betragen -1,1 für die Kontrollgruppe und -1,5 für die Interventionsgruppe. Signifikante Effekte auf Δ EIN errechnete sich für das Alter ($p=0,046$), das Geschlecht ($p=0,025$) und hoch signifikant für das Ergebnis des EIN zu T1. Die Mädchen zeigten beim *Einbeinstand* sowohl in der Kontroll- als auch der Interventionsgruppe die größeren Verbesserungen (Vgl. Abbildung 12).

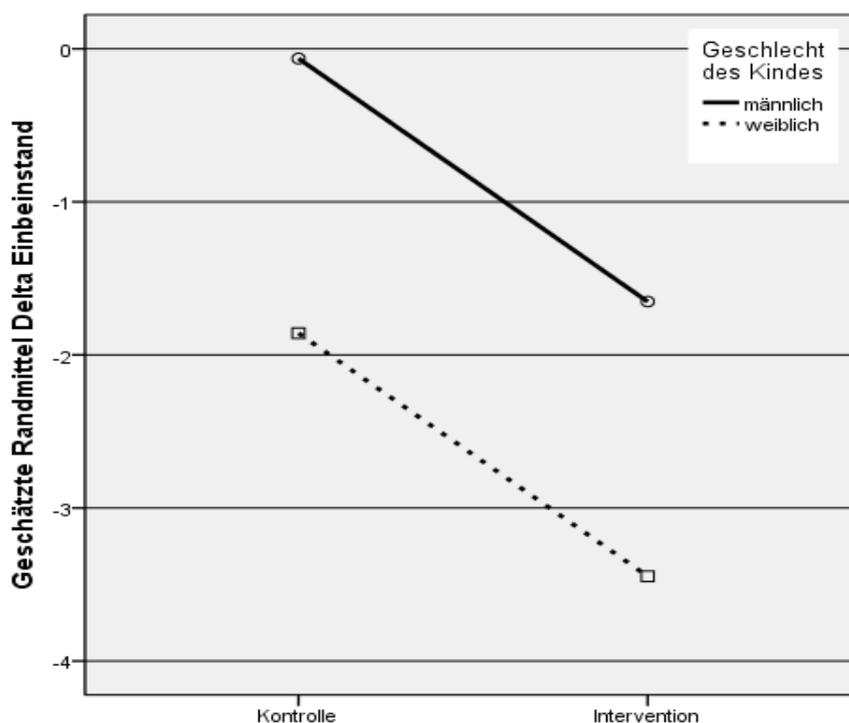


Abbildung 12: Bedeutung des Geschlechts bei der Änderung im *Einbeinstand*

Für die Änderungen im **Seitlichen Hin- und Herspringen** ergab sich in der Varianzanalyse ein signifikanter Effekt der Intervention mit $p=0,015$. Dabei verbesserten sich die Kinder der Maxi-Gruppe um 6 Sprünge (geschätztes Randmittel) und die der Kontrolle um 3 Sprünge. Für den Faktor Intervention betrug $\eta^2_p=0,017$ und der Regressionskoeffizient B 3,1. Einen signifikanten Effekt zeigten außerdem das Alter und das Ergebnis im SHH zu T1 (beide $p < 0,001$ und $\eta^2_p=0,05$ bzw. $0,04$). Das Geschlecht war kein signifikanter Faktor.

Bei der Analyse des **Standweitsprungs** ergab sich kein signifikanter Effekt der Intervention. Im Mittel verbesserten sich die Kinder der Maxi-Gruppe um 4 cm mehr als die Kontrollgruppe. Für das Alter und das Ergebnis des SW zu T1 ergaben sich jeweils hoch signifikante Effekte mit $\eta^2_p=0,05$ für das Alter und $\eta^2_p=0,25$ für SW zu T1. Das Geschlecht war kein signifikanter Faktor.

Für die lediglich ordinal skalierten Variablen **RB und ZW** wurden ebenfalls Deltas gebildet und diese mittels Mann-Whitney-U-Test für Maxi- und Kontrollgruppe verglichen. Es zeigten sich keine signifikanten Unterschiede.

Die erhaltenen Δ -Werte von -2 bis +2 wurden in der Abbildung 13 in folgende drei Kategorien zusammengefasst: gleich bleibendes Ergebnis (Wert 0), eine Verbesserung (Werte 1 und 2) oder eine Verschlechterung (Werte -1 und -2).

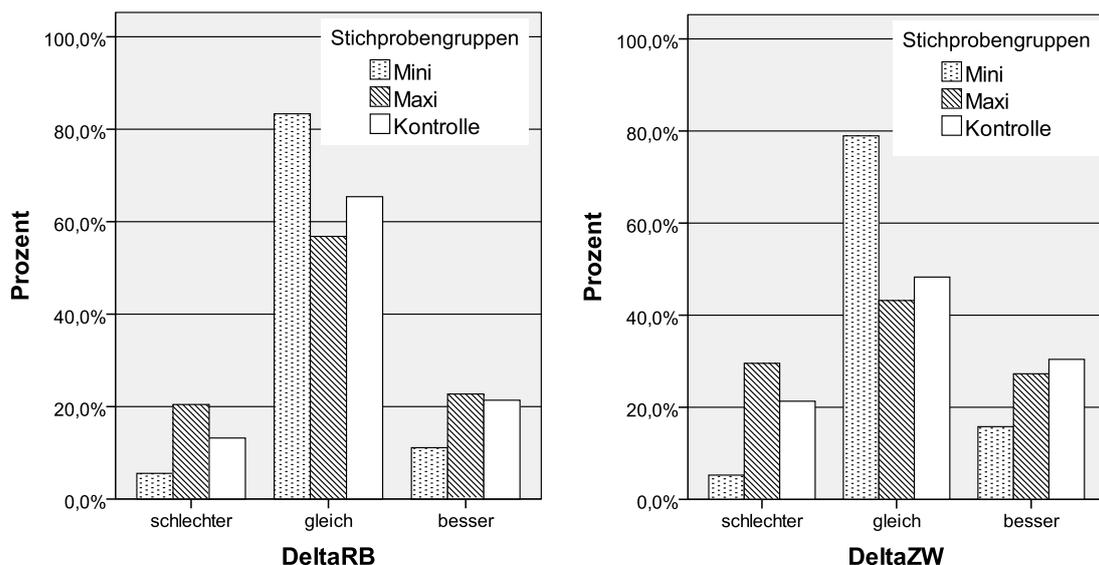


Abbildung 13: Ergebnisse der Änderungen in RB und ZW

Bei den jüngeren fällt auf, dass hier der Prozentsatz der Kinder, die ein gleiches Ergebnis erzielten mit ca. 80% besonders hoch liegt.

Das *dynamische Balancieren rückwärts* gemäß KTK wurde nur im Kindergarten St. Jakobus durchgeführt. Die jüngeren Kinder steigerten sich um 2 Schritte, die älteren um durchschnittlich 5 Schritte. Der t-Test für verbundene Stichproben wurde für beide Gruppen durchgeführt und erhielt ein sehr signifikantes Ergebnis für die Maxi-Gruppe ($p=0,005$) und ein nicht signifikantes Ergebnis für die Mini-Gruppe.

3.2.4 Veränderungen von Blutdruck, Puls und Körpermaßen

Als gesundheitsrelevante Marker wurden Blutdruck und Puls, sowie Körpermaße und die Körperzusammensetzung im Verlauf gemessen und auf Veränderungen hin untersucht. Die Werte der Ausgangssituation sind in Tabelle 10 beschrieben, hier folgt nun die Darstellung der Änderungen von T1 zu T2 (Tabelle 14).

Die statistische Analyse der Blutdruckänderungen ergaben für den systolischen Blutdruck geschätzte Randmittel von -6,3 mmHg für die Maxi-Gruppe und -0,8 mmHg für die Kontrollgruppe. Dieser Blutdruck-senkende Effekt der Intervention war mit $p<0,001$ hoch signifikant. η^2_p für den Faktor Intervention betrug 0,043.

Beim diastolischen Blutdruck betragen die Randmittel für die Intervention -4,6 mmHg und für die Kontrollgruppe -1,7 mmHg. Damit senkte sich auch der diastolische Blutdruck signifikant mehr bei der Interventionsgruppe mit $p = 0,012$ und $\eta^2_p=0,018$.

Statistisch hoch signifikant war bei systolischer und diastolischer Blutdruckänderung auch der Effekt des Blutdruckes zu T1 mit $\eta^2_p=0,25$ für SBD und $\eta^2_p=0,28$ für den DBD. Für das Alter und Geschlecht errechnete sich kein signifikanter Effekt auf die Änderung des systolischen oder diastolischen Blutdrucks.

Bei den jüngeren Kindern der Interventionsgruppe senkte sich der Blutdruck um 5 mmHg (SBD) und 6 mmHg (DBD), was statistisch signifikant war.

Tabelle 14: Änderungen in Blutdruck, Puls und Körpermaßen mit Mittelwert (MW), Standardabweichung (SD) und Anzahl der Kinder (N), sowie die Ergebnisse der statistischen Tests

	Mini	Maxi	Kontrolle	Maxi – Kontrolle	Mini vor – nach Intervention
Δ SBD in mmHg MW ± SD (N)	-5 ± 8 (20)	-6 ± 7 (44)	-1 ± 10 (315)	***	**
Δ DBD in mmHg MW ± SD (N)	-6 ± 10 (20)	-4 ± 8 (44)	-2 ± 8 (315)	*	*
Δ Puls in Schläge / Minute MW ± SD (N)	-2 ± 10 (20)	0 ± 11 (44)	-1 ± 12 (315)	n.s.	n.s.
Δ Größe in cm MW ± SD (N)	2,7 ± 1,0 (19)	2,6 ± 1,8 (45)	2,6 ± 1,0 (316)	n.s.	***
Δ Gewicht in kg MW ± SD (N)	1,0 ± 0,7 (19)	1,3 ± 0,9 (44)	0,9 ± 0,7 (319)	**	***
Δ BMI-Perzentile MW ± SD (N)	3 ± 13 (19)	5 ± 16 (43)	-1 ± 11 (316)	**	n.s.
Δ Triceps-Hautfalte in mm MW ± SD (N)	0,2 ± 1,3 (18)	0,2 ± 1,5 (42)	-1,2 ± 1,5 (318)	***	n.s.
Δ Hautfalten-Summe in mm MW ± SD (N)	0,0 ± 2,5 (18)	0,1 ± 1,5 (42)	-0,6 ± 3,5 (301)	n.s.	n.s.

*n.s.- nicht signifikant; *signifikant; **sehr signifikant; ***hoch signifikant*

Beim Puls gab es keine statistisch signifikanten Effekte der Intervention. Jedoch waren das Alter ($\eta^2_p=0,022$) eine sehr signifikante, das Geschlecht ($\eta^2_p=0,044$) und der Puls zu T1 ($\eta^2_p=0,344$) eine hoch signifikante Einflussgröße (Vgl. Abbildung 14).

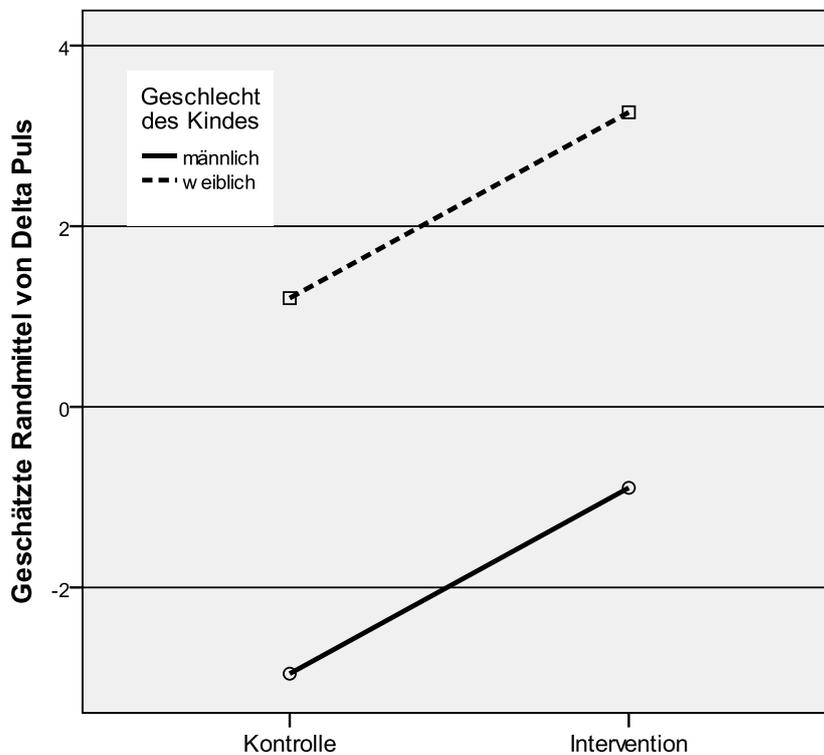


Abbildung 14: Bedeutung des Geschlechts bei der Änderung des Pulses (1/min)

Die Gruppen unterschieden sich nicht signifikant im Größenwachstum, hier zeigte sich auch kein anderer Faktor signifikant.

Beim Gewicht nahmen die älteren Kinder der Interventionsgruppe im Mittel 0,3 kg mehr zu als die Kinder der Kontrollgruppe, berechnet als Differenz der geschätzten Randmittel. Mit $p=0,009$ war dies sehr signifikant. η^2_p betrug für die Intervention 0,019. Einen hoch signifikanten Effekt auf die Gewichtsänderung hatte zudem das Gewicht zu T1 ($\eta^2_p= 0,072$).

Diese Gewichtszunahme der Kinder im Kindergarten St. Jakobus zeigte sich auch bei der Analyse der Änderung der BMI-Perzentil-Werte. Hier ergab sich ein sehr signifikanter Effekt des Faktors Intervention mit $p=0,003$ und $\eta^2_p=0,025$, im Sinne einer BMI-Zunahme in der Maxi-Gruppe. Außer der Intervention zeigte auch der Perzentil-Wert zu T1 einen signifikanten Effekt, Alter und Geschlecht waren nicht signifikant.

Ein ähnliches Ergebnis errechnete sich bei der Analyse der Änderung Hautfaltendicke über dem Trizeps, als ein Maß des Unterhautfettgewebes und damit des Körperfettanteils. Für den Faktor Intervention wurde ein hoch signifikanter Effekt bestimmt mit $\eta^2_p=0,086$. Die Randmittel betragen dabei für die Intervention 0,2 mm und für die Kontrolle -1,2 mm. Der Wert der THF zu T1 war ebenfalls ein hoch signifikanter Einflussfaktor auf die Änderung der Hautfaltendicke, Geschlecht und Alter dagegen nicht.

Für die Änderung der Summe der vier Hautfalten erbrachte die Analyse keinen statistisch signifikanten Effekt für die Intervention. Auch hier lag die Maxi-Gruppe mit einem geschätzten Randmittel von 0,0 mm über der Kontrollgruppe mit -0,6 mm.

3.2.5 Einfluss der Tagestemperatur zum Zeitpunkt T2 auf den Blutdruck

Für die Tage der Untersuchung zu T2 wurde die Außentemperatur bestimmt. In Tab.16 sind die Ergebnisse dargestellt. In den Kontrollkindergärten betrug T_M durchschnittlich 18,3°C, an den Untersuchungstagen im Kindergarten St. Jakobus waren es 24,1°C. Dieser Unterschied war statistisch hoch signifikant.

Tabelle 15: Die mittlere Tagestemperatur an den Untersuchungstagen von T2

Gruppen	Anzahl der Kinder	Mittelwert in °C	SD
Kontrolle	322	18,3	3,3
Intervention	65	24,1	1,6
Insgesamt	387	19,3	3,8

Weiterhin wurde für den Blutdruck die univariate Varianzanalyse für Kontrollgruppe versus Maxi-Gruppe wiederholt und dabei T_M zusätzlich als Kovariate eingeschlossen. Das Ergebnis zeigte einen sehr signifikanten Effekt der mittleren Tagestemperatur auf den systolischen und diastolischen Blutdruck zu T2 mit $p=0,008$ und $p=0,007$. Auch für Δ SBD und Δ DBD ergab sich dieser Effekt mit $p=0,005$ und $p=0,010$. Dabei erklärte die Temperatur zu T2 in allen vier Parametern jeweils rund 2% der Varianz (η^2_p). Der Effekt der Intervention minderte sich durch das Hinzunehmen der Temperatur und blieb

für Δ SBD mit $p=0,037$ signifikant, für Δ DBD wurde er mit $p=0,37$ nicht signifikant. Ein hoch signifikanter Faktor war weiterhin der Wert des systolischen Blutdrucks zu T1, was mit $\eta^2_p=0,25$ den größten Teil der Varianz erklärte. Nicht signifikante Faktoren waren Alter und Geschlecht. Die geschätzten Randmittel für Δ SBD betragen für die Interventionsgruppe -4,4 mmHg und für die Kontrollgruppe -1,1 mmHg. Also eine Differenz von 3,3 mmHg zu Gunsten der Intervention, statt 5,5 mmHg ohne Einbeziehen der Temperatur.

Der Regressionskoeffizient B betrug für die Temperatur zu T2 bei Δ SBD -0,40 und bei Δ DBD -0,35.

Tabelle 16: Effekt der Außentemperatur zu T2 auf den Blutdruck

	Parameterschätzer für T_M zu T2		
	Signifikanz p	η^2_p	Regressionskoeffizient B
Δ SBD (mmHg)	0,005	0,022	-0,40
Δ DBD (mmHg)	0,010	0,019	-0,35

T_M - mittlere Tagestemperatur

3.3 Ergebnisse der Evaluationsfragen zu T2

Im Fragebogen zu T2 wurden die Eltern der Kinder des Kindergartens St. Jakobus um ihre Einschätzung zum neuen Außengelände und den Effekten der Neugestaltung auf ihr Kind gebeten. Dazu sollten sie auf einer Skala von 1 bis 6 ihr Urteil zu verschiedenen Aussagen abgeben, wobei 1 die Bedeutung „sehr deutlich“ trug und 6 „gar nicht“ bedeutete.

Die ersten sechs Aussagen bezogen sich dabei auf die allgemeine Entwicklung der Kinder in verschiedenen Aspekten. Die nächsten sechs Aussagen richteten sich auf die Einschätzung zu dem neuen Außengelände und dem Playmobil-Aktivschiff.

Die Antworten der Eltern zeigten, dass sie „mäßig bis kaum“ Effekte auf die allgemeine Entwicklung, ihrer Kinder bemerkt hatten.

Bei den Aussagen 7-11 waren die Eltern im Allgemeinen der Meinung, dass das neue Außengelände und Spielschiff gut von ihren Kindern akzeptiert und gerne genutzt wurden. Auch waren die Eltern zufrieden mit den Möglichkeiten, die durch die

Neugestaltung geschaffen wurden. Abbildung 15 zeigt die durchschnittlichen Einschätzungen zu den einzelnen Punkten.

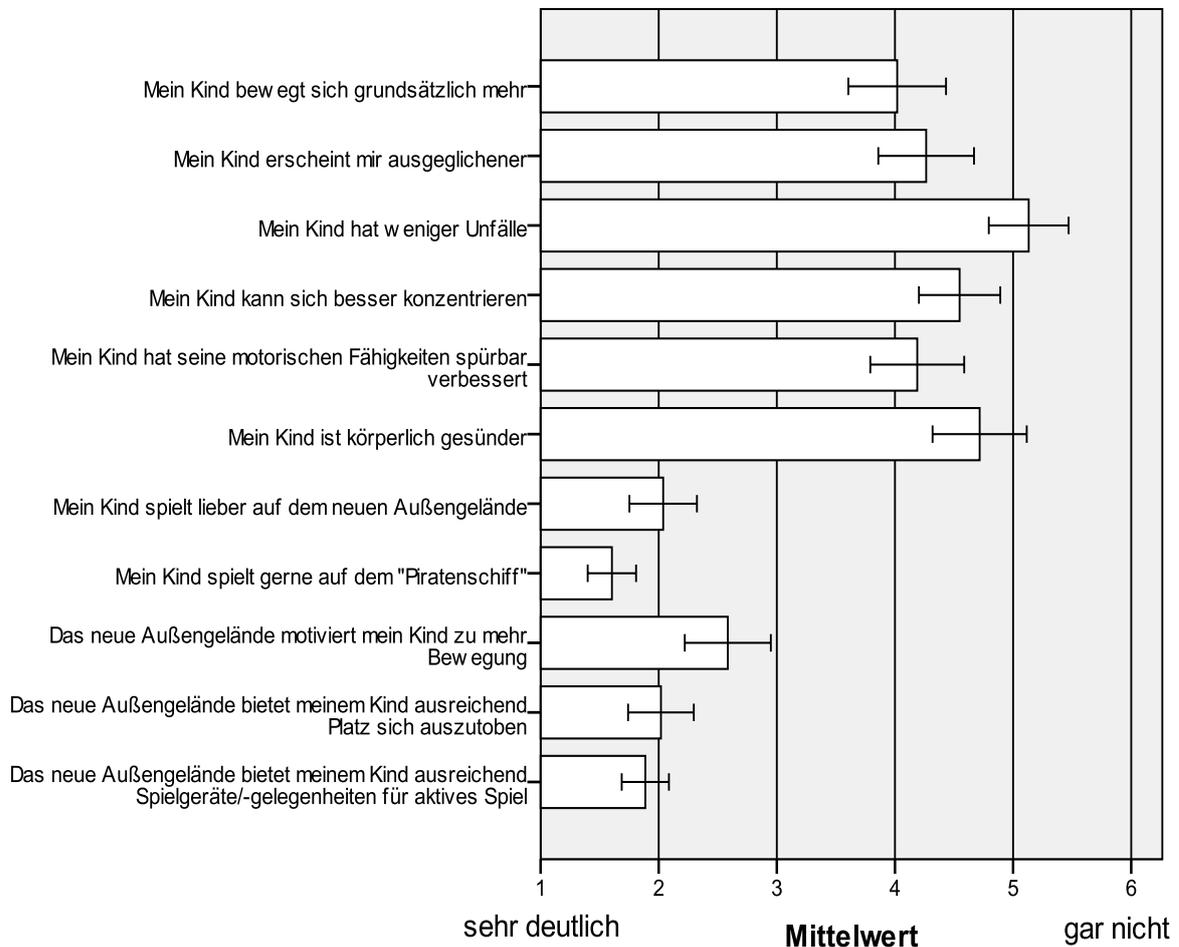


Abbildung 15: Darstellung der Bewertung der Evaluationsfragen zu T2 mit Mittelwert und Fehlerbalken für das 95% Konfidenzintervall

In der offenen Frage nach Verbesserungsvorschlägen, wurde noch der Wunsch nach Spielgerät für das Spielschiff geäußert, sowie die Einführung von Piratenspielen und bewegungsmotivierenden Aktionen vorgeschlagen.

4. Diskussion

Ziel dieser Studie war es, die Effekte der Neugestaltung des Außengeländes eines Kindergartens zu untersuchen. Die erzielten Ergebnisse, die im vorangehenden Kapitel dargestellt wurden, sollen nun hier ausführlich diskutiert werden. Begonnen wird dabei mit der Analyse der Subgruppen des Interventionskindergartens. Die Ergebnisse der Fragebögen zu T1 und T2 werden anschließend analysiert, um mögliche Einflussfaktoren auf die im Weiteren diskutierten primären Ergebnisvariablen zu erörtern. Dann werden die Ergebnisse der sekundären Ergebnisvariablen interpretiert. Am Schluss dieses Kapitels soll auf die allgemeinen Stärken und Limitationen dieser Studie eingegangen werden, sowie ein Ausblick auf zukünftige Forschungsansätze und präventive Maßnahmen erfolgen.

4.1 Subgruppen des Interventionskindergarten

4.1.1 Unterschiede auf Grund des Alters

Die Kinder des Interventionskindergartens wurden auf Grundlage des Alters in zwei Subgruppen unterteilt (< 4 Jahre und > 4 Jahre; vgl. Tab. 1). Der Altersdurchschnitt der Mini-Gruppe lag bei 3,5 Jahren, der der Maxi-Gruppe bei 5,4 Jahren. Als einziger signifikanter Unterschied in den Fragebögen, zeigte sich, dass die älteren Kinder signifikant häufiger in einem Sportverein aktiv waren.

Die Ergebnisse der Bewegungsmonitormessungen zu T1 erbrachten, dass die jüngeren Kinder an Werktagen allgemein und an den Vormittagen der Werktage signifikant weniger Zeit mit moderater und intensiver Aktivität verbrachten als die Kinder der Maxi-Gruppe. Dies deckt sich mit den Ergebnissen von Obinger [33], der bei der Analyse der PAKT-Daten zeigte, dass bei den drei- bis fünfjährigen Kindern die Aktivität mit dem Alter zunimmt. Zu diesem Ergebnis kamen auch Pfeiffer et al. [52], während Yamamoto et al. (2011) zu dem Schluss kamen, dass das Alter bei den Jungen keine Rolle spielt und bei Mädchen sogar eine Aktivitätsabnahme mit dem Alter besteht [53].

In allen angewandten motorischen Tests schnitten die jüngeren Kinder signifikant schlechter ab als die Kinder der Maxi-Gruppe. Dies entspricht der normalen Entwicklung der motorischen Fähigkeiten wie sie beispielsweise in der Studie Motorik-Modul einem Teil der KiGGS-Studie dargestellt wurden [42].

Ebenfalls dem physiologischen Wachstum entsprechend unterschieden sich die Jüngeren in Größe und Gewicht von den älteren Kindern. Ebenso physiologisch zeigte sich ein höherer Blutdruck bei den älteren Kindern.

4.1.2 Limitationen der Ergebnisse der Mini-Gruppe

Die Mini- und Maxi-Gruppe unterschieden sich zu T1 in vielen Parametern. Dies bestätigt die Notwendigkeit der Subgruppenbildung und getrennten Betrachtung, da sich in der Kontrollgruppe lediglich Kinder befanden, die älter als 4 Jahre waren. Es ergeben sich für die Interpretation der Ergebnisse der Mini-Gruppe folgende Limitationen:

- zum einen gab es keine altersentsprechende Kontrollgruppe,
- zum anderen sind die motorischen Tests des MOT 4-6 (RB und ZW), sowie das DBR aus dem KTK nicht für Kinder jünger als 4 Jahre validiert und zeigten sich in der Praxis als ungeeignet.
- In der Mini-Gruppe befanden sich auch vier Kinder die zu T1 jünger als drei Jahre waren. Für diese sind auch die Tests des KMS 3-6 (EIN, SHH und SW), sowie die Grenzwerte der Bewegungsmonitore nicht validiert und müssen deshalb mit Vorsicht betrachtet werden.

Auf Grund der genannten Einschränkungen lag das Hauptaugenmerk der Analysen auf dem Vergleich der älteren Gruppe des Interventionskindergartens zur Kontrollgruppe.

4.1.3 Effekte der Neugestaltung des Ausgeländes bei der Mini-Gruppe

In der Längsschnittuntersuchung zeigten die jüngeren Kinder eine deutliche Steigerung der Aktivität vergleichbar der der Maxi-Gruppe. Bei den motorischen Tests zeigten die jüngeren Kinder im Verlauf die größte Steigerung. Auf Grund der unterschiedlichen Dynamik der motorischen Entwicklung in dieser Altersgruppe lassen sich die Altersgruppen allerdings nicht direkt vergleichen. Es spricht aber viel dafür, dass auch die jüngeren Kinder von der Intervention profitierten.

4.2 Weitere Größen mit Einfluss auf die Zielvariablen

Zwei wesentliche Einflussfaktoren bei der Untersuchung der Entwicklung von Kindern sind das **Alter** und das **Geschlecht**. Die Zusammenhänge für das Alter wurden bereits weiter oben behandelt (Vgl. 4.1.1 Unterschiede auf Grund des Alters). Für einige der untersuchten Variablen konnten in Studien signifikante Unterschiede zwischen Jungen und Mädchen gezeigt werden. So ergaben Studien, dass Jungen im Kindergartenalter aktiver waren als Mädchen [33, 52]. Außerdem schnitten die Mädchen beim E1N und SHH in der KiGGS Studie signifikant besser ab als die Jungen [44] und die Mädchen hatten einen höheren Körperfettanteil als die Jungen, bestimmt durch die Hautfaltdicke [54].

In den hier vorgestellten Ergebnissen der Längsschnittuntersuchung fand sich ein signifikanter Effekt des Geschlechts auf Δ MVPA: die Jungen steigerten sich signifikant mehr als die Mädchen (Vgl. Abbildung 11). Jedoch lief diese Entwicklung jeweils parallel in Interventions- und Kontrollgruppe ab. Auch für den Effekt des Geschlechts auf die Veränderungen im *Einbeinstand* und Puls zeigten sich solche parallelen Entwicklungen (Vgl. Abbildung 12 und Abbildung 14). Deshalb ist davon auszugehen, dass Jungen und Mädchen gleichermaßen von der Intervention profitierten.

Zwischen Maxi- und Kontrollgruppe bestand weder im Alter noch in der Geschlechterverteilung ein signifikanter Unterschied (Vgl. Tabelle 7).

Neben Alter und Geschlecht sind noch eine Vielzahl anderer Einflussgrößen auf die hier betrachteten Größen bekannt. Um solche Faktoren und deren mögliche Auswirkungen auf die Entwicklung der Kinder einschätzen zu können, wurden in zwei Fragebögen Daten zu den entsprechenden Größen erhoben.

Ein signifikanter Unterschied zwischen der Maxi- und der Kontrollgruppe bestand in der Lokalisation der Kindergärten. Während in der Kontrollgruppe 84% der Kinder einen Kindergarten auf dem Land besuchten, wurde die Intervention in einem Stadtkindergarten durchgeführt. Welchen Einfluss der Faktor **Stadt versus Land** auf die Aktivität von Kindergartenkindern hat, ist allerdings bisher nicht geklärt. In einem Review kamen Sandercock et al. [55] zu dem Schluss, dass eine schwache Evidenz dafür existiert, dass Kinder (<13 Jahren) in ländlicher Wohnumgebung mehr Bewegung aufweisen. Allerdings wurden bei den aufgeführten Studien ausschließlich Schulkinder

untersucht. Diese unterscheiden sich maßgeblich in ihrem Bewegungsverhalten von jüngeren Kindern, so dass ein Schluss für Kindergartenkinder derzeit nicht möglich ist.

Auch für den **Sozioökonomischen Status (SES)** der Familien der Kinder ergab sich ein hoch signifikanter Unterschied zwischen der Maxi- und der Kontrollgruppe. Die Kinder des Interventionskindergartens entstammten im Gegensatz zu den Kindern der Kontrollgruppe größtenteils Familien, die der Oberschicht zugeordnet wurden (Vgl. Abbildung 6).

Die Relevanz der sozialen Schicht für die Entwicklung der Kinder wurde in verschiedenen Studien untersucht. So kamen Kelly et al. [56] in einer Analyse zweier Kindergartenstudien zu dem Schluss, dass für Kindergartenkinder die soziale Herkunft keinen signifikanten Einfluss auf das Bewegungsverhalten (MVPA) hatte, wobei ebenfalls Bewegungsmonitore verwendet wurden. In den Ergebnissen des KiGGS berichten Starker et al. [44] von einer signifikant geringeren motorischen Leistungsfähigkeit von Kindern mit niedrigem Sozialstatus gegenüber Kindern mit hohem Sozialstatus. Dieser Unterschied wurde auch für die in der vorliegenden Arbeit verwendeten Tests *Einbeinstand* und *Seitliches Hin- und Herspringen* festgestellt. Allerdings bestand bei Starker et al. kein signifikanter Unterschied zwischen mittlerem und hohem Sozialstatus, wozu bei den hier untersuchten Kindern zusammengenommen 81% der Kontroll- und 95% der Interventionsgruppe zählten. Außerdem war der Beitrag des Parameter Sozialstatus an der Varianz der Ergebnisse bei Starker et al. gering. Wir fanden, dass die Interventionsgruppe trotz höherem Sozialstatus motorisch nicht überlegen war, sondern sogar im SHH signifikant schlechter abschnitt als die Kontrollgruppe. Es wurde deshalb davon ausgegangen, dass der Sozialstatus für die Entwicklung der motorischen Fähigkeiten im Interventionszeitraum keine wesentliche Rolle spielte. Bei der Analyse der Längsschnittuntersuchung wurden die Testergebnisse zu T1 als Kovariate eingerechnet und somit die Unterschiede zu T1 berücksichtigt.

Im KiGGS wurde auch für die anthropometrischen Maße, sowie den BMI eine signifikante negative Assoziation zum Sozialstatus nachgewiesen [10, 54] und dies bereits bei Kindergartenkindern. Ein Unterschied in diesen Größen fand sich nicht für die Gruppen dieser Studie.

Für die älteren Kinder der Interventionsgruppe wurde desweiteren signifikant weniger Zeit wöchentlichen **Fernseh- und Computerkonsums** berechnet als in der

Kontrollgruppe (177 versus 260 min /Woche). Dies wird als Folge des höheren Sozialstatus der Kinder im Kindergarten St. Jakobus gewertet, da Sozialstatus und Medienzeit negativ miteinander assoziiert sind [57]. Welche Auswirkungen jedoch hoher Medienkonsum auf die körperliche Aktivität von Kindern hat, ist nicht letztlich geklärt. So fanden Yamamoto et al. [53] gar eine positive Korrelation zwischen hohen MVPA-Anteilen und Fernsehkonsum für Mädchen im Kindergartenalter. Andere Studien zeigten keine Relation [58] oder schwach negative [59]. In unserer Studie zeigten die Kinder des Interventionskindergarten trotz niedrigerer Medienzeit auch niedrigere MVPA-Level zu T1 und dies tendenziell auch am Wochenende. Von T1 zu T2 verringerte sich die Zeit, die die Kinder mit Fernsehen und Computerspielen verbrachten in allen drei Gruppen. Dies ist als Folge der anderen Jahreszeit zu sehen, in der die Daten erhoben wurden (Winter versus Sommer).

Die **Mütter** der Kinder aus der Kontrollgruppe lagen mit einem **BMI** von 24,1 kg/m² hoch signifikant über den Müttern der Maxi-Gruppe, die durchschnittlich einen BMI von 21,4 kg/m² besaßen. Dies kann als weitere Folge der sozialen Unterschiede interpretiert werden. Der BMI der Mutter besitzt dabei eine Bedeutung für das Risiko der Entwicklung von Adipositas im Kindesalter. So bedeutet ein mütterlicher BMI von größer als 25 kg/m² ein höheres Risiko für kindliches Übergewicht [10].

Zusammenfassend lässt sich sagen:

- dass die Maxi-Gruppe der Intervention und die Kontrollgruppe sich in den wichtigsten Parametern, nämlich Alter und Geschlecht, nicht unterschieden.
- dass auf Grund der gefundenen Unterschiede in Sozialstatus, Medienkonsum und mütterlichem BMI für die Interventionsgruppe ein geringeres Risiko für die Entwicklung von Adipositas sowie positive Einflussgrößen für die motorische Entwicklung bestanden, sich aber in den Tests zu T1 keine entsprechenden Unterschiede darstellten.
- dass das Wohnen in einer Stadt möglicherweise einen negativen Faktor für die Bewegungsmöglichkeiten der Kinder der Interventionsgruppe bedeutete.
- dass die anderen Größen keine signifikanten Unterschiede zeigten.

4.3 Effekte der Neugestaltung des Außengeländes auf die körperliche Aktivität

Ein wichtiges Ziel in der Gesundheitsförderung von Kindern ist die Steigerung von körperlicher Aktivität. Zahlreiche Studien haben ergeben, dass bereits Kindergartenkinder sich ausgesprochen wenig bewegen und dringender Interventionsbedarf besteht [2, 11, 19]. Zur Messung der körperlichen Aktivität stehen verschiedene Techniken und Geräte zur Verfügung [37]. Die hier angewendete Akzelerometrie stellt als objektive Methode aktuell die Standardtechnik dar [36]. Diese Technik ist ebenfalls für Kindergartenkinder geeignet und mit ihren spezifischen Aktivitätsniveaus für diese Altersgruppe evaluiert [40]. Als rein quantitatives Messinstrument bietet die Akzelerometrie jedoch keinen Aufschluss darüber welche Aktivitäten von den Kindern durchgeführt wurden. Außerdem werden bei uniaxialen Geräten, wie sie hier zum Einsatz kamen, gewisse Tätigkeiten in ihrer Aktivität unterschätzt wie z.B. Fahrrad fahren, da hier wenig Beschleunigung in der vertikalen Ebene auftritt.

4.3.1 Effekte der Neugestaltung des Außengeländes auf die körperliche Aktivität für die Zeit im Kindergarten

Die hier untersuchte Intervention wurde im Kindergarten durchgeführt. Ein Effekt wurde auf das Bewegungsverhalten der Kinder während der Zeit im Kindergarten erwartet. Folglich wurde als primäre Ergebnisvariable die Änderung des MVPA-Anteils für die Zeit am Vormittag von Werktagen (7:00 Uhr bis 12:59 Uhr) gewählt. Die Zeit, in der sich die Kinder größtenteils im Kindergarten aufhielten. MVPA ist dabei eine Messgröße, wie sie auch in internationalen Empfehlungen über die körperliche Aktivität von Kindern verwendet wird [36].

Alternativ wäre als primäre Ergebnisvariable auch die Änderung des MVPA-Anteils für die Zeit am Vormittag mit protokollierter Anwesenheit im Kindergarten in Frage gekommen. Hierdurch wird noch genauer nur die Aktivität im Kindergarten beurteilt. Allerdings wurden die Tagebücher von manchen Eltern gar nicht oder nur teilweise geführt. Durch tatsächliche Fehltag und fehlende Einträge konnten bei diesem Ansatz die Messdaten von ca. 30 % der Kinder nicht genutzt werden. Zusätzlich lässt sich keine

Aussage über die Richtigkeit der gemachten Tagebucheinträge treffen. Aus diesen Gründen wurde diese Messgröße nur als sekundäre Ergebnisvariable geführt.

Für die Zeit im Kindergarten ergab sich zu T1, dass die Kinder des Kindergarten St. Jakobus hoch signifikant weniger aktiv waren als die Kinder der Kontrollgruppe, mit MVPA-Anteilen von 10,0% (Maxi), 7,1% (Mini) und 13,5% (Kontrollgruppe). Die Analyse der Fragebögen wie sie im Abschnitt zuvor diskutiert wurde, lieferte keine Erklärung für diesen Unterschied. Als entscheidende Ursache scheint somit nur der Kindergarten selbst in Frage zu kommen. Dafür sprechen die Ergebnisse der Studien von Pate et al. [18] in denen Geschlecht, Alter, ethnische Herkunft, BMI und Bildung der Eltern insgesamt nur 4,3% der Varianz der körperlichen Aktivität erklärte. Das Hinzunehmen des Faktors Kindergarten im Modell erklärte zusätzlich 43,3% der Varianz und stellte damit die entscheidende Einflussgröße dar. In einer weiteren Studie in der statt Akzelerometrie direkte Beobachtung genutzt wurde, waren es 27% der Varianz, die durch die Kindergartenzugehörigkeit erklärt wurde [19].

Im Kindergarten St. Jakobus bestanden also für Bewegung und Sport ungünstige strukturelle und/ oder personelle Gegebenheiten. Worin diese bestanden, wurde abgesehen vom Außengelände nicht weiter analysiert.

In der Längsschnittuntersuchung fanden wir für die Kinder der Maxi-Gruppe des Kindergartens St. Jakobus zwischen der Messung vor und nach Intervention eine Steigerung des Zeitanteils in MVPA an Vormittagen werktags von 10,0% auf 14,1%. Die Kontrollgruppe zeigte eine Steigerung von 13,5 auf 14,1%. Der Unterschied in der Steigerung der MVPA zwischen den beiden Gruppen war statistisch sehr signifikant ($p=0.002$). Auf Grund der saisonalen Unterschiede zwischen T1 und T2 (Winter und Sommer) war für beide Gruppen ein Anstieg der körperlichen Aktivität zu erwarten [60].

Auch bei der Gruppe der jüngeren Kinder des Interventionskindergartens vergrößerte sich der Zeitanteil an MVPA hoch signifikant von T1 zu T2 von 7,1% auf 10,9%.

Es konnte also gezeigt werden, dass die Neugestaltung des Außengeländes zu einer signifikanten Steigerung der körperlichen Aktivität der Kinder im Kindergarten geführt hat.

Dies deckt sich mit den Ergebnissen der Arbeiten von Hannon & Brown [27], die durch das zur Verfügung stellen von tragbarem Spielgerät eine Zunahme an körperlicher Aktivität bei Kindergartenkindern nachweisen konnten. Allerdings wiesen sie diesen Effekt nur kurzfristig nach, genauer gesagt wurden nur die ersten fünf Tage nach Beginn der Intervention untersucht. Im Gegensatz dazu konnten Cardon et al. [28] in einer großen Cluster-Randomisierten-Studie keine signifikanten Effekte auf die körperliche Aktivität von Kindergartenkindern durch neue tragbare Spielgeräte und / oder Spielplatzmarkierungen zeigen. Dabei wurde ein Untersuchungszeitpunkt von 4 bis 6 Wochen nach Interventionsbeginn gewählt, um einen bloßen „Novelty-effect“ zu vermeiden. Als mögliche Ursachen für das Scheitern der Intervention wird dabei diskutiert, dass Kindergartenkinder, im Gegensatz zu Schulkindern, möglicherweise die Ermutigung und Anleitung durch die betreuenden Personen stärker benötigen und dies Teil der Intervention sein sollte.

Im Kindergarten St. Jakobus wurden keinerlei Schulung der Eltern oder des Kindergartenpersonals durchgeführt, trotzdem zeigte sich die Intervention wirkungsvoll. Sicherlich ist als Ursache dafür der Umfang der Neugestaltung zu nennen. Während andere Interventionen sich auf Maßnahmen mit eher geringem Aufwand beschränkten, wurde hier eine vollständige Neugestaltung des Außengeländes durchgeführt. Eine ähnlich aufwendige Neugestaltung wurde bisher noch nicht wissenschaftlich untersucht. Auch gibt es bisher keine anderen Interventionsstudien, die die Auswirkung von festen Spielgeräten auf die Aktivität von Kindern untersuchten.

In Querschnittsstudien konnten verschiedene Elemente eines Außengeländes identifiziert werden, die mit hohen Bewegungsintensitäten von Kindergartenkindern einhergehen. Einige dieser Elemente wurden auch im Rahmen der Neugestaltung des Außengeländes im Kindergarten St. Jakobus geändert. Brown et al. [21] untersuchten das Bewegungsverhalten in 24 Kindergärten mittels direkter Beobachtung (OSRAC-P: Observational System for Recording Physical Activity in Children-Preschool) und fanden, dass Kinder während Ball- und Objekt-Spielen den höchsten Anteil an MVPA (26%) erzielten, gefolgt von Aktivität auf freier Spielfläche (23%), mit Fahrzeugen (14%) und an festen Spielgeräten (13%). Cardon et al. [61] nutzten Pedometer in 39 Kindergärten und zeigten u.a., dass für Jungen harte Bodenbeläge auf dem Spielgelände

mit höheren Aktivitätsniveaus assoziiert waren. Auch Cosco et al. [62] kamen mittels „Behavior Mapping“ in zwei Kindergärten zu dem Schluss, dass Kinder besonders aktiv auf harten Bodenbelägen und kurvigen Pfaden sind, die den Einsatz von Fahrzeugen (z.B. Drei- und Laufräder) ermöglichen. Die Erweiterung der freien Spielfläche mit harten Bodenbelägen und das Schaffen neuer (auch zirkulärer) Pfade im Rahmen der Neugestaltung des Außengeländes könnte also ein Faktor für die hier gefundene Aktivitätssteigerung sein.

Die Anwesenheit von festen Spielgeräten (z.B. Schaukel, Sandkasten, Rutsche) war bei Cardon et al. [61] nicht mit höheren Aktivitätsniveaus assoziiert. Dowda et al. [23] untersuchten Kinder aus 20 Kindergärten und beschreiben sogar, dass weniger feste Spielgeräte mit mehr Aktivität verbunden waren. Allerdings wurden in beiden Studien lediglich herkömmliche Spielgeräte untersucht und keine speziell zur Anregung der Aktivität konzipierten, wie das Aktivschiff im Kindergarten St. Jakobus. Cosco et al. [62] beschreiben, dass das gleiche Spielplatzelement (also z.B. Freie Spielfläche, Pfad oder Klettergerüst) zu sehr verschiedenen Aktivitäten führt, je nachdem welche Eigenschaften diese Elemente aufweisen.

Tatsächlich wurde im Kindergarten St. Jakobus neben der Einführung attraktiver neuer Spielgeräte insgesamt die Anzahl von fest installierten Spielgeräten verringert. So wurden drei herkömmliche Sandkisten, die typischerweise sehr wenig Aktivität fördern (Vgl. [21]: 2% MVPA bei Sandkisten) durch einen Wasser-Sand-Spielbereich ersetzt.

Die hier nachgewiesene Steigerung an Aktivität im Interventionskindergarten ist wahrscheinlich die Folge des Zusammenwirkens verschiedener Aspekte einer gelungenen Neugestaltung. Welche Bereiche des neuen Außengeländes und besonders des Playmobil-Aktivschiffes von den Kindern wie genutzt wurden, war Gegenstand einer anderen parallel durchgeführten Studie (SKiPPi - Spielverhalten von Kindern am Playmobil-Piratenschiff).

4.3.2 Effekte der Neugestaltung des Außengeländes auf die körperliche Aktivität für andere Zeiträume

In der Längsschnittuntersuchung wurden für die Änderung der körperlichen Aktivität auch noch weitere Zeitintervalle analysiert. Damit wurden im Gegensatz zu bisherigen Studien, die Interventionen auf einem Kindergartenaußengelände untersuchten, in dieser

Arbeit wesentlich größere Zeiträume betrachtet. Cardon et al. maßen lediglich die Aktivität während des freien Spiels nach dem Mittagessen [28], und auch Hannon und Brown beschränkten sich auf die Zeit des Spiels auf dem Außengelände mit Messzeiten von 15 bis 20 Minuten [27].

Die Betrachtung der gesamten Woche zeigte keine signifikante Steigerung für die Kinder des Interventionskindergartens. Ursachen dafür sind möglicherweise, dass dieser Zeitraum viele Stunden umfasst in denen sich die Kinder nicht im Kindergarten befanden. Die Intervention beachtete aber primär nur einen Effekt für die Zeit im Kindergarten. Zusätzlich waren für die Analyse der Aktivität über die gesamte Woche weniger Kinder mit vollständigen Daten vorhanden, was die statistische Teststärke verringerte.

Der geringste Unterschied zwischen den Gruppen fand sich bei der Betrachtung des Wochenendes. Dies war aufgrund der auf den Kindergarten beschränkten Intervention zu erwarten.

Der größte Unterschied zu Gunsten der Intervention fand sich, wenn nur die Vormittage betrachtet wurden, bei der eine Kindergartenpräsenz mittels Tagebuch verifiziert war. Damit bestätigt sich insgesamt, dass die gefundene Aktivitätszunahme auf die Zeit im Kindergarten (=Intervention) zurück zu führen ist und eine allgemeine positive Entwicklung, „gutes“ (=aktivitätsförderndes) Wetter oder neue Freizeitaktivitäten außerhalb des Kindergartens keine wesentliche Rolle spielten.

4.4 Effekte der Neugestaltung des Außengeländes auf die motorischen Fähigkeiten

4.4.1 Effekte der Neugestaltung des Außengeländes auf die allgemeine körperliche Leistungsfähigkeit

Für beide Altersgruppen zeigte sich eine signifikante Steigerung des Motorikgesamtscores, für die Maxi-Gruppe auch eine signifikante Zunahme über die Entwicklung in der altersgleichen Kontrollgruppe hinaus. Der für die Messung verwendete Motorikgesamtscore integriert die Wertungen im *Standweitsprung*, *seitlichen Hin- und Herspringen* und *Einbeinstand*, und misst damit hauptsächlich die

Basisfähigkeiten Koordination und Kraft. Diese eignen sich als Maß für die allgemeine körperliche Leistungsfähigkeit [43].

Aktuell gibt es kaum Daten über die Förderung der motorischen Fähigkeiten von Kindergartenkindern durch eine Spielraumgestaltung. Nur in einer Studie wurden die Effekte einer Umgestaltung eines Außengeländes mit speziellen Klettervorrichtungen untersucht [29]. Dabei wurden 90 Kinder aus zwei Kindergärten untersucht. Die Interventionsgruppe zeigte nach 10 Wochen signifikant bessere Ergebnisse im „straight-arm-hang“ als Maß der Kraftausdauer der oberen Extremität. Es wurden aber keine weiteren motorischen Tests über die allgemeine motorische Leistungsfähigkeit durchgeführt, also nur eine relativ spezifische motorische Fähigkeit getestet.

Andere Interventionen zur Verbesserung der motorischen Fähigkeiten von Kindergartenkindern verwendeten stets Sport- und Bewegungsprogramme. Riethmüller et al. [63] nennen dazu 17 Studien, wovon knapp 60% einen statistisch signifikanten Effekt nachweisen konnten.

Motorische Leistungsfähigkeit und die zuvor besprochene körperliche Aktivität sind nicht unabhängig voneinander zu betrachten. In mehreren Studien konnte bereits gezeigt werden, dass beide Größen auch bei Kindergartenkindern signifikant miteinander korrelieren [4, 33, 64]. Gemäß der interaktionistischen Entwicklungstheorie wird davon ausgegangen, dass sich „Motorik im Bewegungshandeln entwickelt“ [3]. Dies bedeutet, dass körperliche Aktivität auch zum Erwerb motorischer Fähigkeiten führt. Dieser Theorie entsprechend bildet die Umweltebene, neben der Handlungs- und Persönlichkeitsebene, die dritte wichtige Einflussgröße auf die motorische Entwicklung. Dazu zählt auch der Kindergarten mit seinen Gegebenheiten, wie er in dieser Studie der Ansatzpunkt der Intervention war.

Langfristig führen gute Körperkoordinationsfähigkeiten wiederum zu einem mehr an Aktivität [65], da sie die Teilnahme an komplexen Spielen und Aktivitäten ermöglichen. Die Neugestaltung des Außengeländes im St. Jakobus Kindergarten verschaffte den Kindern jede Menge neuer Möglichkeiten für motorische Erfahrungen, indem vielfältige Balancier- und Kletter- und andere Spielmöglichkeiten geschaffen wurden. Zudem wurde die Aktivität gesteigert. Durch diese Neuerungen verbesserten die Kinder auch ihre motorischen Kompetenzen, was langfristig wiederum zu mehr Freude und Erfolg an Bewegung und Sport führt.

Diese Arbeit konnte also die Förderung der allgemeinen sportmotorischen Leistungsfähigkeit von Kindergartenkindern durch eine Spielraumgestaltung nachweisen. Auf deren große Bedeutung für die physische und psychologische Gesundheit der Kinder wurde bereits in der Einführung eingegangen. In welchen Bereichen sich die Kinder besonders verbesserten wird nachfolgend diskutiert.

4.4.2 Effekte der Neugestaltung des Außengeländes auf einzelne motorische Fähigkeiten

Neben der Analyse des Motorikgesamtscores als Maß der allgemeinen körperlichen Fitness, wurden zusätzlich auch die Einzelleistungen, die im Motorikgesamtscore zusammengefasst sind (EIN, SW, SHH), sowie die weiteren motorischen Fähigkeiten im Längsschnitt analysiert. Anhand dieser Ergebnisse soll nun diskutiert werden, welche Fähigkeiten durch die Intervention besonders gefördert wurden bzw. welche nicht. Allerdings ist keiner der angewandten Tests völlig eindimensional, d.h. es werden jeweils auch andere Fähigkeiten mit beansprucht und getestet.

4.4.2.1 Effekte auf die Sprungkraft

Für den *Standweitsprung* (SW) ergab sich in der Eingangsuntersuchung kein Unterschied zwischen Kontroll- und Interventionsgruppe (Maxi), für beide Gruppen ergaben sich durchschnittlich 87 cm Sprungweite. Im Längsschnitt steigerten sich beide Gruppen, wobei die älteren Kinder der Interventionsgruppe im Mittel 16 cm zulegten im Vergleich zu 12 cm bei der Kontrollgruppe. Dieser Unterschied zugunsten der Intervention war jedoch in der Varianzanalyse nicht signifikant mit $p=0,133$. Es konnte isoliert betrachtet somit kein signifikanter Effekt der Neugestaltung des Außengeländes auf die Sprungkraft nachgewiesen werden. Ursache dafür könnten zum einen der relativ kurze Zeitraum der Nutzung des Außengeländes gewesen sein, zum anderen enthielt das Außengelände keine Elemente, die gezielt die Sprungkraft trainiert hätten (wie z.B. Trampoline oder andere Sprunggeräte). Ein Effekt auf die Sprungkraft durch die allgemeine Bewegungsförderung und neuen motorischen Aktivitäten auf dem Außengelände war in diesem Zeitraum möglicherweise nicht ausreichend um statistisch signifikant zu werden.

4.4.2.2 Effekte auf die Gesamtkörperkoordination und Kraftausdauer

Für das Seitliche-Hin- und Herspringen (SHH) werden in der Literatur verschiedene motorische Fähigkeiten als Testgröße genannt: im Karlsruher-Motorik-Screening nach Bös et al. [43] Kraftausdauer und Koordination unter Zeitdruck. Nach Kiphard & Schilling [41] misst er die Gesamtkörperkoordination, ebenso wie das *dynamische Balancieren rückwärts* im KTK. Bei Starker et al. [44] wird zusätzlich die Aktionsschnelligkeit angegeben.

Zum Zeitpunkt T1 zeigte die statistische Analyse einen hoch signifikanten Unterschied zwischen Interventions- und Kontrollgruppe. Die Kinder der Maxi-Gruppe im Kindergarten St. Jakobus erzielten im Durchschnitt nur 23 Sprünge, während es bei der Kontrollgruppe 28 waren.

Dieses motorische Defizit könnte u.a. eine Folge von relativ wenig Aktivität sein, wie sie sich zu T1 zeigte. So zeigte Obinger [33], dass SHH und MVPA-Anteile signifikant miteinander korrelieren, allerdings wurde eine fast ähnlich hohe Korrelation auch für den *Standweitsprung* berechnet, worin sich die Interventions- und Kontrollgruppe nicht unterschieden.

Eine weitere Ursache könnte darin bestehen, dass die Kinder der Kontrollgruppe in den motorischen Tests zu T1 bereits zum zweiten Mal getestet wurden. Eine gewisse Vertrautheit mit dem Test und ein Übungseffekt könnten zu den besseren Ergebnissen geführt haben. Allerdings scheint dies wenig wahrscheinlich, da dies dann auch in den anderen Tests zu erwarten gewesen wäre. Im KTK-Manual [41] ist für den SHH-Rohwert ein Retest-Zuverlässigkeitskoeffizient (r_{tt}) von 0,95 angegeben und in einer dort aufgeführten Studie an 68 Kindern ergab sich nach 4 Wochen für keinen der Tests ein signifikanter Übungseffekt. Insofern kann der gefundene Unterschied als ein motorisches Defizit in diesem Bereich interpretiert werden. Eine Ursache dieses Defizit könnte die geringe Aktivität auf Grund der ungünstigen Gegebenheiten im Kindergarten sein.

Im Längsschnitt zeigte sich ein signifikanter positiver Effekt der Neugestaltung des Außengeländes auf die Maxi-Gruppe im *seitlichen Hin- und Herspringen* ($p=0,015$). Wobei die Kinder der Maxi-Gruppe 7 Sprünge zulegten und die Kontrollgruppe 3 Sprünge. D.h. trotz der signifikanten Leistungssteigerung im SHH, lag der Mittelwert der Kinder des Kindergarten St. Jakobus in diesem Test zu T2 noch knapp, aber

statistisch nicht signifikant, unter dem Mittelwert der Kontrollkindergärten. Folglich lässt sich sagen, dass die Intervention dazu beigetragen hat die Gesamtkörperkoordination zu steigern und das Defizit in diesem Bereich auszugleichen. Dass sich die Kinder gerade im SHH so steigerten, könnte zusätzlich daran liegen, dass sich die grobmotorische Koordination und Schnelligkeit im Kindesalter auffallend rasch entwickeln [3] und eine hohe Trainierbarkeit aufweisen [42]. Gemäß Oberger et al. [66] nimmt der SHH auch dahingehend eine Sonderstellung ein, dass er bereits als Einzeltest ein gutes Maß für die gesamte motorische Leistungsfähigkeit darstellt. So erklärt der SHH 60% der Leistungsfähigkeit, wie sie über die 10 anderen Tests des Motorik-Moduls im KiGGS errechnet wurde.

Die Ergebnisse des Tests „*dynamisches Balancieren rückwärts*“ (DBR), welcher ebenfalls die Gesamtkörperkoordination prüft, stützen die Annahme eines Interventionseffekts in diesem Bereich der Motorik. Die Kinder der Maxi-Gruppe steigerten sich um durchschnittlich 5 Schritte von 17 auf 22. Da dieser Test nicht in den Kontrollkindergarten durchgeführt wurde, wurde ein T-Test für verbundene Stichproben durchgeführt, der für die Differenz mit $p=0,005$ sehr signifikant war. Um eine grobe Einschätzung der Steigerung gegenüber der normalen Entwicklung zu bekommen, wurden die für Deutschland repräsentativen Daten des KiGGS für das DBR betrachtet [42]. In dieser großen Querschnittsstudie betrug der Unterschied zwischen fünf und sechsjährigen, d.h. übertragen die Steigerung innerhalb eines Jahres in dieser Altersklasse, 5,4 Schritte bei den Jungen und 6,3 Schritte bei den Mädchen. Bei einem Zeitraum von T1 zu T2 von 145 Tagen und einer Steigerung von 5 Schritten scheint dies also ein Hinweis auf einen positiven Effekt der Intervention zu sein. Insbesondere da sich das DBR durch einen hohen Retest-Zuverlässigkeitskoeffizient (r_{tt}) und eine geringe Beübbarkeit auszeichnet [41].

4.4.2.3 Effekte auf die Gleichgewichtsfähigkeit

Mit den verschiedenen Balanciermöglichkeiten bot das neue Außengelände verschiedene Anreize um das Gleichgewicht spielerisch zu trainieren. Die Gleichgewichtsfähigkeit wurde durch den *Einbeinstand* (EIN) und das *Balancieren rückwärts* (RB) aus dem MOT 4-6 getestet. Dabei ergab sich jedoch für keinen der beiden Tests ein signifikanter Effekt der Intervention. Die geschätzten Randmittel für Δ EIN betragen für die Maxi-Gruppe versus Kontrolle -1,5 zu -1,1, also nur ein geringer

Unterschied zu Gunsten der Intervention. Auch beim RB ergab sich kein Interventionseffekt.

Beim RB ist dazu anzuführen, dass die Kinder der Maxi-Gruppe bereits zu T1 signifikant besser abschnitten als die der Kontrollgruppe. Außerdem schränkt die hohe Variabilität zwischen verschiedenen Testleitern und das geringe Skalenniveau die Aussagekraft des RB ein.

Vielleicht wäre für die Entwicklung des Gleichgewichts auch ein längerer Interventionszeitraum nötig gewesen.

Insgesamt ist es also nicht gelungen einen Effekt auf die Gleichgewichtsfähigkeit nachzuweisen.

4.4.2.4 Effekte auf die Auge-Hand-Koordination

Mit dem *Zielwurf* befand sich noch ein Test in der Testbatterie, welcher die Kraft und Koordination der oberen Extremitäten testet. Diese Fähigkeiten wurden bei der Neugestaltung des Außengeländes und Aufstellung des Spielschiffes nicht gezielt gefördert. Es gab weder Zielscheibe noch neue Wurfgegenstände. Der *Zielwurf* wurde deshalb im Zusammenhang der Förderung der allgemeinen motorischen Leistungsfähigkeiten betrachtet. Allerdings zeigte sich für die Intervention kein Effekt auf die Ergebnisse im *Zielwurf*. In der bereits zuvor genannten Studie von Gabbard [29], konnte ein Effekt auf die Kraft der oberen Extremität gezeigt werden. Dabei waren aber das Interventionsspielgerät und der angewandte Test exakt aufeinander abgestimmt. Während in dieser Studie eine allgemeine sportmotorische Förderung angestrebt und getestet wurde. Für eine Förderung der Auge-Hand-Koordination scheinen noch andere Spielelemente auf dem Außengelände oder z.B. angeleitete Wurfspiele am Schiff nötig zu sein. Das geringe Skalenniveau des *Zielwurfs* limitiert die Sensitivität dieses Tests.

4.5 Effekte der Neugestaltung des Außengeländes auf Blutdruck, Puls und Körpermaße

4.5.1 Effekte der Neugestaltung des Außengeländes auf die anthropometrischen Kenngrößen

Die Prävention der Entwicklung von kindlicher Adipositas ist ein gesundheitspolitisch sehr relevantes Thema, das zunehmend im Fokus von Öffentlichkeit und Wissenschaft steht. Als die zwei übergeordneten Einflussgrößen in der Entwicklung von Adipositas gelten hohe Kalorienzufuhr und ein Mangel an Bewegung. Letzterer Faktor wurde versucht mit der hier vorgestellten Intervention positiv zu beeinflussen. In wie weit dies auch einen Einfluss auf die für kindliches Übergewicht relevanten Größen BMI und Hautfaltendicke hatte, wurde ebenfalls untersucht.

Überraschenderweise legten die Kinder der Intervention sehr signifikant in der BMI-Perzentile zu. Um durchschnittlich fünf Perzentilpunkte steigerten die Kinder der Maxi-Gruppe im Kindergarten St. Jakobus ihren BMI von T1 zu T2, während die Kinder der Kontrollgruppe zu T2 im Mittel eine Perzentile niedriger lagen als noch zu T1. Im Größenwachstum unterschieden sich die Kinder der beiden Gruppen nicht. Der Zuwachs im BMI beruhte auf einer sehr signifikanten Zunahme des Körpergewichts. Eine Zunahme in der BMI-Perzentile um drei Perzentilpunkte zeigte sich auch für die Mini-Gruppe. Auch eine Steigerung der Muskelmasse kann zu einer Steigerung des BMI führen. Allerdings zeigte sich zusätzlich auch bei den Ergebnissen der Trizeps-Hautfaltenmessung als Maß des Unterhautfettgewebes ein hoch signifikanter Effekt im Sinne einer Zunahme des Unterhautfettgewebes bei den Kindern der Maxi-Gruppe. In der Summe der Dicke von vier Hautfalten war dieselbe Tendenz erkennbar, aber nicht signifikant.

Bei Betrachtung der Messmethodik konnte kein Störfaktor gefunden werden, der solche signifikanten Unterschiede hätte erklären können, so dass zunächst einmal davon ausgegangen werden muss, dass die Kinder im Kindergarten St. Jakobus trotz Intervention in BMI und Hautfaltendicke im Vergleich zu der Kontrollgruppe signifikant zugenommen haben. Diese Ergebnisse stehen im klaren Gegensatz zu den

bereits beschriebenen positiven Effekten der Intervention auf die körperliche Aktivität der Kinder.

Eine mögliche Erklärung für diese ungünstige Entwicklung soll im Folgenden gegeben werden: Für die Entwicklung des Gewichts, BMI und Hautfaltendicke ist die Energiebilanz über den gesamten Interventionszeitraum entscheidend. Als bestes Maß der Aktivität ist deshalb in diesem Fall MVPA für die gesamte Woche zu betrachten und nicht nur der Vormittag werktags. Von T1 war bekannt, dass die Kinder der Interventionsgruppe sich im Vergleich zu anderen Kindern relativ wenig bewegten. Der Unterschied war dabei für die gesamte Woche mit $p=0.068$ nicht signifikant, weist aber auf eine Tendenz hin (12,7% für die Maxi-Gruppe versus 14,3% für die Kontrollgruppe zu T1). Auch nach der Neugestaltung war MVPA für die ganze Woche bei den Kindern der Maxi-Gruppe noch etwas niedriger als der Durchschnitt der Kontrollgruppe (14,9% zu 15,3%). Auch wenn die Gruppe im St. Jakobus Kindergarten einiges aufgeholt hat, blieb der absolute Wert noch im Mittelfeld. Zusätzlich ist in die Bilanz einzukalkulieren, dass das Außengelände auf Grund der Bauarbeiten von Anfang März bis zur Einweihung am 20.Mai 2010 gesperrt blieb. In diesem Zeitraum von ca. 11 Wochen, mussten die Kinder auf andere Spielplätze ausweichen und waren in ihren Bewegungsmöglichkeiten im Kindergarten deutlich beschränkt. Dies könnte in der Bauphase für eine weitere Reduktion der ohnehin geringen MVPA-Anteile geführt haben. Die Zeitspanne der Nutzung des Außengeländes bis zur erneuten Messung war dann mit 6-7 Wochen relativ kurz.

Somit kommen als Ursache für das „Scheitern“ der Intervention als Adipositasprävention zwei grundsätzliche Möglichkeiten in Betracht:

- (1) Die positiven Effekte der Neugestaltung auf die körperliche Aktivität der Kinder waren insgesamt zu gering, um sich positiv auf Gewicht, BMI und Unterhautfettgewebe auszuwirken und blieben hinter dem Einfluss anderer Größen (wie z.B. Essverhalten) zurück.

Für dieses Argument spricht die Tatsache, dass z.T. auch große und aufwändige Studien in Kindergärten keinen signifikanten Effekt auf Übergewicht und Adipositas zeigen konnten. So berichten Bayer et al. [67] über das „Tiger-Kids“-Programm bei dem eine Cluster-Randomisierte Studie mit insgesamt 2658 Kindergartenkinder ohne einen signifikanten Effekt auf Übergewicht und

Adipositas blieb. Ebenso scheiterte der MAGIC-Trial mit 545 Kindern in diesen Parametern [68]. Als einen Grund für das Scheitern von solchen präventiven Ansätzen gibt Reilly [9] an, dass diese Intervention nur auf den „Mikro“ Level Einfluss nehmen, d.h. z.B. auf Kindergarten, Familie, Kind. Damit erzielen sie einen zu geringen Effekt, da der „Makro“ Level, der gesellschaftlichen Einflussgrößen unberührt bleibt. Dem widersprechen jedoch die Ergebnisse anderer Studien, die mit einem Kindergartenprogramm Effekte auf BMI und Übergewicht erzielten [69].

- (2) Der Zeitraum der Nutzung des Außengeländes war, insbesondere in Anbetracht der vorangehenden Schließung des Außengeländes zu kurz um Defizite auszugleichen.

Für dieses Argument sprechen die Analysen von Bluford et al. [69], die in einem Review Interventionsstudien zur Reduktion von Adipositas bei Kindergartenkindern zusammenfassten. Sie fanden, dass die Messungen in den erfolgreichen Studien über einen Zeitraum von ein bis zwei Jahren stattfanden, während die nicht erfolgreichen Studien nur kürzere Zeiträume betrachteten. Es wäre also wünschenswert gewesen zumindest die anthropometrischen Messdaten noch zu einem späteren Zeitpunkt z.B. ein Jahr nach Eröffnung des Außengeländes zu messen. Interessant wäre auch eine Messung der anthropometrischen Maße zum Zeitpunkt der Eröffnung gewesen, um zu kontrollieren, ob nicht die Zeit der Sperrung des Außengeländes für den Anstieg in BMI und Unterhautfettgewebe verantwortlich war.

4.5.2 Effekte der Temperatur auf den Blutdruck

Da die gefundenen Unterschiede der Blutdruckänderungen zwischen Kontrollgruppe und Interventionsgruppe überraschend deutlich ausfielen, verglichen mit der zeitlichen Kürze der Intervention, wurde noch eine andere Einflussgröße vermutet. In Studien wurde die Abhängigkeit des Blutdrucks von der Jahreszeit beschrieben [70]. Aktuell zeigte eine Studie eine inverse Assoziation zwischen Außentemperatur und dem Blutdruck [49]. Diese Studie wurde allerdings an Erwachsenen durchgeführt mit einem durchschnittlichen Alter von 72,9 Jahren und benutzte Heimmessungen mittels automatischer Oberarm-Messgeräte. Über einen entsprechenden Zusammenhang bei Kindern gibt es keine Daten. Hozawa et al. beschreiben einen relevanten Effekt auf den

Blutdruck nur für Außentemperaturen über 10° C. Deshalb wurde für den Zeitpunkt T2, der sich in den Sommermonaten befand, der Einfluss der mittleren Tagestemperatur (T_M) am Tag der Blutdruckmessung analysiert.

Es zeigte sich ein sehr signifikanter Effekt von T_M auf den zu T2 erhobenen systolischen und diastolischen Blutdruck. Mit $\eta^2_p=0,02$ erklärte T_M mehr Varianz als Geschlecht, Alter oder Intervention. T_M zeigte also einen wichtigen Einfluss auf den erhobenen Blutdruckwert.

Dieses Ergebnis überrascht, da dieser Effekt bisher für Kinder nicht beschrieben wurde und da in keiner der zuvor genannten Studien [71-74], bei denen Interventionen zur Blutdrucksenkung bei Kindern durchgeführt wurden, die Außentemperatur berücksichtigt wurde. Dies könnte relevante Auswirkungen auf die Ergebnisse haben, wie sich auch in der hier vorgestellten Untersuchung zeigte. Die durchschnittlichen Tagestemperaturen an den Untersuchungstagen in der Interventions- und Kontrollgruppe unterschieden sich hoch signifikant von einander (24,1° C versus 18,3°C), so dass letztlich 2,2 mmHg des Unterschiedes in Δ SBD durch die Unterschiede der Außentemperatur erklärt werden konnten. Nach Adjustierung für die Außentemperatur blieb für Δ SBD ein signifikanter Effekt durch die Intervention, während der Effekt für Δ DBD nicht signifikant wurde.

Der Regressionskoeffizient B betrug für die Temperatur zu T2 bei Δ SBD -0,40 mmHg und bei Δ DBD -0,35 mmHg, d.h. ein Temperaturanstieg von 1°C bewirkte bei den Kindern einen um 0,4 mmHg niedrigeren SBD und einen um 0,35 mmHg niedrigeren DBD. Diese Ergebnisse ähneln, denen von Hozawa et al., die für den SBD Werte von -0,4 mmHg und für den DBD -0,28 mmHg pro 1°C Temperatursteigerung angeben [49]. Als physiologische Ursache werden Änderungen im sympathischen Nervensystem diskutiert, die zu Vasodilatation führen und damit einen erniedrigten Blutdruck bewirken.

Die Größe und Signifikanz der hier gefunden Effekte der Außentemperatur auf den Blutdruck bei Kindern sprechen dafür, diese Einflussgröße bei zukünftigen Studien mit zu berücksichtigen. Auf Grund der bisher fehlenden Daten sollte zudem der Zusammenhang zwischen Außentemperatur und Blutdruck für Kinder noch näher untersucht werden.

4.5.3 Effekte der Neugestaltung des Außengeländes auf Blutdruck und Puls

Im Zusammenhang mit der zunehmenden Prävalenz von Übergewicht wurde bereits in verschiedenen Studien auch eine Zunahme von Bluthochdruck bei Kindern im Alter von 8 – 17 Jahren beobachtet [75-76]. Dabei gilt Adipositas als einer, aber nicht der einzige der Gründe für diese Entwicklung [77]. Ein hoher Blutdruck im Kindesalter stellt ein erhöhtes Risiko für eine manifeste Hypertonie im Erwachsenenalter dar. Diese Beziehung wird als „Tracking“ bezeichnet [78]. Ein hoher Blutdruck führt zudem bereits im Kindesalter zu Endorganschäden, wie Linksherzhypertrophie, Verdickung von Arterienwänden, Veränderungen der Netzhautgefäße und geringen kognitiven Veränderungen [79]. Deshalb sind Präventionsmaßnahmen bereits im Kindesalter nötig. Bewegung und Sport gelten auch hier als entscheidender Präventionsansatz [80].

Wir fanden in unserer Untersuchung einen (hoch) signifikanten Effekt der Neugestaltung des Außengeländes im Sinne einer Senkung des systolischen (SBD) und diastolischen Blutdruckes (DBD). Zu T1 bestand kein signifikanter Unterschied zwischen den älteren Kindern der Interventionsgruppe und der Kontrollgruppe für den Blutdruck (102/57 vs. 103/58 mmHg). Die Differenz der Randmittel betrug bei der Untersuchung im Längsschnitt für Δ SBD -5,5 mmHg und Δ DBD -2,9 mmHg zu Gunsten der Intervention. Auch für die Mini-Gruppe zeigten sich signifikante Änderungen im SBD und DBD von -5 und -6 mmHg.

Bei Berücksichtigung der Außentemperatur betrug die Differenz der Randmittel für Δ SBD noch -3,3 mmHg und für Δ DBD -0,8 mmHg. Für Δ DBD war dieser Interventionseffekt nicht mehr statistisch signifikant.

Bisher gibt es für Kindergartenkinder keine publizierten Daten über die Effekte von bewegungsbasierten Interventionen auf den Blutdruck. Für Schulkinder gibt es wenige Studien, in denen für Interventionen ein Blutdruck senkender Effekt gezeigt werden konnte. Hansen et al. [71], Bayne-Smith et al. [72] und Perichart-Perera et al. [73] untersuchten jeweils ein Sport-Programm, die beiden letzteren kombiniert mit Schulungselementen. Alle drei Studien fanden signifikante Effekte der Intervention auf den Blutdruck nach 8 Monaten, 12 Wochen bzw. 16 Wochen Intervention. Der Bereich der berichteten Änderungen für die Interventionsgruppen lag dabei für den SBD zwischen -6,5 und -2,9 mmHg und für den DBD zwischen -4,1 und -3,2 mmHg, also ein

Bereich in dem sich auch die Werte der Kinder im Kindergarten St. Jakobus änderten. Eine andere große Studie bei Schulkindern fand jedoch keinen signifikanten Effekt eines Bewegungsprogrammes auf den Blutdruck, jedoch Effekte auf andere kardiovaskuläre Risikofaktoren [74]. Für den Puls fand sich kein signifikanter Effekt der Neugestaltung des Außengeländes.

4.6 Limitationen und Stärken

Eine Reihe methodischer Störfaktoren können die Ergebnisse dieser Studie beeinflusst haben.

Die Verwendung von Bewegungsmonitoren für die Bestimmung der Aktivität der Kinder kann dazu führen, dass Tätigkeiten wie Fahrrad, Laufrad oder Dreirad fahren in ihrer Intensität unterschätzt werden. Außerdem werden Schwimm- und Badeaktivitäten, wie sie besonders in den heißen Sommermonaten eine Rolle spielen, nicht erfasst, da das Gerät nicht wasserdicht ist und dazu abgelegt werden muss.

Auf Grund der besonderen Intervention im Sinne einer vollständigen Neugestaltung des Außengeländes und Aufstellung des Playmobil-Aktivschiffes war es nicht möglich, eine randomisierte kontrollierte Studie zu konzipieren. Die Wahl einer historischen Kontrollgruppe birgt einige Fehlerquellen.

Zunächst einmal könnten allgemeine gesellschaftliche Veränderungen über die Zeit eine Auswirkung auf die Ergebnisse gehabt haben, was aber hier auf Grund des kurzen Zeitunterschiedes von lediglich zwei Jahren keine größere Rolle spielen sollte. Allerdings könnten Unterschiede der klimatischen Bedingungen in den Jahren 2008 und 2010 einen Einfluss auf die Entwicklung der Kinder gehabt haben. So könnten weniger Regen, mehr Sonne oder angenehmere Temperaturen für Spiel und Sport förderlich gewesen sein. Die Daten des Deutschen Wetterdienstes von der Wetterstation Würzburg (Stationskennziffer 10655) zeigen [50], dass die mittlere Tagestemperatur in den Monaten März bis Juli 2008 13,6°C betrug, 2010 in denselben Monaten 13,4°C. Die Summe der Sonnenscheindauer pro Monat betrug im Mittel 187 Stunden für März bis Juli 2008 und 200 Stunden für 2010. Außerdem fielen in dieser Zeit pro Monat durchschnittlich 51mm versus 44mm Niederschlag (2008 versus 2010). Insgesamt scheint damit der Unterschied im Wetter auf den gesamten Interventionszeitraum betrachtet gering.

Einflüsse der Außentemperatur am Untersuchungstag auf den Blutdruck wurden im vorangegangenen Abschnitt bereits diskutiert.

Patnode et al. beschreibt einen Einfluss der Temperatur auf die MVPA-Anteile bei 10-17Jährigen [81], wobei jedoch lediglich das Mittel der Temperatur im jeweiligen Monat herangezogen wurde. Genauere Daten über diese Fragestellung bzw. den Einfluss des Klimas auf andere hier untersuchte Parameter insbesondere für Kindergartenkinder gibt es nicht. Es zeigte sich bei der Betrachtung der Aktivität, dass diese sich im Interventionskindergarten nur während der Zeit im Kindergarten signifikant änderte. Dies spricht gegen einen allgemeinen Einflussfaktor wie das Wetter.

Eine weitere Einschränkung bei der Verwendung einer historischen Kontrollgruppe ist, dass dort z.T. andere Untersucher die Messungen und Tests durchführten. Besonders motorische Tests sind anfällig für eine Testleitervariabilität, aber auch die Hautfaltenmessung. Es wurde versucht die möglichen Störfaktoren möglichst gering zu halten, indem vor den beiden Tests in der Interventionsgruppe eine Testleiterschulung durchgeführt wurde, so wie dies bereits unter derselben Leitung (Frau Dr. K. Roth) in der PAKT-Studie getan wurde. Auch die verwendeten Testvorrichtungen und Geräte waren weitgehend identisch, einschließlich der Hautfaltenmesszange, der Waage und der Bewegungsmonitore.

Damit sich die beiden Testzeitpunkte in Kontroll- und Interventionsgruppe in der gleichen Jahreszeit befanden und eine gleiche Zeitspanne dazwischen lag, wurden für T1 und T2 die Ergebnisse des zweiten und dritten Messzeitpunktes der PAKT-Untersuchung herangezogen. Dadurch könnten sich die beiden Gruppen in einem Übungseffekt unterscheiden, der zwischen der ersten und zweiten Messung am ehesten auffällig wird [41]. Das könnte also einen Teil der Verbesserungen in der Interventionsgruppe ausgemacht haben. Im Testmanual von Kiphard & Schilling ist dazu für das seitliche Hin- und Herspringen eine Studie an 68 Kindern angeführt, für die sich nach 4 Wochen bei einer Wiederholung des Tests kein signifikanter Übungseffekt ergab. In unserer Untersuchung waren es im Schnitt 21 Wochen zwischen 1. und 2. Messung, was einen Übungseffekt noch unwahrscheinlicher macht.

Die relativ kurze Zeit vom Start der Nutzung des Außengeländes bis zur zweiten Untersuchung erlaubt keine Aussagen über langfristige Effekte der Intervention. Insbesondere für BMI, Hautfaldendicke und Blutdruck wäre dies von Interesse gewesen.

Auf Grund der hohen Kosten und Besonderheit der in dieser Studie untersuchten Neugestaltung des Außengeländes, ist eine Verallgemeinerung auf andere Spielraumgestaltungen oder eine Ausweitung solch einer Intervention auf andere Kindergärten nur eingeschränkt möglich.

Nichts desto trotz sind die hier gefundenen Effekte der dargestellten Intervention sehr ermutigend. So ist es gelungen signifikante positive Effekte nicht nur auf die körperliche Aktivität, sondern auch die motorischen Fähigkeiten und den systolischen Blutdruck nachzuweisen. Zumindest mittelfristig ist damit gezeigt, dass die Neugestaltung eines Außengeländes einen Beitrag zur Steigerung der Gesundheit von Kindergartenkindern leistet.

Eine Stärke dieser Untersuchung war die Messung eines breiten Spektrums von unterschiedlichen gesundheitsrelevanten Größen. Ähnliche Studien hatten bisher nur die körperliche Aktivität betrachtet [27-28]. Außerdem wurde über zwei Fragebögen, eine Vielzahl von möglichen Einflussgrößen kontrolliert.

Die verwendeten motorischen Tests waren allesamt für die Altersgruppe der größer 4-Jährigen evaluiert, bewährt und zeichneten sich durch eine hohe Reliabilität aus. Mit den Actigraph-Bewegungsmonitoren wurde ein objektives, etabliertes Verfahren gewählt [36-37]. Der für den MVPA-Level verwendete Cut-Off-Wert war ebenfalls für Kindergartenkinder validiert. Durch die Messung der Aktivität 5-7 Wochen nach der Eröffnung wurde ein bloßer „Novelty-Effekt“ ausgeschlossen und eine mittelfristige Wirksamkeit getestet. Mit der Aktivitätsmessung über eine gesamte Woche hinweg, hebt sich diese Untersuchung ebenfalls von vorangegangenen Untersuchungen ab. Dort wurden lediglich kurze Zeitspannen während des Spiels auf dem Außengelände untersucht [27-28].

Mit der Messung der Hautfaltendicke wurde noch ein in seiner Aussagekraft zu Übergewicht und Adipositas dem BMI überlegener Parameter bestimmt [54]. Es wurden also hochwertige und aussagekräftige Testverfahren eingesetzt.

Insgesamt gingen die Daten von 402 Kindern in die Untersuchung mit ein. Damit hatte die Studie eine ausreichende Teststärke, um auch kleine Unterschiede zwischen den Gruppen zu detektieren.

4.7 Ausblick

Die hier gefunden positiven Entwicklungen in Aktivität und Motorik bei Kindergartenkindern legen nahe, dass attraktiv gestaltete Außengelände und Spielgeräte einen wichtigen Beitrag zur Förderung der Gesundheit leisten können. Die Politik sollte sich deshalb weiter um den Ausbau der Spielmöglichkeiten für Kinder bemühen und die Wissenschaft dabei beratend und evaluierend tätig sein.

Zukünftige Studien in diesem Bereich sollten auch versuchen, die langfristigen Effekte von Spielraumgestaltungen zu untersuchen, worüber es bisher noch keine Daten gibt. Dies wäre insbesondere für die Veränderungen des Blutdrucks, der Hautfaldendicke und des BMI interessant.

Wie in der Einleitung bereits erwähnt, fördert freies Spiel nicht nur die körperlichen, sondern auch die psychosozialen und kognitiven Fähigkeiten von Kindern. Insofern ist davon auszugehen, dass eine attraktive Spielraumgestaltung, wie sie hier untersucht wurde, auch auf diese Bereiche positive Effekte erzielt. Dies wäre für zukünftige Untersuchungen eine interessante Fragestellung.

Ein neugestaltetes Außengelände wie das im Kindergarten St. Jakobus und insbesondere das Playmobil-Aktivschiff bieten eine Vielzahl von Möglichkeiten, um Kinder zu Spiel und Bewegung zu animieren. In dieser Studie wurden die Effekte der Neugestaltung und Aufstellung des Schiffs untersucht, aber keinerlei weitere Maßnahmen oder Programme gestartet. Mögliche Erweiterungen wären tragbares Spielzubehör wie Kunststoff- oder Schaumstofffässer, Taue, Eimer oder Wurfobjekte. Außerdem könnten spezielle (Piraten)bewegungsspiele rund um das Schiff entwickelt werden, um auch die weniger motivierten Kinder gezielt fördern zu können.

In einer weiteren Studie (SKiPPi) zum neugestalteten Außengelände wurde das Spielverhalten der Kinder mittels Videoaufzeichnungen dokumentiert. Daraus sind Hinweise darüber zu erhoffen, was die Kinder am neuen Außengelände und dem Spielschiff nutzen, wie die Nutzung erfolgt und welche Ansatzpunkte für Verbesserungen es gibt.

Die Ergebnisse der Evaluationsfragen der Eltern weisen auf eine hohe Akzeptanz des neuen Außengeländes durch die Kinder hin. Das lässt hoffen, dass das Spielgelände auch dauerhaft viel genutzt wird und die Kinder „die Freude der Bewegung, Kreativität und Freundschaft darauf erleben“ (übersetzt gemäß [2], S.49).

5. Zusammenfassung

Bereits für Kinder im Kindergartenalter besteht eine zunehmende Evidenz für eine zu geringe körperliche Aktivität, das Nachlassen motorischer Leistungsfähigkeit und die Zunahme von Adipositas. Dies bedeutet eine massive Bedrohung für die gesunde Entwicklung unserer Kinder. Evidenz basierte Interventionsmaßnahmen sind gefragt, die diesem Trend entgegen wirken. Bisherige Studien bei Kindern dieser Altersgruppe fokussierten dabei hauptsächlich auf die Einführung von Bewegungs- oder Ernährungsprogrammen. Wenig ist bekannt über die gesundheitsrelevanten Effekte von Spielraumgestaltungen im Kindergarten. Deshalb sollten in dieser Studie die Auswirkungen der Neugestaltung des Außengeländes eines Kindergartens untersucht werden.

Dazu wurde eine historisch-kontrollierte Studie konzipiert, an der 66 Kinder des Interventionskindergarten St. Jakobus in Versbach / Würzburg teilnahmen. Die Daten von 336 Kindern aus 20 Kontrollkindergärten der PAKT-Studie standen als Kontrollen zur Verfügung. Die Intervention bestand in der vollständigen Neugestaltung des Außengeländes des Kindergartens und der Aufstellung eines großen Klettergerätes (Playmobil-Aktivschiff). Die Messungen erfolgten 3 Monate vor und 5-7 Wochen nach der Eröffnung des neuen Außengeländes. Gemessen wurde der zeitliche Anteil an „moderate-and-vigorous physical activity“ (MVPA) mittels Bewegungsmonitoren (GT1M) an 7 Tagen, sowie folgende motorische Tests: *Einbeinstand* (EIN), *Seitliches Hin- und Herspringen* (SHH) und *Standweitsprung* (SW) aus dem Karlsruher Motorik-Screening, *Balancieren rückwärts* (RB) und *Zielwurf* auf eine Scheibe aus dem Motoriktest für 4-6 Jährige und das *dynamische Balancieren rückwärts* (DBR) aus dem Körperkoordinationstest für Kinder. Der DBR wurde nur im Interventionskindergarten durchgeführt. Aus den Z-Werten der Ergebnisse im EIN, SHH, SW wurde ein Motorikgesamtscore als Maß der allgemeinen körperlichen Leistungsfähigkeit gebildet. Größe, Gewicht, Hautfaldendicke an vier Körperstellen (über dem Bizeps und dem Trizeps, sowie subskapulär und supriliakal) und der Blutdruck wurde gemessen (Dinamap 8100, Critikon). Aus Daten des Deutschen Wetterdienstes wurde die mittlere Tagestemperatur am Tag der zweiten Untersuchung bestimmt und bei den Analysen des

Blutdrucks berücksichtigt. In zwei Fragebögen wurden Informationen zu familiären, gesundheitlichen und sozioökonomischen Gegebenheiten ermittelt sowie sportliche Aktivitäten in der Freizeit abgefragt. Die Änderungen im MVPA-Anteil an Vormittagen von Werktagen und die Änderungen im Motorikgesamtscore der motorischen Leistungsfähigkeit wurden als primäre Ergebnisvariablen definiert. Für die statistischen Berechnungen wurde PASW Statistics 18 genutzt. Um Gruppenunterschiede zu T1 zu analysieren wurde die Varianzanalyse (ANOVA) verwendet. Für die Längsschnittuntersuchung bei intervallskalierten Variablen wurde die univariate Varianzanalyse genutzt (allgemeines lineares Modell) und Alter, sowie Geschlecht als feste Faktoren, das Ergebnis der Eingangsuntersuchung als Kovariate ins Modell eingeschlossen.

Zur Eingangsuntersuchung bestanden folgende signifikante Unterschiede zwischen der Kontroll- und Interventionsgruppe: die Interventionsgruppe war ein Stadtkindergarten während in der Kontrollgruppe 84% der Kinder Landkindergärten besuchten. Die Kinder der Intervention kamen aus Familien mit höherem sozialen Status, sahen weniger fern, hatten Mütter mit niedrigerem BMI, waren am Vormittag von Werktagen weniger körperlich aktiv und schnitten schlechter im SHH ab aber besser im RB. Im Längsschnitt zeigten sich für die Interventionsgruppe gegenüber der Kontrollgruppe signifikante Verbesserungen in den beiden primären Ergebnisvariablen MVPA-Anteil am Vormittag von Werktagen ($p=0,002$), sowie im Motorikgesamtscore der motorischen Leistungsfähigkeit ($p=0,012$). Weitere positive Ergebnisse ergaben sich im SHH ($p=0,015$), im DBR ($p=0,005$) und für den systolischen Blutdruck ($p=0,037$ unter Einschluss der mittleren Tagestemperatur als Kovariate). Hingegen stiegen Gewicht ($p=0,009$), BMI-Perzentile ($p=0,003$) und Trizeps-Hautfaltendicke ($p<0,001$) im Vergleich zur Kontrollgruppe an. Die Evaluationsfragen ergaben eine hohe Akzeptanz des Außengeländes bei den Eltern bzw. Kindern.

Die attraktive Neugestaltung des Außengeländes eines Kindergartens zeigte sich also erfolgreich, das Bewegungsverhalten und die motorischen Fähigkeiten der Kinder zu fördern. Dieses Ergebnis hat hohe gesundheitliche Relevanz.

Da zu Beginn der Untersuchung signifikante Defizite bei der körperlichen Aktivität im Interventionskindergarten bestanden, bedeutet die gefundene Verbesserung in diesem Bereich zunächst den Ausgleich des Defizits. Zum Teil gilt dies auch für die motorischen Fähigkeiten, wo sich die Kinder besonders im SHH steigerten.

In anderen Studien konnte durch eine Umgestaltung von Außenflächen für das Bewegungsverhalten keine bzw. nur kurzfristige Auswirkungen gezeigt werden [27-28]. Effekte von Spielraumgestaltungen auf die allgemeine Leistungsfähigkeit oder den Blutdruck wurden zuvor noch nicht untersucht.

Es konnte auch nachgewiesen werden, dass die mittlere Außentemperatur einen hoch signifikanten Einfluss auf den systolischen Blutdruck hat, weshalb dies in entsprechenden zukünftigen Studien berücksichtigt werden sollte.

Trotz Intervention ergab sich im Beobachtungszeitraum eine Zunahme von Gewicht, BMI und subkutanem Fettgewebe. Als Ursache dafür kommen die kurze Beobachtungszeit, sowie die Einschränkungen während der Umbauphase des Außengeländes in Frage. Möglicherweise spielen aber auch andere Faktoren wie das Ernährungsverhalten eine Rolle. Zukünftige Studien sollten unbedingt auch langfristige Messungen des Gewichts, BMIs und subkutanen Fettgewebes beinhalten, um hier weiter Klarheit zu schaffen.

Nach den Ergebnissen dieser Studie stellt die Neugestaltung des Außengeländes in Kindergärten eine effektive Möglichkeit zur Förderung der Gesundheit von Kindern dar. Entsprechende Maßnahmen sollten deshalb weiter sowohl wissenschaftlich wie politisch vorangebracht werden.

6. Literaturverzeichnis

1. Timmons, B.W., P.J. Naylor, and K.A. Pfeiffer, *Physical activity for preschool children--how much and how?* Can J Public Health, 2007. **98 Suppl 2**: p. S122-34.
2. Burdette, H.L. and R.C. Whitaker, *Resurrecting free play in young children: looking beyond fitness and fatness to attention, affiliation, and affect.* Arch Pediatr Adolesc Med, 2005. **159**(1): p. 46-50.
3. Bös, K. and J. Ulmer, *Motorische Entwicklung im Kindesalter.* Monatsschrift Kinderheilkunde, 2003. **151**: p. 14-21.
4. Williams, H.G., et al., *Motor skill performance and physical activity in preschool children.* Obesity (Silver Spring), 2008. **16**(6): p. 1421-6.
5. Kambas, A., et al., *Unfallverhütung durch Schulung der Bewegungskoordination bei Kindergartenkindern.* DEUTSCHE ZEITSCHRIFT FÜR SPORTMEDIZIN, 2004. **Nr. 2**: p. 44 - 47.
6. Vale, S.M., et al., *Objectively measured physical activity and body mass index in preschool children.* Int J Pediatr, 2010. **2010**.
7. Trost, S.G., et al., *Physical activity in overweight and nonoverweight preschool children.* Int J Obes Relat Metab Disord, 2003. **27**(7): p. 834-9.
8. Weiss, R., et al., *Obesity and the metabolic syndrome in children and adolescents.* N Engl J Med, 2004. **350**(23): p. 2362-74.
9. Reilly, J.J., *Obesity in childhood and adolescence: evidence based clinical and public health perspectives.* Postgrad Med J, 2006. **82**(969): p. 429-37.
10. Kurth, B.M. and A. Schaffrath Rosario, *[The prevalence of overweight and obese children and adolescents living in Germany. Results of the German Health Interview and Examination Survey for Children and Adolescents (KiGGS)].* Bundesgesundheitsblatt Gesundheitsforschung Gesundheitsschutz, 2007. **50**(5-6): p. 736-43.
11. Reilly, J.J., *Low levels of objectively measured physical activity in preschoolers in child care.* Med Sci Sports Exerc, 2010. **42**(3): p. 502-7.
12. Tester, J.M., *The built environment: designing communities to promote physical activity in children.* Pediatrics, 2009. **123**(6): p. 1591-8.
13. Roth, K., et al., *Is there a secular decline in motor skills in preschool children?* Scand J Med Sci Sports, 2009.
14. Barnett, L.M., et al., *Does childhood motor skill proficiency predict adolescent fitness?* Med Sci Sports Exerc, 2008. **40**(12): p. 2137-44.
15. Rzehak, P. and J. Heinrich, *Development of relative weight, overweight and obesity from childhood to young adulthood. A longitudinal analysis of individual change of height and weight.* Eur J Epidemiol, 2006. **21**(9): p. 661-72.
16. Freedman, D.S., et al., *The relation of childhood BMI to adult adiposity: the Bogalusa Heart Study.* Pediatrics, 2005. **115**(1): p. 22-7.
17. Riedel, B. *Kinder bis zum Schuleintritt in Tageseinrichtungen und Kindertagespflege. Deutsches Jugendinstitut: Zahlenspiegel 2007 - Kindertagesbetreuung im Spiegel der Statistik.* 2007 05.03.2011]; Available from: <http://www.bmfsfj.de/Publikationen/zahlenspiegel2007/01->

18. Pate, R.R., et al., *Physical activity among children attending preschools*. Pediatrics, 2004. **114**(5): p. 1258-63.
19. Pate, R.R., et al., *Directly observed physical activity levels in preschool children*. J Sch Health, 2008. **78**(8): p. 438-44.
20. Ward, D.S., *Physical activity in young children: the role of child care*. Med Sci Sports Exerc, 2010. **42**(3): p. 499-501.
21. Brown, W.H., et al., *Social and environmental factors associated with preschoolers' nonsedentary physical activity*. Child Dev, 2009. **80**(1): p. 45-58.
22. Boldemann, C., et al., *Impact of preschool environment upon children's physical activity and sun exposure*. Prev Med, 2006. **42**(4): p. 301-8.
23. Dowda, M., et al., *Policies and characteristics of the preschool environment and physical activity of young children*. Pediatrics, 2009. **123**(2): p. e261-6.
24. Ridgers, N.D., et al., *Long-term effects of a playground markings and physical structures on children's recess physical activity levels*. Prev Med, 2007. **44**(5): p. 393-7.
25. Stratton, G., *Promoting children's physical activity in primary school: an intervention study using playground markings*. Ergonomics, 2000. **43**(10): p. 1538-46.
26. Stratton, G. and E. Mullan, *The effect of multicolor playground markings on children's physical activity level during recess*. Prev Med, 2005. **41**(5-6): p. 828-33.
27. Hannon, J.C. and B.B. Brown, *Increasing preschoolers' physical activity intensities: an activity-friendly preschool playground intervention*. Prev Med, 2008. **46**(6): p. 532-6.
28. Cardon, G., et al., *Promoting physical activity at the pre-school playground: the effects of providing markings and play equipment*. Prev Med, 2009. **48**(4): p. 335-40.
29. Gabbard, C., *Muscular endurance and experience with playground apparatus*. Percept Mot Skills, 1983. **56**: p. 538.
30. Ward, D.S., et al., *Interventions for increasing physical activity at child care*. Med Sci Sports Exerc, 2010. **42**(3): p. 526-34.
31. St.Jakobus. *Kindergarten St. Jakobus: Unsere Pädagogik - DAS OFFENE KONZEPT*. 2011 05.03.2011]; Available from: www.kindergarten-sankt-jakobus.de.
32. Roth, K., et al., *Prevention through Activity in Kindergarten Trial (PAKT): a cluster randomised controlled trial to assess the effects of an activity intervention in preschool children*. BMC Public Health, 2010. **10**: p. 410.
33. Obinger, M., *Der Zusammenhang zwischen motorischer Leistungsfähigkeit und körperlicher Aktivität bei drei- bis fünfjährigen Kleingartenkindern im Quer- und Längsschnitt*. 2009, Universität Würzburg, Dissertation Sportwissenschaft.
34. Winkler, J. and H. Stolzenberg, *Adjustierung des Sozialen-Schicht-Index für die Anwendung im Kinder- und Jugendgesundheitsurvey (KiGGS) 2003/2006*. Wismarer Diskussionspapiere, 2009. **07/2009**.
35. Lange, M., et al., *[Sociodemographic characteristics in the German Health Interview and Examination Survey for Children and Adolescents (KiGGS) - operationalisation and public health significance, taking as an example the*

- assessment of general state of health]. Bundesgesundheitsblatt Gesundheitsforschung Gesundheitsschutz, 2007. **50**(5-6): p. 578-89.
36. Reilly, J.J., et al., *Objective measurement of physical activity and sedentary behaviour: review with new data*. Arch Dis Child, 2008. **93**(7): p. 614-9.
 37. Pate, R.R., J.R. O'Neill, and J. Mitchell, *Measurement of physical activity in preschool children*. Med Sci Sports Exerc, 2010. **42**(3): p. 508-12.
 38. Trost, S.G., et al., *Using objective physical activity measures with youth: how many days of monitoring are needed?* Med Sci Sports Exerc, 2000. **32**(2): p. 426-31.
 39. Bailey, R.C., et al., *The level and tempo of children's physical activities: an observational study*. Med Sci Sports Exerc, 1995. **27**(7): p. 1033-41.
 40. Pate, R.R., et al., *Validation and calibration of an accelerometer in preschool children*. Obesity (Silver Spring), 2006. **14**(11): p. 2000-6.
 41. Kiphard, E.J. and F. Schilling, *Körperkoordinationstest für Kinder 2., überarbeitete und ergänzte Auflage* ed. 2007, Göttingen, Germany: Beltz Test GmbH, Göttingen. 78.
 42. Wagner, M., et al., *Motorische Leistungsfähigkeit im Kindes- und Jugendalter*. Monatsschrift Kinderheilkunde, 2010. **158**: p. 432 - 440.
 43. Bös, K., et al., *Karlsruher Motorik-Screening für Kindergartenkinder (KMS 3-6)*. Sportunterricht, Schorndorf, 2004. **53**(3): p. 79 - 87.
 44. Starker, A., et al., *[Motor Fitness. Results of the German Health Interview and Examination Survey for Children and Adolescents (KiGGS)]*. Bundesgesundheitsblatt Gesundheitsforschung Gesundheitsschutz, 2007. **50**(5-6): p. 775-83.
 45. Zimmer, R. and M. Volkamer, *Motoriktest für vier- bis sechsjährige Kinder, MOT 4 - 6*. 2 ed. 1987, Weinheim: Beltz Test Gesellschaft.
 46. Neuhauser, H. and M. Thamm, *[Blood pressure measurement in the German Health Interview and Examination Survey for Children and Adolescents (KiGGS). Methodology and initial results]*. Bundesgesundheitsblatt Gesundheitsforschung Gesundheitsschutz, 2007. **50**(5-6): p. 728-35.
 47. Pickering, T.G., et al., *Recommendations for blood pressure measurement in humans and experimental animals: part 1: blood pressure measurement in humans: a statement for professionals from the Subcommittee of Professional and Public Education of the American Heart Association Council on High Blood Pressure Research*. Circulation, 2005. **111**(5): p. 697-716.
 48. Holtain, L. *Holtain Tanner/Whitehouse Skinfold Caliper*. 2012 31.07.2012]; Available from: <http://www.anthropometer.com/tw.php>.
 49. Hozawa, A., et al., *Seasonal Variation in Home Blood Pressure Measurements and Relation to Outside Temperature in Japan*. Clin Exp Hypertens, 2011.
 50. Wetterdienst. *Daten des deutschen Wetterdienst*. 2010 22.02.2011]; Available from: http://www.dwd.de/bvbw/appmanager/bvbw/dwdwwwDesktop;jsessionid=xtZT NjgXcxt4pnPvyv2w42GBQWSK1rpV5k8qkM2mhXJBfb9vLLlz!346754326!1594699044?_nfpb=true&_pageLabel=dwdwww_klima_umwelt_klimadaten_deutschland&activePage=&nfls=false.
 51. Bortz, J., *Statistik für Sozialwissenschaftler*. 5., vollst. überarb. und aktualisierte ed. 1999, Berlin [u.a.]: Springer.

52. Pfeiffer, K.A., et al., *Factors related to objectively measured physical activity in preschool children*. *Pediatr Exerc Sci*, 2009. **21**(2): p. 196-208.
53. Yamamoto, S., et al., *Sex differences in the variables associated with objectively measured moderate-to-vigorous physical activity in preschoolers*. *Prev Med*, 2011. **52**(2): p. 126-9.
54. Stolzenberg, H., H. Kahl, and K.E. Bergmann, [*Body measurements of children and adolescents in Germany. Results of the German Health Interview and Examination Survey for Children and Adolescents (KiGGS)*]. *Bundesgesundheitsblatt Gesundheitsforschung Gesundheitsschutz*, 2007. **50**(5-6): p. 659-69.
55. Sandercock, G., C. Angus, and J. Barton, *Physical activity levels of children living in different built environments*. *Prev Med*, 2010. **50**(4): p. 193-8.
56. Kelly, L.A., et al., *Effect of socioeconomic status on objectively measured physical activity*. *Arch Dis Child*, 2006. **91**(1): p. 35-8.
57. Hoyos Cillero, I. and R. Jago, *Systematic review of correlates of screen-viewing among young children*. *Prev Med*, 2010. **51**(1): p. 3-10.
58. Anderson, S.E., C.D. Economos, and A. Must, *Active play and screen time in US children aged 4 to 11 years in relation to sociodemographic and weight status characteristics: a nationally representative cross-sectional analysis*. *BMC Public Health*, 2008. **8**: p. 366.
59. DuRant, R.H., et al., *The relationship among television watching, physical activity, and body composition of young children*. *Pediatrics*, 1994. **94**(4 Pt 1): p. 449-55.
60. Kolle, E., et al., *Seasonal variation in objectively assessed physical activity among children and adolescents in Norway: a cross-sectional study*. *Int J Behav Nutr Phys Act*, 2009. **6**: p. 36.
61. Cardon, G., et al., *The contribution of preschool playground factors in explaining children's physical activity during recess*. *Int J Behav Nutr Phys Act*, 2008. **5**: p. 11.
62. Cosco, N.G., R.C. Moore, and M.Z. Islam, *Behavior mapping: a method for linking preschool physical activity and outdoor design*. *Med Sci Sports Exerc*, 2010. **42**(3): p. 513-9.
63. Riethmuller, A.M., R. Jones, and A.D. Okely, *Efficacy of interventions to improve motor development in young children: a systematic review*. *Pediatrics*, 2009. **124**(4): p. e782-92.
64. Fisher, A., et al., *Fundamental movement skills and habitual physical activity in young children*. *Med Sci Sports Exerc*, 2005. **37**(4): p. 684-8.
65. Lopes, V.P., et al., *Motor coordination as predictor of physical activity in childhood*. *Scand J Med Sci Sports*, 2010.
66. Oberger, J., et al., *Motorische Leistungsfähigkeit*. *Monatsschrift Kinderheilkunde*, 2010. **158**: p. 441 - 448.
67. Bayer, O., et al., *Short- and mid-term effects of a setting based prevention program to reduce obesity risk factors in children: a cluster-randomized trial*. *Clin Nutr*, 2009. **28**(2): p. 122-8.
68. Reilly, J.J., et al., *Physical activity to prevent obesity in young children: cluster randomised controlled trial*. *BMJ*, 2006. **333**(7577): p. 1041.

69. Bluford, D.A., B. Sherry, and K.S. Scanlon, *Interventions to prevent or treat obesity in preschool children: a review of evaluated programs*. Obesity (Silver Spring), 2007. **15**(6): p. 1356-72.
70. Brennan, P.J., et al., *Seasonal variation in arterial blood pressure*. Br Med J (Clin Res Ed), 1982. **285**(6346): p. 919-23.
71. Hansen, H.S., et al., *A controlled study of eight months of physical training and reduction of blood pressure in children: the Odense schoolchild study*. BMJ, 1991. **303**(6804): p. 682-5.
72. Bayne-Smith, M., et al., *Improvements in heart health behaviors and reduction in coronary artery disease risk factors in urban teenaged girls through a school-based intervention: the PATH program*. Am J Public Health, 2004. **94**(9): p. 1538-43.
73. Perichart-Perera, O., et al., *[A program to improve some cardiovascular risk factors in Mexican school age children]*. Salud Publica Mex, 2008. **50**(3): p. 218-26.
74. Kriemler, S., et al., *Effect of school based physical activity programme (KISS) on fitness and adiposity in primary schoolchildren: cluster randomised controlled trial*. BMJ, 2010. **340**: p. c785.
75. Din-Dzietham, R., et al., *High blood pressure trends in children and adolescents in national surveys, 1963 to 2002*. Circulation, 2007. **116**(13): p. 1488-96.
76. Muntner, P., et al., *Trends in blood pressure among children and adolescents*. JAMA, 2004. **291**(17): p. 2107-13.
77. Feber, J. and M. Ahmed, *Hypertension in children: new trends and challenges*. Clin Sci (Lond), 2010. **119**(4): p. 151-61.
78. Chen, X. and Y. Wang, *Tracking of blood pressure from childhood to adulthood: a systematic review and meta-regression analysis*. Circulation, 2008. **117**(25): p. 3171-80.
79. Falkner, B., *Hypertension in children and adolescents: epidemiology and natural history*. Pediatr Nephrol, 2010. **25**(7): p. 1219-24.
80. Torrance, B., et al., *Overweight, physical activity and high blood pressure in children: a review of the literature*. Vasc Health Risk Manag, 2007. **3**(1): p. 139-49.
81. Patnode, C.D., et al., *The relative influence of demographic, individual, social, and environmental factors on physical activity among boys and girls*. Int J Behav Nutr Phys Act, 2010. **7**: p. 79.

Danksagung

Mein besonderer Dank gilt Herrn **Professor H. Hebestreit**, der mir das interessante Thema dieser Doktorarbeit anvertraute. Von den ersten Planungen bis zur letzten Durchsicht des Manuskriptes hat er mich zuverlässig unterstützt.

Außerdem danke ich meiner Betreuerin Frau **Dr. K. Roth** für die Einführung in die Testverfahren und Statistik, ihre Hilfe bei der Durchführung der Untersuchungen, und die vielen Antworten auf meine Fragen.

Vielen Dank auch an Herrn **Professor H. Faller** für die Übernahme des Korreferates.

Danken möchte ich **Astrid Langhirt, Katharina Ruf, Juh-Hwa Lee, Michael Buchetmann** und **Simon Kaiser**, die bei der Durchführung der Tests und Messungen im Kindergarten St. Jakobus mitgeholfen haben. Ohne sie wären die Untersuchungen bei den zeitlichen und räumlichen Gegebenheiten nicht durchführbar gewesen.

Den **Kindern des Kindergarten St. Jakobus** und deren Eltern danke ich für die Bereitschaft und Begeisterung an der Studie teilzunehmen.

Mein größter Dank gilt meinen Eltern **Helga** und **Alfons** und meiner lieben Frau **Fruzsina**, die mich so treu über die Jahre des Medizinstudiums und dieser Doktorarbeit unterstützt und ermutigt haben.

Zuletzt danke ich meinem **himmlischen Vater**, dem dreieinen Gott, dem alle Ehre gebührt.