

Fachbereich Erziehungs- und Kulturwissenschaften

Active Children – Active Schools:

**Zusammenhänge zwischen Motorik, Kognition und körperlicher Aktivität.
Eine empirische Studie zu den Effekten einer in den Schulalltag
integrierten Bewegungsförderung in der Primarstufe**

Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades
des Fachbereichs Erziehungs- und Kulturwissenschaften
Fachgebiet Sportwissenschaft
der Universität Osnabrück

vorgelegt von
Elke Haberer

aus
Villingen-Schwenningen

Osnabrück, November 2010

Erste Gutachterin: *Frau Prof. Dr. Renate Zimmer*
Universität Osnabrück

Zweiter Gutachter: *Herr Prof. Dr. Peter Elflein*
Universität Osnabrück

Dritter Gutachter: *Herr Prof. Dr. Antonis Kambas*
Democritus University of Thrace, Komotini Griechenland

***Meinen beiden Patenkindern
Hannah und Laura***

Zusammenfassung

Active Children – Active Schools: Zusammenhänge zwischen Motorik, Kognition und körperlicher Aktivität. Eine empirische Studie zu den Effekten einer in den Schulalltag integrierten Bewegungsförderung in der Primarstufe

Neurophysiologische Studien belegen, dass körperliche Aktivität kognitive Entwicklungsgänge auf neuronaler Ebene anregt (Hollmann, Strüder & Tagarkanis, 2005; Kramer et al., 2005; Hillman et al. 2009). Die Übertragbarkeit dieser Erkenntnisse auf Anwendungsfelder ist jedoch noch nicht ausreichend gesichert (Etnier et al., 2006; Tomporowski, 2008).

Die vorliegende Studie untersucht, ob sich Zusammenhänge zwischen den motorischen und kognitiven Fähigkeiten und körperlicher Aktivität bei Kindern nachweisen lassen und ob Motorik, Kognition und körperliche Aktivität durch eine in den Schulalltag integrierte Bewegungsintervention gefördert werden können.

Die quasiexperimentelle Feldstudie im Pre-Posttestdesign mit Interventions- und Kontrollgruppe fand über sechs Monate an vier Osnabrücker Grundschulen statt (N = 242). Die Interventionsgruppe erhielt eine schulintegrierte Bewegungsintervention.

Die motorische Leistungsfähigkeit wurde mit der Kurzform des Bruininks-Oseretsky Test of Motor Proficiency, Second Edition (BOT-2-sf) von Bruininks und Bruininks (2005), dem 6-Minuten-Ausdauerlauf (Bös & Mechling, 1983) und dem Sit and Reach-Test (Wells & Dillon, 1952) erhoben. Zur Erfassung der kognitiven Fähigkeiten verbale, nonverbale Intelligenz, Aufmerksamkeitsleistung und Lernbereitschaft kamen drei Untertests der „Basisdiagnostik umschriebener Entwicklungsstörungen im Grundschulalter“ (BUEGA, Esser, Wyschkon & Ballaschk, 2008) und die Lehreinschätzliste für Sozial- und Lernverhalten (LSL) von Petermann und Petermann (2006) zum Einsatz. Die körperliche Aktivität wurde mit Schrittzählern OMRON HJ-720 IT (Walkling Style Pro) erfasst.

Es zeigten sich generell positive signifikante aber kleine Zusammenhänge zwischen motorischen und kognitiven Leistungen ($.16 < r_p > .35$). Zusammenhänge zwischen der körperlichen Aktivität und der Motorik und Kognition zeigten sich in Teilbereichen (Motorik: Oberkörperkoordination, Kraft, Ausdauer; Kognition: verbale Intelligenz, alle Items der Lernbereitschaft). Direkte Effekte der Intervention konnten in den motorischen Bereichen Oberkörperkoordination und Kraft nachgewiesen werden. Transfereffekte zeigten sich hinsichtlich der Selbständigkeit und Sorgfalt. Deskriptiv verbesserte sich auch die nonverbale sowie die verbale Intelligenz. Mit einem Mehr von über 20 % zurückgelegter Schritte und mehr als das Doppelte an Aerobic-Steps bei der Experimentalgruppe lassen sich die Effekte der Intervention auf die körperliche Aktivität ausdrücken.

Abstract

Active Children – Active Schools: Relationships Between Motor and Cognitive Function and Physical Activity. An Empiric Study on the Effects of school-based Physical Activities in Primaryschool

Evidence from neurophysiological studies suggests that physical activity can improve cognitive development at neuronal level (Hollmann, Strüder & Tagarkanis, 2005; Kramer et al., 2005; Hillman et al. 2009). Nevertheless, the transferability of this knowledge on application fields has not been proved enough yet (Etnier et al., 2006; Tomporowski, 2008).

This study examines the relationship between motor skills, cognition and physical activity of young children. In addition the study conducts the potentially beneficial effects of school-based physical activities.

The semi-experimental field study in pre-post-test design with an intervention and a control group was held over the course of six months at four elementary schools in Osnabrueck (N = 242). The intervention group had a school-based physical activity intervention.

Movement skills were measured using the short form of the Bruininks - Oseretsky Test of Motor Proficiency, Second Edition (BOT-2-sf) (Bruininks & Bruininks, 2005), the "6-Minuten-Ausdauerlauf" [6-minute-endurance-run] (Bös & Mechling, 1983) and the Sit and Reach-Test (Wells & Dillon, 1952). Cognitive skills, verbal and nonverbal intelligence, attention and readiness to learn, were assessed using three subtests from the Assessment Battery „Basisdiagnostik umschriebener Entwicklungsstörungen im Grundschulalter“ (BUEGA, Esser, Wyszkon & Ballaschk, 2008) and the "Lehrereinschätzliste für Sozial- und Lernverhalten" [assessment list of social and learning behavior] (LSL, Petermann & Petermann, 2006). Physical activity was measured by the pedometer OMRON HJ-720 IT (Walkling Style Pro).

There was a statistically significant, but weak correlation between motor skills and cognition ($.16 < r_p > .35$). Correlations between physical activity and motor skills and cognition were significant in diverse subzones (motor efficiency: upper-limb coordination, strength, respiratory fitness; cognition: verbal intelligence, every item of readiness to learn).

Beneficial effects of the intervention where shown in the subtests upper-limb coordination and strength. Effects on cognition where presented in the subtests self-employment and particularity. Nonverbal and verbal intelligence enhanced in the descriptive data. Because of the intervention, the physical activity improved more than 20 % (steps) to 50 % (aerobic-steps) in the experimental group than in the control group.

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung	I
Abstract	II
Inhaltsverzeichnis	III

I Theoretische Grundlagen

1	Einleitung	1
2	Theoretische Ansätze der motorischen und kognitiven Entwicklung	9
2.1	Paradigmen, Menschenbilder, Theoriefamilien.....	10
2.2	Ausgewählte Theorien motorischer und kognitiver Entwicklung	14
2.2.1	<i>Ökologische Systemtheorie nach Bronfenbrenner</i>	14
2.2.2	<i>Körper- und Bewegungskarriere nach Baur</i>	18
2.2.3	<i>Piagets Theorie kognitiver Entwicklung</i>	21
2.2.4	<i>Informationsverarbeitungsansatz</i>	26
2.3	Theoretische Ansätze: Zusammenfassung.....	29
3	Motorik und Kognition - Grundlagen	31
3.1	Motorik - Begriffsbestimmung	31
3.1.1	<i>Motorische Fähigkeiten</i>	32
3.1.2	<i>Motorische Fertigkeiten</i>	34
3.1.3	<i>Motorische Entwicklung</i>	34
3.1.4	<i>Phänomene der motorischen Entwicklung</i>	36
3.1.5	<i>Erfassungsmethoden motorischer Fähigkeiten</i>	36
3.2	Kognition - Begriffsbestimmung.....	38
3.2.1	<i>Intelligenz</i>	38
3.2.2	<i>Exekutive Funktionen</i>	39
3.2.3	<i>Gedächtnis und Lernen</i>	40
3.2.4	<i>Aufmerksamkeit und Konzentration</i>	41
3.2.5	<i>Lernverhalten</i>	45
3.2.6	<i>Erfassungsmethoden kognitiver Fähigkeiten</i>	46
3.3	Neurophysiologische Grundlagen.....	50
3.3.1	<i>Peripheres Nervensystem</i>	50
3.3.2	<i>Zentralnervensystem</i>	58
3.3.3	<i>Methoden</i>	66
3.3.4	<i>Neurophysiologische Aspekte der Motorik</i>	67
3.3.5	<i>Neurophysiologische Aspekte der Kognition</i>	70
3.4	Grundlagen: Zusammenfassung.....	75

4	Ausschnitte der Ontogenese motorischer und kognitiver Entwicklung.....	77
4.1	Motorik.....	77
4.1.1	<i>Frühes Kindesalter</i>	78
4.1.2	<i>Mittleres Kindesalter</i>	80
4.2	Kognition.....	82
4.2.1	<i>Denken und Verstehen</i>	83
4.2.2	<i>Aufmerksamkeit</i>	84
4.2.3	<i>Intelligenz</i>	84
4.3	Einflussfaktoren motorischer und kognitiver Entwicklung	86
4.3.1	<i>Das Anlage-Umwelt-Problem</i>	86
4.3.2	<i>Einflussfaktoren motorischer Entwicklung</i>	87
4.3.3	<i>Einflussfaktoren kognitiver Entwicklung</i>	91
5	Körperliche Aktivität als Einflussfaktor motorischer und kognitiver Entwicklung.....	97
5.1	Begriffsbestimmung	97
5.2	Activity Guidelines	99
5.3	Epidemiologie	104
5.3.1	<i>Aktivität in der Schule</i>	106
5.3.2	<i>Pedometer-Studien</i>	108
5.4	Einflussfaktoren körperlicher Aktivität	115
5.4.1	<i>Endogene Einflussfaktoren</i>	115
5.4.2	<i>Exogene Einflussfaktoren</i>	117
5.5	Methoden zur Erfassung körperlicher Aktivität.....	119
5.5.1	<i>Methoden erster Kategorie – Referenzmethoden</i>	120
5.5.2	<i>Methoden zweiter Kategorie – objektive Verfahren</i>	122
5.5.3	<i>Methoden dritter Kategorie – subjektive Verfahren</i>	123
5.5.4	<i>Erfassungsmethoden bei Kindern und Testgüte</i>	125
6	Empirisch-analytischer Forschungsstand	131
6.1	Zusammenhänge von Kognition und Motorik.....	131
6.1.1	<i>Grundlagenforschung</i>	132
6.1.2	<i>Anwendungsforschung</i>	142
6.2	Zusammenhänge von Aktivität und Motorik.....	205
6.2.1	<i>Querschnittstudien</i>	205
6.2.2	<i>Längsschnittstudien</i>	210
6.2.3	<i>Interventionsstudien</i>	210
6.3	Forschungsstand: Zusammenfassung und Fazit	219

6.4	Ausgewählte schulintegrierte Projekte zur Bewegungsförderung	223
6.5	Methodische und inhaltliche Anforderungen an die eigene Studie	226

II Empirische Untersuchung

7	Fragestellungen und Hypothesenbildung	229
7.1	Fragestellungen	229
7.2	Hypothesenbildung	230
7.2.1	<i>Zusammenhangshypothesen</i>	231
7.2.2	<i>Unterschiedshypothesen</i>	233
8	Methoden.....	237
8.1	Untersuchungsdesign	237
8.2	Untersuchungstichprobe	238
8.2.1	<i>Anthropometrische und weitere Daten</i>	242
8.2.2	<i>Zusammenfassung Untersuchungstichprobe</i>	245
8.3	Testverfahren.....	246
8.3.1	<i>Motorik</i>	247
8.3.2	<i>Kognition</i>	253
8.3.3	<i>Körperliche Aktivität</i>	259
8.4	Intervention	261
8.4.1	<i>Ansatzpunkte</i>	261
8.4.2	<i>Bausteine</i>	262
8.5	Statistische Verfahren und Datenanalyse	264
9	Ergebnisdarstellung und -interpretation	269
9.1	Deskriptive Statistik	269
9.1.1	<i>Motorische Fähigkeiten</i>	269
9.1.2	<i>Kognitive Fähigkeiten</i>	275
9.1.3	<i>Körperliche Aktivität</i>	286
9.1.4	<i>Zusammenfassung und Interpretation der Ergebnisse</i>	296
9.2	Korrelationen zwischen Motorik, Kognition und körperlicher Aktivität	300
9.2.1	<i>H1: Zusammenhänge zwischen motorischen und kognitiven Fähigkeiten</i>	301
9.2.2	<i>H2: Zusammenhänge zwischen körperlicher Aktivität und motorischen Fähigkeiten</i>	304
9.2.3	<i>H3: Zusammenhänge zwischen körperlicher Aktivität und kognitiven Fähigkeiten</i>	306
9.2.4	<i>Zusammenfassung und Diskussion der Ergebnisse</i>	309
9.3	Inferenzstatistische Hypothesenprüfung	313

9.3.1	<i>H4: Motorische Fähigkeiten</i>	313
9.3.2	<i>H5: Kognitive Fähigkeiten</i>	319
9.3.3	<i>H6, H7: Körperliche Aktivität</i>	327
9.3.4	<i>Zusammenfassung und Diskussion der Ergebnisse</i>	333
9.4	Ergebniszusammenfassung	338
10	Zusammenfassung und Ausblick	343
10.1	Zusammenfassung	343
10.2	Reflektion	348
10.3	Folgerungen	349
	Literaturverzeichnis	355
	Abbildungsverzeichnis	377
	Tabellenverzeichnis	381
	Erklärung über die Eigenständigkeit der erbrachten Leistung	383
	Danksagung	385

I Theoretische Grundlagen

1 Einleitung

„Der Organismus, die Organe und besonders das Gehirn, wird [sic!] funktionsreif in der Betätigung, in der tätigen Auseinandersetzung mit der Umwelt, also durch Bewegung. Die Bewegungen werden aber im selben Grade besser, zweckmäßiger, ökonomischer, indem auch die Funktion des Gehirns besser, differenzierter und präziser wird (Meinel, 1960, S. 340). Dies bedeutet, „daß [sic!] die Motorik [...] ein wichtiges Mittel bei der Entstehung unserer Erkenntnisse und bei der Entwicklung unserer intellektuellen Fähigkeiten ist“ (ebd., S. 261) und vice versa. „Wenn daher der Lehrer seine Schüler mit Hilfe der Motorik bildet, erfasst er sie nicht von einer speziellen, nur ‘körperlichen’ Seite, sondern total“ (ebd., S. 38).

Der Begründer der pädagogisch orientierten Bewegungslehre, Kurt Meinel, hat sich bereits vor einem halben Jahrhundert mit dem Zusammenhang von Bewegung, ganzheitlicher Entwicklung und Bildung in der Kindheit beschäftigt. Diese wissenschaftliche Auseinandersetzung mit den Zusammenhängen und Effekten von Bewegung auf die kindliche Entwicklung hat sich in den letzten Jahrzehnten verstärkt und ausdifferenziert. Mittlerweile werden dem Sport, Spiel und der Bewegung aufgrund ihres Handlungscharakters, neben positiven physischen Effekten, Einflussmöglichkeiten auf emotionale, soziale und kognitive Entwicklungsprozesse zuerkannt (Zimmer, 2010a).

In den letzten Jahren wurde vermehrt die kognitive Entwicklung, als durch Bewegung und motorische Förderung beeinflussbar, in den Fokus genommen und analysiert. Denn angesichts der breitenwirksam diskutierten Ergebnisse der großen Schulleistungsstudien (PISA, IGLU u. a.) ist die Bedeutsamkeit kognitiver Leistungen und schulischer Erfolge unverkennbar. Deshalb ist es von großem Interesse, Faktoren zu untersuchen, die bereits im Laufe der ersten Lebens- und Schuljahre die kognitive Entwicklung und damit ggf. auch den Schulerfolg eines Kindes begünstigen können.

Es lässt sich sagen, „dass der Einsatz der Neurowissenschaften in den Sportwissenschaften ein großes Potential bietet“ (Jansen-Osmann, 2008, S. 35).

Im Bereich der grundlagenorientierten Sportwissenschaft liefert die noch sehr junge Bewegungs-Neurowissenschaft Erkenntnisse zu den Zusammenhängen zwischen Motorik und Kognition (Hollmann, Strüder & Tagarkanis, 2005). Mehrere Studien konnten dabei einen positiven Zusammenhang feststellen. Darüber hinaus wurde mit Hilfe bildgebender Verfahren gezeigt, dass körperliche Aktivität durch physiologische Effekte auf neuronaler Ebene kognitive Entwicklungsgänge anregt (Diamond, 2000; Hollmann et al., 2005; Kramer et al., 2005; Dishman et al., 2006; Hillman et al. 2008).

Die Übertragung dieser Erkenntnisse auf Anwendungsfelder wie beispielsweise die Schule oder elementarpädagogische Einrichtungen ist jedoch bislang nicht geklärt. Die Frage stellt sich, ob sich die neurophysiologischen Veränderungen auf die Ent-

wicklung und das Verhalten auswirken und wenn ja, wie (Tompsonski, 2008; Etnier et al., 2006; Fisher et al., 2005, Sibley & Etnier, 2003). Steigert die nachgewiesene Erhöhung der zerebralen Durchblutung und die durch Bewegung erhöhte Sauerstoffzufuhr im Gehirn Aufmerksamkeits- und Konzentrationsleistungen? (Kubesch, 2007; Budde et al., 2008) Fördern die durch Bewegung angeregte Hirnplastizität und die Neubildung von Neuronen Intelligenzleistungen? (Fisher, 2008) Fragen wie diese werden u. a. aktuell in Anwendungsfeldern geprüft. Bislang zeigt sich der Forschungsstand heterogen, jedoch können mit Hilfe von Testverfahren zunehmend positive Zusammenhänge zwischen Motorik und Kognition festgestellt werden (Etnier et al., 2006). Indes zeichnet sich eine Lücke im Forschungsstand ab. Das Forschungsdesiderat bezieht sich hierbei im Besonderen auf kontrollierte Interventionsstudien im Kindesalter (Roebbers & Kauer, 2009). Die vorliegende Studie soll dazu beitragen, diese Lücke zu schließen.

„Es ist nicht genug, zu wissen, man muß [sic!] auch anwenden; es ist nicht genug, zu wollen, man muß [sic!] auch tun“ (Goethe 1830, S. 257).

Demgemäß fokussiert die Studie „Active Children - Active Schools“, neben den oben beschriebenen Fragestellungen, Wege der Anwendung im Setting Schule. Dabei werden Entwicklungs- und Bildungschancen durch eine schulintegrierten Bewegungsförderung analysiert.

Bewegung und der aktive und handelnde Umgang mit der Welt (Piaget, 1966) ist zentral für die kindlichen Entwicklungs- und Bildungsprozesse. Denn ein „Greifen“ ist auch immer ein „Begreifen“ und ein „Fassen“ ist immer auch ein „Erfassen“ (Zimmer, 2010c).

Kinder erfahren sich selbst und ihre Umwelt bewegt. Dabei wird von einer ständigen wechselseitigen Beeinflussung von Mensch und Umwelt ausgegangen (Bronfenbrenner, 1981). Daher ist es wichtig, dass auch die Lebenswelt Schule und die Anforderungen, die mit ihr verbunden sind, über Bewegung entdeckt und erlebt werden können (DOSB, DSLV & dvs, 2009).

In Anbetracht der sich ständig verändernden Umwelt- und Lebensbedingungen, die oft mit Bewegungseinschränkungen verbunden sind, müssen Institutionen wie die Schule, in denen die Kinder einen Großteil ihrer Zeit verbringen, zunehmend darauf untersucht werden, inwiefern sie den Entwicklungsbedürfnissen der Kinder entsprechen.

Die Schüler und Schülerinnen verbringen ihre Schulzeit bislang überwiegend im Sitzen. Denn Lernen ist in unserer Gesellschaft noch immer untrennbar mit dem Sitzen verbunden und Konzentration scheint von körperlicher Unbeweglichkeit abzuhängen. Nach dieser Vorstellung funktioniert Schule, in der die Sinne zunehmend auf das Sehen und Hören beschränkt werden - „der Körper wird stillgelegt“ und seiner grundlegenden Funktionen beraubt (Zimmer & Hunger, 2004, S. 15).

Neben der Schulzeit bietet der Freizeitbereich einen großen und wichtigen Raum für Entwicklungs- und Bildungsprozesse. Auf die Freizeitgestaltung der Kinder be-

zogen kann zusammengefasst werden, dass die Spiel- und Bewegungsräume durch verdichtete Wohnverhältnisse deutlich reduziert wurden. Kinder finden nur selten Räume, in denen sie sich so bewegen und toben können, wie es für ihre motorische und psychische Entwicklung nötig wäre (Zimmer, 2010b). Hinzu kommt die fortschreitende Mediatisierung. Immer mehr Kinder verbringen bereits frühzeitig ihre Freizeit sitzend oder liegend vor dem Bildschirm.

*„Dem Sitzen am Vormittag folgt also das Sitzen am Nachmittag“
(Zimmer, 2010a, S. 15).*

„Waren unsere Vorfahren als Jäger und Sammler noch 20-40 km täglich unterwegs, so bringt es der heutige Schreibtischarbeiter auf gerade einmal 400-700 m [...]“ (Amberger, 2000, S. 19).

Um dieser Entwicklung vom Homo erectus zum Homo sedens und dem damit verbundenen Bewegungsmangel entgegenzuwirken, sind gesamtgesellschaftliche Maßnahmen zur Optimierung des Bewegungsangebots vonnöten. Da die Schule neben der Familie die Institution mit dem größten Einfluss auf die Entwicklung und Förderung von Kindern und Jugendlichen ist und in ihr jedes Kind erreicht wird, bietet das Setting Schule Möglichkeiten zur Intervention. Das beinhaltet Maßnahmen auf drei Ebenen (Zens, Kuhn, Nellen-Swiatly, 2008):

- Schaffung einer bewegungsfreudigen Umwelt,
- Integration von Bewegung in die Prozesse des Alltags,
- Verknüpfung mit anderen Settings durch Netzwerke.

In dieser Arbeit wird versucht, die erst- und zweitgenannten Maßnahmen umzusetzen, um motorische und kognitive Fähigkeiten zu fördern. Dabei wird die Phase der mittleren Kindheit in den Fokus genommen. Denn diese Phase zeichnet sich durch bedeutende biologische Ausdifferenzierungsprozesse und große Fortschritte motorischer und kognitiver Entwicklung aus. Darüber hinaus gilt die Grundschule „neben dem Elementarbereich als die innovativste Bildungsstufe des gegliederten Bildungswesens der BRD“ (Hunger & Zimmer, 2004, S. 51). Die Primarschule zeigt sich in Deutschland, aber auch international offen gegenüber strukturellen, fachlichen, didaktischen, methodischen oder pädagogischen Veränderungen und Neuerungen. „Als musterhaft bedeutsame Entwicklungen gelten beispielsweise [...] innovative Veränderungen in Bezug auf Klassenraumgestaltung, lebendiges Schulleben, Pausenprofile etc.“ (ebd., S. 51)

Maßnahmen zur Bewegungsförderung in Schulen können nur gelingen und nachhaltig wirksam werden, wenn bei ihrer Umsetzung eine Reihe übergreifender Anforderungen berücksichtigt werden. Bedeutung kommt hierbei der Integration der bewegungsbezogenen Maßnahmen in ein schulisches Gesamtkonzept zu. Das schließt strukturelle (verhältnisbezogene) Veränderungen im Setting sowie die Etablierung von Maßnahmen zur Qualitätssicherung, Dokumentation und Erfolgskontrolle ein (Tiemann, Zimmermann & Zens, 2008). Die hierdurch gewonnenen Daten und Erfahrungen können dann in die Planung zukünftiger Aktivitäten einfließen und so einen permanenten Optimierungsprozess der Angebote in Gang setzen (Rückstromprinzip).

Vor diesem Hintergrund sind im Laufe der letzten Jahre in zahlreichen europäischen und außereuropäischen Ländern eine Reihe von Ansätzen und Initiativen entstanden, mit denen Bewegung sinnvoll in den Schul- und Unterrichtsalltag integriert und zum Prinzip des schulischen Lehrens und Lernens gemacht worden sind. Allerdings fehlen bislang eine integrierte theoretische Fundierung sowie eine hinreichende empirische Absicherung zu den Effekten von Bewegung im Schulalltag (Kanning & Schlicht, 2006). Erwartet werden neben direkten körperbezogenen positiven Veränderungen, eine allgemeine Verbesserung der Lernbedingungen und Transfereffekte auf kognitive Prozesse sowie eine Erhöhung der allgemeinen körperlichen Aktivität. Die vorliegende Studie soll auch hierzu einen erkenntnisbringenden Beitrag leisten.

Zielstellung

Ziel dieser Arbeit ist es somit, einerseits einen Beitrag zur Beantwortung der aus den Forschungsdefiziten abgeleiteten Fragestellungen hinsichtlich der Zusammenhänge zwischen Motorik, Kognition und körperlicher Aktivität zu leisten. Andererseits soll die Arbeit durch Erkenntnisse zur Entwicklungsförderung motorischer und kognitiver Parameter durch eine in den Schulalltag integrierte Bewegungsförderung zur aktuellen Diskussion über die Gestaltung des Schullebens und des Schulsports beitragen.

Im Rahmen der vorliegenden Arbeit werden zwei Fragestellungen in den Fokus genommen.

- (1) Lassen sich Zusammenhänge zwischen der motorischen und kognitiven Entwicklung und der körperlichen Aktivität bei Kindern nachweisen?
- (2) Lassen sich die drei Bereiche Motorik, Kognition und körperliche Aktivität durch eine in den Schulalltag integrierte Bewegungsintervention fördern?

Können diese zwei Fragen mit Ja beantwortet werden, werden differenzierte Ausführungen zu einzelnen Aspekten der Bereiche analysiert:

- Welche motorischen Fähigkeiten sind mit welchen kognitiven Fähigkeiten und mit welchen Aspekten der körperlichen Aktivität verbunden?
- Auf welche motorischen und kognitiven Leistungen und auf welche Aspekte der körperlichen Aktivität wirkt sich die Bewegungsförderung aus?

Gliederung der Arbeit

Der Aufbau dieser Arbeit gliedert sich in einen theoretischen (I) und in einen empirischen (II) Teil.

Im theoretischen Teil werden nach der Einleitung (Kapitel 1) die theoretischen Grundlagen der vorliegenden Arbeit geschaffen (Kapitel 2). Aufbauend auf den entwicklungstheoretischen Paradigmen (Kapitel 2.1) werden ausgewählte Theorien der motorischen und kognitiven Entwicklung dargestellt (Kapitel 2.2). Sie ermöglichen differenzierte Aussagen in den unterschiedlichen Entwicklungsbereichen, die in dieser Arbeit von Bedeutung sind.

Ziel des dritten Kapitels ist es, wesentliche Themen von Motorik und Kognition, die für die vorliegende Fragestellung bedeutsam sind, herauszuarbeiten.

Zunächst wird die begriffliche und methodische Auseinandersetzung der beiden Entwicklungsbereiche Motorik und Kognition (Kapitel 3.1 und 3.2) im Fokus stehen. Damit werden generelle Fragestellungen hinsichtlich unterschiedlicher Bereiche von Motorik (u. a. Fähigkeitsbereiche) und Kognition (u. a. Intelligenz, Aufmerksamkeit) und deren Erfassungsmethoden geklärt. Dies definiert einerseits grundlegend, was in der vorliegenden Arbeit unter Motorik und Kognition zu verstehen ist, andererseits lassen sich damit die beiden Konstrukte Motorik und Kognition operationalisieren, was für die Planung der eigenen empirischen Studie entscheidend ist.

In Kapitel 3.3 werden wesentliche Aspekte des peripheren (Kapitel 3.3.1) und des zentralen Nervensystems (Kapitel 3.3.2) aufgezeigt. Diese beiden Kapitel geben Klarheit über Begrifflichkeiten, Funktionen und Prozesse der Nervensysteme und dienen somit dem Verständnis der in Kapitel 6 analysierten Forschungsstudien im Bereich der Grundlagenforschung. Denn Zusammenhänge zwischen Motorik und Kognition werden u. a. durch die Effizienz der neuronalen Verarbeitung durch körperliche Aktivität oder durch eine Erhöhung der zerebralen Durchblutung und die dadurch erhöhte Sauerstoffzufuhr für das Gehirn begründet.

Es folgt in Kapitel 3.3.3 ein Überblick zu den Methoden der Neurowissenschaften. Diese Erläuterungen sind ebenfalls für das Verständnis der Grundlagenforschung von Bedeutung, da sich die analysierten Studien aus der Grundlagenforschung neuerer bildgebender Verfahren bedienen.

In Kapitel 3.3.4 und Kapitel 3.3.5 werden neurophysiologische Aspekte der Motorik und der Kognition aufgezeigt. Sie basieren auf den Ausführungen der vorhergehenden Kapitel und beziehen sich u. a. auf die unterschiedlichen Bereiche von Motorik und Kognition. Hierbei werden neurophysiologische Vorgänge während motorischer und kognitiver Aktivität deutlich.

In der vorliegenden Arbeit stehen die Förderung kognitiver und motorischer Leistung und die bei einer Intervention durch körperliche Aktivität zu beachtenden Einflussfaktoren im Zentrum. Aus diesem Grund wird im vierten Kapitel die Ontogenese motorischer (Kapitel 4.1) und kognitiver (Kapitel 4.2) Entwicklung und deren Einflussfaktoren (Kapitel 4.3) thematisiert. Der Blick richtet sich dabei auf Kinder im frühen Schulalter.

Die vorliegende Arbeit bezieht sich auf die Förderung motorischer und kognitiver Fähigkeiten durch Bewegung und Aktivität. Dabei wird die körperliche Aktivität als Einflussfaktor motorischer und kognitiver Entwicklung in den Fokus genommen (Kapitel 5). Zunächst wird sich Kapitel 5.1 begrifflich mit der körperlichen Aktivität auseinandergesetzt, um darauf aufbauend die aktuellen Empfehlungen für Kinder (Kapitel 5.2) darzulegen.

In der eigenen empirischen Studie wird u. a. die körperliche Aktivität der Kinder erfasst. Im Vergleich zu motorischen oder kognitiven Testverfahren liegen dabei jedoch keine Normwerte vor. Aus diesem Grund wird in Kapitel 5.3 auf die Epidemio-

logie körperlicher Aktivität von Kindern und Jugendlichen eingegangen, was dazu dient, die im Rahmen dieser Arbeit erfassten Daten einordnen und vergleichen zu können. Hierbei liegt der Schwerpunkt auf Pedometerstudien, da auch in der vorliegenden Studie Pedometer zum Einsatz kommen.

Die Analyse der Einflussfaktoren körperlicher Aktivität, die in Kapitel 5.4 vorgenommen wird, macht Aussagen über endogene und exogene Parameter körperlicher Aktivität. Diese sind bei Interventionsstudien durch körperliche Aktivität, wie es auch in vorliegender Studie geplant ist, zu beachten.

Der Auswahl einer geeigneten Methode für die eigene empirische Studie liegt die Diskussion möglicher Methoden zur Erfassung körperlicher Aktivität zugrunde (Kapitel 5.5).

Eine differenzierte Darstellung des aktuellen Forschungsstandes aus Sicht der Grundlagen- und Anwendungsforschung zu den Zusammenhängen zwischen Motorik und Kognition (Kapitel 6.1) und den Zusammenhängen zwischen körperlicher Aktivität und Motorik (Kapitel 6.2) beinhaltet das Kapitel 6. Es präsentiert Erkenntnisse aus diesem Forschungsbereich, weist auf gesicherte Ergebnisse hin und zeigt Forschungsdesiderate auf.

In Kapitel 6.3 werden die zentralen Ergebnisse des Forschungsstandes zusammengefasst, aus welchen die Überlegungen zu den Anforderungen an die eigene Studie abgeleitet werden (Kapitel 6.4).

Die Abbildung 1-1 verdeutlicht den Aufbau des theoretischen Teils dieser Arbeit.

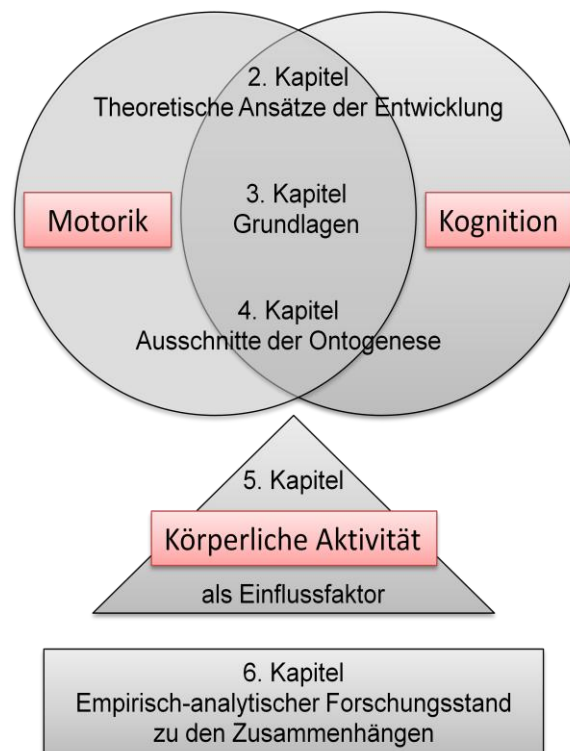


Abbildung 1-1: Aufbau des theoretischen Teils der Arbeit

Der zweite Teil der vorliegenden Arbeit befasst sich mit der eigenen Studie zu Zusammenhängen zwischen Motorik, Kognition und körperlicher Aktivität und den Effekten einer in den Schultag integrierten Bewegungsförderung.

Nach der Vorstellung der Fragen und den daraus resultierenden Hypothesen (Kapitel 7) werden die eingesetzten Methoden (Kapitel 8) besprochen. Dies beinhaltet die Beschreibung des Untersuchungsdesigns (8.1), der Untersuchungsstichprobe (8.2), der verwendeten Testverfahren (8.3) und der durchgeführten Intervention (8.4).

In Kapitel 9 werden die Ergebnisse in einem Dreischritt vorgestellt. Zunächst erfolgt die deskriptive Darstellung der Ergebnisse (9.1). In einem zweiten Schritt werden die Ergebnisse der Korrelationsrechnungen präsentiert und diskutiert (9.2). Hier werden Antworten auf die erste Fragestellung der vorliegenden Arbeit gegeben (Lassen sich Zusammenhänge zwischen der motorischen und kognitiven Entwicklung und der körperlichen Aktivität bei Kindern nachweisen?). Der dritte Schritt beinhaltet die Ergebnisse der inferenzstatistischen Hypothesenprüfung, in der die Frage nach Interventionseffekten geklärt wird (Lassen sich die drei Bereiche Motorik, Kognition und körperliche Aktivität durch eine in den Schulalltag integrierte Bewegungsintervention fördern?). In Kapitel 9.4 werden die Ergebnisse gebündelt. Kapitel 10 bildet mit einer Zusammenfassung der Arbeit (10.1), einer Reflektion (10.2) und Folgerungen für die Forschung und Praxis (10.3) den Abschluss der Arbeit.

2 Theoretische Ansätze der motorischen und kognitiven Entwicklung

In Kapitel 2 werden die theoretischen entwicklungspsychologischen Grundlagen der vorliegenden Arbeit geschaffen. Es werden die entwicklungstheoretischen Paradigmen aufgezeigt (Kapitel 2.1) und darauf aufbauend werden ausgewählte Theorien der motorischen und kognitiven Entwicklung dargestellt (Kapitel 2.2).

Entwicklung stellt ein universelles Merkmal der belebten und unbelebten Welt dar (Willimczik & Singer, 2009). Unabhängig vom wissenschaftlichen Kontext (Entwicklung im z. B. biologischen, soziologischen, historischen, ökonomischen Sinne) geht es um die Analyse von bestimmten Attributsveränderungen über einen bestimmten Zeitraum (Trautner, 2006).

Dabei reicht die Palette der Begriffsbestimmungen des Entwicklungsbegriffs von relativ weiten Definitionen wie z. B. die von Oerter und Montada (1987), die unter Entwicklung alle „Veränderungen“ fassen, „die sinnvollerweise auf die Zeitdimension Lebensalter bezogen werden können“, bis zu sehr engen Definitionen wie z. B. die von Ulich (1986), der Entwicklung als „lebensalterbezogene, langfristige und geordnete, unterschiedliche Veränderung unterschiedlicher Persönlichkeiten in unterschiedlichen sich verändernden Umwelten“ sieht. Trautner resümiert daraus, dass

„Entwicklung kein klar abgrenzbarer Begriff ist, sondern ein, an den Rändern unscharfer Typenbegriff oder prototypischer Begriff, der seine Bedeutung erst im Kontext spezifischer Theorien, d. h. auf dem Hintergrund eines bestimmten Welt- und Menschenbildes gewinnt.“ (Trautner, 2006, S. 85)

Heutige Entwicklungskonzepte können sich auf einen sehr weit gefassten Entwicklungsbegriff verständigen:

Zentrale Bestimmungsstücke von Entwicklung sind nach Zeuner (2006): Was (Inhalt, Struktur, Funktion) verändert sich wann (Zeitraum: Phylogenese, Anthropogenese, Ontogenese)? Differenzierter gehen Oerter und Montada (2008) vor (auch Trautner, 2006):

(1) Das Lebensalter ist eine sinnvolle Dimension der Registrierung dieser Veränderungen. Lebensalter ist zwar keine Erklärung von Veränderung, da eine Veränderung nicht eintritt, weil man älter wird, es ist aber eine beschreibende Aufzeichnung von Veränderung, da Prozesse oder Ereignisse mit dem Alter korrelieren können. Folglich sind Altersangaben, Altersverlaufskurven und Altersnormen entwicklungsrelevante Informationen.

(2) die Veränderungen, die als Entwicklung definiert werden, sind dauerhaft oder nachhaltig wirkend. Fragen wie „Wie ist es geworden? Und was wird weiter?“ (Oerter & Montada, 2008, S. 18) wird hier nachgegangen. Diese stehen auch mit der dritten Besonderheit in Verbindung,

(3) die Suche nach Veränderung oder Kontinuität.

Daraus abgeleitet, existieren mehrere verschiedene Theorien nebeneinander, die sich im Beobachtungsgegenstand (Was verändert sich?), im Entwicklungsverlauf (Wie vollzieht sich die Entwicklung?) und der Entwicklungssteuerung (Wodurch kommen Veränderungen zustande?) sowie auch dem erklärten Lebenszeitraum unterscheiden. Bei den vorliegenden Entwicklungstheorien handelt es sich somit lediglich um Teiltheorien zu ausgewählten Entwicklungsaspekten (Trautner, 2006).

Dies entspricht nach Willimczik und Singer (2009) der zweiten Abstraktionsebene der theoretischen Vorstellungen zur Entwicklung, den Paradigmen bzw. Menschenbildern und Theoriefamilien.

Diese Paradigmen und Rahmentheorien werden traditionell nach den Kriterien der Entwicklungssteuerung und der aktiven Einflussnahme des Individuums auf den Entwicklungsprozess in vier Grundkonzeptionen eingeordnet ([1] endogenistische, exogenistische, aktionale und konstruktivistische, [2] interaktionistische, [3] transaktionale und [4] systemische Modelle). So werden dem Individuum und der Umwelt entweder eine passive/nicht aktive oder eine aktive Rolle zugeordnet (u. a. Oerter & Montada, 2008). Vor dem Hintergrund jedoch, dass sich die Ansätze gegenseitig nicht ausschließen, bricht Wollny (2002) dieses Vierfelder-schema auf und sieht diese Dimensionen auf einem Kontinuum angeordnet.

2.1 Paradigmen, Menschenbilder, Theoriefamilien

Während sich die Nomenklaturen je nach Autor unterscheiden, divergieren die Grundvorstellungen der jeweiligen Konzepte im Kern nicht wesentlich. Im Folgenden sind die Begrifflichkeiten hinsichtlich der Metatheorien an Trautner (2006) angelehnt.

Bis Ende der 60er Jahre dominierten in der entwicklungspsychologischen Fachliteratur die **organismischen Modelle** (Wollny, 2002). Sie orientieren sich am Modell des lebenden Systems, das als organisiertes Ganzes aus sich selbst heraus Neues hervorbringt (Trautner, 2006). Der Organismus selbst ist also Ursache aller Aktivität.

Der Mensch gilt in diesem Modell als genetisch prädisponiert. Motorische und kognitive Verhaltensänderungen sind biologisch determinierte, universale Wachstums- und Reifungsprozesse, die nach einem inneren Plan ablaufen und mit dem Lebensalter korrelieren.

Die Konkretisierung des organismischen Paradigmas zeigt sich primär in den konstitutiven Merkmalen Ganzheitlichkeit, endogene Entwicklungssteuerung, diskontinuierliche Entwicklung in Phasen und struktureller Zusammenhang (Willimczik & Singer, 2009).

Den **mechanistischen Modellen** lassen sich unterschiedliche Theorien zuordnen, in denen die Beziehungen zwischen Ereignissen der Umwelt (Stimuli) und

dem Verhalten (Reaktionen) des Menschen im Fokus stehen (S-R-Theorie) (Trautner, 2006). Benannt wurden diese Theorien nach der Newton'schen Maschine, deren Aktivität aufgrund von außen wirkender peripherer Kräfte zustande kommt (Petermann, Niebank & Scheithauer, 2004). Entwicklung ist also eine Verhaltensänderung eines Organismus, die durch Umweltbedingungen (aktuelle Reize) und früheres Lernen (Lerngeschichte) bestimmt ist (Baur, 1994). Gelernt werden dabei situationsspezifische Verhaltensmuster und nicht generelle Persönlichkeitseigenschaften. Nicht das Alter, sondern die individuellen Lernvoraussetzungen und die gegebene Umweltsituation bestimmen die Dauer von Lernprozessen. Dementsprechend werden Verhaltensklassen weder in feste Sequenzen angeordnet, noch an bestimmte Altersbereiche gebunden (Trautner, 2006).

Im Unterschied zum organismischen und zum mechanistischen Paradigma ist das **kontextuale Paradigma** weder begrifflich noch inhaltlich eindeutig abgegrenzt. In diesem Kontext sind Begriffe wie dialektisch, systemisch, systemdynamisch auch gebräuchlich. Als Vorläufer der Entwicklung hin zu einer kontextualen Ausrichtung kann das konstruktivistische System Piagets angesehen werden, das die eigene Aktivität als Motor der Entwicklung und das Individuum als Konstrukteur der Realität beschreibt: „Der Mensch wird durch seine eigene Tätigkeit zu dem was er ist“ und „Mit der Veränderung der Strukturen verändert sich die Art, wie die Welt wahrgenommen wird“ (Trautner, 2006, S. 75 f.).

Es wird das Überwinden von Einseitigkeiten deutlich, denn während ältere Theorien unterschiedliche Determinanten als voneinander unabhängige Einflussfaktoren ansahen, postulieren neuere Theorien, dass Entwicklung in der dynamischen Interaktion verschiedener Faktoren besteht und durch sie entsteht.

Wollny (2002) stellt mehrere ausgewählte Modelle dieser Theoriefamilie vor und unterscheidet dabei zwischen den aktionalen, interaktionalen, dynamisch interaktionalen, dialektischen und transaktionalen Konzeptionen. Er arbeitet fünf gemeinsame erkenntnisleitende Grundpositionen heraus:

(1) Dialektische Entwicklungskonzeptionen fokussieren die Wechselwirkungen zwischen Person und Umwelt, die sich während der lebenslangen Entwicklung vollziehen. In den Sportwissenschaften wurde dieser dialektische Entwicklungsansatz vor allem von Baur in seinem Konzept der Körper- und Bewegungskarriere (1989) etabliert.

(2) Transaktionale Entwicklungskonzeptionen heben den Aspekt der intentionalen Selbstentwicklung hervor. Das zugrunde liegende Menschenbild lehnt damit mit dem Blick auf ein „produktiv realitätsverarbeitendes Subjekt“ an Hurrelmann (1983, 2002) an. Sowohl die Umwelt als auch das Individuum werden als aktive Faktoren des Veränderungsprozesses aufgefasst.

(3) Ökologische Entwicklungskonzeptionen betrachten vor allem die Einbettung des handelnden Individuums in verschiedene, verschachtelte sozial-ökologische Systeme und bemühen sich um eine Ausdifferenzierung des Umweltsystems un-

ter einer entwicklungstheoretischen Perspektive. Bronfenbrenner (1981, Kapitel 2.2.1), einer der einflussreichsten Programmatiker der kontextbezogenen ökologischen Position, geht in Anlehnung an Piaget (1966, Kapitel 2.1) von einem aktiven, sich selbstständig weiterentwickelnden Subjekt aus, das sich mit den wechselnden Eigenschaften seiner Umwelt kreativ auseinandersetzt.

(4) lebensspannorientierte Entwicklungskonzeptionen, bei denen der Leitsatz der Plastizität, also des Entwicklungspotentials, im Mittelpunkt steht, gehen im Besonderen der Frage nach, inwieweit sich dieses Potential und damit die Modifizierbarkeit menschlicher Entwicklungsverläufe durch exogene Einflüsse verändert (Baltes, 1990).

(5) handlungstheoretische Konzeptionen betonen die Rolle des Individuums als „Produzent seiner eigenen Entwicklung“ (Wollny, 2002, S. 43).

Zentraler Bestandteil dieser Modelle ist das mit anderen Personen interagierende, in einem sozialen Kontext befindliche aktive Individuum. Sowohl das Entwicklungssubjekt wie auch der Entwicklungskontext und den dort zum Ausdruck kommenden kulturellen Werten (Überzeugung, Kenntnisse, Fertigkeiten etc.) besitzen gestaltenden Einfluss (Trautner, 2006). Von diesen hängt es wesentlich ab, „wann Kinder ermutigt werden, in bestimmte Kontexte einzutreten, was sie in diesen Kontexten lernen, wie sie Fertigkeiten erwerben und wer in spezifische Kontexte eintreten kann“ (Miller, 1993, S. 383).

Systemperspektivisch wird der Mensch als ein autarkes organismisches System angesehen, das sich aktiv und spontan mit seiner materialen und sozial-kulturellen Umwelt austauscht. Die Systemperspektive gilt als eine Erweiterung der konstruktivistischen/kontextualen Ansätze und nach Trautner (2006) zeichnet sie vier miteinander verbundene Grundannahmen aus:

(1) Variabilität und Plastizität: Beide Begriffe stehen für die Möglichkeit der intra- und interindividuellen Veränderbarkeit und somit für die Steuerung der menschlichen Entwicklung.

(2) Verbindung und Integration von Organisationsstufen: Die hierarchisch aufeinander aufbauenden Analyseebenen sind strukturell und funktionell eng ineinander integriert und miteinander verbunden.

(3) Historische Einbettung und Zeitgebundenheit: Alle Dimensionen der Entwicklung sind in ihren historischen und gesellschaftlichen Zusammenhang eingebunden. „Was es bedeutet ein bestimmtes Alter zu haben, kann von Gesellschaft zu Gesellschaft, von Zeit zu Zeit variieren“ (Trautner, 2006, S. 83). Ontogenetische Veränderungen sind also nicht zu trennen vom historischen Wandel.

(4) Begrenzte Generalisierbarkeit, Vielfalt und individuelle Unterschiede: Ergebnisse entwicklungspsychologischer Untersuchungen können bestenfalls ein Beispiel dafür darstellen, was ist oder sein könnte. Individuen unterscheiden sich darin, wie sie auf Entwicklungsbedingungen ansprechen und wie sie in den sozialen Kontexten leben, deshalb gilt: weder über die Zeit (Ontogenese), noch über ver-

schiedene Individuen gibt es eine feste Beziehung zwischen Entwicklungsbedingungen und Entwicklungsergebnissen (Trautner, 2006).

Trautner (2006) leitet daraus Handlungsanweisungen für die Forschung ab: Einerseits soll sich die Beschreibung und Erklärung von Entwicklung möglichst auf die tatsächliche Umgebung der Individuen richten (Trautner, 2006). Andererseits sind die Berücksichtigung multipler Einflussfaktoren und die zahlreichen Wechselwirkungen zwischen Person und Umwelt aufgrund der Komplexität dieses Ansatzes von zentraler Bedeutung. Somit soll die partielle Prüfung von Einzelannahmen und Teilausschnitten zunächst im Vordergrund stehen bevor die Einzelergebnisse in einen Gesamtzusammenhang integriert werden können (Hurrelmann, 1983). Darüber hinaus wird auf die Relevanz erzieherischer Interventionen verwiesen, da systemische Konzeptionen auf die Relevanz exogener Faktoren abheben. Demnach kann der Entwicklungsprozess über pädagogische Maßnahmen gefördert werden. Diese Förderung hat jedoch nach Baur (1994) Grenzen, die zum Teil durch biogenetische Anlagen festgelegt werden. Denn die Personen bringen ihre eigenen im Vorfeld erworbenen Erfahrungen in die pädagogisch eingeleitete Intervention mit ein und können selbst entscheiden, ob sie sich darauf einlassen oder nicht.

Relevanz für die vorliegende Arbeit

Mit den organismischen Modellen können qualitative Veränderungen in ihrem zeitlichen Zusammenhang verständlich gemacht (Trautner, 2006, S. 77) und bedeutsame Entwicklungsabschnitte der kognitiven und motorischen Entwicklung betont werden (Wollny, 2002). Die organismischen Konzepte können damit in Bezugnahme auf neurophysiologische und motorische Reifungsprozesse und in Bezug auf Lebensabschnitte mit beschleunigtem oder verlangsamtem Wachstum Verwendung finden (Wollny, 2002)

Die Ergänzung des Subjekt-Kontextes der mechanistischen Modelle stellt für die vorliegende Arbeit einen wichtigen Punkt bezüglich der Förderung des individuellen motorischen und kognitiven Entwicklungsverlaufs dar.

Die Anlage-Umwelt-Kontroverse hat sich erledigt (Baur & Burrmann, 2009) und die Debatte oben beschriebener Konzeptionen biogenetisch gesteuerter Reifung und den gegenübergesetzten behavioristischen, umwelt-deterministischen Konzeptionen, wird in den folgenden Forschungsprogrammen, die derzeit einen breiten Konsens finden, aufgehoben.

Hier rückt die Frage nach der relativen Bedeutung verschiedener endogener und exogener Faktoren in den Vordergrund. Insofern wird in der vorliegenden Arbeit bereichsspezifisch auf die Frage nach der Gewichtung von Anlage und Umwelt als Einflussgrößen auf die kognitive und motorische Entwicklung eingegangen (Kapitel 4.3.1).

Die Stärke konstruktivistischer Modelle, im Vergleich zu den organismischen und mechanistischen Modellen, liegt in der expliziten Einbettung des sozial-kulturellen Kontextes eines Individuums. Zudem werden Entwicklungs- und Lernprozesse in ihrer Abhängigkeit von der natürlichen Lebenswelt erforscht und Entwicklung in ihren vielfältigen Möglichkeiten berücksichtigt.

Die vorliegende Studie erforscht Effekte eines schulintegrierten Bewegungsprogramms auf Bereiche der motorischen und kognitiven Entwicklung. Dabei werden sowohl die natürliche (schulische) Umwelt als auch die Schülerinnen und Schüler als aktive Faktoren der Veränderungsprozesse aufgefasst. Eine Rolle spielen dabei u. a. die sozial-ökologischen Systeme die grundlegende motivationale Tendenz, die Handlungsressourcen und Entwicklungspotentiale der Kinder.

Die Systemperspektive stellt als Erweiterung der konstruktivistischen Ansätze hinsichtlich der Grundannahmen der Modifizierbarkeit, der intraindividuellen Entwicklungsverläufe, des Bewusstseins der begrenzten Generalisierbarkeit und hinsichtlich des Wissens um die Vielfalt individueller Unterschiede eine geeignete theoretische Grundlage der vorliegenden Arbeit.

Diese Prinzipien menschlicher Entwicklung sollen als übergeordnetes Konstrukt für die vorliegende Arbeit dienen. Im Folgenden werden ausgewählte Theorien motorischer und kognitiver Entwicklung, die in oben beschriebene Metatheorien einzuordnen sind und die die speziellen Bereiche der menschlichen Entwicklung differenzierter erfassen, beschrieben. Sie bilden die theoretischen Grundlagen der vorliegenden Arbeit.

2.2 Ausgewählte Theorien motorischer und kognitiver Entwicklung

Die Ökologische Systemtheorie nach Bronfenbrenner (Kapitel 2.2.1) analysiert umweltbedingte Einflüsse der menschlichen Entwicklung. Diese werden reichsspezifisch in den Theorien zur motorischen Entwicklung nach Baur (Kapitel 2.2.2) und zur kognitiven Entwicklung nach Piaget (Kapitel 2.2.3) sowie zum Informationsverarbeitungsansatz (Kapitel 2.2.4) differenziert dargestellt.

2.2.1 Ökologische Systemtheorie nach Bronfenbrenner

Bronfenbrenners Ansatz zur menschlichen Entwicklung, der die „differenzierteste und genaueste Beschreibung der umweltbedingten Einflüsse liefert“ (Berk & Aralikatti, 2009, S. 32), wird in den letzten zwei bis drei Jahrzehnten als führend in der Entwicklungspsychologie angesehen. Forschungsgegenstand ist die Entwicklung im Kontext, wobei Entwicklung als „dauerhafte Veränderung der Art und Weise, wie die Person die Umwelt wahrnimmt und sich mit ihr auseinandersetzt“ (Bronfenbrenner, 1981, S. 19) definiert wird. Die Begriffe Lebensraum und Setting sind in Bronfenbrenners Theorie von zentraler Bedeutung. Lebensraum beschreibt die subjektive Bedeutung, die die Umwelt für den Menschen besitzt, und beim Setting liegt der Schwerpunkt auf den objektiven Aspekten, also auf der gleichen Behandlung aller Beteiligten eines Umweltausschnittes (Oerter, 2002).

Die Umwelt, wie sie wahrgenommen wird, hat dabei größere Bedeutung als wie sie in der objektiven Realität sein könnte. Die Ökologische Systemtheorie betrachtet die Person also als ein in einem komplexen System von Beziehungen in sich entwickelndes Wesen oder „wachsende dynamische Einheit“ (Bronfenbrenner, 1981, S. 38). Diese Beziehung wird einerseits auf verschiedenen Ebenen der Entwicklungsumgebung beeinflusst und andererseits beeinflusst sie selbst (Reziprozität). Bronfenbrenner nennt die Ebenen auch Lebensbereiche, die miteinander in Verbindung stehen und die von Faktoren aus der weiteren Umwelt beeinflusst werden. Darüber hinaus gibt es eine zeitliche Dimension, die Individuum und Umwelt erfasst. Aus ökologischer Perspektive erscheint die Umwelt „topologisch als eine ineinander geschaltete Anordnung konzentrischer, ineinander gebetteter Strukturen“ (Bronfenbrenner, 1981, S. 76), die als Mikro-, Meso-, Exo-, Makro- und Chronosystem bezeichnet werden (Abbildung 2-1).

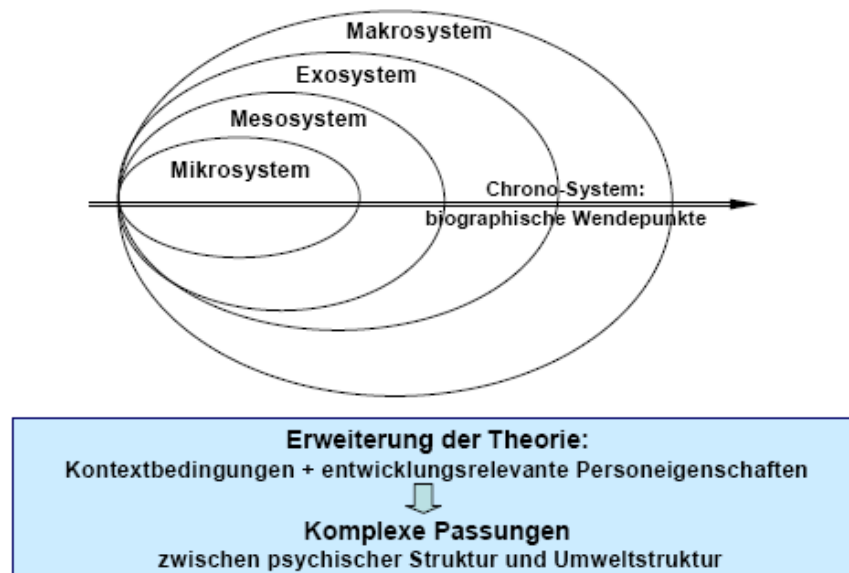


Abbildung 2-1: Das system-ökologische Entwicklungsmodell (entnommen aus Dreher, 2004)

Mikrosysteme

Die sich entwickelnde Person erlebt ihr Mikrosystem im jeweiligen Lebensbereich als Muster von Tätigkeiten und Aktivitäten, Rollen und zwischenmenschlichen Beziehungen. Lebensbereiche (Settings) sind Orte, an denen Menschen leicht direkte Interaktion mit anderen aufnehmen können (z. B. die Familie, das Klassenzimmer usw.). Entscheidend sind dabei die von der Person wahrgenommenen Eigenschaften der Umwelt.

Neben den Tätigkeiten, Aktivitäten, und Beziehungen, die zu einem Lebensbereich gehören, hat die Rolle, die eingenommen wird, also der "Satz von Verhaltensweisen und Erwartungen, die mit einer Stellung in der Gesellschaft assoziiert werden (Mutter, Lehrer, Freund usw.)" (Bronfenbrenner, 1981, S. 41) eine wichtige Bedeutung.

Diese Verhaltenserwartungen haben wechselseitigen Charakter und alle Beziehungen sind bidirektional. So beeinflussen Erwachsene das Verhalten des Kindes, aber die biologisch und gesellschaftlich beeinflussten Eigenschaften des Kindes, also seine körperliche Eigenschaften, seine Persönlichkeit und seine Fähigkeiten, wirken zurück auf das Verhalten des Erwachsenen. Wenn diese bidirektionalen Wechselwirkungen häufig vorkommen, haben sie eine dauerhafte Auswirkung auf die Entwicklung (Berk & Aralikatti, 2009). Darüber hinaus beeinflussen auch andere Individuen des Mikrosystems die Qualität dynamischer Beziehungen.

Mesosysteme

Ein Mesosystem umfasst die Wechselbeziehungen zwischen den unterschiedlichen Lebensbereichen (für ein Kind etwa die Beziehungen zwischen Elternhaus, Schule und Kameradengruppe in der Nachbarschaft) (Bronfenbrenner 1981).

Diese Wechselbeziehungen können auf vielfältige Art zustande kommen. Wenn beispielsweise eine sich entwickelnde Person in einen neuen Lebensbereich eintritt oder wenn die Eltern den schulischen Fortschritt aktiv fördern, kommen unterschiedliche Lebensbereiche in Verbindung. Bronfenbrenner (1981) beschreibt entwicklungsfördernde Bedingungen auf der Ebene der Mesosysteme. Z. B. ist es günstig, wenn eine Person den Übergang in einen neuen Lebensbereich nicht allein vollzieht (die Mutter begleitet ihr Kind am ersten Schultag) oder wenn beispielsweise die Rollenanforderungen in den verschiedenen Lebensbereichen miteinander vereinbar sind.

Exosysteme

"Unter Exosystem verstehen wir einen Lebensbereich oder mehrere Lebensbereiche, an denen die sich entwickelnde Person nicht selbst beteiligt ist, in denen aber Ereignisse stattfinden, die beeinflussen, was in ihrem Lebensbereich geschieht, oder die davon beeinflusst werden" (Bronfenbrenner, 1981, S. 42). Sie beziehen sich also auf die sozialen Rahmenbedingungen, wie der Arbeitsplatz des Vaters eines kleinen Kindes oder Gesundheits- und Sozialdienste in der Lebensumgebung oder die Schulklassen älterer Geschwister. Umweltfaktoren wie Kinderzahl, Alleinerziehung, Fehlen von Medien und technischer Ausstattung haben negative Auswirkungen auf die Behandlung der Kinder, Umweltfaktoren wie (funktionierendes) Verwandtschaftsnetz und praktizierte Religionszugehörigkeit wirken dagegen präventiv. Auch das Fernsehprogramm ist als Bestandteil des Exosystems eines Kindes anzusehen, da es "von außen" ins Haus kommt. Gefährlich sei das Fernsehen nicht nur, "weil es Verhalten hervorruft, sondern mehr noch, weil es Verhalten verhindert, nämlich die Gespräche und Spiele, die Familienfeste und Familiendiskussionen, die viel zum Lernen des Kindes beitragen und seinen Charakter formen" (Bronfenbrenner, 1981, S. 226-227).

Makrosysteme

"Der Begriff des Makrosystems bezieht sich auf die grundsätzliche formale und inhaltliche Ähnlichkeit der Systeme niedrigerer Ordnung (Mikro-, Meso- und Exo-), die in der Subkultur oder der ganzen Kultur bestehen oder bestehen könnten, einschließlich der ihnen zugrunde liegenden Weltanschauungen und Ideologien" (Bronfenbrenner, 1981, S. 42). Die kulturellen Wertvorstellungen, die Gesetze, die Sitten und Gebräuche und Ressourcen einer Kultur bilden somit das Makrosystem dieser Kultur (Berk & Aralikatti, 2009).

Gesellschaftliche Einrichtungen der Makrosysteme können sich zwischen zwei Gesellschaften hinsichtlich Aussehen und Funktionsweise unterscheiden. "Die Beziehungen zwischen Familie und Schule sind in Frankreich ganz andere als in den Vereinigten Staaten" (Bronfenbrenner, 1981, S. 42). Die Priorität, die im Makrosystem den Bedürfnissen von Kindern und Erwachsenen beigemessen wird, hat eine direkte Auswirkung auf die Unterstützung aus den inneren Schichten der Entwicklungsumwelt (z. B. hoher Standard der Kinderbetreuung und Sozialleistung am Arbeitsplatz).

Chronosysteme

In einer Erweiterung des Grundmodells benennt Bronfenbrenner das Chronosystem als eine weitere Ebene, die er als die zeitliche Dimension seines Modells bezeichnet (Bronfenbrenner, 1996). Dabei sind Lebensübergänge gemeint, also Veränderungen in den Ereignissen des Lebens. Diese können sowohl Folge als auch Anstoß von Entwicklungsprozessen sein. Der Mensch schafft sich damit viele seiner Rahmenbedingungen und Erfahrungen selbst. Die zeitliche Veränderung oder Stabilität ist jedoch nicht nur auf die sich entwickelnde Person sondern auch auf das Umweltsystem bezogen. Diese Verschiebungen in den Kontexten bzw. die „ökologischen Übergänge“ (Bronfenbrenner, 1981, S. 22) finden das ganze Leben statt und sind oft Wendepunkte für die Entwicklung. Beispiele hierfür sind der Schulanfang, das Aufnehmen der ersten Arbeitsstelle oder das Eingehen einer Ehe. Dies führt zu einer Veränderung der Rolle und den damit verbundenen Verhaltenserwartungen.

Bronfenbrenner bezeichnet seine Sichtweise auch als bioökologisches Modell, da sich seiner Ansicht nach die biologischen Dispositionen des Kindes mit den Kräften der Umwelt verbinden. Aussagen darüber, inwiefern biologische und kognitive Faktoren bei der menschlichen Entwicklung eine Rolle spielen, bleiben jedoch unspezifisch und werden unterschätzt (Mietzel, 2002), was die Hauptkritik an der ökologischen Systemtheorie darstellt.

Als Stärke des Modells gilt die Berücksichtigung des Kontextes jeden Verhaltens. Darüber hinaus werden die vielfältigen Einflüsse sozialer Kräfte, auch in ihren Wechselbeziehungen, berücksichtigt. Damit nimmt Bronfenbrenner ausdrücklich Bezug auf die Ideen Piagets (Kapitel 0).

Die vorliegende empirische Untersuchung findet in einem realen Kontext statt, in dem mögliche Einflüsse des Kontextes Berücksichtigung finden müssen. Die Einbettung der Arbeit in den ökologischen Kontext, also die Lebenswelt und das Setting der Kinder, ist somit von zentraler Bedeutung für die motorische und kognitive Entwicklung.

Ansätze zur differenzierten Betrachtung motorischer und kognitiver Entwicklungsbereiche werden im Folgenden betrachtet.

2.2.2 Körper- und Bewegungskarriere nach Baur

Die Körper- und Bewegungskarriere wird als eine Entwicklungslinie neben anderen (schulische, berufliche, politische Karriere) in der Formel der „biopsychosozialen Einheit“ als „handlungsvermittelnde Wechselwirkung zwischen biogenetischen Potential und sozialökologischen Gegebenheiten“ betrachtet (Baur, 1988, S. 376). Mit der Auseinandersetzung mit der Umwelt entwickelt die Person die sozial vermittelten und individuellen Bewegungsaktivitäten sowie die ihnen zugrunde liegenden motorischen Steuerungs- und Funktionsprozesse. Im Fokus steht der Umgang mit dem Körper („Körpermanagement“). Er umfasst alle Aktivitäten, die auf die Pflege, Gestaltung und Nutzung des Körpers sowie die sportbezogene Orientierung (Motive), die Entwicklung der Leistungsfähigkeit und des Bewegungsrepertoires gerichtet sind. Dabei steht die Wechselwirkung zwischen Person und Umwelt im Zentrum.

Als Einflussfaktoren der Körper- und Bewegungskarriere werden vier wechselseitig miteinander interagierende Prädiktorenbereiche genannt:

(1) Menschliches Handeln und das individuelle Handlungspotential werden maßgeblich durch biogenetische Einflussfaktoren (Genotyp) prädisponiert. Das individuelle organismische Potential kann jedoch nur in Abhängigkeit von den bestehenden materiellen und sozial-kulturellen Umweltbedingungen adäquat genutzt werden.

(2) Der zweite Prädiktorenbereich der sozial-kulturellen Einflussfaktoren wie z. B. Familie, Gleichaltrige oder der Sozialstatus bestimmt somit das Ausmaß, in dem Handlungspotentiale zur Ausprägung kommen, und wie diese vom Individuum genutzt werden können.

(3) Der dritte wesentliche Prädiktorenbereich umfasst subjektbezogene relevante Lebensereignisse, die individuell belastend oder mit positiven Erfahrungen verknüpft sein können.

„War es anfangs des Lebens ein sehr umschriebener, in der Regel häuslicher Kontext, der praktisch alle wichtigen Bedürfnisse des Kleinkindes zu unterstützen hatte, so findet über die Kindheit und Jugend die Ausweitung der infrage kommenden Kontexte und ihrer Distanz zum Mikrokontext der Familie statt. So kommen beispielsweise der Kindergarten oder die Schule hinzu, weiterhin die Gruppen Gleichaltriger oder die Nachbarschaft“ (Silbereisen & Noak, 2006, S. 337).

Diesbezüglich stellt sich die Frage, inwieweit diese Kontextverlagerungen Einfluss auf die (Sport)motorische Entwicklung haben? (Baur & Burrmann, 2009) So schließt Baur (1989) nicht aus, dass die von Meinel (1987) konstatierte „sensible Phase“ der motorischen Entwicklung im Grundschulalter nicht zuletzt auch auf die nun einsetzende methodische Vermittlung von motorischen Fertigkeiten und Fähigkeiten in den neuen Kontexten von Schule und Sportverein zurückzuführen sind.

(4) Als vierten entwicklungsrelevanten Bedingungsfaktor nennt Baur (1989) die Körper- und Bewegungsbiographie, die sowohl durch die dem Individuum zur Verfügung stehenden biogenetischen Handlungspotentiale, durch die sozial-kulturellen Umweltbedingungen, durch die subjektiven Körper- und Bewegungserfahrungen als auch durch relevante Lebensereignisse geformt wird (Wollny, 2002).

Die gesamte Lebensspanne können die spezifischen Sinngewinnungen von Körper- und Bewegungsaktivitäten visuelle Modifizierungen sowie Akzentverschiebungen hervorrufen. Einzelne Sinngewinnungen (spielerisch-zweckfrei, explorativ, impressiv, gesundheitsorientiert etc.) können miteinander verbunden, zu unterschiedlichen Lebenszeitpunkten aufgenommen und lebenslang mit intraindividuellem Akzentverschiebung verfolgt werden.

Baur (1989) definiert die motorische Entwicklung als einen Teilbereich der Persönlichkeitsentwicklung im Prozess der wechselseitigen Person-Umwelt-Interaktion. Dabei unterscheidet er drei Ebenen, auf denen sich Person und Umwelt wechselseitig beeinflussen:

(1) die Umweltebene, (2) die Persönlichkeitsebene und (3) die Handlungsebene.

Auf der Persönlichkeitsebene, die entweder mehr biologisch oder mehr psychologisch konzeptualisiert wird, ist das Handeln des Subjekts maßgeblich durch das biologisch prädisponierte Persönlichkeitssystem bestimmt. Dies unterliegt einer spezifischen Intentionalität und Zielgerichtetheit, das sich durch das Handeln des Systems lebenslang weiterentwickeln, stabilisieren, revidieren oder ausdifferenzieren kann.

Dabei muss das Subjekt die vielschichtigen Anforderungen und Gegebenheiten direkter und mittelbarer sozial-ökologischer Umweltsysteme berücksichtigen, an denen das Subjekt partizipiert und übertragene oder selbst bestimmte Rolle übernimmt. Diese Umweltsysteme umfassen unterschiedliche Handlungssituationen (zeitliche, räumliche, materiale, instrumentelle und soziale Gegebenheiten), Handlungsfelder (informelle Gruppen, formale Organisationen) und makroökologische Kontexte (Bronfenbrenner, 1981).

Durch die handelnde Auseinandersetzung des Subjekts in unterschiedlichen sozial-ökologischen Kontexten und Handlungsfeldern, wie diese nach Baur (1989)

beispielsweise die Herkunftsfamilie, Gleichaltrige, Sportvereine oder auch Schulensein können, kommt es zu dialektischen Vermittlungen zwischen dem Persönlichkeitssystem und dem Umweltsystem. Das aktuelle Handeln wird durch die in der Vergangenheit erworbenen Körper- und bewegungsbezogenen instrumentellen, evaluativen Erfahrungen geleitet und durch die sozial-kulturelle Umwelt prädisponiert.

Das Bewegungshandeln stellt aber auch zugleich Aneignung, Internalisierung, Vergegenständlichung und Externalisierung dar. Im Bewegungshandeln erwirbt das Subjekt körper- und bewegungsbezogene Erfahrungen, die wiederum das Persönlichkeitssystem verändern und weiterentwickeln. Indem das Subjekt sich an Bewegungsaktivitäten beteiligt, wirkt es gleichzeitig auf die Teilbereiche des Umweltsystems und hinterlässt dort „Spuren“ (Baur, 1989).

Die Stärke der Theorie liegt darin begründet, dass eine ganzheitliche Betrachtung der menschlichen Ontogenese angestrebt, und nicht ein eng umgrenzter Problembereich der Ontogenese betrachtet wird. Auch wenn nach Wollny (2002) Erkenntnislücken verbleiben, die jedoch für die holistische Betrachtungsweise der Ontogenese des Menschen in Kauf genommen werden müssen.

Kritik an Baur's Ansatz besteht dahingegen, dass die empirischen Erkenntnisse aufgrund sehr eng umgrenzter Lebensabschnitte und Kulturkreise nur eingeschränkt Geltung haben. Insgesamt verdeutlicht das Modell der motorischen Entwicklung im sozioökonomischen Kontext von Baur (1989) zwar die Vielseitigkeit der möglichen Einflussfaktoren auf die motorische Entwicklung, aufgrund der Komplexität der Person-Umwelt-Dialektik kann die Erfassung und Erklärung der lebenslangen Veränderungen der Person-Umwelt-Interaktion jedoch empirisch nur vereinfacht und in begrenzten Teilbereichen überprüft werden (Wollny, 2002).

Baur's Ansatz bildet die theoretische Basis für die vorliegende Studie, da die Perspektive auf die motorische Entwicklung, als ein Teilbereich der Persönlichkeitsentwicklung im Prozess der wechselseitigen Person-Umwelt-Interaktion auf drei Ebenen, den Setting-Ansatz und die Möglichkeit der schulintegrierten Förderung kognitiver und motorischer Entwicklung durch körperliche Aktivität und Bewegung unterstützt.

2.2.3 Piagets Theorie kognitiver Entwicklung

„Kein Forscher hat unser Bild der geistigen Entwicklung des Kindes nachhaltiger geprägt als der Genfer Erkenntnistheoretiker und Psychologe Jean Piaget“ (Reussner, 2006, S. 91).

Piaget (1896-1980) rückt in seinen Werken drei Hauptprobleme in das Zentrum seines Theorie- und Forschungsinteresses: Die Adaptation des Organismus an seine Umwelt, die Adaptation der Intelligenz beim Aufbau ihrer eigenen Strukturen und die Herstellung der erkenntnistheoretischen Relationen. Damit offenbart er zugleich die drei Gebiete seiner wissenschaftlichen Heimat: Die Biologie, die Psychologie und die Philosophie oder Erkenntnistheorie (Piaget, Fatke & Kober, 2003).

Somit haben nach Piaget vier Faktoren Einfluss auf die kognitive Entwicklung: Reifung, aktive Erfahrung, soziale Interaktion und das Streben nach Gleichgewicht. Das grenzt seine Sichtweise deutlich von entwicklungstheoretischen Grundpositionen ab, die entweder aus reifungs- oder aus lerntheoretischer Perspektive argumentieren (Kapitel 2.1) (Weinert & Weinert, 2006, S. 27).

Bei Piagets Epistemologie handelt es sich um eine konstruktivistische Theorie, die die aktive Auseinandersetzung mit der Umwelt als Voraussetzung kognitiver Entwicklung betont. In der er von dem Entwicklungsbegriff der dynamischen Systemtheorie ausgeht, in dem er Entwicklung „als Produkt der Interaktion zwischen Organismus und Umwelt“ (Mrakotsky, 2007, S. 33) umschreibt, gilt Piaget als Vorreiter dynamischer Modelle (Kapitel 2.1).

Piaget war überzeugt, dass sich der Mensch sein Weltwissen, Weltbild aber auch die grundlegenden Werkzeuge seines Denkens und seiner Intelligenz, also den strukturellen Aspekt des Verhaltens (Piaget, 2003), im Verlauf der Entwicklung in progressiven Konstruktionsprozessen aufbaut (Reussner, 2006). Das Kind konstruiert also seine Operationen und Begriffe und prüft sie in der Wirklichkeit. Erkenntnis ist dabei ständig mit Handlungen und Transformationen verknüpft und erwächst somit weder aus den Objekten noch aus den Subjekten, sondern aus Interaktionen zwischen dem Subjekt und den Objekten (Piaget, 1970).

Erkenntnistheoretisch ist „der Geist des Kindes [...] keine Kamera, die wirklichkeitsgetreue Abbilder liefert, sondern im Laufe der geistigen Entwicklung wird das Bild immer mehr auf die Realität abgestimmt“ (Miller, 1993, S. 51).

Aus Piagets biologischer Sicht passen Menschen ihre psychischen Funktionen ihrer Umwelt an, vergleichbar mit Organismen, die sich biologisch an die Umwelt anpassen. So brachte Piaget die biologische und die geistige Entwicklung in dem Begriff der "geistigen Embryologie" zusammen. Wie beim Embryo gibt es eine organisierte Struktur, die sich im Laufe der Zeit immer weiter ausdifferenziert. Intelligenz ist also die höchste und beweglichste Form (Reussner, 2006) der Anpassung der Psyche an die Umwelt (Miller, 1993).

Der Frage nach der Adaptation der Intelligenz beim Aufbau eigener Strukturen nähert sich Piaget, indem er die Vielfalt der Denkprozesse als das Ergebnis einer kompliziert strukturierten Anordnung einiger weniger elementarer geistiger Operationen oder Schemata beschreibt. Da einzelne Schemata für verschiedene Inhalte anwendbar sind (Miller, 1993), bildet eine geringe Anzahl geistiger Schemata die Grundlage für eine Spanne von Denkprozessen. Ältere Kinder unterscheiden sich in Piagets Theorie von jüngeren Kindern nicht durch eine größere Anzahl ihnen zur Verfügung stehender Funktionen, vielmehr besitzen beide Altersgruppen die gleiche Anzahl von Operationen. Diese sind bei älteren Kindern lediglich differenzierter und vielfältiger strukturiert (Reussner, 2006).

Nach Piaget verfügt jeder Organismus über die angeborene Tendenz, sich an seine Umwelt anzupassen (Adaptation). Dazu gehören zwei simultan ablaufende komplementäre Prozesse, die Assimilation und die Akkommodation.

Assimilation wird von Piaget als „Urphänomen“ oder Grundtatsache des „psychischen Lebens“ (Piaget, 1936, S. 52 f.; zitiert nach Reussner, 2006, S. 113) bezeichnet. Sie ist aus biologischer Sicht die Integration externer Elemente in die sich entwickelnden oder abgeschlossenen Strukturen eines Organismus (Piaget, 1970). Erkenntnistheoretisch ist Assimilation also ein Prozess der aktiven Auseinandersetzung mit der Wirklichkeit. Dabei bestimmen Umfang und Qualität der vorhandenen Schemata sowohl das Vorverständnis, mit dem an einen Gegenstand herangetreten wird, als auch das Potenzial an Erfahrungen, die ein Individuum machen kann. „Ich erkenne immer nur so viel von der Wirklichkeit, als die Brille meiner Assimilationsschemata hergibt“ (Reussner, 2006, S. 114).

Wäre deshalb lediglich die Assimilation an der Entwicklung beteiligt, gäbe es keine Variationen in den Strukturen des Kindes. Infolge dessen würde das Kind keine neuen Inhalte erwerben und sich nicht weiterentwickeln.

Der Aufbau neuer oder die Veränderung vorhandener Schemata ist für die Weiterentwicklung grundlegend. Bei der Akkommodation spricht Piaget von der „Quelle von Veränderungen“ (Piaget, 1937, S. 359, zitiert nach Reussner, 2006, S. 114).

Die kognitive Adaptation besteht also aus einem mehr oder weniger stabilem, sich stets veränderlichem Gleichgewicht zwischen Assimilation und Akkommodation. Das Streben nach einem Gleichgewichtszustand zwischen Assimilation und Akkommodation führt zu einem Selbstregulationsmechanismus, zur Äquilibration (Miller, 1993).

In diesem Mechanismus der Anpassung und Äquilibration liegt nach Piaget jede menschliche Aktion begründet (Zimmer, 1996a). Dabei wird deutlich, dass der Theorie Piagets ein Menschenbild zugrunde liegt, das das Kind als ein neugieriges und entdeckungsfreudiges Wesen betrachtet, das beispielsweise allein durch ein äußeres Ereignis zu selbstständigem Handeln und aktivem Experimentieren herausgefordert wird. Voraussetzung dabei ist eine spezifische Beschaffenheit

der Umwelt, die für die Mehrheit der Kinder jedoch nicht selbstverständlich ist (Zimmer, 1996a).

Im deutschen Sprachraum hat für den sportwissenschaftlichen Bereich erstmals Scherler (1975) eine Aufarbeitung der Entwicklungstheorie vorgenommen und versucht, eine Begründung für Bewegung und Spiel innerhalb der institutionellen Erziehung abzuleiten. Zimmer (1996a) führt diese Gedanken fort und macht den Prozess der Akkommodation an einem Beispiel deutlich:

Ein Kind beispielsweise, das die Erfahrung gemacht hat, dass ein Ball auf dem Boden prellt, wird dies mit jeder Art von Bällen, die es neu kennenlernt, ausprobieren. So auch mit einem Medizinball. Das Kind wird versuchen ihn zu prellen, zu fangen und zu werfen, obwohl er eigentlich eine ganz andere Art des Umgangs erfordert.

Mit den schon bekannten Handlungsplänen lernt das Kind ein neues Objekt kennen und zu verstehen. Funktionieren die vorhandenen Handlungspläne nicht, muss das Schema modifiziert werden und auf die neuen Bedingungen abgestimmt werden (Zimmer, 1996a).

Stadien der kognitiven Entwicklung

Nach Piaget vollzieht sich die kognitive Entwicklung in Stadien, wobei ein Stadium ein Zeitabschnitt darstellt, in dem das Denken und das Verhalten eines Kindes eine spezifische geistige Grundstruktur widerspiegelt. Die Struktur der niedrigeren Stadien oder Stufen wird in die höheren Stufen der Entwicklung übernommen und in diese eingepasst (Miller, 1993). Piaget definiert vier aufeinander folgende Stadien (Abbildung 2-2): (1) Sensomotorische Intelligenz, (2) Präoperationales Denken, (3) Konkrete Denkopoperationen und (4) Formale Denkopoperationen. Ein Stadium muss erst durchlaufen werden, bevor das nächste folgen kann. Das Konzept der Äquilibration begründet, warum die Entwicklung nicht auf einer Stufe stehenbleibt (Montada, 2002).

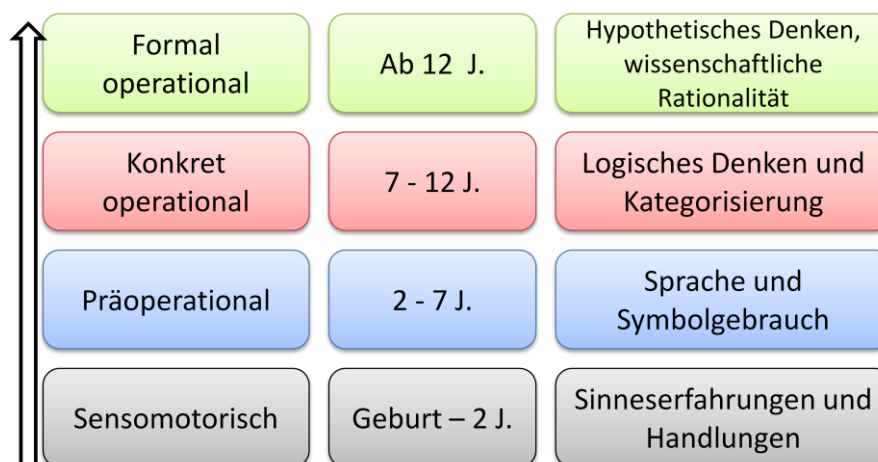


Abbildung 2-2: Stufen kognitiver Entwicklung nach Piaget

Sensomotorische Stufe (bis ca. zwei Jahre):

Das Kind wird zunehmend fähig, einfache Wahrnehmungs- und motorische Fertigkeiten auszuüben. Das Wissen besteht aus einem Repertoire an Einwirkungsmöglichkeiten auf Objekte. Während des sensomotorischen Stadiums der kognitiven Entwicklung tritt die Intelligenz nur in Form von motorischer Aktivität als Reaktion auf sensorische Reizung auf. Handeln und Kognition sind damit identisch. Ziel ist es, die Welt kennenzulernen. Da eine Erkenntnis der Welt ohne diese motorische Handlung nicht möglich ist, liegt eine rein praktische Erkenntnis vor.

Präoperationale Stufe (2-7 Jahre):

Der Spracherwerb steht im Zentrum des ersten Teils dieser Stufe. Der zweite Teil (ab dem 5. Jahr) wird auch als intuitive Phase bezeichnet, in der Schlussfolgerungen auf der Basis vager Eindrücke und Beurteilungen gezogen werden, die sich eng an der Wahrnehmung orientieren. Mit der zunehmenden Bedeutung der Sprache findet auch immer mehr symbolische Vermittlung statt: Mit sieben Jahren lernt das Kind allmählich, auf Symbolsysteme immer in der gleichen Weise zu reagieren und sich nicht mehr alleine auf seine subjektiven Wahrnehmungseindrücke zu verlassen. Es können symbolische Transformationen mit Denkinhalten durchgeführt werden. Zu diesem Zeitpunkt ist die praktische Intelligenz keine unabdingbare Voraussetzung für die Erkenntnis mehr, als Begleiterscheinung bleibt sie jedoch weiterhin bestehen.

Stufe der konkreten Operationen (7-12 Jahre):

Neben den Fähigkeiten, logische Operationen mit konkreten Dingen durchzuführen, werden folgende drei Einsichten erworben. (1) Die Komposition: aus der Kombination zweier Elemente eines Systems kann ein neues Element resultieren, (2) die Austauschbarkeit: die Summe ist unabhängig von der Reihenfolge, in der Dinge addiert werden und (3) die Reversibilität: man kann die Anwendung von Operatoren rückgängig machen. Das Handeln dient in dieser Phase der empirischen Kontrolle interiorisierter Akte, wodurch eine Differenzierung der kognitiven Strukturen ermöglicht wird (Jetter, 1975).

Stufe der formalen Operationen (ab 12 Jahre):

Logisches Denken mit Abstraktionen und wissenschaftliches Denken des hypothetisch-deduktiven Typs sind möglich. In dieser Phase hat das Handeln nur noch für die Inhalte der Kognition, nicht aber mehr für die strukturelle Entwicklung Bedeutung.

Die „vielleicht kühnste und umstrittenste Behauptung“ Piagets (Miller, 1993, S. 53) ist die der Existenz globaler und universeller Entwicklungsstufen, welche auch Hauptkritikpunkt des Ansatzes darstellt. Menschen entwickeln sich unterschiedlich und befinden sich weder in allen Bereichen noch in einer Altersstufe

auf einer Stufe. Piaget weist jedoch ausdrücklich darauf hin, dass die charakteristischen Verhaltensweisen der einzelnen Stadien nicht in linearer Weise aufeinander folgen. Vielmehr treten neue Verhaltensweisen zu den alten hinzu und vervollständigen, korrigieren oder ergänzen sie (Piaget, 2003).

Montada (2002) kritisiert weiter, dass Piaget kulturelle, soziale und historische Einflussfaktoren auf die kindliche Entwicklung vernachlässigt und die Entwicklung über die Phase der Adoleszenz hinweg ausblendet. Diese Kritik allerdings ist zu vernachlässigen, denn dies war nicht Piagets Anliegen. Kritiken wie an der Methodik oder inhaltlichen Aspekten (wie beispielsweise das Unterschätzen der kindlichen Kompetenzen im Kleinkindalter) sollen an dieser Stelle registriert sein. Allerdings steht der dialektische, konstruktivistische Charakter seines Ansatzes und die gewinnbringenden Erkenntnisse über die geistige Entwicklung im Vordergrund, sodass sie aufgrund (1) der Erkenntnis der zentralen Rolle der Kognition in der kindlichen Entwicklung, (2) ihres Wertes als integrative und heuristische Theorie, (3) ihrer Entdeckung überraschender Merkmale im Denken von Kleinkindern, (4) ihres umfassenden Erklärungsanspruches und (5) aufgrund ihrer ökologischen Validität (Miller, 1993) dennoch die bekannteste Theorie der kognitiven Entwicklung ist und auch aktuell zu einer der zentralen Theorien der Entwicklungspsychologie zählt.

Piaget hat sich über seine Theorie hinaus, die unter Pädagogen und Pädagoginnen als bedeutende Entwicklungstheorie gilt (Reussner, 2006, S. 167), mit Fragen von Bildung und Erziehung beschäftigt. Nach seinem Verständnis lernt das Kind, indem es mit konkreten wie abstrakten, realen wie symbolischen Gegenständen praktisch und gedanklich operierend umgeht. So folgt aus seiner Vorstellung die Vision einer „aktiven Schule sowie aktiver Lernmethoden“ (Reussner, 2006, S. 168). Dieses Konzept der „aktiven Erziehung“ basiert auf den beiden Grundsätzen „Das Recht des Kindes auf Selbstbestimmung und die Förderung seiner Selbständigkeit“ und „Die Förderung der spontanen Aktivität und der Selbsttätigkeit des Kindes“ (Scherler, 1975). Es werden auf der Basis der Wechselwirkung zwischen Entwicklungsniveau und neuen Erfahrungen individualisierte Lernprozesse und entsprechend gestaltete Lernumgebungen gefordert. „Unterrichtskonzepte, die Piagets konstruktivistisches Lernmodell als Vorbild nehmen, müssen Curricula entwickeln, die die spontane Aktivität, motorisch wie reflektorisch, der Kinder fordern statt sie einzuengen“ (Vollmers, 1997, S. 83).

Die beschriebenen Erkenntnisse auf Basis der Entwicklung als handelnde Auseinandersetzung mit der Umwelt und der zentrale Aspekt der Kognition in der kindlichen Entwicklung bilden die theoretische Basis dieser Arbeit. Die vorliegende Untersuchung der Förderung kognitiver Leistungen aufgrund körperlicher Aktivität und bewegungsfördernder Umwelten lässt sich aus den theoretischen Ausführungen und pädagogischen Folgerungen Piagets heraus argumentieren. Da die

Befunde nicht für eine strenge strukturalistische Auffassung von Stadien sprechen, werden diese nicht auf die vorliegende Arbeit übertragen.

Neo- Piaget'sche Theorien

Weiterentwicklungen der Theorie Piagets haben gezeigt, dass die entdeckten Typen oder Arten des Denkens real und augenfällig vorhanden sind, dass aber die Art des Denkens nicht so organisiert zu sein scheint und dass die Art und Weise der Veränderung des Denkens neu überdacht werden muss (Demetriou, 2006). Dies haben sich die „Neo-Piagetianer“ zur Aufgabe gemacht. Sie gehen weiterhin von irgendeiner Form von aufeinanderfolgenden Stadien und strukturellen Veränderungen aus (Miller, 1993), berücksichtigen aber darüber hinaus hinzukommende Konstrukte wie Fertigkeiten, begrenzte Gedächtniskapazität und Automatisierung. Sie betonen dabei, im Gegensatz zu Piagets bereichsübergreifender Anwendung kognitiver Strukturen, bereichsspezifische Konzepte, die sich auf einen Bereich oder auf mehrere spezifische Bereiche beziehen (Miller, 1993).

Diese neuen Theorien werden von mehreren, in der Psychologie vorherrschenden, Traditionen beeinflusst. Stellvertretend für die Neo-Piagetianer wird Case (1985) genannt (Miller, 1993), der sich in seiner Arbeit im Wesentlichen mit dem Konstrukt der Gedächtniskapazität befasst und damit Piagets Theorie und die Theorie der Informationsverarbeitung zu verbinden versucht.

2.2.4 Informationsverarbeitungsansatz

Im Informationsverarbeitungsansatz fußt die menschliche Entwicklung auch auf Erfahrungen und Reifung. Es liegen Vorstellungen zugrunde, dass die gelingende und schnelle Informationsverarbeitung von biologischer Reifung des Gehirns und des Nervensystems abhängt. Reifung stellt damit, wie in Piagets Ansatz, neben Umwelt und deren Interaktionen, ein bedeutsamer Faktor für die kognitive Entwicklung dar. Im Gegensatz allerdings zu Piaget, gehen die Vertreter der Informationsverarbeitungstheorie von einem Entwicklungsbegriff aus, der als kontinuierlicher Prozess ohne Stadien oder Stufen anzusehen ist (Shaffer & Kipp, 2007). „Der Informationsverarbeitungsansatz ist in den Augen vieler [...] derzeit eine der wichtigsten, wenn nicht gar die dominierende Perspektive zur Erforschung der kognitiven Entwicklung“ (Wilkening, 2006, S. 267).

Nachdem in den 60er Jahren Simon den ersten programmatischen Entwurf entwickelte und zehn Jahre später Klahr und Wallace den ersten konkreten Umsetzungsversuch starteten, ist der Ansatz allmählich, ohne große Konflikte mit der Theorie Piagets, gewachsen (Miller, 1993). Anders als Piaget, der sich auf die Gesamtveränderung der Kognition konzentrierte, untersucht die Informationsverarbeitung getrennte Aspekte des Denkens, wie u. a. Aufmerksamkeit und Gedächtnis (Berk & Aralikatti, 2009). Es gibt zwar keine einheitliche Theorie zwischen den verschiedenen Informationsverarbeitungsansätzen, es lassen sich allerdings neben gemeinsamen Charakteristika und Orientierungen einen Konsens über mehrere Grundannahmen ausmachen (Wilkening, 2006, S. 268):

Gemeinsam ist die Grundannahme, dass Denken Informationsverarbeitung ist, der die Struktur eines Mehrspeichermodelles zugrunde liegt. Ausgegangen wird von einem sensorischen Register, einem Kurzzeit- und Arbeitsgedächtnis und einem Langzeitspeicher, wobei lediglich das Kurzzeit- und Arbeitsgedächtnis Entwicklungen unterliegen. Viele Veränderungen werden dabei auf exekutive Funktionen zurückgeführt, wobei im Besonderen die Mechanismen der Veränderung interessieren. Die gängige Annahme ist, dass Veränderung durch einen Prozess der kontinuierlichen Selbstmodifikation hervorgerufen wird. Dabei wird die Eigenaktivität des Kindes als besonders wichtig angesehen. Das Verwerfen nicht bewährter Schemata oder das Reorganisieren oder Neudefinieren von im Repertoire angelegten, nicht genutzten Schemata können in diesem Kontext Verhaltensergebnisse darstellen (Wilkening, 2006).

Die auf die Kinder einströmenden Informationen sind zu komplex, um sie in ihrer Gesamtheit zu verarbeiten. Sie müssen also selektiert und encodiert werden, um zu ihrer weiteren Verarbeitung überführt zu werden. Selektiert werden Informationen, die für die Aufgabenstellung relevant erscheinen, während irrelevant erscheinende Informationen ignoriert werden. Über diesen Prozess der selektiven Aufmerksamkeit hinaus, ist von Interesse, welches Maß an Aufmerksamkeit bestimmte Informationen erfordert. Neben den Informationen, die viel Aufmerksamkeit benötigen (effortful), verlangen andere relativ wenig Aufmerksamkeit (automatic). Diese durch Lernen und Übung automatisierten Vorgänge beziehen sich sowohl auf sensomotorische als auch auf kognitive Prozesse im engeren Sinne.

Methodisch wird die Forschung im Rahmen der Informationsverarbeitungstheorien als „datennah“ beschrieben (Wilkening, 2006, S. 271). Man ist um testbare Aussagen und exakte Analysen bemüht, wobei die Analyseeinheiten relativ fein sind.

*„Eine typisch abhängige Variable sind Reaktionszeiten. Dies ist verbunden mit der Annahme, dass Informationsverarbeitung – der Fluss durch das System – Zeit benötigt und dass man aus der Länge der Antwortzeit z. B. auf die Anzahl der Schritte zur Lösung einer Aufgabe und/oder auf die Architektur des Systems schließen kann.“
(Wilkening, 2006, S. 271)*

Auch beziehen die Informationsverarbeitungsansätze Elemente wie die Gedächtnisanforderung mit ein, auf die in Reanalysen klassischer Piaget-Aufgaben gestoßen wurde und in der klassischen Theorie außer Acht gelassen wurden (Wilkening, 2006). Somit ist die Informationsverarbeitungstheorie nach Trautner (1991) „am ehesten in der Lage, die Komplexität menschlichen Denkens zum Ausdruck zu bringen“ (S. 227), und von außen zu prüfen, als die rein verbalen systemimmanenten Konstruktionen in Piagets Theorie (Wilkening, 2006).

Durchgesetzt haben sich neben der Theorie der Strategieentwicklung (Bild der überlappenden Wellen) und der Theorie dynamischer Systeme (integrierte Prozesse) die konnektionistischen Modelle der Informationsverarbeitungsansätze

(parallele Verarbeitungsprozesse), die nach Wilkening (2006) die Landschaft der Erforschung der kognitiven Entwicklung dominieren. Sie zeigen auf theoretischer Ebene, dass die mit neueren Methoden gewonnenen Simulationsdaten gut in Einklang zu konstruktivistischen Sichtweisen von Entwicklung zu bringen sind. Unter Einbezug von Prinzipien neuronaler Vorgänge im Gehirn wird versucht, die menschliche Wissensrepräsentation und Wissenserwerb auf Computern zu simulieren.

Für konnektionistisch orientierte Forscher aus den Reihen der Informationsverarbeitungsansätze ist es denkbar, dass die internen Repräsentationen eines Kindes über einen langen Zeitraum schon implizites Wissen enthalten, das erst auf einer neuen Stufe im Output für Beobachter erkennbar wird (Wilkening, 2006).

Der Ansatz geht davon aus, dass diese Entwicklung größtenteils durch Selbstmodifikation entsteht, wenn beispielsweise Kinder Regeln zur Entscheidungsfindung formulieren und sie anhand eines Feedbacks modifizieren. Des Weiteren geht der Ansatz davon aus, dass die begrenzte menschliche Verarbeitungskapazität eine begrenzte Verarbeitungsgeschwindigkeit zur Folge hat. Diese Grenzen und somit eine Erhöhung der Geschwindigkeit können jedoch durch das Erlernen effizienter Steuerungsprozesse im Verlauf der Entwicklung erweitert werden. Dies beruht zum großen Teil auf dem Erwerb geeigneter Strategien, der Zunahme bereichsspezifischen Wissens, verbessertem Metagedächtnis sowie größere funktionale Kapazität (Miller, 1993).

Somit führen Mechanismen wie Encodierung, Generalisierung, Aufbau von Strategien oder Automatismen im Laufe der Entwicklung zu einer effektiven Verarbeitung. Der Mensch als aktives, organisiertes, selbstmodifizierendes System entwickelt sich also aus der Perspektive des Informationsverarbeitungsansatzes, beeinflusst von genetischen und umweltbedingten Faktoren, durch qualitative und quantitative Veränderungen bei der Steuerung des Informationsflusses durch das kognitive System (Miller, 1993).

Es ist zu kritisieren, dass die Simulationsdaten, wie sie in den konnektionistischen Modellen erhoben werden, auf der einen Seite eine gute „Passung“ liefern (Wilkening, 2006), jedoch kann auf der anderen Seite bestenfalls

„gezeigt werden, dass sich ein künstlich erzeugtes Netzwerk so verhält, als ob es einer Regel folgt – und dass es bei Menschen in verschiedenen Stadien ihrer Entwicklung ebenso sein könnte.“ (Wilkening, 2006, S. 304)

Schwierigkeiten bei der Erklärung von Entwicklung und die mangelnde Berücksichtigung des natürlichen Verhaltenskontexts (Miller, 1993) sowie die Vernachlässigung menschlicher Eigenschaften wie Kreativität und Phantasie (Shaffer & Kipp, 2007) gehören des Weiteren zu den Schwächen dieses Ansatzes.

Der menschliche Verstand wird als ein sich kontinuierlich entwickelndes System betrachtet, in das Informationen einfließen, verarbeitet werden und in eine Reak-

tion umgewandelt werden. Im Informationsverarbeitungsansatz wird eine Vielzahl kognitiver Prozesse, wie Wahrnehmung, Aufmerksamkeit und Gedächtnis, integriert und in Bezug zueinander gesetzt. Entwicklung vollzieht sich dabei durch selbstmodifizierte kognitive Verhaltensaktivitäten. Hierin lässt sich eine Förderung kognitiver Entwicklung durch körperliche Aktivität einbetten. Durch die Vernachlässigung des natürlichen Kontexts ist die direkte Übertragbarkeit dieses Ansatzes auf die vorliegende Arbeit, die in realer Umgebung stattfindet, eingeschränkt.

2.3 Theoretische Ansätze: Zusammenfassung

Die Paradigmenwechsel in der Entwicklungspsychologie machen deutlich, dass der „nature vs. nurture Streit“ überwunden ist und von einer systemdynamischen komplexen menschlichen Entwicklung ausgegangen wird.

Der erste Grundsatz einer allgemeinen Entwicklungstheorie ist dementsprechend, dass Individuen niemals aus ihrem Kontext gelöst werden können, um getrennt von den Bedingungen untersucht zu werden, die ihre Entwicklung regulieren (Petermann, Niebank & Scheithauer, 2004). Die neueren Modelle können als Rahmen dienen, in den sich Theorien und Teilmodelle einpassen lassen, und bieten so eine Möglichkeit, über ihren Nutzen und Anwendbarkeit zu entscheiden.

Mit seiner ökologischen Entwicklungstheorie gelingt Bronfenbrenner eine differenzierte und genaue Beschreibung umweltbedingter Einflüsse auf die menschliche Entwicklung. Die Umwelt ist nach Bronfenbrenner nicht statisch, sondern dynamisch und wirkt nicht nur verändernd, sondern verändert sich auch selbst (Berk & Aralikatti, 2009). Die Begriffe Lebensraum und Setting sind in Bronfenbrenners Theorie von zentraler Bedeutung. Hier lässt sich der Setting-Ansatz der vorliegenden Arbeit einbetten.

Für den in der vorliegenden Arbeit ganz zentralen Gegenstandsbereich Bewegung und Motorik hat Baur (1988, 1989) die dialektische Theorie der Körper- und Bewegungskarriere erarbeitet. Betrachtet werden die intraindividuellen Veränderungen über die Entwicklung, den spezifischen Vorhersagewert verschiedener ontogenetischer Bedingungsfaktoren und die Ursache-Wirkungsbeziehungen multivariat. Darüber hinaus wird auf Rahmenbedingungen und Sozialisation in Schule und Schulsport eingegangen. Baus Perspektive auf die motorische Entwicklung unterstützt den Setting-Ansatz und die Möglichkeit der schulintegrierten Förderung kognitiver und motorischer Entwicklung durch körperliche Aktivität und Bewegung.

Die Entwicklungstheorie von Piaget hingegen hat einen großen Erklärungswert für die kognitiven Prozesse in der Kindheit (Willimczik, 1983), die neben der Mo-

torik in der vorliegenden Studie von Bedeutung sind. Es wird die Entwicklung als handelnde Auseinandersetzung mit der Umwelt erklärt, wobei die Kognition zentraler Aspekt der kindlichen Entwicklung darstellt.

Im Gegensatz zu Piaget, gehen die Vertreter der Informationsverarbeitungstheorie von einem Entwicklungsbegriff aus, der als kontinuierlicher Prozess, ohne Stadien oder Stufen, anzusehen ist. Damit ist der Ansatz der Informationsverarbeitung derzeit eine der wichtigsten, wenn nicht gar die dominierende Perspektive zur Erforschung der kognitiven Entwicklung (Wilkening, 2006).

Die Betrachtung von differenzierten auf spezielle Bereiche beschränkte Modelle ist aufgrund der Komplexität von Entwicklung sinnvoll, um differenzierte Aussagen in unterschiedlichen Entwicklungsbereichen zu machen – wie es auch die vorliegende Arbeit vorsieht. Um sich der Forschungsfrage der Förderung kognitiver und motorischer Entwicklung durch Bewegung zu nähern, werden im folgenden Kapitel Grundlagen der beiden Bereiche Motorik und Kognition aufgearbeitet. Nach der allgemeinen Begriffsbestimmung (Kapitel 3.1 und 3.2) folgen neurologische Grundlagen von Motorik und Kognition (Kapitel 0). Im vierten Kapitel werden Ausschnitte der motorischen und kognitiven Ontogenese thematisiert, bevor im fünften Kapitel deren Einflussfaktoren analysiert werden (Kapitel 1)

3 Motorik und Kognition - Grundlagen

Ziel des dritten Kapitels ist es, grundlegende Themen von Motorik und Kognition, die für die vorliegende Fragestellung bedeutsam sind, herauszuarbeiten. Vorab wird die begriffliche und methodische Auseinandersetzung der beiden Entwicklungsbereiche Motorik und Kognition (Kapitel 3.1 und 3.2) im Fokus stehen. In Kapitel 3.3 werden zunächst grundlegende Aspekte des Nervensystems (Kapitel 3.3.1) und des Zentralnervensystems (Kapitel 3.3.2) aufgezeigt, um darauf aufbauend, neurophysiologische Aspekte der Motorik (Kapitel 3.3.4) und der Kognition (Kapitel 3.3.5) darzulegen.

3.1 Motorik - Begriffsbestimmung

Wird der Begriff Motorik in Verbindung mit Entwicklung verwendet, so umfasst der Gegenstandsbereich Motorik immer auch die Bewegung: „Ihr Gegenstandsbereich betrifft die Außen- und Innenansicht von Bewegungen im Sport. Sie beschäftigt sich einerseits mit den beobachtbaren Produkten (Bewegungen und Haltungen) sowie andererseits mit dem Gesamtsystem jener internen Prozesse [...], die den (Bewegungs-) Vollzügen zugrunde liegen“ (Roth & Willimczik, 1999, S. 11). Der Außenaspekt, also die Bewegung, wird im Besonderen in Bezug zur motorischen Entwicklung im Säuglings- und Kleinkindalter betont, während mit dem Innenaspekt, vor allem der Entwicklungsverlauf motorischer Fähigkeiten wie Kraft, Ausdauer oder Koordination verfolgt wird.

Neben der Unterscheidung zwischen Bewegung und Motorik werden weitere Differenzierungen mit Begriffssystemen wie „Neuromotorik“, „Sensomotorik“ oder „Psychomotorik“ vorgenommen, in denen die Akzentuierung beispielsweise auf den neurophysiologischen Grundlagen von Bewegung und Haltung oder auf höheren psychischen Vorgängen bei der Koordination von Bewegung liegt (Willimczik & Singer, 2009). Gemeinsamer Gegenstand ist neben der beobachtbaren Bewegung die Motorik, wie sie der differenziellen Motorikforschung bzw. der fähigkeitsorientierten Betrachtungsweise (Roth & Willimczik, 1999) zu Grunde liegt (Kapitel 3.1.1). Diese umfasst in Anlehnung an Bös & Mechling (1992) die Gesamtheit aller Steuerungs- und Funktionsprozesse, die für Haltung und Bewegung bedeutend sind.

Die motorischen Fähigkeiten sind von den motorischen Fertigkeiten abzugrenzen, da sie sich nach Bös & Mechling (1983) zwischen latenten Konstrukten unterscheiden: Motorische Fähigkeiten sind nicht direkt beobachtbar, motorische Fertigkeiten (Kapitel 3.1.2) hingegen sind direkt beobachtbar und erlauben einen Rückschluss auf die Qualität der zugrunde liegenden motorischen Fähigkeit. In motorischen Testverfahren werden demnach Fertigkeiten wie Laufen, Springen oder Werfen geprüft, um Rückschlüsse auf die Qualität der zugrunde liegenden Fähigkeiten wie Kraft, Ausdauer, Schnelligkeit, Koordination oder Beweglichkeit zu ziehen (Bös et al., 2001).

3.1.1 Motorische Fähigkeiten

Der vorliegenden Arbeit liegt dieser Fähigkeitsansatz der Motorik zugrunde, der sich mit der Beschreibung und Erklärung von individuellen motorischen Leistungsdifferenzen befasst. Grundlegend ist, dass nicht auf der Prozessebene gemessen wird, sondern versucht wird, sichtbare Bewegungsleistungen über nicht direkt beobachtbare, latente Konstrukte zu erklären. Diese latenten Konstrukte werden als motorische Fähigkeiten bezeichnet (Bös & Mechling, 1983). Es wird angenommen, dass diese eine gewisse Zeit- und Situationsinvarianz besitzen und auf der Ebene von Bewegungshandlungen als Leistung (Handlungsergebnis) erfasst werden können. Die Qualität und die Ausprägung der motorischen Fähigkeiten sind somit ursächlich für die Qualität der beobachtbaren Bewegungsleistungen (Bös et al., 2001).

Die motorischen Fähigkeiten werden nach Bös et al. (2001) auf einer ersten Ebene in energetisch determinierte (konditionelle) und in informationsorientierte (koordinative) Fähigkeiten gegliedert (Abbildung 3-1). Auf einer zweiten Ebene werden sie nach den Teilkomponenten Ausdauer, Kraft, Schnelligkeit, Koordination und Beweglichkeit differenziert. Die dritte Ebene unterscheidet die Art der Energiegewinnung (Aerobe Ausdauer [AA] und Anaerobe Ausdauer [AnA]), die Art der Kraft (Kraftausdauer [KA], Maximalkraft [MA] und Schnellkraft [SK]) und die Art der Schnelligkeit (Aktionsschnelligkeit [AS] und Reaktionsschnelligkeit [RS]) sowie die Art der sensorischen Regulation (Koordination unter Zeitdruck [KZ] und Koordination bei Präzisionsaufgaben [KP]).

Die Beweglichkeit lässt sich nicht eindeutig dem konditionellen oder koordinativen Bereich zuordnen. So sprechen Bös et al. (2001) nicht von einer Fähigkeit, sondern von einer personalen Leistungsvoraussetzung, die von konstitutionellen und energetisch-konditionellen, aber auch von koordinativen (Muskelentspannungsfähigkeit) Voraussetzungen abhängig ist und zu den passiven Systemen der Energieübertragung gehört.

Da die vorliegende Untersuchung die Förderung koordinativer und konditioneller Fähigkeiten durch körperliche Aktivität untersucht, werden diese im Folgenden nochmals differenzierter dargestellt und vom Fertigkeitensbegriff abgegrenzt.

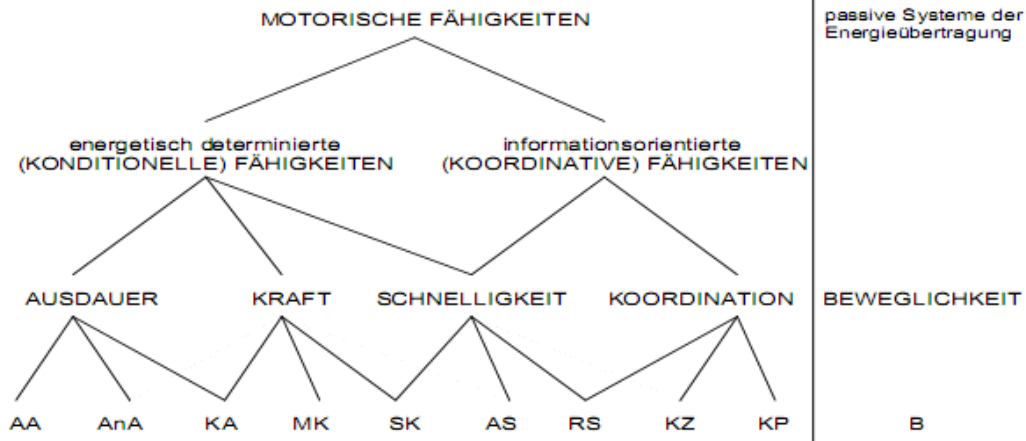


Abbildung 3-1: Differenzierung motorischer Fähigkeiten (entnommen aus Bös et al., 2001, S. 87)

Koordinative Fähigkeiten

Roth (1982) konzipierte eine Gesamtstruktur der koordinativen Fähigkeiten, die auf der Grundlage deduktiv abgeleiteter neurophysiologischer Erkenntnisse und induktiver sportwissenschaftlicher Ansätze erarbeitet wurde. Sein Unterteilungsschema (Abbildung 3-2) liegt der Ausdifferenzierung der koordinativen Fähigkeiten nach Bös et al. (2001) zugrunde. Es ist in koordinative Fähigkeiten zur genauen Kontrolle von Bewegungen (KP) und koordinative Fähigkeiten unter Zeitdruck (KZ) unterteilt. Auf der zweiten Ebene werden diese Bereiche nochmals in ganzkörperliche Bewegungen und Teilbewegungen unterteilt.

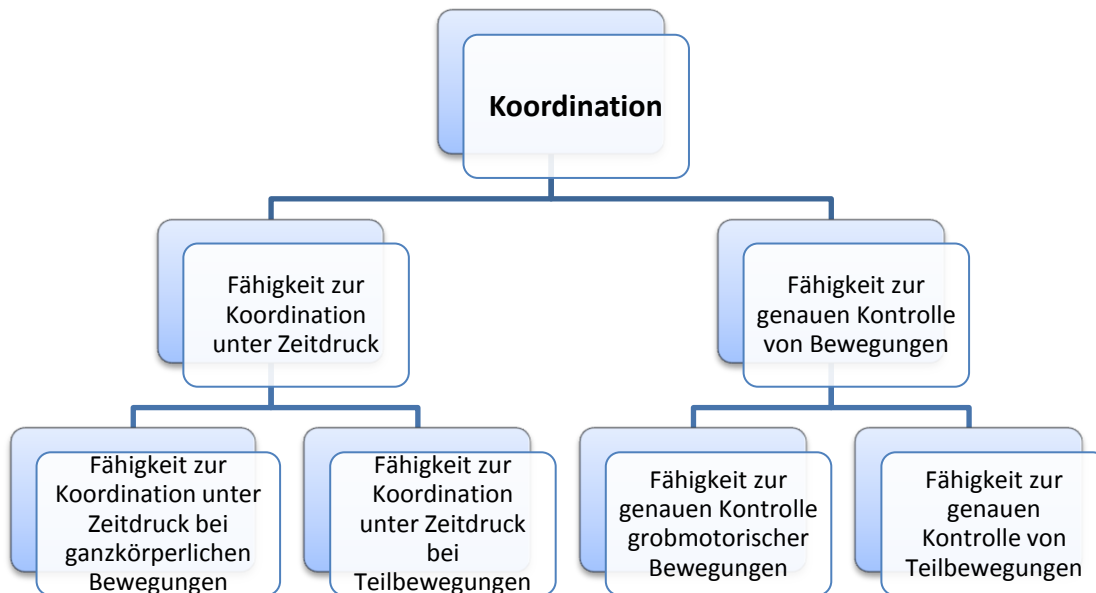


Abbildung 3-2: Struktur des koordinativen Fähigkeitsbereichs (entnommen aus Roth, 1982, S. 53)

Die wichtigsten Teilkomponenten der koordinativen Fähigkeiten sind nach Weineck (2010) die Differenzierungsfähigkeit, die Orientierungsfähigkeit, die Rhythmisierungsfähigkeit, die Reaktionsfähigkeit, die Gleichgewichtsfähigkeit sowie die Umstellungsfähigkeit und die Kopplungsfähigkeit. Eine differenzierte Darstellung hierzu bietet Hirtz (2007). Koordinative Fähigkeiten lassen sich, im Unterschied zu konditionellen Fähigkeiten, die primär durch energetische Prozesse (Energiebereitstellung und -übertragung) determiniert sind, als individuelle Differenzen im Niveau der Bewegungssteuerung und -regelung (Informationsverarbeitung) definieren (Roth, 1982).

Konditionelle Fähigkeiten

Die beiden Fähigkeitsgruppen der konditionellen und koordinativen Fähigkeiten weisen keine eindeutigen, Unterscheidungen auf, sondern beinhalten eine idealtypische Differenzierung von dominanten Komponenten. Dies wird nachdrücklich durch die Bezeichnung der primären Determination von energetischen und regulatorischen Prozessen verdeutlicht. Dies bedeutet, dass in primär konditionellen Tests zumindest einige sekundäre oder tertiäre Komponenten der Bewegungsregelung einfließen können. Umgekehrt können primär koordinative Tests durchaus von sekundären und tertiären Elementen der Energieregulierung beeinflusst werden. Insofern basiert die Differenzierung zwischen konditionellen und koordinativen Fähigkeiten nicht auf dem absoluten Ausschluss der jeweils anderen Fähigkeit, sondern auf dem „Prinzip der dominanten Komponenten“ (Teipel, 1988, S. 47). Mit zunehmender Komplexität der Anforderungsstruktur auf der Handlungsebene rücken konditionelle Fähigkeiten in den Hintergrund und informationsorientierte koordinative Aspekte in den Vordergrund.

3.1.2 Motorische Fertigkeiten

Motorische Fertigkeiten stellen durch Lern- und Übungsprozesse erworbene Bewegungsmuster zur Bewältigung spezieller Bewegungsaufgaben des Alltags, des Berufs, der Freizeit oder des Sports dar (Wollny, 2007). Sie werden von Willimczik und Roth (1983) in elementare und komplexe sportartspezifische Fertigkeiten unterteilt. Zur ersten Gruppe gehören grundlegende motorische Prozesse, die, wenn die notwendige Reifung von Nerven- und Muskelsystemen erfolgt ist, spätestens im Kleinkind-, Vorschul- und im Grundschulalter erlernt werden. Sie sind für die Bewältigung alltäglicher Aufgaben grundlegend (z. B. Heben, Tragen, Gehen, Laufen, Springen, Klettern, Balancieren, Werfen und Fangen). Komplexe sportartspezifische Übungen bauen auf diesen elementaren Grundformen auf.

3.1.3 Motorische Entwicklung

„Motorische Entwicklung wird heute als Sammelbegriff für Veränderungen von Entitäten über einen längeren Zeitraum angesehen, die sich auf die (primär menschliche) Motorik und Bewegung beziehen.“ (Willimczik & Singer, 2009, S. 15).

Dabei sind die motorischen Fähigkeiten und die elementaren Fertigkeiten (wie Gehen, Laufen, Springen, Werfen usw.) der Alltagsmotorik Gegenstand der motorischen Entwicklung (Willimczik & Singer, 2009). Dies rechtfertigt sich dadurch, dass die elementaren Fertigkeiten ganz allgemein die Grundlage für die Sportmotorik bilden und ihre Entwicklung in der frühen Kindheit den sportmotorischen Fertigkeiten vorausgeht.

Eine Definition, angelehnt an den weit gefassten Entwicklungsbegriff nach Trautner (2006), geben Willimczik und Singer (2009):

„Unter motorischer Entwicklung wird eine Reihe von miteinander zusammenhängenden, auf den motorischen Persönlichkeitsbereich bezogenen Veränderungen verstanden, die bestimmten Orten des zeitlichen Kontinuums eines individuellen Lebenslaufes, vorzugsweise operationalisiert über das kalendarische Alter, zuzuordnen sind.“ (Willimczik & Singer, 2009, S. 21).

Dabei wird Entwicklung im Sinne der Ontogenese und damit als individueller Entwicklungsverlauf betrachtet und ist von Begriffen wie Wachstum, Reifung, Sozialisation und motorisches Lernen abzugrenzen. Diese beziehen sich auf ähnliche Sachverhalte und stehen zum Entwicklungsbegriff in enger Beziehung.

Wachstum wird als rein quantitative Veränderung, also der mengenmäßigen Zunahme an beispielsweise Kenntnissen, Fertigkeiten oder Interessen beschrieben, während Reifung und Sozialisation erklärende Begriffe darstellen. Die Reifung als endogene Einflussgröße bezieht sich auf durch Vererbung determinierte und von innen gesteuerte Wachstumsimpulse, während unter Sozialisation die menschliche Entwicklung in Abhängigkeit und in Auseinandersetzung mit den sozialen und kulturspezifischen Lebensbedingungen verstanden wird (Hurrelmann, 2002, zitiert nach Willimczik & Singer, 2009).

Definitiv entspricht motorisches Lernen der erfahrungsabhängigen und relativ überdauernden Veränderung der Kompetenz, in bestimmten Situationen durch ein bestimmtes Verhalten bestimmte Effekte zu erzielen. Aus dieser Begriffsbestimmung folgern Hossner und Künzell (2003) folgende Konsequenzen, die dem Begriff der Entwicklung entgegenstehen: (1) Motorisches Lernen erfolgt erfahrungsabhängig, was bedeutet, dass biologische Reifungsprozesse oder physiologische Anpassungen ausgeschlossen werden. (2) Mit motorischem Lernen werden lediglich die Fertigkeiten, nicht aber die Fähigkeiten angesprochen.

Die Begriffe motorische Entwicklung und motorisches Lernen unterscheiden sich nach Willimczik und Singer (2009) hauptsächlich darin, dass Lernen die Aktualgenese und nicht die Ontogenese betrifft und dass das motorische Lernen nicht auf das Alter bezogen ist. Beide Begriffe sind jedoch voneinander abhängig insofern, da erstens die Effektivität des motorischen Lernens von der motorischen Entwicklung abhängig ist und zweitens in einen jeweiligen Entwicklungsstatus auch Lernresultate eingehen (Willimczik & Singer, 2009).

3.1.4 Phänomene der motorischen Entwicklung

Angelehnt an Baltes (1990), der von einer Pluralität und Komplexität von Entwicklungsphänomenen berichtet, konzentriert sich Hirtz (2007) in seiner Arbeit auf dem Gebiet der motorischen Entwicklung auf drei Phänomene:

(1) Kulturwandelbedingte Veränderungen, die die Entwicklungsbeschleunigung und Entwicklungsveränderungen über Jahrzehnte und Jahrhunderte hinweg beschreibt - die sogenannte säkulare Akzeleration.

(2) Dynamik, Stagnation und Regression, also Diskontinuitäten, die Abweichungen von der kontinuierlichen Entwicklung darstellen, und auch die motorische Entwicklung prägen. Dynamik meint Entwicklungsabschnitte, in denen sich das Subjekt aufgrund von Reifungsprozessen, sozialen Bedingungen (z. B. Einschulung) und veränderten Zielsetzungen und Tätigkeitsbereichen, besonders dynamisch entwickelt, während Stagnation und Regression Abschnitte im Leben darstellen, in denen die (motorische) Entwicklung bestimmter Merkmale auf einer Stufe verbleibt oder gar rückläufig verläuft.

(3) Variabilität, als drittes Phänomen der Entwicklung wird nach Touwen (1998) als das Normale der menschlichen motorischen Entwicklung dargestellt. Differenziert wird hierbei zwischen intra-, interindividuellen und intrafunktionellen Variabilitäten. Die Individualität wird durch unterschiedlich verlaufende, individuelle Entwicklungsprozesse gewonnen, wobei sie sich sowohl aus biogenetischen Prädispositionen als auch aus der differierenden Art, Umfang, Intensität und Güte der motorischen Aktivität bzw. Tätigkeit ergibt. Stabilität bietet u. a. die bewegungskulturelle Hierarchie, die Hirtz (2007) für das Grundschulalter nachweist. Jedoch sind ohne diese zu durchbrechen auf den hierarchischen Ebenen der Bewegungsgenese auch z. T. erhebliche inter- und intraindividuelle Entwicklungsvariabilitäten möglich. Die motorischen Fähigkeitsausprägungen über Jahre hinweg und altersbedingte Entwicklungsverläufe gehören ebenso zu dem Phänomen der Variabilität.

(4) Die Plastizität meint das Potential, sich unterschiedlichen Entwicklungsverläufen anzupassen. Auf die motorische Entwicklung bezogen, könnte Plastizität laut Hirtz (2007) der Oberbegriff für die traditionellen und zentralen Begriffe wie Adaptationsfähigkeit (biologische Anpassung) motorische Lernfähigkeit (lernen motorischer Fertigkeiten) und Trainierbarkeit (gezielte Entwicklungen durch sportliches Training) sein, oder sie gelten als Spezifikationen der Plastizität.

Aus entwicklungstheoretischer Sicht interessieren besonders die Möglichkeiten zur Veränderbarkeit und Modifizierbarkeit motorischer Entwicklungsverläufe durch äußere Einflüsse und deren Altersabhängigkeit.

3.1.5 Erfassungsmethoden motorischer Fähigkeiten

Zur Erfassung der körperlichen und motorischen Leistungsfähigkeit kommen in der Regel Testverfahren zum Einsatz, die das Konstrukt der Motorik (Kapitel 3.1.1) indi-

katorengestützt abbilden und die einen ganzheitlichen, fähigkeitsbezogenen Zugang zu Bewegungshandlungen darstellen.

„Bei der Fähigkeitsanalyse wird die persönlichkeits-theoretische Annahme unterlegt, dass es so was wie Eigenschaften, Fähigkeiten oder Dimensionen gibt. Diese sollen zum einen eine gewisse Zeit- und Situationsvarianz besitzen und zum anderen auf der Ebene von Bewegungshandlungen als Leistung (Handlungsergebnis) erfasst werden können.“ (Bös et al., 2001, S. 2)

Damit sind motorische Fähigkeiten die Gesamtheit der Strukturen und Funktionen, die für den Erwerb und das Zustandekommen von sportbezogenen Bewegungshandlungen verantwortlich sind.

Erfassungsmethoden motorischer Fähigkeiten beanspruchen für sich daher über verschiedene Testaufgaben die Hauptdimensionen der Motorik und deren Unterdimensionen (Abb. 3.1) messen zu können (Bös et al., 2001).

Jedoch werden die Art der Konstruktion und die Auswahl der Testaufgaben kontrovers diskutiert, sodass diese nicht einheitlich geregelt sind und so viele unterschiedliche Testbatterien entwickelt wurden und werden. Dies führt dazu, dass die Testlandschaft überaus heterogen und unübersichtlich ist (Klaes, Rommel & Cosler, 2008).

Um trotzdem die damit erhobenen Ergebnisse vergleichen zu können, muss die Voraussetzung erfüllt sein, dass diese unterschiedlichen Testverfahren ein und dasselbe wissenschaftliche Konstrukt, in diesem Fall die motorische Leistungsfähigkeit, zu messen beanspruchen. Dafür haben sich in der sportwissenschaftlichen Forschung Gütekriterien für motorische Tests etabliert, die an Erkenntnissen der Theorie und Methode psychologischer Testverfahren anlehnen (Bös et al., 2001).

Zentral ist dabei die Frage, inwieweit das jeweilige Verfahren die drei Hauptgütekriterien Objektivität, Validität und Reliabilität erfüllt. Darüber hinaus sind Nebengütekriterien von großer Bedeutung, wie beispielsweise Normierung, Nützlichkeit, Ökonomie und Vergleichbarkeit (vertiefend ist dies in Bortz & Döring, 2002 und Bös et al., 2001 ausgeführt).

Die Hauptgütekriterien werden als unverzichtbar angesehen, während die Nebengütekriterien „bedingte Forderungen“ sind, deren Bedeutung in Abhängigkeit von Testzielen und Anwendungsinteressen unterschiedlich sein kann (Bös et al., 2001, S. 545).

Die Normierung motorischer Tests ist als unabdingbar für die Beurteilung der motorischen Leistungsfähigkeit und der daraus ableitbaren Erkenntnisse und Maßnahmen anzusehen. Sie erlaubt es auf der Basis einer Normalpopulation normal verteilte alters- und geschlechtsspezifische Referenzwerte zu erstellen. Durch Umrechnung der Rohwerte in Normwerte (T-, Z-, ST-, SN-, PR-Werte) werden natürliche Alters- und Geschlechtsunterschiede ausgeglichen (Bös et al., 2001, S. 557). Die Daten unterschiedlicher Alters- und Geschlechtergruppen werden so direkt vergleichbar.

3.2 Kognition - Begriffsbestimmung

„Wäre das Gehirn so einfach, dass wir es uns erklären könnten, dann wäre es wahrscheinlich nicht in der Lage, genau dieses zu tun!“ (Emerson, Pugh & Trost). Aus diesem Grund werden im Folgenden für diese Arbeit grundlegende Begrifflichkeiten und Funktionen lediglich sehr vereinfacht dargestellt.

Aus der pädagogischen Perspektive betrachtet, beschreibt Kognition diejenigen Fähigkeiten des Menschen, die es ihm ermöglichen, sich in der Welt zu orientieren und sich an seine Welt anzupassen (Wehle, 1970). Psychologisch gesehen ist Kognition

„The collection of mental processes and activities used in perceiving, learning, remembering, thinking, and understanding, and the act of using those processes“ (Ashcraft, 1998, S. 5)

Zimbardo (1999) versteht Kognition als einen neuen Begriff für die traditionelle Bezeichnung des „Geistigen“ (S. 790). Damit können unter Kognition Strukturen und Prozesse des Erkennens und Wissens subsumiert werden.

Die kognitiven Fähigkeiten umschreiben damit beispielsweise Aufmerksamkeit, Wahrnehmung, Erkenntnis, Schlussfolgerung, Urteilsbildung, Erinnerung, Lernen, Abstraktionsvermögen und Rationalität. Diesen Fähigkeiten liegen kognitive Funktionen zugrunde, die alle bewussten und nicht bewussten Vorgänge umschreiben, die bei der Verarbeitung externer oder interner Informationen ablaufen. Darunter werden beispielsweise Kodierung, Vergleich mit gespeicherten Informationen, Verteilung der Informationen, Problemlösung und Entschlüsselung sprachlich begrifflicher Äußerungen verstanden (Birbaumer & Schmidt, 2006d).

Die kognitiven Bereiche Intelligenz (Kapitel 3.2.1), Aufmerksamkeit und Konzentration (Kapitel 3.2.4) werden, da sie in der vorliegenden Arbeit eine zentrale Rolle spielen, vertiefend dargestellt.

3.2.1 Intelligenz

Wenn von Intelligenz gesprochen wird, dann sind fast immer individuelle, relativ stabile und situationsabhängige Unterschiede in allgemeinen mentalen Fähigkeiten gemeint (Bjorklund & Schneider, 2006).

Intelligenz umfasst „diejenigen mentalen Aktivitäten, die sowohl für die Anpassung an äußere Gegebenheiten, als auch für deren Veränderung und Auswahl notwendig sind. [...] sie reagiert nicht nur auf die Umwelt, sondern formt sie auch aktiv. Sie bietet Menschen die Möglichkeit, flexibel auf herausfordernde Situationen zu reagieren“ (Sternberg, 1997, S. 1030).

Im Gegensatz zu Früher, als man Intelligenz als Bündel konkreter Leistungen und als das, was ein Test misst, verstanden hat, gilt Intelligenz heute als Ergebnis basaler mentaler Prozesse, die sich in unterschiedlichen Kontexten verschieden manifestieren können.

Intelligenz hat dieser Definition entsprechend viele Facetten und ist damit ein Sammelbegriff für kognitive Fähigkeiten des Menschen (Bjorklund & Schneider, 2006).

Kognitiv orientierte Psychologen haben versucht, die Mechanismen der Informationsverarbeitung, die auf die Intelligenz zurückzuführen sind, genauer zu beschreiben. Es können zwei große Kategorien von kognitiven Operationen differenziert werden: basale Fähigkeiten, die sich als individuelle Unterschiede in der Informationsverarbeitungsgeschwindigkeit widerspiegeln und kognitive Operationen höherer Ordnung, die sich auf intentionale und stärker bewusste Prozesse wie Strategien, Metakognitionen und die Fähigkeit zum logischen Denken und Problemlösen beziehen (Bjorklund & Schneider, 2008).

Intelligenz wird häufig auch als Persönlichkeitseigenschaft beschrieben, da zahlreiche individuelle Merkmale des Menschen mit dem gemessenen Intelligenzquotienten (IQ) korrelieren. Amelang (1990) zeigt, dass Intelligente Personen schulisch erfolgreicher sind als weniger intelligente. In den Studien von Stern & Hardy (2004) erbringen die intelligenteren Studenten und Auszubildenden bessere Leistungen als weniger intelligente und besetzen letztendlich dann höhere Berufspositionen (Eysenck, 1996). Diese Korrelation des IQ mit dem Schulerfolg ist insofern zu erklären, da das Lehrerurteil eines der zwei wesentlichen Kriterien ist, an denen Intelligenztests validiert werden (das zweite sind die Schulnoten). Intelligenztests erfassen aus dem gesamten Spektrum der menschlichen Begabungen vor allem diejenigen, die es einem Individuum ermöglichen, schulisch erfolgreich zu sein. IQ-Tests sind somit gute Prädiktoren für die Schulleistung (Stern & Hardy, 2004).

3.2.2 Exekutive Funktionen

Exekutive Funktionen könnten als Überwachungs- bzw. Kontrollsystem höherer Ordnung bezeichnet werden (Reinhardt, 2009).

Sie gelten für Menschen als Voraussetzung, sich rasch und erfolgreich an neuartige, unerwartete Situationen in der Umwelt anzupassen. Sie bilden damit die Grundlage dafür, in nicht routinierten Situationen das Richtige zu tun, gerade wenn kein Handlungswissen aus dem Verhaltensrepertoire abrufbar ist und dienen somit der unmittelbaren und längerfristigen Verhaltensoptimierung (Matthes-von Cramon & von Cramon 2009).

Funktionell betrachtet stellen die exekutiven Funktionen kein einheitliches Konstrukt dar, sondern lassen sich in verschiedene Subgruppen fraktionieren. Darunter zählen unterschiedliche, nicht klar definierte Kontrollprozesse wie Inhibition (Hemmung automatisierter Prozesse bzw. nicht adäquater Reaktionen), Steuerung bewusster, selektiver Aufmerksamkeit, Selbstkontrolle, kognitive Flexibilität, Fehlererkennung und -korrektur – somit adäquate Anpassung an neue Situationen, Planung und vorausschauendes Handeln, Strategie und zielgerichtetes Verhalten, Problemlösen, abstraktes Denken und Entscheidungsfähigkeit.

Dieses Konstrukt umfasst nach Bischof-Köhler (2000, S. 39) damit „so ungefähr alles, was man von einer effizienten Handlungsorganisation eines Erwachsenen erwarten würde“.

Ein wesentlicher Aspekt der exekutiven Funktionen ist, dass sie in hohem Maße vom Arbeitsgedächtnis abhängig ist, d.h. von der Fähigkeit zur temporären Aktivierung und Manipulation von Informationen (D'Esposito, Ballard & Aguirre, 1998). Einige Autoren zählen sogar das Arbeitsgedächtnis zu den exekutiven Funktionen dazu (Carlson, 2003; Roberts, Robbins & Weiskrantz, 2003; Wright et al., 2003).

3.2.3 Gedächtnis und Lernen

Lernen wird als Informationsfluss zwischen drei Komponenten beschrieben: den sensorischen Registern, einem Kurzzeit- oder Arbeitsgedächtnis und einem Langzeitgedächtnis (Kapitel 2.2.4). Umweltreize werden über die Sinnesorgane wahrgenommen, transformiert und über die Dauer der physikalischen Reizeinwirkung hinaus kurzzeitig in modalitätsspezifischen sensorischen Registern (visuell, akustisch, haptisch etc.) repräsentiert. Bereits in diesem Repräsentationsstadium werden bestimmte Merkmale dieser Reize extrahiert und mit Hilfe der verfügbaren Wissensinhalte aus dem Langzeitgedächtnis identifiziert und klassifiziert (Hasselhorn & Lohaus, 2008).

Wird der so identifizierten Information bewusste Aufmerksamkeit geschenkt, gelangt sie in das Kurzzeitgedächtnis, das wegen seiner vielfältigen Funktionen bei komplexen, schulnahen Lernprozessen auch Arbeitsgedächtnis genannt wird. Im Arbeitsgedächtnis wird die Information festgehalten und über mannigfaltige Verarbeitungs- und Kontrollprozesse im Abgleich mit den im Langzeitgedächtnis bereits vorhandenen Informationen bewertet, gruppiert und transformiert. Aufgrund der engen Verzahnung von Kurzzeit- und Langzeitgedächtnis beim Erwerb neuen Wissens, wird das Arbeitsgedächtnis auch als aktiver Teil des Langzeitgedächtnisses beschrieben (Hasselhorn & Lohaus, 2008).

Im Langzeitgedächtnis, das sich wiederum in drei Teile differenzieren lässt, wird das überdauernde Wissen gespeichert. Im semantischen Gedächtnis wird vorrangig das schulische Wissen gespeichert. Es besteht aus Fakten, Konzepten, Prinzipien und Regeln, die wir kennen. Das episodische Gedächtnis bezieht sich auf die Erinnerung, persönliche Erfahrungen, also das, was wir gesehen und gehört haben. Das prozedurale Gedächtnis enthält Wissen darüber, wie etwas gemacht wird. Es ist die Grundlage komplexer motorischer Fertigkeiten, wie beispielsweise Schreiben oder Fahrradfahren (Hasselhorn & Lohaus, 2008).

Die Qualität dieses Systems ist verantwortlich dafür, wie gut Informationen encodiert, gespeichert und wieder erinnert werden.

Grundlegend für diese Prozesse der Aufnahme und Weiterverarbeitung der Informationen sind zunächst die Prozesse der Auswahl aufzunehmender Informationen. Diese werden durch Aufmerksamkeit und Konzentration gesteuert.

3.2.4 Aufmerksamkeit und Konzentration

Im alltäglichen Sprachgebrauch werden die Begriffe Aufmerksamkeit und Konzentration oftmals synonym gebraucht. In Wissenschaft und Forschung wird versucht, diese Begriffe theoretisch und inhaltlich zu trennen. Bis heute sind diese jedoch nicht klar und einheitlich definiert. Dass im englischen Sprachraum nur ein Wort, attention, für beide Begrifflichkeiten zur Verfügung steht, macht das wissenschaftliche Arbeiten im Bereich dieser Thematik nicht einfacher. Etliche Versuche, die Begriffe Konzentration und Aufmerksamkeit zu definieren, erwecken den Eindruck, Aufmerksamkeit sei der Oberbegriff und Konzentration eine bestimmte (Unter)Art von Aufmerksamkeit (Rapp, 1982; Westhoff, 1995).

3.2.4.1 Aufmerksamkeit

Eine aufmerksam durchgeführte Tätigkeit ist an der Fehlerfreiheit zu erkennen, wenn es sich nicht sowieso um eine automatisierte oder oft geübte Tätigkeit handelt. Die Fehlerfreiheit ist jedoch nichts anderes als das Ergebnis einer guten Kontrolle, bei der alle Tätigkeiten unter dem Aspekt der Aufmerksamkeitskontrolle betrachtet werden können (Wagner, 1996). Den Annahmen liegt zugrunde, dass aus vielen gleichzeitig vorhandenen Informationen nur eine beschränkte Zahl bewusst ist, deren Verarbeitung Anstrengung bedeutet und Wachheit voraussetzt (Posner & Boies, 1971; Wagner, 1996; Westhoff & Hagemeyer, 2001).

Unterschieden werden drei Aufmerksamkeitsstypen:

Neben der

(1) motorischen Aufmerksamkeit, also die motorische Planung, und der zentralen Aufmerksamkeit, die deutlich macht, dass multiple perzeptuelle Modalitäten gleichzeitig verarbeitet oder multiple Handlungen gleichzeitig ausgeführt werden können (Anderson, Funke & Plata, 2007),

(2) können die auditive Aufmerksamkeit, die auditive Mitteilungen im primären auditorischen Kortex verstärken oder abschwächen

(3) und die visuelle Aufmerksamkeit, die auf einige wenige Grad des visuellen Feldes fokussiert werden kann, unterschieden werden (Theisen, 1994).

Merkmale oder Teilbereiche der Aufmerksamkeit werden sehr unterschiedlich differenziert (Posner & Boies, 1971; Heubrock & Petermann, 2001; Westhoff & Hagemeyer, 2005) Weit verbreitet und anerkannt ist das Modell der Aufmerksamkeit von Rapp (1982). Er unterscheidet folgende Aspekte der Aufmerksamkeit:

(1) Mit Hilfe der selektiven Aufmerksamkeit ist man in der Lage, schnell und zuverlässig auf relevante Reize zu reagieren. Dazu kommt die Fähigkeit, sich nicht durch irrelevante Informationen ablenken zu lassen. Man unterscheidet hier die geteilte und die fokussierte Aufmerksamkeit.

(2) Die geteilte Aufmerksamkeit kommt beispielsweise zum Einsatz, wenn ein Autofahrer, während er sich auf den Verkehr konzentriert, eine Unterhaltung mit dem Beifahrer führt. Er teilt die Aufmerksamkeit in Bereiche auf, denen er Aufmerksamkeit schenkt, das sogenannte Multitasking. Diese Aufmerksamkeitssteuerung ist willentlich, wenn die Verkehrslage jedoch kritisch wird, stoppt der Autofahrer unwillkürlich das Gespräch und lenkt seine gesamte Aufmerksamkeit auf den Verkehr.

(3) Die fokussierte Aufmerksamkeit wird am Cocktailparty-Problem deutlich. Sie kommt zum Einsatz, wenn man sich auf ein Gespräch konzentrieren möchte und sich von Störreizen und Nebengeräuschen nicht ablenken lässt.

(4) Unter Vigilanz wird ein bestimmter Aktivationsgrad verstanden, der ein Individuum in die Lage versetzt, Veränderungen in der Reihe gleichbleibender Reize wahrzunehmen. Das Merkmal der Vigilanz ist also der gleichmäßig hohe Aktivierungsgrad über einen längeren Zeitraum hinweg. Das Niveau der kognitiven Anforderungen kann unterschiedlich hoch sein. Die Anforderungen reichen von einfachen Überwachungsaufgaben bis hin zu komplexen Aufgabenstellungen. Demzufolge kann die Vigilanz nochmals in die „einfache Vigilanz und die Vigilanz mit zusätzlich kognitiven Anforderungen“ unterteilt werden (Heubrock & Petermann, 2001, S. 19). Die langandauernde monotone Beobachtung des Radarschirms bei einer geringen Anzahl von kritischen Reizen oder wenig Bewegung auf dem Schirm verlangt beispielsweise dem Fluglotsen ein hohes Maß an Vigilanz ab.

(5) Die Daueraufmerksamkeit unterscheidet sich von der Vigilanz, wenn die kritischen Reize, auf die zu reagieren sind, häufig vorkommen. Als Beispiel sei die Prüfung von Produkten auf einem Fließband genannt.

Für den jeweiligen Aktivitätsgrad sind variierende Merkmale der Reizverarbeitung ausschlaggebend: die Menge der beachteten Gegenstände, die Intensität der Aufmerksamkeit, die Verteilung der Aufmerksamkeit und die Beständigkeit der Aufmerksamkeit (Eisert & Eisert, 1988).

Als wichtigen Einflussfaktor auf die Intensität der Aufmerksamkeit und Aufmerksamkeitssteigerung ist neben den inneren und äußeren Faktoren (Kapitel 4.3.3) (u. a. Imhof, 1995; Leitner, 1998; Spitzer, 2007) die Aufmerksamkeitsaktivierung zu nennen (Heubrock & Petermann, 2001). Verstanden wird darunter die allgemeine Reaktionsbereitschaft oder kurzfristige Aktivierung. Auch hier können zwei Aspekte getrennt voneinander betrachtet werden: die phasische Alertness beschreibt die Fähigkeit auf einen vorangegangenen Warnreiz die Aufmerksamkeit zu steigern (zum Beispiel beim Starten des Autos an der Ampel, wenn diese zuvor auf Gelb stand). Die tonische Alertness, beschreibt die kurzfristige Aufmerksamkeitssteigerung ohne vorangegangenen Warnhinweis (zum Beispiel beim Tontaubenschießen).

3.2.4.2 Konzentration

In einigen Bereichen überlappen sich die Annahmen und Definitionen von Aufmerksamkeit und Konzentration. So kann man auch über die Konzentration sagen, dass sie nicht direkt beobachtbar ist und auch ebenso kein spezifisches Leistungsergebnis hat. Allerdings ist Aufmerksamkeit und Unabgelenktheit ein Ergebnis konzentrierten Arbeitens. Das Konzentrationsvermögen ist ein Erklärungsprinzip für die, bei gleichgestellten Leistungsanforderungen bei Menschen mit ähnlichen kognitiven, affektiven und motorischen Möglichkeiten, feststellbaren Leistungsunterschiede (Fischer & Lesser, 1985). Steiner erläutert, dass es im Gehirn kein isoliertes Zentrum gibt, das für konzentrierte Leistungen zuständig ist.

„Die Fähigkeit sich ungestört in eine Sache versenken zu können, wird durch viele Quellen gespeist, die ihren Ursprung in verschiedenen seelischen und körperlichen Prozessen haben.“ (Steiner, 1999, S. 11)

Es wird ein bestimmter psychischer Entwicklungszustand vorausgesetzt, denn Konzentrationsvermögen ist Ausdruck eines komplexen Zusammenspiels aus seelischen und körperlichen Faktoren (Steiner, 1999, S. 11 ff.). Auch Reimann-Höhn erläutert:

„Neben der Entwicklung des Gehirns ist das gute Zusammenspiel (die Integration) der sieben Sinne ein zentraler Baustein für gute Lernfähigkeit und Konzentration.“ (Reimann-Höhn, 2006, S. 32)

Funktioniert dieses Zusammenspiel, wird es möglich, die gesamte Lebensenergie auf einen bestimmten Inhalt auszurichten. Der Wissenschaftler spricht dann von Konzentration (Steiner, 1999, S. 11). Die Aufmerksamkeit kann auf ein bestimmtes Ziel ausgerichtet werden, wobei alles das, was nicht zu diesem Ziel gehört, in den Hintergrund tritt. Das schränkt auf der einen Seite die Weite des Bewusstseinsumfangs ein und hat einen Verlust an Wahrnehmung zur Folge, auf der anderen Seite bedeutet dies einen Gewinn an Schärfe (Fischer & Lesser, 1985). Konzentration ist ein gesteigerter Zustand geistiger Wachheit. Dabei werden Vorstellungen und Wahrnehmungen gebündelt, die auf eine Situation gerichtet sind. Um in diesen Zustand zu gelangen, sind Energie und Ausdauer erforderlich, das heißt Konzentration ist anstrengend und erfordert Kraft (u. a. Fischer & Lesser, 1985; Theisen, 1994; Imhof, 1995). Schon Shifferin und Schneider (1977, in Westhoff & Hagemeyer, 2001, S. 517) unterscheiden die kontrollierte Verarbeitung von Information von der automatisierten Verarbeitung. Die kontrollierte Aufmerksamkeit zeichnet sich dadurch aus, dass sie besonders anstrengend ist. Allen Störfaktoren muss Widerstand entgegengebracht werden. Konzentration hat somit einen direkten Zusammenhang mit Ausdauer (Fischer & Lesser, 1985, S. 13). Jedoch ist die Konzentration und Aufmerksamkeit nur zum Teil willentlich steuerbar, denn „Oft erzielt jemand, der sich anstrengt, schlechtere Ergebnisse als jemand, der einfach locker lässt“ (Steiner, 1999, S. 11).

Das Akku-Modell

Nach Westhoff & Hagemeister (2005) ist konzentriertes Handeln: „die Arbeitsweise eines Akkus in einer modernen Kamera“ (Westhoff & Hagemeister, 2005, S. 20). Ein Akku versorgt die programmierten Aktionsmuster, wie beispielsweise das Blitzlicht mit Energie. Es wird angenommen, dass ein solcher Akku die Aktionsmuster koordiniert und deren Ablauf kontrolliert. Die Akkus unterscheiden sich bezüglich ihrer Stärke, sodass zum Beispiel stärkere Akkus in kürzerer Zeit mehr Aktionsmuster mit Energie versehen können. Übertragen auf die menschliche Konzentration bedeutet dies, dass sich Menschen von Natur aus in der Stärke der Konzentration unterscheiden. Unterschiedlich starke Akkus energetisieren unterschiedlich viele Aktionsmuster und die Energie pro Aktionsmuster kann je nach Stärke höher oder niedriger sein. Der Mensch braucht deshalb individuell nach einer bestimmten Zeit der Konzentration Ruhepausen, um den „Akku“ wieder aufladen zu können. Reimann-Höhn (2006, 56 f.) vergleicht die Konzentrationsfähigkeit mit einem guten Sportler, der sich angestrengt hat und Pausen benötigt. So braucht auch ein Gehirn, das sich konzentriert, Erholungspausen. Besonders Kinder sind den Bedürfnissen ihres Körpers noch weitgehend ausgeliefert. Neben Hunger und Durst ist der Bewegungsdrang ein inneres Bedürfnis, das gestillt werden muss. Kindern fällt es schwer lange Zeit stillzusitzen. Andersherum brauchen Kinder, die den ganzen Tag „unter Strom“ stehen, Ruhe, um wieder leistungsfähig zu werden (Theisen, 1994, S. 18; Reimann-Höhn, 2006, S. 56 f.). Steiner (1999, S. 50 f.) vergleicht den konzentrierten Menschen mit einem Auto, der Pausen zum Abkühlen und zum Auftanken braucht. Diese Modelle der Konzentration sind grundlegende Ausgangsposition im Hinblick auf die Förderung von Konzentration durch Bewegung. Bewegungspausen, ob aktivierend oder entspannend, bilden die benötigten Pausen zum Aufladen des Akkus. Ein ausgelebter Bewegungsdrang ebnet den Weg zu konzentriertem Arbeiten (Steiner, 1999).

„Je länger ein Individuum bei subjektiv maximaler Geschwindigkeit und möglichst wenig Fehlern handeln kann, um so [sic!] belastbarer ist seine Konzentration.“ (Westhoff & Hagemeister, 2001, S. 519)

3.2.4.3 Abgrenzung beider Begriffe

Lange Zeit war eine einheitliche oder eindeutige Verwendung der Begriffe in der Fachliteratur nicht gegeben. Erst in den 80er und 90er Jahren wurde sich in mehreren Wissenschaftsdisziplinen, vor allem in der Psychologie, mit der Systematisierung und Operationalisierung dieser Begriffe auseinandergesetzt. Die meisten theoretischen Ansätze gehen von der Konzentration als besondere Form, einem gesteigerten Zustand der Aufmerksamkeit aus. Unterschiede tauchen bei der Frage auf, welche spezifische Form der Aufmerksamkeit nun als Konzentration gesehen werden kann. Strukturmomente oder Intensität werden als Merkmalsunterscheidung genutzt. Einige Autoren sehen die Definition der Aufmerksamkeit nach Rapp (1982) als die geeignetste an (Leitner, 1998). Rapp fasst Merkmale und Konzepte vorangegangener Modellvorstellungen „unter dem Gesichtspunkt der pädagogischen Bedeutung“ zusammen.

„Aufmerksamkeit kann bezeichnet werden, als der Prozess der Auseinandersetzung mit realen und vorgestellten Objekten, der durch externe Reizmerkmale (Neuigkeit, Überraschung) oder durch interne Prozesse (Einstellungen, willentliche Entscheidungen) ausgelöst wird und der die Funktion der Auswahl (aus dem Reizangebot), der Intensivierung der realen und kognitiven Tätigkeiten und eine Verbesserung ihrer Produkte hat.“ (Rapp, 1982, S. 21)

Die allgemeinen Eigenschaften der Aufmerksamkeit gelten also auch, und zudem noch deutlicher und ausgeprägter, für die Konzentration (Rapp, 1982, S. 23). Er betont hier vor allem den Aspekt der Ausblendung und Ausgrenzung von Störreizen. Die konzentrierte Aufmerksamkeit beschränkt sich somit auf wenige Sachverhalte, die Auswahl, für welche wir Anstrengung und Energie aufwenden, ist ausgesprochen klein.

Ein anschauliches Beispiel für Konzentration ist der Scheinwerfer-Vergleich. Der Scheinwerfer bestrahlt ein Objekt, auf das wir uns konzentrieren. Das menschliche Gehirn ist jedoch nur in der Lage, sich auf eine Stelle des Objekts zu konzentrieren, es ist zwar möglich, schnell zwischen Stellen zu switchen, jedoch ist zu einem Zeitpunkt immer nur eine Stelle des Objekts „bestrahlt“. Je mehr der Scheinwerfer gebündelt wird, desto intensiver ist die Bestrahlung und desto kleiner ist die bestrahlte Stelle. Der Grad der Zuwendung unserer Sinnesorgane wird durch die Konzentration auf Personen, Gegenstände, Informationen und Handlungen bestimmt. Das Beispiel des Scheinwerfers ist somit nicht räumlich zu verstehen, sondern bezieht sich auf Gegenstände und Objekte (Rapp, 1982; Westhoff & Hagemeister, 2001, 2005; Spitzer, 2007). Die Konzentration nur aufgrund unterschiedlicher Intensität abzugrenzen ist auf der Basis heutiger neurophysiologischer, psychologischer und pädagogischer Erkenntnisse nicht mehr vertretbar. Vielmehr muss der Intensitätsaspekt und der strukturelle Ausprägungsgrad der Intentionalität, Absichtlichkeit und willentlichen Steuerung berücksichtigt werden. Konzentration muss also als eine Aufmerksamkeitsleistung besonderer Intensität und Struktur verstanden werden (Leitner, 1998, S. 34). Rapp ist der Ansicht, dass eine scharfe und grundsätzliche Trennung von Aufmerksamkeit und Konzentration nicht haltbar ist, auch die Einengung des Konzentrationsbegriffs auf nur geistige Aktivitäten erscheint ihm nicht gerechtfertigt (Rapp, 1982, S. 24). Darüber hinaus ist auch eine grundlegende Unterscheidung von Konzentrationsfunktionen, die Verarbeitung von Informationen (Input) und die produktive Eigentätigkeit (Output) zu beachten (Imhof, 1995, S. 411). Die etymologische Analyse der Begriffe von Freyberg (1989, zit. nach Westhoff & Hagemeister, 2005) hat ergeben, dass sich Aufmerksamkeit immer auf das Wahrnehmen bezieht und sich Konzentration mit Arbeit verbinden lässt (Westhoff & Hagemeister 2005, S. 16).

3.2.5 Lernverhalten

Es ist lediglich das Verhalten und das Ergebnis aufmerksamen Arbeitens direkt beobachtbar. Im schulischen Kontext spielt dabei das Lernverhalten eine entscheidende Rolle, aus dem im Zusammenhang mit dem Sozialverhalten die schulischen „Kopfnoten“ entstehen. Dabei fließen vielfältige Dimensionen des Lernens und Ar-

beitens mit ein, die im Bereich des Lernverhaltens im Besonderen die beobachtbaren Aspekte der Aufmerksamkeit und Konzentration, wie beispielsweise die Ausdauer und die Sorgfalt, umfassen. Gängige Kriterien in Lehrereinschätzbögen zum Lernverhalten der Schüler und Schülerinnen repräsentieren somit größtenteils die Ergebnisse der im Inneren ablaufenden Prozesse der Aufmerksamkeits- und Konzentrationsleistung.

3.2.6 Erfassungsmethoden kognitiver Fähigkeiten

Nachdem der Begriff Kognition in unterschiedliche Bereiche unterteilt wurde, ist die Analyse der Methoden, die diese differenten Bereiche erfassen, der nächste Schritt. Diese Betrachtung der unterschiedlichen Aspekte der Kognition und deren Erfassungsmethoden dienen dem Verständnis des Forschungsstandes und der Auswahl der einzusetzenden Verfahren in der eigenen empirischen Studie.

Gängige Methoden zur Messung kognitiver Fähigkeiten sind neben anderen diagnostischen Verfahren Leistungstests. Diese sind ein unverzichtbares Instrument für ein weites Spektrum von Fragestellungen (Ackerschott in Amelang & Schmidt-Atzert, 2006). Leistungstests können im Rahmen von Aufmerksamkeits- und Konzentrationstests, von Intelligenztests, speziellen Fähigkeitstests, Entwicklungstests oder Schultests zur Anwendung kommen. Die vorliegende Fragestellung legt den Fokus auf Intelligenztests und Aufmerksamkeits- und Konzentrationstests, die sich als einzelne Items in den allgemeinen Entwicklungs- und Schultests widerspiegeln.

3.2.6.1 Messen der Intelligenz

Intelligenztests sind nach Amelang und Schmidt-Atzert (2006), aufgrund ihrer erstaunlich guten Vorhersagen in wichtigen Lebensbereichen, vermutlich die erfolgreichsten Verfahren in der psychologischen Diagnostik. Sie sind in vielen Aspekten voneinander zu unterscheiden. Systematisieren lassen sich Intelligenztests hinsichtlich ihrer Durchführungsbedingungen (z. B. Einzel- oder Gruppentest), ihrer Zielgruppe (z. B. Alters- oder Intelligenzbereich) oder ihrer Messintention.

Entweder versuchen sie den Kernbereich der Intelligenz zu erfassen oder bemühen sich um eine breite Messung mit Aufgabengruppen zu verschiedenen Bereichen der Intelligenz. Die breiten Tests firmieren als Strukturtests, wenn viele Intelligenzkomponenten erfasst und Unterschiede zwischen den Untertests interpretiert werden können (z. B. die Wechsler-Tests). Im Gegensatz dazu messen einige Tests nur eine bestimmte Komponente der Intelligenz, wie beispielsweise der CFT-Test, der die fluide Intelligenz erfasst, also das von Bildungseinflüssen relativ freie schlussfolgernde Denken (Amelang & Schmidt-Atzert, 2006).

Die vorliegende Arbeit verfolgt u. a. das Ziel, unabhängig von Kultur und Erziehung, Aspekte der Intelligenz zu erfassen. Herangezogen wird somit das Modell der "fluid" und "crystallized general intelligence" von Catell (1940, zit. nach Amelang & Schmidt-Atzert, 2006). Es unterscheidet zwei Faktoren: (1) Den General Fluid Ability Faktor, eine eher allgemeine Leistungsfähigkeit, die die Fähigkeit widerspiegelt,

sich neuen Problemen und Situationen anzupassen, ohne dass es dazu umfangreicher früherer Bildung und Ausbildung bedarf. Diese Fähigkeiten lassen sich relativ kulturfrei, "culture free" (Amelang & Schmidt-Atzert, 2006) oder abgeschwächt „culture fair“ erfassen. (2) Der General Crystallized Ability Faktor dagegen vereinigt jene kognitiven Fähigkeiten, in denen sich angehäuftes Wissen aus bisherigen Lernprozessen kristallisiert und verfestigt hat. Diese Intelligenz ist gewissermaßen das Endprodukt dessen, was flüssige Intelligenz, Bildung und Ausbildung gemeinsam hervorgebracht haben. Dieser Faktor beinhaltet in hohem Maße kulturspezifische Elemente.

Die Grundintelligenzskala 2 (CFT 20) mit dem Wortschatztest (WS) und dem Zahlenfolgertest (ZF) nach Weiß (1998, zit. nach Amelang & Schmidt-Atzert, 2006) gehört zur Testfamilie der sprachfreien Messung der fluiden Intelligenz nach Catell. Das Verfahren besteht aus vier Subtests, bei denen Figurenreihen fortgesetzt, Figuren klassifiziert, Figurenmatrizen vervollständigt und topologische Schlussfolgerungen gezogen werden sollen. Die Items sind nach Schwierigkeitsgrad geordnet. Dieser kulturfaire Teil wird im CFT 20 um zwei fakultative Tests, dem Wortschatztest und dem Zahlenfolgertest, zur kristallisierten Intelligenz ergänzt (Amelang & Schmidt-Atzert, 2006).

Diese beiden Bereiche der Intelligenz (nonverbal und verbal) finden sich in vergleichender Form in Entwicklungs- und Schultests als Untertests wider. Unter den Entwicklungstests nehmen die Tests zur Untersuchung des kognitiven Entwicklungsstandes quantitativ eine dominante Rolle ein (Amelang, 2006) (z. B. Wiener Entwicklungstest WET von Kastner-Koller und Deimann, 1998; Basisdiagnostik umschriebener Entwicklungsstörungen im Grundschulalter BUEGA von Esser, Wyschkon & Ballasch, 2008) (Kapitel 8; Methoden).

3.2.6.2 Messen der Konzentrations- und Aufmerksamkeitsleistung

Erste Schritte zur Operationalisierung der Konzentration unternahmen Westhoff und Hagemeister (2001, S. 516). Sie unterscheiden Konzentration als Zustand und als Persönlichkeitsmerkmal. Schon seit Beginn der wissenschaftlichen Psychologie und der psychologischen Tests wird Konzentration als momentaner Zustand eines Menschen und als stabiles, generelles und individuelles Merkmal von Menschen angesehen. Konzentrationstests wurden eingesetzt, um menschliche Leistung unter verschiedenen Bedingungen, wie zum Beispiel Müdigkeit, Drogeneinfluss zu untersuchen. Dabei sind experimentelle, allgemeinspsychologisch orientierte Vergleiche von Gruppen unter verschiedenen Bedingungen von Nöten (Westhoff & Hagemeister, 2001).

Konzentrationstests werden ebenfalls eingesetzt, um Persönlichkeitsmerkmale eines Menschen zu messen, wobei versucht wird, alle Störfaktoren, die die Messung verfälschen können, zu minimieren (Westhoff & Hagemeister, 2001).

Im Setting Schule wird Konzentration als Persönlichkeitsmerkmal betrachtet und somit müssen möglichst alle Störfaktoren während einer Testung beseitigt sein.

Damit Konzentration wissenschaftlich gemessen werden kann, müssen die üblichen Testgütekriterien bei jeder Art von Testeinsatz gegeben sein. Das heißt die Validität, Reliabilität und die Objektivität müssen im Voraus überprüft und nachgewiesen werden.

Um möglichst valide die Konzentration messen zu können, ist es nötig, die systematisch kovariierenden Bedingungen, die die Ergebnisse verfälschen können, zu minimieren. Bedingungen, die zu minimieren sind, sind hirnormale Funktionsstörungen, Wahrnehmung, Gedächtnis, Lernen, Lösen von Problemen, Motivation und Unterschiede der zu testenden Personen in den Testaufgaben hinsichtlich ihrer Strategien und Geübtheit (Westhoff & Hagemeyer, 2005, S. 32). Wenn die Konzentrationsfähigkeit eines Menschen gültig gemessen werden soll, muss darauf geachtet werden, dass nichts anderes mit gemessen, oder gar etwas völlig anderes gemessen wird. Nach Westhoff und Hagemeyer (2001) lässt sich Konzentration nur im Bereich des persönlichen Tempos eines Individuums messen. Bei zu wenigen Aufgaben pro Zeiteinheit könnte sich der Akku erholen und man würde nicht seine Stärke messen. Zudem würde keine konzentrierte Arbeitsweise verlangt. Bei zu vielen Aufgaben pro Zeiteinheit und Überforderung würde man ebenso wenig die Stärke der Konzentration messen, sondern mehr den Umgang mit Überforderung.

„Konzentrationstests verlangen daher entweder vom Probanden möglichst schnell und richtig zu arbeiten, d. h. mit einem von ihm selbst gewählten Tempo (self-paced), oder sie geben dem Probanden ein Tempo im Bereich eines individuellen Tempos vor (force-paced).“ (Westhoff & Hagemeyer, 2001, S. 519)

Reliabilität heißt, der Test muss zuverlässig sein, die Retest-Reliabilität muss gegeben sein und es darf keine Geübtheit durch wiederholte Testungen feststellbar sein. Um dem Anspruch der Objektivität zu genügen, müssen Testungen möglichst standardisiert durchgeführt werden, Testleiter oder äußere Bedingungen dürfen das Ergebnis nicht beeinflussen.

Nach Westhoff & Hagemeyer (2005) sind die zu messende Maße für Konzentration Tempo konzentrierten Arbeitens, Konzentrationsfehler, Verlauf einer längeren Konzentrationsleistung und der Vergleich zwischen Verhalten in Konzentrationstest und alltäglichem konzentrierten Arbeiten.

Sie bieten eine Definition von Konzentrationsleistungstests an, dessen Komponenten eine Erfassung der Konzentration als Konzentrationstest ausweisen.

„Die Leistung eines hirnormale gesunden Probanden erzielt durch (mündliche oder manuelle) Reaktion auf mehr oder weniger einfache (Bilder alltäglicher Gegenstände oder abstrakte Zeichen; Zahlen, Buchstaben oder andere) Reize, die er klar und eindeutig wahrnehmen kann und auf die er eine einfach zu erinnernde Regel anzuwenden hat, indem er ansichtsvoll Teilhandlungen so schnell wie möglich bei (sehr niedriger bis sehr hoher) Geübtheit in der Ausführung dieses Tests korrekt koordiniert, kann abgebildet werden in die (sehr niedrige bis sehr hohe) Geschwindigkeit konzentrierten Handelns und den (sehr niedrigen bis sehr hohen) Anteil an Konzentrationsfehlern.“ (ebd., 2005, S. 39 f.)

Geklärt werden muss die Frage, mit Hilfe welcher Instrumente diese Komponenten der Konzentration in Daten übertragen werden können. Dazu gibt Tabelle 3-1 eine Übersicht über verschiedene Arten von Konzentrationstests. Die grün markierten

und mit Pfeilen versehenen Verfahren stehen exemplarisch für jede dieser Rubriken, aus denen für die eigene empirische Studie das geeignete Verfahren ausgewählt wird.

Die aufgeführten Arten von Konzentrationstests bedienen sich verschiedener Darbietungsformen. Die traditionellen Konzentrationstests werden mit Papier und Bleistift durchgeführt. Reagiert wird auf Reize, indem die Lösung mit dem Bleistift angestrichen oder aufgeschrieben wird. Diese Art von Testungen erfordert keinen großen technischen Aufwand und ist in Einzel- und in Gruppentestungen durchführbar, was für die Testung in der Schule von großem Vorteil ist. Allen Papier-Bleistift-Konzentrationstests ist gemeinsam, dass die Probanden und Probandinnen in ihrem persönlichen Tempo getestet werden, was nach Westhoff und Hagemester (2001) grundlegendes Kriterium einer Messung der Konzentrationsleistung sein sollte.

Tabelle 3-1: Arten von Konzentrationstests

Konzentrationstests, die...	Verschiedene Arten der Reizdarbietung	
... Vergleiche oder Zuordnung verlangen	Vergleiche gleichzeitig dargebotener Reize → „semantische Verifikationstests“	
	Vergleiche mit Gemerktem	Durchstreich-Konzentrationstests mit: • Buchstaben → „bp-Test“ • figualem Material • zu lesenden Wörtern Sortier-Konzentrationstests mit Zahlen
	„Hamburg-Wechsler-Intelligenztest“	
... Operationen mit Zahlen verlangen	Zähl-Konzentrationstests	
	Rechen-Konzentrationstests → „KLT-R“	
... Operationen mit Buchstaben verlangen	→ „Ersetzungstests“	

3.3 Neurophysiologische Grundlagen

„Lernen zu verstehen heißt, das Gehirn zu verstehen [...], daher wird ein Lehrer, der weiß wie das Gehirn funktioniert, besser lehren können.“ (Spitzer, 2007, S. 427)

In den letzten Jahren gewinnt die Neurowissenschaft in unterschiedlichen Wissenschaftszweigen, die sich mit der Natur des Menschen beschäftigen, zunehmend an Bedeutung (Jansen-Osmann, 2008). So scheint es kaum ein Wissenschaftsgebiet zu geben, das sich nicht mit der Vorsilbe „Neuro“ verbinden lässt (z. B. Neurobiologie, Neuroanatomie, Neurophysiologie aber auch weniger naturwissenschaftliche Richtungen wie Neuropädagogik, Neuroethik). Auch im Bereich der grundlagenorientierten Sportwissenschaft liefert die noch sehr junge Bewegungs-Neurowissenschaft Erkenntnisse (Hollmann, Strüder & Tagarkanis, 2005).

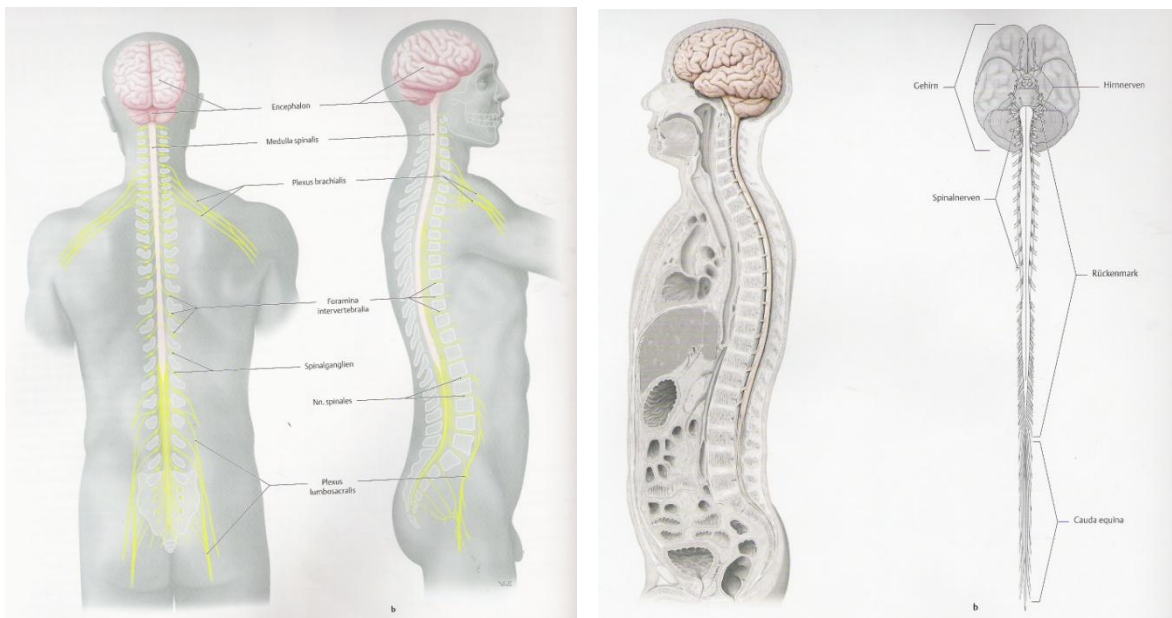
Die folgenden Ausführungen zum Nervensystem (Kapitel 3.3.1) und zentralen Nervensystem (Kapitel 3.3.2), seine morphologischen und funktionellen Eigenschaften und deren motorischen und kognitiven bereichsspezifischen Aspekte (Kapitel 3.3.4 und 3.3.5) bilden die Grundlage, um neurophysiologische Erkenntnisse zu Zusammenhängen zwischen Kognition und Motorik (Kapitel 6.1.1) einordnen und verstehen zu können.

Diese Ausführungen sind im Rahmen dieser Arbeit von Bedeutung, da Zusammenhänge zwischen Motorik und Kognition durch die Effizienz der neuronalen Verarbeitung durch körperliche Aktivität begründet werden. Bewegung wird dabei zu einem situativen Faktor für die Hirnplastizität durch Synapsen- und Spinesbildung sowie für die Neubildung von Neuronen.

3.3.1 Peripheres Nervensystem

Das Sinnes- und Nervensystem dient der internen und externen Kommunikation des Organismus und der Wahrnehmung von Prozessen, die sich innerhalb oder außerhalb des Organismus abspielen. Aufgrund dieser vielfältigen und ineinander übergreifenden Aufgaben ist es ein komplexes System und kann in unterschiedlicher Weise gegliedert werden. Das in dieser Arbeit orientierende Gliederungsprinzip ist die morphologische Unterscheidung in peripheres und zentrales Nervensystem (PNS und ZNS) (Abbildung 3-3).

Das PNS wird von den Nerven gebildet, die aus Gehirn und Rückenmark austreten (Hirnnerven und Spinalnerven) und sich in der Peripherie zunehmend verzweigen. Das Zentralnervensystem besteht aus Gehirn (Encephalon) und Rückenmark (Medulla spinalis), die nahtlos ineinander übergehen und auch funktionell eine Einheit bilden. Über Hirn- und Spinalnerven, deren Austrittsorte in Abbildung 3-3 zu sehen sind, erfolgt die Kommunikation des ZNS mit dem übrigen Körper.



**Abbildung 3-3: Das Nervensystem, Ansicht von Dorsal und von rechts:
 Das Zentralnervensystem: Gehirn und Rückenmark in hellrot;
 Das periphere Nervensystem: Nerven und Ganglien in hellgelb
 (entnommen aus Schünke, Schulte & Schumacher, 2005, S. 58).**

Durch die oberflächlich liegenden Nervenzellen scheint die Oberfläche des Gehirns grau. Durch die Fortsätze der Nervenzellen, die durch Myelinscheiden isoliert sind (Axone), scheint die Oberfläche des Rückenmarks hingegen weiß. Man spricht daher auch von der weißen und grauen Substanz. Diese spielt im Rahmen der grundlagenorientierten Forschung zu den Zusammenhängen zwischen Motorik und Kognition in Kapitel 6.1.1) eine Rolle.

3.3.1.1 Weiße und graue Substanz

Die Verteilung von weißer und grauer Substanz ist im Gehirn und Rückenmark unterschiedlich. Im Großhirn ist die meiste graue Substanz an der Oberfläche und ein Teil im Inneren des Großhirns zu finden, während die weiße Substanz unterhalb der Hirnrinde und um tiefer gelegene Gruppen grauer Substanz herum liegt. Im Rückenmark dagegen liegt die graue Substanz schmetterlingsförmig ausschließlich im Inneren, umschlossen von der weißen Substanz.

In der grauen Substanz liegen die Zelleiber (Perikarya oder Somata) von Neuronen, die untereinander neuronale Netzwerke bilden. In der weißen Substanz finden sich dagegen Fortsätze (Axone) von Neuronen, die verschiedene Hirn- und Rückenmarksareale miteinander verbinden. Die weiße Färbung wird dabei durch das Fett in den Myelinscheiden hervorgerufen (Schünke, Schulte & Schumacher, 2006).

3.3.1.2 Zellen des Nervensystems

Das Neuron und seine Verschaltung

Das Neuron und seine Verschaltungen spielen für die Entwicklung schon pränatal eine entscheidende Rolle. Dabei sind im Besonderen die Neurotransmitter und die

Vorgänge der Myelinisierung für das Wachstum und Entwicklung von Neuronen bzw. für die Synaptogenese von zentraler Bedeutung. Darüber hinaus müssen in diesem Kontext auch die Erfahrungen und die körperliche Aktivität als wachstums- und entwicklungsfördernd genannt werden.

Das Neuron ist die kleinste funktionelle Einheit des Nervensystems und kommt im peripheren als auch im Zentralnervensystem vor. Es besteht aus einem Zellleib, dem Soma (Perikaryon), von dem aus zwei grundsätzlich verschiedene Arten von Fortsätzen ausgehen: Dendriten und Axone (Abbildung 3-4).

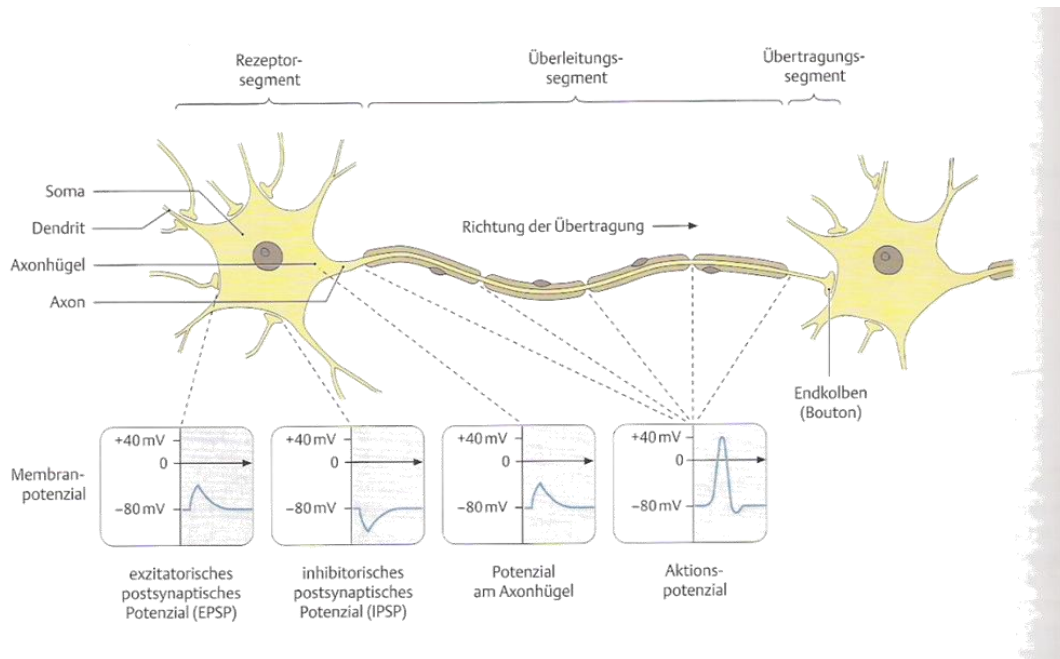


Abbildung 3-4: Nervenzelle (Neuron)
(entnommen aus Schulte & Schumacher, 2005, S. 60)

Axone (Neuriten) oder Nervenfasern sind das „projizierende Segment“ des Neurons. In ihnen wird die Erregung zu anderen Neuronen oder zu anderen Zellen (z. B. Skelettmuskelzelle) weitergeleitet.

Jedes Neuron hat nur ein Axon. Im ZNS wird es generell von einer Myelinscheide umgeben (Axone plus Myelinscheide bilden die weiße Substanz). Zweck der Myelinisierung ist die elektrische Isolierung, was aufgrund der saltatorischen Erregungsleistung zu einer beträchtlichen Erhöhung der Nervengleitgeschwindigkeit führt (siehe unten).

Ein Neuron kann mehrere Dendriten besitzen, die sich in ihrer Grundform hinsichtlich der Verzweigung zur Oberflächenvergrößerung unterscheiden. Sie sind das Rezeptorsegment des Neurons, da an ihnen die Synapsen anderer Neurone enden. Über diese kommunizieren Neurone mit anderen Zellen. An Synapsen werden aktivierende oder hemmende Neurotransmitter freigesetzt, die an einem Zielneuron zu einem exzitatorischen (erregend) postsynaptischen Potential (EPSP) oder zu einem inhibitorischen (hemmend) postsynaptischen Potential (IPSP) führen (Ashcraft,

1998). Alle von den Synapsen freigesetzten Transmitter modulieren auf diese Weise das Potential im Perikaryon des Neurons. Die Impulse werden im Axonhügel integriert. Wenn eine bestimmte Schwelle der Depolarisation überschritten wird, initiiert der Axonhügel ein Aktionspotential, das das Axon entlang läuft und zu einer Transmitterfreisetzung aus dem Endknöpfchen des Axons zum Zellkörper eines anderen Neurons führt (Schünke, Schulte & Schumacher, 2006). Dort lösen die Transmitter Änderungen des Membranpotentials aus (Anderson, Funke & Plata, 2007).

Die Transmitter oder Übertragungstoffe sind aber „nur ein Schlüssel, der ein spezifisches Schloss schließt. Die durch das Schloss gesicherte Tür kann sich zur Erregung oder zur Hemmung öffnen“ (Dudel, 2006, S. 47). Es gibt eine Vielzahl von Transmittersubstanzen, deren Funktionen nur zum Teil bekannt sind (Huch et al. 2007.; Busche, Butz & Teuchert-Noodt, 2006). Die klassischen Überträgerstoffe sind relativ kleine Moleküle, die mit häufig im Stoffwechsel vorkommenden Verbindungen nahe verwandt sind. Die Aminosäure (GABA) und Glycerin sind die wichtigsten hemmenden Überträgerstoffe während Glutamat der wichtigste erregende Überträgerstoff im Zentralnervensystem ist. Die Monoamine Dopamin, Noradrenalin, Adrenalin und Serotonin sind nahe verwandt und können an verschiedenen Zellen erregende und hemmende Überträgerstoffe sein (Schmidt & Schaible, 2006). Sie spielen nicht nur eine zentrale Rolle bei der Informationsübertragung sondern auch, wie Tabelle 3-2 zeigt, bei der Steuerung der verschiedensten Funktionen des zentralen Nervensystems, u. a. auch für Aufmerksamkeits- und Gedächtnisleistungen (Huch et al., 2003, S. 180). In Verbindung mit Bewegung und Sport werden im Besonderen die Neurotransmitter Dopamin und Serotonin in den Fokus gerückt (Reinhardt, 2009).

Tabelle 3-2: Ausgewählte Neurotransmitter und ihre Wirkungen und Einflüsse

Neurotransmitter	Synapsen	Wirkung	Einflüsse
Dopamin (Dop)	dopaminerg	Willkürmotorik, psychische Verarbeitungsprozesse, Mangel=Parkinson, Überschuss=schwere Geisteskrankheiten, z. B. Schizophrenie	Zeitempfinden, motorische Funktionen, Bewegungsinitiierung und -steuerung
Noradrenalin (NA)	noradrenerg	Gedächtniskonsolidierung, Aktivierungsniveau	kardiale Funktionen wie Schlaf, beteiligt beim Übergang zum Langzeitgedächtnis, Reifungsprozesse, endogene Schmerzhemmung
Adrenalin (A)	adrenerg		Regulation von Blutdruck, Atmung, Nahrungsaufnahme
Serotonin (SER, 5HT)	serotonerg	psychische Kontrolle, Antrieb	Schlüsselrolle beim Schlaf-Wach-Rhythmus, Depressionen, Regulation der Körpertemperatur, Schmerz, Appetit

Die Reifung der Dopaminfasern ist aktivitätsabhängig (Teuchert-Noodt & Darwirs, 2001). Dopamin veranlasst als Botenstoff abgestimmte Umstrukturierungen der neuronalen Netze des Stirnhirns sowie die Bildung neuer synaptischer Kontakte. Teuchert-Noodt und Darwirs (2001) führen die lange Reifung des Stirnhirns, die bis zum 18. Lebensjahr dauert, u. a. auf die langsame Einreifung von Dopamin ins Stirnhirn zurück.

Darüber hinaus reguliert Dopamin in einigen Systemen des vegetativen Nervensystems die Durchblutung innerer Organe. Es wird für eine Vielzahl von lebensnotwendigen Steuerungs- und Regelungsvorgängen benötigt. U. a. beeinflusst Dopamin die extrapyramidale Motorik (hier besteht möglicherweise ein Zusammenhang mit der parkinsonschen Erkrankung).

Serotonin ist an der Regulation aller zentralnervös gesteuerten Funktionen beteiligt (z. B. motorische Aktivität und Gedächtnis) und beeinflusst so auf struktureller Ebene die Bildung neuronaler Netze (Spitzer & Kubesch, 2004).

Myelinisierung

Die Geschwindigkeit, mit der sich die Potentialänderung fortsetzt, kann zwischen einem halben Meter pro Sekunde und 130 Metern pro Sekunde betragen (Anderson, Funke & Plata, 2007). Dies hängt von der Eigenschaft des Axons ab, beispielsweise in welchem Ausmaß das Axon mit einer Myelinscheide umgeben ist: Je stärker die Myelinisierung ist, desto schneller ist die Übertragung. Gehirnaktivität stimuliert die Myelinisierung und es kommt zu einer Wechselwirkung: Mehr Gehirnaktivität bedeutet mehr Myelin, mehr Myelin bedeutet eine Beschleunigung der Aktivität. Das Myelin wird von den Zellen selbst gebildet. Im Vergleich zu anderen Biomembranen weist es einen besonders hohen Lipidgehalt (75 %) und einen relativ geringen Proteinanteil (25 %) auf. Die Myelinscheide dient der elektrischen Isolierung der Axone von Nervenfasern. Die Myelinisierung beginnt ca. in der 21. Woche und erstreckt sich bis ins zweite Lebensjahrzehnt. Allgemein myelinisieren sensorische Areale eher als motorische Areale und diese eher als sekundäre Assoziationsareale (Schölmerich & Pinnow, 2008).

Wachstum und Entwicklung von Neuronen

„Man hat ausgerechnet, dass in diesem Zeitraum [pränatal] in jeder Minute etwa eine Viertelmillion Gehirnzellen neu gebildet werden – insgesamt mehr, als im Erwachsenenalter je gebraucht werden.“ (Wilkening, Freund & Martin, 2009, S. 21)

Im Laufe des Lebens verändert sich die Anzahl der Nervenzellen (Neurone) nur unwesentlich. Was sich verändert, ist der Reifungsgrad einzelner Neurone und die Art bzw. Dichte ihrer Verschaltungen. Schon ungefähr zum Zeitpunkt der Geburt befinden sich die meisten Zellen an der Stelle, an der sie im reifen Gehirn sein sollen. Dennoch finden bei der postnatalen Entwicklung des menschlichen Gehirns substantielle Veränderungen statt (Johnson, 2006). Es zeigt sich, dass sich das Gehirnvolumen zwischen der Geburt und dem Erwachsenenalter mehr als verdreifacht (Huttenloher, 1994). Neben der Bildung ausgeprägter Faserbündel und der Myelini-

sierung, ist der Zuwachs an Größe und Komplexität im Dendritenbaum der Neurone die auffälligste Manifestation der postnatalen Entwicklung (Johnson, 2006). Die Dendritenbildung setzt in der Regel erst ein, wenn ein Neuron seine Endposition erreicht hat.

Synaptogenese

„Eine reichhaltige Umwelt führt häufig zu dichteren dendritischen Verzweigungen und höheren Synapsenzahlen“ (Menzel, 2001, S. 496). Dendriten wachsen nicht wild, sondern sie kommen den Axonen, mit denen sie später Verbindung aufnehmen, entgegen. Erweist sich eine solche Verbindung in der Folge als wenig nützlich (selten genutzt), verkümmern sie. „Die Entwicklungsplastizität im Gehirn [...] beruht auf der aktivitätsabhängigen Stabilisierung und Eliminierung von Synapsen“ (Menzel, 2001, S. 298). Wie die Dendritenbildung beginnt auch die Synapsenbildung (Synaptogenese) erst, wenn das Neuron einen Platz gefunden hat (Schölmerich & Pinnow, 2008). Zunächst wird ein massiver Überschuss an synaptischen Verbindungen produziert und anschließend wird nach dem Prinzip „use it or loose it“ ausgewählt, welche Synapsen erhalten bleiben und welche verkümmern (Oerter & Montada, 2008).

Die synaptischen Veränderungen während der Entwicklung entsprechen dem Glukoseverbrauch und der Durchblutungsrate des Gehirns:

PET-Studien haben eine enge Beziehung zwischen dem Glukoseverbrauch und der synaptischen Organisation in bestimmten Hirnregionen während verschiedener Entwicklungszeitpunkte nachgewiesen (Petermann, Niebank & Scheithauer, 2004). Bei Neugeborenen findet die Hirnaktivität vorwiegend in subkortikalen Strukturen (Hirnstamm, Teile des Cerebellum, Thalamus) statt, die für die charakteristischen Reflexe von Neugeborenen verantwortlich sind. Erst ca. mit dem zweiten oder dritten Lebensmonat steigt der Glukoseverbrauch und somit das Aktivitätsniveau im Kortex an. Nach sechs bis acht Monaten beginnt der Glukoseverbrauch im Frontallappen anzusteigen. Er steigt bis zur frühen Kindheit an und erreicht, abhängig von der Hirnregion, seine Spitze mit vier bis sieben Jahren (Petermann, Niebank & Scheithauer, 2004).

Die Durchblutungsrate des Gehirns nimmt bis zum Schulalter zu und übersteigt sogar die Durchblutungsrate bei Erwachsenen. Danach folgt ein stetiger Rückgang, bis ca. ab dem 15. Lebensjahr, bis dann die dann konstant bleibende Durchblutungsrate erreicht ist. Dieser Verlauf entspricht der Veränderung in der Zahl kortikaler Synapsen während der Entwicklung (Abbildung 3-5).

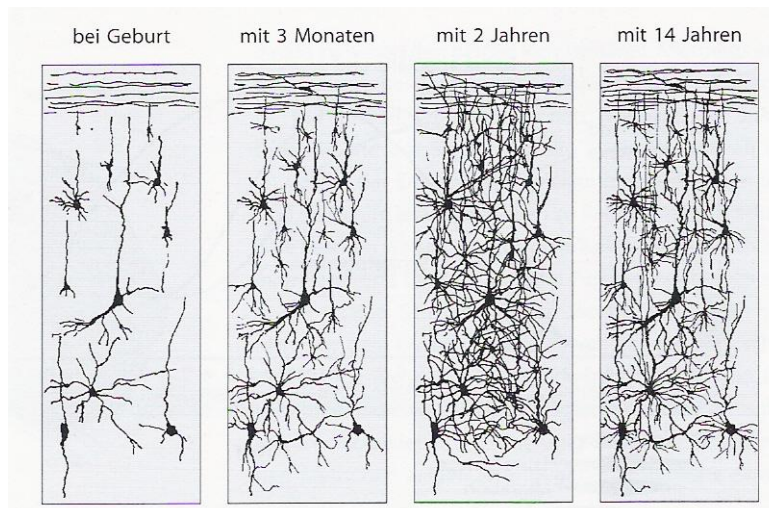


Abbildung 3-5: Proliferation und Rückgang synaptischer Verbindungen bei Kindern während der postnatalen Entwicklung (entnommen aus Petermann, Niebank & Scheithauer, 2004, S. 91)

Durch verschiedene Mechanismen bleiben diese dynamischen Veränderungen lebenslang möglich, was dem Gehirn erlaubt, seine Verarbeitung bis ins hohe Alter zu optimieren und neue Aufgaben adaptieren zu können (Petermann, Niebank & Scheithauer, 2004). Diese neuronale Plastizität funktioniert nach dem hebb'schen Prinzip, in dem bestehende synaptische Verbindungen nach „fire together – wire together“ verstärkt, geschwächt oder eliminiert werden können (Schölmerich & Pinnow, 2008). Über diese Verstärkung der Verbindung häufig benutzter Synapsen und durch das Absterben der nicht verwendeten synaptischen Verbindungen erfolgt das Lernen (Birbaumer & Schmidt, 2006a). Anders ausgedrückt ist Lernen das Feintuning unseres Gehirns (spomedial, 2006).

Das bedeutet aber auch, dass eine erhöhte Synapsendichte nicht mit einer gesteigerten Hirnfunktion zusammenhängt (Petermann, Niebank & Scheithauer, 2004), sondern die kognitiven Funktionen und Leistungen viel mehr von der Effizienz der neuronalen Netzwerke abhängig sind (Touwen, 1998).

Für eine vollkommene Reifung einiger Teile des Nervensystems, also für effiziente neuronale Netzwerke, sind Interaktionen mit der Umwelt grundlegend. Diese führen zu Veränderungen neuronaler Prozesse auf der Ebene der Synapsen, Dendriten und Axone (Petermann, Niebank & Scheithauer, 2004)

Abbildung 3-6 zeigt die wichtigsten Schritte in der Entwicklung des menschlichen Gehirns in einem zeitlichen Rahmen. Darin wird erkennbar, dass sich auch die Myelinisierung der axonalen Verbindungen erst mit dem Jugendalter einpendelt. Für verschiedene Hirnregionen lässt sich eine Zunahme des Volumens mit steigendem Alter ermitteln (z. B. Corpus callosum, die Basalganglien, die Amygdala, der Hippocampus, siehe Kapitel 3.3.2: Zentralnervensystem)

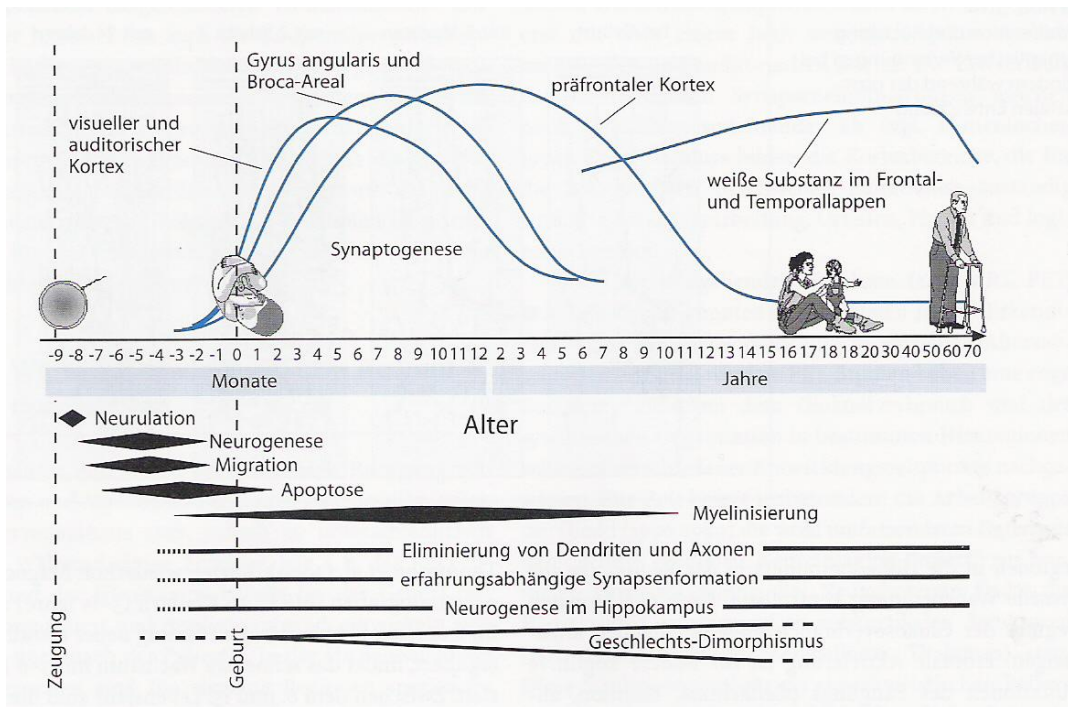


Abbildung 3-6: Wichtige Schritte im Entwicklungsverlauf des menschlichen Gehirns (entnommen aus Petermann, Niebank & Scheithauer, 2004, S. 92)

Die Kurven im oberen Bildteil veranschaulichen den zeitlichen Verlauf der Synaptogenese in verschiedenen Hirnarealen. Im unteren Teil sind Dauer und Ausmaß einiger neuronaler Entwicklungsschritte skizziert.

Die Rolle von Erfahrungen

Die einflussreichsten Faktoren im Prozess der Vorschaltung sind nach Hüther (2006) Stimulation und Erfahrung. Obwohl das Gehirn schon sehr weit entwickelt ist, bevor es von Erfahrungen profitieren kann, bedeutet das nicht, dass anatomische Veränderungen von Einflüssen der Umwelt unabhängig sind (Kapitel 4.3.1: Das Anlage-Umwelt-Problem).

Demzufolge sind viele Aspekte der perzeptuellen, sprachlichen, kognitiven und sozio-emotionalen Entwicklung in hohem Maße erfahrungsabhängig. Sie manifestieren sich im Gehirn nach Petermann, Niebank und Scheithauer (2004), indem neue Verbindungen ausgebildet oder bestehende verändert werden. Dies kann auf verschiedenen Ebenen geschehen:

„(1) Entstehung neuer Axone, Dendriten und Synapsen, (2) Veränderung der Neurotransmittersynthese und -ausschüttung sowie (3) Veränderung der Stoffwechselaktivität (z. B. erhöhter Blutfluss in einem bestimmten Bereich).“ (ebd., S. 102)

Erfahrungen, die die Entwicklung beeinflussen, hängen von unterschiedlichen Faktoren (Alter, Geschlecht, Stress) ab und können nach ihrer Dauer und dem Grad ihrer Verfügbarkeit unterschieden werden. Universelle Lernerfahrungen während einer relativ kurzen Entwicklungsphase (z. B. Erwerb motorischer oder sensorischer Fertigkeiten) sind weitgehend von sozialen Kontextbedingungen unabhängig, während erworbene universelle Lernerfahrungen, die während einer relativ langen Ent-

wicklungsphase erworben werden, weitgehend von spezifischen Umwelterfahrungen abhängig sind (z. B. Spracherwerb) (Petermann, Niebank und Scheithauer, 2004).

Die Rolle von Bewegung und körperlicher Aktivität

Dass körperliche Aktivität die oben beschriebene Synaptogenese unterstützt zeigten Kramer et al. (2005) in ihrer Metaanalyse mit mehr als 50 Studien. Die Analyse zeigte große positive Effekte von Bewegung auf die Kognition im Alter (Kramer et al., 2005). Bewegung hält somit die neurophysiologischen Prozesse im Gehirn funktionsfähig.

Birbaumer (1996) weisen darauf hin, dass dem Lernprozess die Aktivierung vorher stiller oder gehemmter synaptischer Verbindungen eher zugrunde liegt, als neue Sprossungen, da die Neuaktivierung zeitlich schneller erfolgen kann. Schon in früher Kindheit entwickelte Bahnen werden somit schneller aktiviert, als dass neue Synapsen gebildet werden.

Van Praag et al. (2005) und Kempermann (2000) zeigen, dass durch viel Bewegung sowohl junge als auch ältere Mäuse, sofern diese sich auch im Vorfeld körperlich betätigt hatten, viele junge Nervenzellen produzieren. Diese nutzen und aktivieren die neuronalen Netzwerke.

Bei Sportlern ist der Hippocampus, das Areal in dem die neuen Nervenzellen entstehen, sehr viel größer als bei Menschen mit wenig Bewegung. Dies ist nach Kramer et al. (2005) ein Indiz dafür, dass die Neurogenese durch Bewegung, nachgewiesen bei Mäusen, auf die Menschen übertragbar ist.

3.3.2 Zentralnervensystem

Das zentrale Nervensystem kann morphologisch vom peripheren Nervensystem unterschieden werden. Die Abgrenzung ist allerdings willkürlich, denn funktionell sind beide Anteile des Nervensystems eng miteinander verflochten. Es umfasst das Rückenmark und das Gehirn.

Rückenmark

Das Rückenmark (Medulla spinalis) ist der untere Teil des zentralen Nervensystems, der innerhalb des Wirbelkanals verläuft und für die motorische (Bewegungen) und sensible (Empfindungen) Versorgung des Rumpfes, der Extremitäten (Arme und Beine) und auch des Halses zuständig ist. Das Rückenmark verbindet also das Gehirn mit dem peripheren Nervensystem. Es ist aus übereinandergeschichteten Segmenten aufgebaut, aus denen beidseitig eine vordere und eine hintere Wurzel hervorgehen. Die ventrale Wurzel enthält die efferenten (motorischen) Fasern, die dorsale Wurzel die afferenten (sensiblen) Fasern. Beide Wurzeln vereinigen sich zum Spiralnerv, in dem sich die afferenten und efferenten Fasern durchmischen, sodass die Äste, in die sich der Spiralnerv aufteilt, motorische und sensible Anteile enthalten (Schünke, Schulte & Schumacher, 2006).

Gehirn

„Kein anderes Organ des Menschen entwickelt sich zu Beginn des Lebens so schnell wie das Gehirn“ (Wilkening, Freund & Martin, 2009, S. 21)

Vereinfacht kann das Gehirn in folgende Abschnitte unterteilt werden (Abbildung 3-7). Das (1) Großhirn (Cerebrum) mit der umschließenden Großhirnrinde, (2) das Zwischenhirn (dazu gehört der Thalamus, Hypophyse, Hypothalamus), (3) der Hirnstamm, (4) das Kleinhirn und (5) das limbische System mit Hypocampus.

Um eine von der Grundlagenforschung aufgestellte Hypothese zu den Zusammenhängen zwischen Motorik und Kognition nachzuvollziehen, kann auf eine ausführlichere Beschreibung des präfrontalen Kortex und des Cerebellums nicht verzichtet werden. Denn diese Hypothese sieht die Begründung bestehender Zusammenhänge, in den Verbindungen zwischen präfrontalen Kortex und Cerebellum (Kapitel 6.1.1). Auf die anderen oben genannten Abschnitte des Gehirns wird jedoch nicht weiter eingegangen.

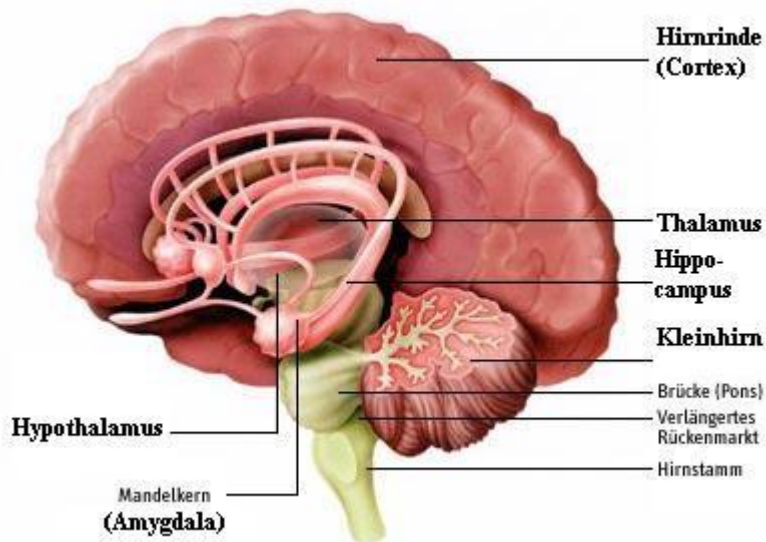


Abbildung 3-7: Aufbau des Gehirns (Bildquelle:www04)

Die tiefer liegenden Teile des Gehirns sind die evolutionsgeschichtlich älteren, die oberen Teile sind nur bei den höheren Arten gut ausgebildet. Dementsprechend scheinen die unteren Teile des Gehirns für eher grundlegende Funktionen zuständig zu sein. Das verlängerte Mark steuert die Atmung, die Verdauung, das Schlucken und den Herzschlag. Der Hypothalamus reguliert elementare Triebe. Das Kleinhirn spielt eine wichtige Rolle bei der motorischen Koordination und der willkürlichen Bewegung. Der Thalamus dient hauptsächlich als Umschaltstation für motorische und sensorische Informationen aus den tiefer liegenden Bereichen der Großhirnrinde (Kortex). Obwohl das Kleinhirn und der Thalamus diese Grundfunktionen erfüllen, spielen sie doch auch eine wichtige Rolle bei der höheren menschlichen Kognition (Anderson, Funke & Plata, 2007).

Das Großhirn - Telencephalon

Das Großhirn macht etwa 80 % der Hirnmasse aus und ist für alle höheren Leistungen des Gehirns zuständig. Es macht es möglich zu denken, sensorische Impulse wahrzunehmen und Bewegungen zu kontrollieren. In der Großhirnrinde sind die Grundlagen für die Umwandlung von Erregungen in Empfindungen und Wahrnehmungen lokalisiert. In ihr entstehen Muster für Handlungsabläufe und deren Umwandlung in motorische Befehle. Er ist der in der Evolution jüngste Teil des Gehirns.

Großhirnrinde - Neokortex

Die Großhirnrinde besteht aus zwei Hälften (Hemisphären), die der äußerlich sichtbare Teil des Telencephalon (Großhirn) sind und von der Fissura longitudinalis (Längsspalte) voneinander getrennt werden. Der sogenannte Balken (Corpus callosum), eine Ansammlung von Nervenbahnen, verbindet beide Hemisphären miteinander.

Obwohl die rechte und die linke Hemisphäre das gleiche äußere Erscheinungsbild haben, sind sie für unterschiedliche Funktionen und unterschiedliche Körperbereiche zuständig. Die Informationsverarbeitung erfolgt kontralateral (Anderson, Funke & Plata, 2007).

Tabelle 3-3 gibt eine Übersicht über die zerebrale Lateralisation bei Rechtshändern. Die Unterschiede sind absolut gesehen nicht groß, sondern nur relativ als „Übergewicht einer Seite“ (Birbaumer & Schmidt, 2006d, S. 450) zu sehen. Die inter- und intraindividuellen Variationen sind dagegen erheblich. Allerdings können praktisch alle in untenstehender Tabelle gezeigten Funktionen von der jeweils gegenüberliegenden Hemisphäre übernommen werden. Je früher in der Entwicklung die Schädigung bzw. Nutzung ist, umso rascher und vollkommener können die Funktionen übernommen werden (Birbaumer & Schmidt, 2006d).

Tabelle 3-3: Zusammenfassung der Daten zur zerebralen Lateralisation

Funktion	Linke Hemisphäre	Rechte Hemisphäre
Visuelles System	Buchstaben, Wörter	Komplexe geometrische Muster, Gesichter
	Prototypisch	Exemplarisch
	Kategorische Repräsentation	Koordination-Repräsentation
Auditorisches System	Sprachbezogene Laute	Nicht sprachbezogene externe Geräusche, Musik
	Höherfrequente Töne	Niederfrequente Töne
Somatosensorisches System	Erkennen von taktilen Zeitmustern	Taktiler Wiedererkennung von komplexen taktilen „Gestalten“, Schmerz
Bewegung	Komplexe Willkürbewegung	Bewegung im Raum
Gedächtnis	Verbales Gedächtnis	Nonverbales Gedächtnis
Sprache	Sprechen, Lesen, Schreiben, Rechnen	Prosodie, Melodie
Denkstil	Kausal	Analog
Räumliche Prozesse		Geometrie, Richtungssinn, mentale Rotation von Formen
	Lokale Information	Globale Information
Emotion	Neutral-positiv	Negativ-depressiv

Beide Hemisphären gliedern sich in vier Bereiche: Den Frontal- oder Stirnlappen, den Parietal- oder Scheitellappen, den Okzipital- oder Hinterhauptlappen und den Temporal- oder Schläfenlappen (Anderson, Funke & Plata, 2007). Schünke, Schulte & Schumacher (2006) unterscheiden des Weiteren den Inselnappen und den Randlappen. Mikroskopisch gleichartig gegliederte Abschnitte der Hirnrinde bezeichnet man als Rindenfelder (Areale). Diese Einteilung in Rindenfelder basiert auf der Verteilung von Neuronen in verschiedenen Schichten des Kortex. Mit Hilfe von bildgebenden Verfahren (Erläuterung Kapitel 3.3.3) konnte gezeigt werden, dass vielen Rindenfeldern bestimmte Funktionen zugeordnet werden können. Dies basiert auf einer zu Beginn des 20. Jahrhunderts in mühevoller, jahrelanger Kleinarbeit erstellten Referenzkarte der Hirnaktivierung nach Brodmann. Abbildung 3-8 zeigt die wichtigsten Bezugspunkte zur Lokalisation der Rindenfelder und ihre Funktionen. Diese sind für die Frage nach Zusammenhängen zwischen Motorik und Kognition von zentraler Bedeutung, da im Bereich der Grundlagenforschung von einer Verbindung zwischen präfrontalen Kortex und Cerebellum ausgegangen wird, die die Zusammenhänge zwischen Motorik und Kognition erklären könnten.

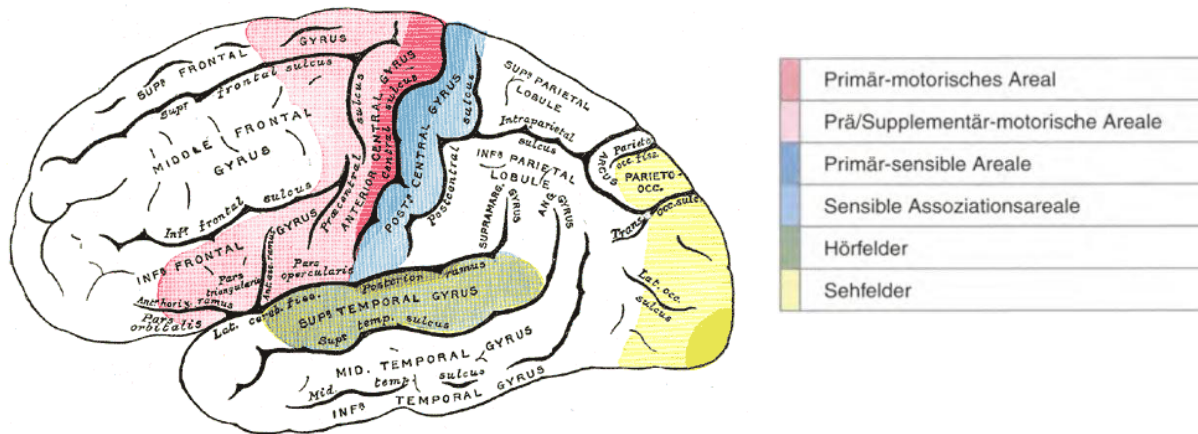


Abbildung 3-8: Funktionelle Organisation der Großhirnrinde (Bildquelle: www02)

Der Frontallappen hat zwei Hauptfunktionen: Sein hinterer Teil hängt vorwiegend mit motorischen Funktionen zusammen, dem vorderen Teil, dem präfrontalen Kortex, wird die Beteiligung an höheren Prozessen zugeschrieben. Der Hinterhauptlappen steht mit einigen sensorischen Funktionen in Verbindung, insbesondere wenn räumliche Verarbeitung eine Rolle spielt. Der Temporallappen enthält die primären auditiven Felder und ist auch in der Objekterkennung beteiligt.

Für die Verarbeitung kognitiver Prozesse höherer Ordnung (z. B. Gedächtnis, Wahrnehmung, Problemlösen) spielt jedoch nicht nur der Neokortex eine entscheidende Rolle, denn es existieren viele bedeutende Verbindungen vom Kortex zu subkortikalen Strukturen und zurück. So sind kognitive Prozesse höherer Ordnung, in Subfunktionen differenziert, über das gesamte Gehirn verteilt (Anderson, Funke & Plata, 2007).

Der Kortex bereitet dabei sensorische Informationen oder motorische Befehle auf. Es lassen sich je nach Ebene, auf der die Informationsverarbeitung stattfindet, primäre, sekundäre und tertiäre Bereiche der Verarbeitung identifizieren (Oerter & Montada, 2008). Der primäre motorische Kortex bspw. erhielt seinen Namen, weil er Neurone beinhaltet, die direkt ins Rückenmark führen und dort die somatischen Motoneuronen aktivieren (Jessel, 1996). Den primären Bereich umgeben die sekundären oder tertiären Areale. In diesen Bereichen erfolgt die Bearbeitung kognitiver Funktionen höherer Ordnung und damit komplexerer Informationen (Jessel, 1996). Den tertiären Bereich, der die primären und sekundären Areale umgibt, wird Assoziationskortex genannt. In ihnen werden verschiedenartige Informationen zu einer sinnvollen Handlung zusammengefügt. Zudem sind diese an der Wahrnehmung, Bewegung und Motivation beteiligt (Jessel, 1996).

Primäre, sekundäre und tertiäre Bereiche liegen im Frontal-, Temporal- und Parietallappen, wobei die sekundären und tertiären sensorischen Areale im Vergleich zu den primären Bereichen sehr groß sind. Dies weist darauf hin, dass Sinnesdaten im

Gehirn nicht einfach abgebildet werden, sondern vielfältig weiter verarbeitet und mit anderen Informationen in Verbindung gebracht werden (Oerter & Montada, 2008).

Die Großhirnrinde ist somatotopisch gegliedert, d. h. jede Körperregion ist einem Kortexareal zugeordnet und wird dort repräsentiert. Die unterschiedliche Zahl der Rezeptoren der Peripherie, die im Kortex abgebildet werden, spiegelt sich in der Darstellung des sensorischen und motorischen Homunkulus wider. Beispielweise verdeutlicht die überdimensionale Größe der Hände und der Mundregion des motorischen Homunkulus das Ausmaß der Feinsteuerung, die für deren Bewegung notwendig ist. Der sensorische Homunkulus verdeutlicht die überproportionale Anzahl der Rezeptoren in Lippen und Fingerkuppen (Abbildung 3-9).

I = motorische homunculus
II = sensorische homunculus

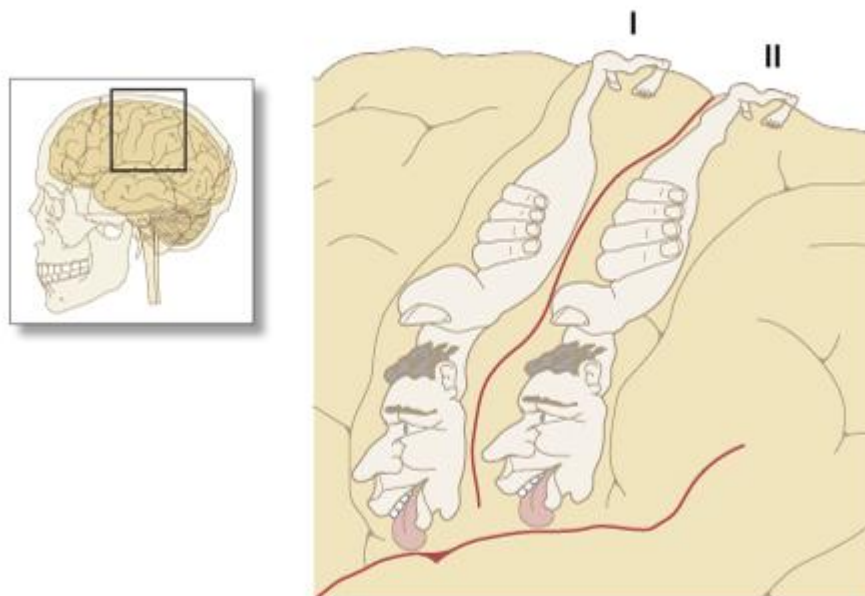


Abbildung 3-9: Sensorischer und motorischer Homunkulus (Bildquelle:www03)

Das Kleinhirn – Cerebellum

Das Kleinhirn ist Teil des motorischen Systems. Es kann selbst keine bewussten Bewegungen auslösen, sondern dient der Planung, Koordination und Feinabstimmung von Bewegungen. Aufgrund dessen wird es auch als Kontrollzentrum für die Motorik bezeichnet, wobei die unterschiedlichen Abschnitte auch verschiedene Funktionen übernehmen: Orientierung im Raum (Vestibularsystem), Tastsinn, Tiefensensibilität, Muskelspannung. Es erhält Informationen über die Aktivität sensorischer Afferenzen, spiraler Interneurone, Neurone des Hirnstamms sowie über die Aktivität übergeordneter kortikaler Neurone (Efferenzen). Das ermöglicht dem Kleinhirn, in drei grundsätzlich unterschiedlichen Funktionsschleifen eine Rolle zu spielen:

(1) Es kann den Kortex bei der Durchführung von Bewegung ersetzen. Kortikale Bereiche wären dann bei der Durchführung von Routineaufgaben entlastet.

(2) Durch die kortikalen Projektionen übernimmt es bei kortikal kontrollierten Bewegungen grundsätzlich die Rolle der Afferenzen.

(3) Das Kleinhirn ersetzt Signale der Peripherie beim gedanklichen Nachvollziehen geplanter Bewegungen (Dudel, Menzel & Schmidt, 2001).

Bei Ausfall des Kleinhirns durch eine Verletzung müssen sich die Patienten auf die Ausführungen einer Bewegung konzentrieren, indem sie sich gleichsam vorsagen, welche Bewegung ausgeführt werden soll. Auch bei Lernvorgängen wird dem Kleinhirn eine wichtige Rolle zugeschrieben. Zudem werden seit einiger Zeit Thesen über die Rolle des Kleinhirns bei kognitiven Prozessen diskutiert.

Blutgefäße des Gehirns

Ein Mechanismus für die Verbindung zwischen Aktivität und Kognition wird durch eine Erhöhung der zerebralen Durchblutung und die dadurch erhöhte Sauerstoffzufuhr für das Gehirn, beschrieben. Aus diesem Grunde wird in diesem Rahmen auf die Blutgefäße des Gehirns eingegangen.

Der größte Teil der lateralen Oberfläche wird von der Arteria cerebri mediae versorgt (grün). Die Äste der Arteria cerebri anterior versorgen den Frontalpol und die Kortexareale nahe der Mantelkante (rosa), die Arteria cerebri posterior versorgt den okzipitalpol und die unteren Teile des Temporallappens (blau) (Abbildung 3-10).

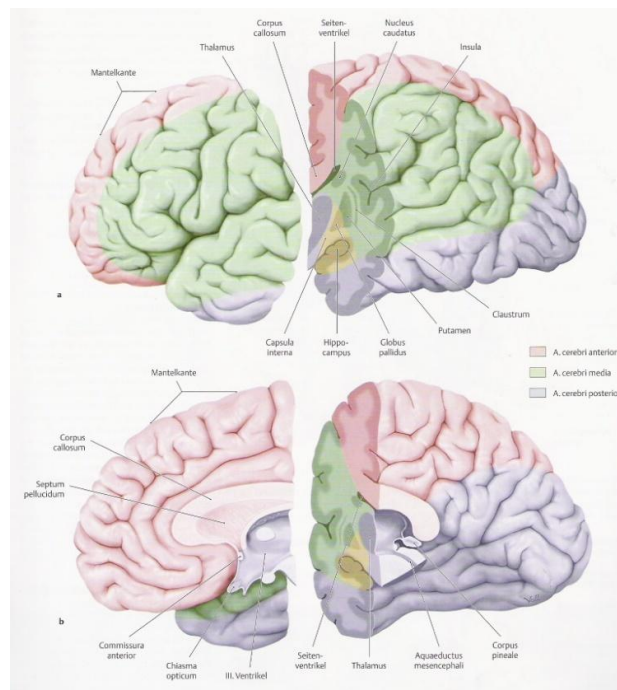


Abbildung 3-10: Versorgungsgebiete der drei großen Hirnarterien; a: linkes Großhirn von lateral; b: rechtes Großhirn von medial (entnommen aus Schünke, Schulte & Schumacher, 2006, S. 250)

Es lassen sich bestimmte Funktionen fest definierter Bereiche im Großhirn zuordnen. Diese Bereiche werden von Ästen der drei großen Hirnarterien versorgt: die sensomotorische Rinde sowie die motorischen und sensorischen Sprachzentren (Broca und Wernicke) werden z. B. von Ästen der Arteriae cerebri mediae (Abbildung 3-11, a), aber auch von Ästen der Arteriae cerebri anterior (Abbildung 3-11, b) versorgt.

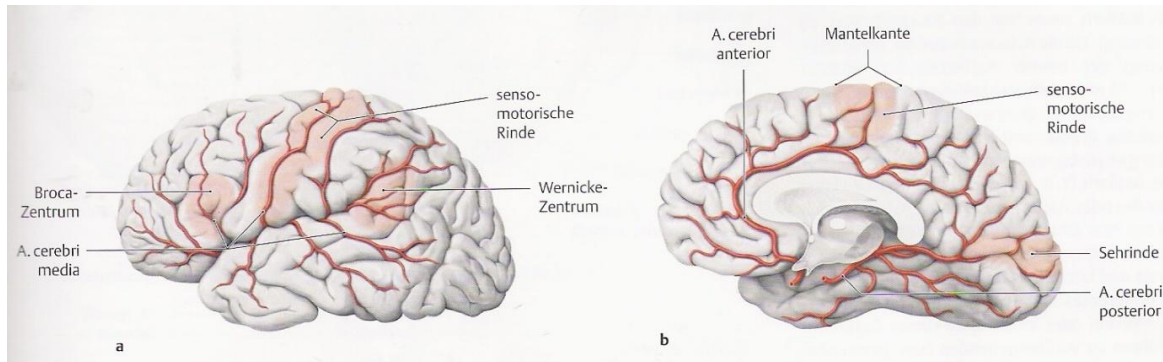


Abbildung 3-11: Funktionelle Zentren an der Großhirnoberfläche;
a: Ansicht des linken Großhirns von lateral;
b: Ansicht der rechten Großhirnhemisphäre von medial
(entnommen aus Schünke, Schulte & Schumacher, 2006, S. 251)

Auch das Kleinhirn wird von drei großen Arterien versorgt. Die Arteriae inferior posterior, die Arteriae inferior anterior und die Arteriae cerebelli.

Wie die Blutversorgung des Gehirns über das Arteriennetz funktioniert, ist auch der Blutabfluss über ein weit vernetztes, in unterschiedliche Gehirnbereiche zu differenzierendes Venennetz gesichert (Schünke, Schulte & Schumacher, 2006).

Die Verbesserung der Durchblutung ist beispielsweise durch körperliche Aktivität, im Besonderen ausdauernde Belastung, möglich. Hollmann et al. (2005) konnten mittels PET und Fahrrad-Ergometeruntersuchung bei einer Belastungsstufe von 25 Watt signifikante Durchblutungssteigerungen von unterschiedlicher Größenordnung in verschiedenen Gehirnabschnitten beobachten. Im Mittel betrug die Erhöhung 20 %. Eine Belastungsintensität von 100 Watt ließ bei gesunden männlichen Probanden die mittlere Durchblutung um ca. 30 % über den Ruheausgangswert ansteigen. Auch haben Untersuchungen von Klavierspielern ergeben, dass ihre Gehirndurchblutung während des Klavierspielens um 30 % höher ist, als wenn sie nicht Klavier spielen (Hollmann & Strüder, 2003). Die Summe beider Hände macht nur ca. 2 % der Körpermaße aus, ist aber in 60 % des Gehirns repräsentiert. Dies hat während des Fingerbewegens während des Klavierspielens oder beim Ertasten mit den Fingern Auswirkungen auf die Durchblutungssteigerung der Kortexfläche in den Arealen, die die Hände repräsentieren.

3.3.3 Methoden

In Kapitel 6 wird der Forschungsstand zu den Zusammenhängen zwischen Motorik und Kognition auch im Rahmen der neurophysiologischen Forschung beschrieben. Diese bedient sich neuerer bildgebender Verfahren, die es ermöglichen, die Zusammenhänge grundlagenorientiert differenziert zu untersuchen. Aus diesem Grunde wird im Folgenden kurz auf die wichtigsten Methoden eingegangen.

„Neuronale Prozesse, die kognitiven Leistungen zugrunde liegen, lassen sich im Gehirn messen, lokalisieren und bildlich darstellen.“ (Roth & Menzel, 2001) Die Neurowissenschaft wurde in der Vergangenheit viel an Tieren erforscht. Jedoch ist der Unterschied zwischen dem kognitiven Potential der Menschen und den meisten Tieren enorm, sodass es schwierig war, Tiere dazu zu bewegen, sich an jenen kognitiven Prozessen, die Menschen auszeichnen, auch nur zu versuchen (Anderson, Funke & Plata, 2007).

Deshalb war die hauptsächliche Basis für das Verständnis der Rolle des Gehirns bei menschlicher Kognition die Untersuchung von Patientenpopulationen.

Die Neurowissenschaften bedienen sich unterschiedlicher Methoden, wobei zwischen invasiven und nicht-invasiven Methoden unterschieden werden muss. Invasive Methoden, wie beispielsweise Läsionsmethoden oder elektrische Stimulation, greifen direkt in das Gehirn ein und sind aus diesem Grunde für sportwissenschaftliche Forschungsfragen am Menschen nicht anwendbar (Jansen-Osmann, 2008). Die bedeutsamsten nicht-invasiven Verfahren werden im Folgenden vorgestellt.

Während Gehirnschnitte und die Magnet-Resonanz-Tomographie (MRT) anatomische Veränderungen des sich entwickelnden Gehirns ermitteln können, erlauben die in jüngerer Zeit entwickelten nichtinvasiven bildgebenden Methoden, Abbildungen der Funktionsweise des Gehirns bei normalen Probanden und Probandinnen, ohne operative Eingriffe, während diese verschiedene kognitive oder auch motorische (Bewegungs-Neurowissenschaft) Aktivitäten ausführen.

Die funktionelle Magnet-Resonanz-Tomographie (fMRI/fMRT), die Positronen-Emissions-Tomographie (PET) und die Nahinfrarot-Emissions-Tomographie (NIRS) erfassen dabei neuronale Aktivität indirekt über Veränderungen des Stoffwechsels oder des zerebralen Blutflusses. Es wird dabei davon ausgegangen, dass Gehirnareale mit stärkerer neuronaler Aktivität einen größeren Stoffwechselumsatz benötigen. Bei PET-Aufnahmen wird eine radioaktive Substanz als Marker in die Blutbahn injiziert, während beim fMRT MRI-Scanner zum Einsatz kommen, die ohne Marker verschiedene Strukturen, einschließlich der Gehirnstrukturen, abbilden (Anderson, Funke & Plata, 2007). Sie sind relativ genau in Bezug auf die Lokalisierung von Nervenaktivität. Die Messung des zeitlichen Verlaufs der Nervenaktivität ist jedoch ziemlich ungenau.

Die Elektro- und die Magnet-Enzephalographie (EEG bzw. MEG) messen dagegen Auswirkungen von Veränderungen der neuronalen Aktivität, die sich in der Schädeloberfläche widerspiegeln. Der Proband, die Probandin trägt eine Kappe mit vie-

len Elektroden, die an bestimmten Stellen die rhythmischen Veränderungen in der elektrischen Aktivität in sogenannten Elektroenzephalogrammen aufzeichnen (Birbaumer & Schmidt, 2006a). EEG-Werte, die auf einen bestimmten Stimulus bezogen sind, werden ereigniskorrelierte Potentiale oder EKPs genannt (Anderson, Funke & Plata, 2007).

Jedes dieser Verfahren bietet gewisse Vor- und Nachteile, sodass die Eignung für die entwicklungspsychologischen Fragestellungen jeweils einzeln bewertet werden muss.

EKP und fMRT erbringen im Besonderen neue Erkenntnisse über die Entwicklung bei normal entwickelten Kindern und werden für die Untersuchung von Übergängen in der Verhaltensentwicklung genutzt (Johnson, 2006).

3.3.4 Neurophysiologische Aspekte der Motorik

Aktive Exploration und Willkürmotorik beruhen auf der zentralnervösen Kontrolle motorischer Abläufe und deren Integration mit sensorischer Information aus verschiedenen Sinnesmodalitäten wie Sehen, Gehör, Geruch und Somatosensorik. Für die Feinabstimmung ist die koordinative Aktivierung einer Vielzahl neuronaler Strukturen notwendig, in deren Zentrum die motorischen und somatosensorischen Kortexareale sowie subkortikale und spinale Zentren des menschlichen Gehirns stehen (Gerloff, 2003).

Wie im vorhergehenden Kapitel beschrieben worden ist, wird in Abbildung 3-12 deutlich, dass zur Durchführung einer willkürlichen zielgerichteten Bewegung viele motorische Zentren involviert sind.

Gezielte Bewegungen beginnen mit der Planung im Assoziationskortex. Parallel programmieren Kleinhirnhemisphären und Basalkerne den Bewegungsablauf und informieren den prämotorischen Kortex über das Ergebnis dieser Planung (Schünke, Schulte & Schumacher, 2006). Dieser gibt die Information an den primär motorischen Kortex weiter, der die Information über die Pyramidalbahnen an das Alpha-Motoneuron weiterleitet, die sich auf der Ebene der Pyramidalbahnkreuzung im Hirnstamm kreuzen. Vom Rückenmark aus wird die motorische Endplatte innerviert (Gerloff, 2003). Dabei setzt die Skelettmuskulatur das Programm in zielgerichtete Bewegungen um. Damit diese kontrolliert durchgeführt werden können, bedürfen sie der ständigen Rückkoppelung (Feedback-Mechanismus) (Gerloff, 2003) aus der Peripherie. Man spricht dabei von Sensomotorik, da die motorischen und sensorischen Systeme funktionell eng miteinander verzahnt sind (Schünke, Schulte & Schumacher, 2006). Rückenmark, Hirnstamm mit Kleinhirn und Großhirnrinde sind die drei Kontrollebenen der Sensomotorik. Alle Informationen aus der Peripherie, dem Kleinhirn und den Basalkernen gelangen über den Thalamus zum Kortex (Abbildung links 3-13).

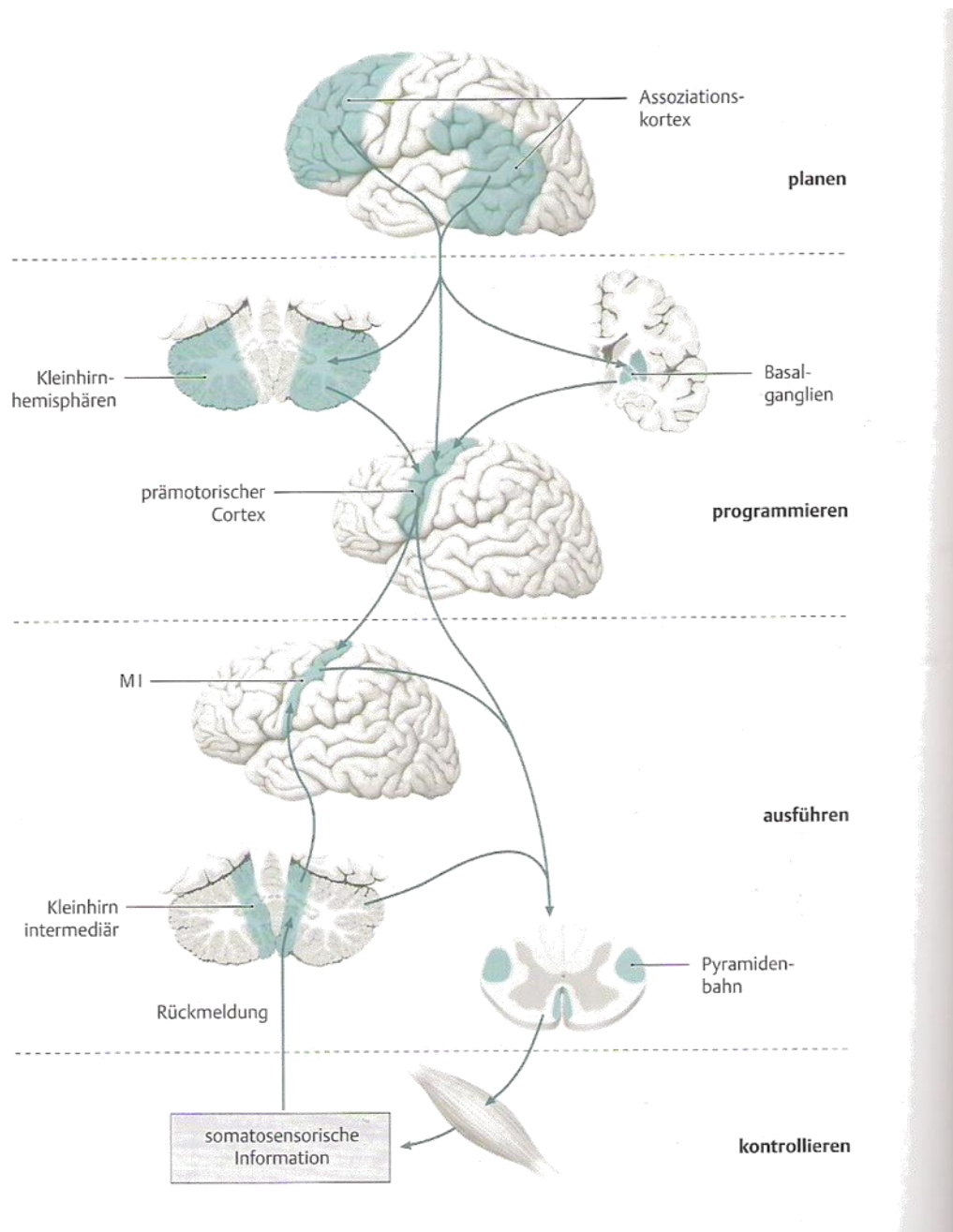


Abbildung 3-12: Vereinfachte Darstellung der anatomischen Strukturen, die an einer zielgerichteten Bewegung beteiligt sind (entnommen aus Schünke, Schulte & Schumacher, 2006, S. 336)

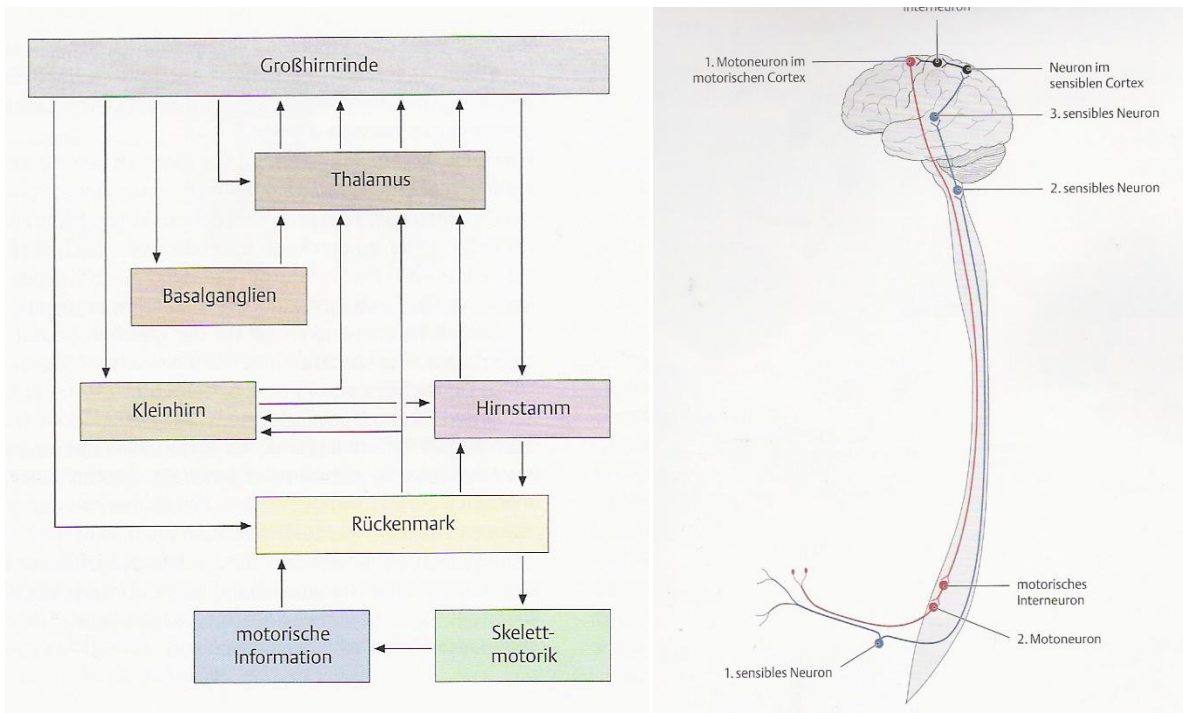


Abbildung links 3-13: Vereinfachtes Schema der Sensomotorik bei der Kontrolle von Bewegungen (entnommen aus Schünke, Schulte & Schumacher, 2006, S. 337)

Abbildung rechts 3-14: Schaltkreis der sensiblen und motorischen Innervation (entnommen aus Schünke, Schulte & Schumacher, 2005, S. 69)

„Motorisches Lernen erhöht die Synapsenzahl pro Neuron in motorischen Gehirnarealen“ (Menzel, 2001, S. 249) An jedem Schritt der Schaltung ist eine Vielzahl gleichartig verschalteter Neuronen beteiligt. In Abbildung rechts 3-14 ist zur Verdeutlichung nur ein Neuron dargestellt. Sensible Informationen, kodiert als elektrische Impulse, gelangen über ein primärafferentes Neuron (1. sensibles Neuron) in das Rückenmark (afferente Neurone, blau). Die Information wird synaptisch auf das 2. und 3. afferente sensible Neuron übertragen, das die Informationen in den sensiblen Kortex (schwarz) sendet. Über Assoziationsneurone (Interneurone, schwarz) gelangt die Information zum 1. Motoneuron (rot) im Kortex. Dieses leitet die Informationen zum Rückenmark zurück, wo es vermutlich über ein Schaltneuron zum efferenten 2. Alpha-Neuron gelangt. Letzteres leitet die Impulse zur willkürlichen Skelettmuskulatur (Schünke, Schulte & Schumacher, 2005).

Handlungsantrieb, Entschlussphase und Programmierungsphase führen also zur Durchführung einer Bewegung. Sequentiell und parallel sind kortikale und subkortikale Neurosysteme aktiviert, die letztlich die spinalen Motoneurone erregen und hemmen. Die sensorische Rückmeldung, deren Übertrag aktiv gesteuert wird, ist für das Gelingen der meisten Bewegungen notwendig (Schmidt & Schaible, 2006).

Diese kurze Ausführung macht deutlich, dass Bewegung in vielfacher Weise eine Frage des Kopfes ist (Reinhardt, 2007).

3.3.5 Neurophysiologische Aspekte der Kognition

Da es in der vorliegenden Arbeit u. a. um Zusammenhänge zwischen Motorik und Kognition geht, und diese im Rahmen neurophysiologischer Forschung analysiert und begründet werden (Kapitel 6.1.1), sind hier neben den Ausführungen zu den neurophysiologischen Aspekten der Motorik auch Ausführungen zu den neurophysiologischen Aspekten der Kognition von Bedeutung. Diese basieren auf den in Kapitel 3.3 dargestellten Grundlagen der Neurophysiologie.

„Kognitive Leistungen beruhen auf der adaptiven Aktivität von Neuronen und Neuronensembles.“ (Roth & Menzel, 2001, S. 543) Die neurophysiologischen Vorgänge, die im Neokortex und den subkortikalen Gebieten (limbisches System, Basalganglien, Kapitel 0) zugrunde liegen, sind an allen Stellen des Großhirns gleich. Sie bestehen aus oszillierenden synaptischen Potentialen, die über viele Zellen synchronisiert und summiert werden (Birbaumer & Schmidt, 2006c).

Jedoch stellt sich die Frage, ob auch der Übergang von Plastizität zu Spezifität für verschiedene Gehirnregionen und für alle Kognitionsdomänen gleich ist. In einigen Kognitionsdomänen (z. B. Sprache) ist in den ersten Lebensmonaten eine beträchtliche Plastizität vorhanden, in dem Sinne, dass verschiedene kortikale Regionen diese Funktionen in Folge einer pränatalen Gehirnschädigung übernehmen können. Im Gegensatz dazu weisen andere Domänen, die enger mit dem sensomotorischen Input verbunden sind (z. B. räumliche Kognition), eine geringere Plastizität auf. Somit geht Johnson (2006) davon aus, dass die Spezialisierung kortikaler Regionen für bestimmte Funktionen ein aktivitätsabhängiger Prozess ist, der sich von der pränatalen bis in die postnatale Lebensphase erstreckt.

3.3.5.1 Lernen

„Lernen ist ein Prozess, bei dem ein Organismus Erfahrungen mit einzelnen Ereignissen und Situationen so verarbeitet, dass sein späteres reaktives Verhalten in vergleichbaren Zusammenhängen mehr oder weniger nachhaltig verändert wird.“ (Delius & Delius, 2002, S. 445)

Lernen funktioniert, indem aufgrund der Plastizität des Nervensystems (James, 1980) und Modifikationen der Verbindungen zwischen Nervenzellen, überdauernde Gedächtnisspuren oder -Inhalte erzeugt werden, die später wieder aktiviert oder abgerufen werden können. Es muss jedoch zwischen Lernen und Reifung unterschieden werden, wobei der Übergang fließend ist. Reifung, bei der genetisch programmierte Wachstumsprozesse zu Veränderungen des ZNS führen, fungiert als unspezifische Voraussetzung für das Lernen. Alle Lernprozesse hingegen sind Ausdruck der Plastizität des Nervensystems, wobei jedoch nicht jeder plastische Prozess Lernen bedeutet (Birbaumer & Schmidt, 2006d).

Voraussetzung für Lernvorgänge ist neben genetischer Steuerung der Reifung auch die Ausbildung synaptischer Verbindungen unter dem Einfluss früherer Umweltaus-einandersetzung.

Kognitives Lernen bezeichnet Verhaltensanpassungsvorgänge, die zwischen den Wahrnehmungs- und Verhaltensebenen ablaufen und die Einbeziehung von Gedächtnisinformationen in Form von Repräsentationen von Reizen, Ereignissen, Beziehungen oder Strategien beinhalten (Delius & Delius, 2002).

3.3.5.2 Gedächtnis

Lernen ist der Prozess, der zur Gedächtnisspeicherung führt. Diese vollzieht sich in zeitlich und inhaltlich voneinander unterscheidenden Gedächtnissystemen (Daum & Schugens, 2002). Es spielen neben dem dauerhaften Langzeitgedächtnis (Langzeitpotenzierung [LTP]) auch ein Sekunden dauerndes sensorisches Gedächtnis und ein Minuten dauerndes Arbeitsgedächtnis, also auch kürzere synaptische Effizienzänderungen, (Kurzzeitpotenzierung [STP]) eine wichtige Rolle (Kapitel 3.2.3). Diese Einteilung in das Kurz- und Langzeitgedächtnis, die auf William James (1980) zurückzuführen ist, wurde von Hebb (1949) weiterentwickelt. Die Fähigkeit, kurzzeitig oder langfristig Assoziationen zwischen Reizen und zwischen Reizen und Reaktionen herzustellen, scheint eine universelle Eigenheit vor allem kortikaler Neurone zu sein (Birbaumer & Schmidt, 2006d). Angenommen wird, dass bei wiederholter Erregung eines Neurons durch das Axon eines anderen Neurons metabolische Änderungen in den beteiligten Zellen induziert werden, die dazu führen, dass die Effektivität der synaptischen Übertragung gesteigert wird. Diese überdauernden Änderungen bilden das neuronale Substrat des Langzeitgedächtnisses.

LTP wurde im Hippokampus, in der Amygdala und im Neokortex nachgewiesen (Daum & Schugens, 2002) und wird als „möglichen Kandidaten für den Mechanismus“ der hebbischen synaptischen Plastizität, die die Grundlage des Langzeitgedächtnisses bildet, diskutiert (Daum & Schugens, 2002, S. 432).

Es finden sich jedoch noch andere Arten des Behaltens, die nicht auf der Basis einfacher Reiz-Reaktionsverbindung allein erklärbar sind. In Abbildung 3-15 wird das explizit-deklarative Gedächtnis vom implizit-prozeduralen Gedächtnis unterschieden. Deklaratives (explizites) Gedächtnis ist für die bewusste Wiedergabe von Fakten und Ereignissen verantwortlich, prozedurales (implizites oder nichtdeklaratives) Gedächtnis ist für die Wiedergabe von Fertigkeiten, Gewohnheiten, Bewegungsfolgen und Regeln sowie klassische Konditionierung verantwortlich. Evident wird, dass beide Gedächtnisarten in verschiedenen Hirnregionen realisiert werden. Unter den verschiedenen Gedächtnisarten sind die wichtigsten Hirnstrukturen angegeben, die diesen Gedächtniskategorien zugrunde liegen.

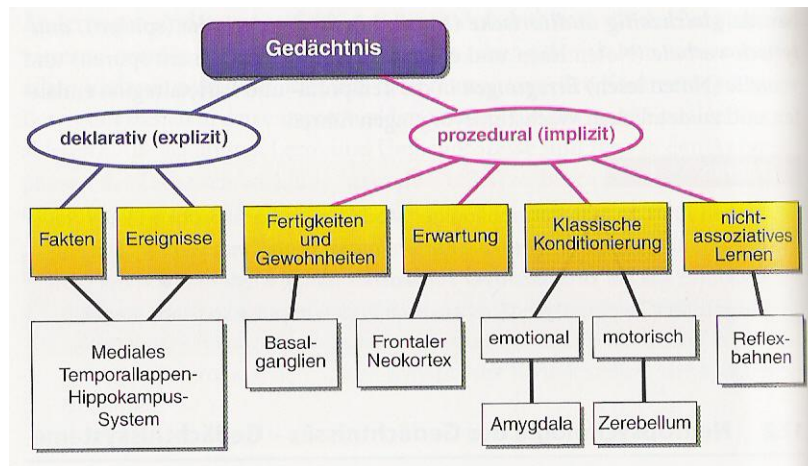


Abbildung 3-15: Klassifikation des Langzeitgedächtnisses (entnommen aus Birbaumer & Schmidt, 2006b, S. 408).

Die konsolidierten Inhalte des Langzeitgedächtnisses werden demnach im Neokortex gespeichert (Daum & Schugens, 2002).

Als Weiterentwicklung des Kurzzeitgedächtnis-Konzepts entstand das Modell eines Arbeitsgedächtnisses, das mehrere Speicher mit begrenzter Kapazität enthält, die der zeitlich limitierten Bearbeitung und Aufrechterhaltung neuer Informationen dienen. Diese neuronalen Prozesse werden vom zerebralen Kortex vermittelt (Daum & Schugens, 2002).

3.3.5.3 Neuronale Mechanismen von Gedächtnis und Lernen

Lernen und Erfahrung führen zu einer Vielzahl spezifischer und unspezifischer makroskopisch-anatomischer, histologischer und molekularer Änderungen. Beispielsweise führen sie zu aktivitätsabhängiger Modifikation kortikosubkortikaler Repräsentationen, die als kortikale Karten bezeichnet werden. Die Entwicklung solcher ortssensitiver Hirnkarten hängt wiederum von der Synchronizität der ankommenden Impulse ab (Birbaumer & Schmidt, 2006d).

Neurogenese und neuronale Plastizität

Jüngste Erkenntnisse bringen die Rolle der Neuentstehung von Neuronen (Neurogenese, Kapitel 3.3.1) im adulten Gehirn, als mögliches Korrelat des Lernens und der Gedächtnisbildung in Diskussion.

Auch die Nachweise für die Mechanismen neuronaler Plastizität im Zusammenhang mit den Lern- und Gedächtnisprozessen wurden erst in den letzten Jahrzehnten erbracht. Die wichtigsten Erkenntnisse hinsichtlich neuronaler Plastizität sind in Kapitel 3.3.1 beschrieben.

Neben diesen globalen Effekten einer angereicherten Umgebung sind in Bezug auf Lernaufgaben auch spezifische morphologische Änderungen nachgewiesen worden. Bei Lernaufgaben beispielsweise konnten Veränderungen der Länge der Dendriten und Verzweigungsmuster der trainierten Hemisphäre beobachtet werden

(Daum & Schugens, 2002). Vergleichende Veränderungen konnten darüber hinaus bei motorischen Lernaufgaben für den motorischen Kortex nachgewiesen werden (Daum & Schugens, 2002).

Synaptische Plastizität

Es wird angenommen, dass die dendritischen Synapsen und Verbindungen ein wesentlicher Ort des Lernens sind, während es sich bei den übrigen Veränderungen um unspezifische Korrelate neuronaler Plastizität und verbesserten Stoffwechselbedingungen handelt. Die wichtigsten Erkenntnisse hinsichtlich synaptischer Plastizität sind in Kapitel 3.3.1 erläutert.

Durch Lernen werden vor allem stumme und gehemmte synaptische Verbindungen geweckt oder demaskiert. Nur selten werden neue Verbindungen hergestellt, was Untersuchungen der histologischen Struktur der kortikalen Dendriten zeigten (Birbaumer & Schmidt, 2006d). Die physiologischen und histologischen Änderungen sind ortsspezifisch, d.h. sie finden dort statt, wo der Lernprozess vermutet werden kann, nämlich in der Umgebung der aktiven sensomotorischen Verbindungen.

Zelluläre und molekulare Veränderungen beim Lernen

Bei LTP und auch bei STP sind Synapsen, die Glutamat (GLU) als Transmitter benutzen involviert.

Untersuchungen zeigen, dass das Kurzzeitgedächtnis und assoziatives Lernen zu einer verstärkten Ausschüttung des Transmitters Serotonin aus den Synapsen und einer erhöhten Depolarisation an der postsynaptischen Membran aufgrund einer Erhöhung des Einstroms von Ca^{2+} in die Zelle führen (Birbaumer & Schmidt, 2006d).

Die biochemischen und molekularen Vorgänge während assoziativer Langzeitpotenzierung entsprechen in ihrem Endresultat der molekularen Basis des Kurzzeitgedächtnisses. Die Erhöhung des Einstroms von Ca^{2+} in die Zelle findet allerdings über einen längeren Zeitraum statt. Beteiligt ist daran der Transmitter Glutamat, der an verschiedenen Glutamatrezeptoren bindet, von denen besonders der NMDA-Rezeptor eine kritische Rolle beim Lernen spielt (Birbaumer & Schmidt, 2006d). Diese Langzeitpotenzierung am NMDA-Rezeptorkomplex stellt ein brauchbares Modell für Gedächtniskonsolidierung dar, sie funktioniert allerdings nur, wenn zeitlich oder örtlich die Synapse im Sinne einer hebbischen assoziativen Verbindung aktiviert wird (Birbaumer & Schmidt, 2006d).

3.3.5.4 Aufmerksamkeit

Die Verteilung der Erregbarkeit (Aufmerksamkeitsressourcen) wird von einem ausgedehnten kortiko-subkortikalen System realisiert, dem limitierten Kapazitätskontrollsystem (limited capacity control system, LCCS). Es besteht aus mehreren Strukturen (dem parietalen und präfrontalen assoziativen Kortex, den Basalganglien, dem retikularen und medialen Thalamus, dem basalen Vorderhirn und der mesoze-

phalen Retikulärformation), die schwerpunktmäßig unterschiedliche Aufgaben in der Steuerung der Aufmerksamkeit übernehmen (Birbaumer & Schmidt, 2006c).

Man kann zwischen den Strukturen, die die zu verarbeitende Information selektieren und denen, die die selektierte Information verarbeiten, unterscheiden (Anderson, Funke & Plata, 2007). Abbildung 3-16 stellt den parietalen Kortex dar, der sensorische Regionen wie den visuellen Kortex und den auditorischen Kortex kontrollieren. Ebenfalls dargestellt sind Regionen, die das motorische Areal kontrollieren, sowie den dorsolateralen präfrontalen Kortex und – tief unter der Oberfläche – befindet sich das anteriore Cingulum. Die Regionen, die die Selektion vornehmen und die Verarbeitung steuern, sind verantwortlich für die intentionale Kontrolle.

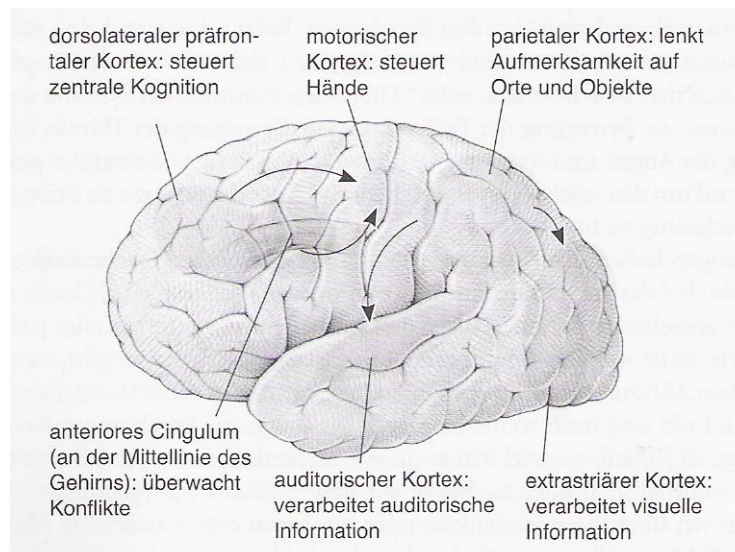


Abbildung 3-16: Darstellung einiger Hirnareale, die an Aufmerksamkeit beteiligt sind (entnommen aus Birbaumer & Schmidt, 2006c)

Während die parietalen Regionen besonders bedeutsam für die Steuerung von Wahrnehmungsressourcen sind, sind die präfrontalen Regionen besonders wichtig für die exekutive Kontrolle.

Teile der Basalganglien (v.a. das Striatum) sind hauptverantwortlich für die Auswahl von Reaktionen, die zu positiven Konsequenzen führen. Der retikuläre Thalamus ist zuständig für die Selektion der sensorischen und motorischen Analysatoren, die mesenzephalische Retikulärformation und das basale Vorderhirn dienen als Energielieferanten für den Kortex (Birbaumer & Schmidt, 2006c).

Die neurophysiologischen Grundlagen stellen die Basis für das Verständnis der neurophysiologischen Aspekte der Motorik und Kognition dar. Diese wiederum stellen die zentralen Informationen dar, um die Ergebnisse der Grundlagenforschung zu verstehen. Im Folgenden werden die grundlegenden Erkenntnisse zusammengefasst.

3.4 Grundlagen: Zusammenfassung

Piaget vernachlässigt in seinem biologischen Ansatz zur kognitiven Entwicklung beim Menschen die Wichtigkeit der Gehirnentwicklung, was Segalowitz (1994) auf einen Mangel an Informationen über die Gehirnentwicklung und Funktionen zum Zeitpunkt Piagets zurückführt (Johnson, 2006).

Die neuerliche Explosion von Wissen über die Gehirnentwicklung macht es nun viel eher möglich, diese mit Verhaltensänderung (motorisch und kognitiv) in Beziehung zu setzen. Dabei haben neue molekulare und zelluläre Methoden sowie Theorien über selbstorganisierte Netzwerke zu großen Fortschritten im Verständnis der Konstruktion von Gehirnen geführt (Johnson, 2006).

Operationalisierungen machen es möglich, Erkenntnisse über Entwicklung und Leistungen in den Bereich der Motorik und Kognition zu gewinnen.

Die bisher erarbeiteten Theorien und Forschungsergebnisse ermöglichen es, ein bereits recht genaues Bild von der Entwicklung des Nervensystems zu zeichnen: Die neuronalen Grundverschaltungen sind genetisch vorgegeben, ebenso wie die spezifischen Antworteigenschaften der einzelnen Nervenzellen. Vermittelt über individuelle Erfahrungen, sorgt die Umwelt dafür, dass aus diesem vorgegebenen Repertoire an Entwicklungsmöglichkeiten die geeignete „ausgewählt“ wird.

Um diese Aufgabe zu erfüllen, muss die Umwelt über bestimmte Eigenschaften verfügen. Sie muss hinreichend differenziert sein und in ihrer Struktur den Bedürfnissen des Gehirns sowie der motorischen und sensorischen Organe entsprechen. Außerdem müssen die relevanten Umweltbedingungen innerhalb eines bestimmten Zeitraums (sensible Phasen) zuverlässig und konstant verfügbar sein. Der jeweilige Zustand des Gehirns während der Umweltinteraktion ist ebenfalls von Bedeutung. So können sich beispielsweise Wachheits- und Aufmerksamkeitszustände hemmend oder fördernd auf erfahrungsabhängige Reifungsprozesse auswirken. Auf diese Entwicklungsverläufe und deren Einflussfaktoren wird im Folgenden eingegangen.

4 Ausschnitte der Ontogenese motorischer und kognitiver Entwicklung

Das vierte Kapitel beschäftigt sich mit der Ontogenese motorischer und kognitiver Entwicklung und deren Einflussfaktoren. Dies ist im Rahmen dieser Arbeit wichtig, da der Frage nach der Entwicklungsförderung kognitiver und motorischer Leistung durch körperliche Aktivität nachgegangen wird.

In der vorliegenden Studie stehen Kinder im frühen Schulalter im Zentrum des Interesses, weshalb in diesem Kapitel der Fokus auf die Entwicklungsphasen der mittleren Kindheit liegt.

Mittleres Kindesalter

Das gesetzliche Einschulungsalter liegt in den meisten Industrienationen der Welt zwischen fünf und sieben Jahren. Die Einschulung selbst ist ein wichtiger Entwicklungsschritt (Hasselhorn & Lohaus, 2008), der den Beginn eines Abschnittes markiert, der traditionell als „mittlere Kindheit“ bezeichnet wird und etwa die Altersspanne zwischen sechs und elf Jahren umfasst (Berk & Aralikatti, 2009). Das frühe Schulalter ist gekennzeichnet durch sichtbare Fortschritte in der Körperbeherrschung, der kognitiven, motivationalen und sozialen Entwicklung (Janke & Hasselhorn, 2008). Aufgrund dessen ist seit jeher das Interesse der Entwicklungspsychologie an dieser Altersspanne sehr hoch. Im Besonderen interessieren hierbei die motorischen und kognitiven Entwicklungsauffälligkeiten, die in dieser Lebensphase besonders entscheidend sind. Motivationale, emotionale sowie soziale Entwicklungsveränderungen sind nicht unabhängig davon zu sehen (Janke & Hasselhorn, 2008). Diese werden hier jedoch aus thematischen und ökonomischen Gründen unberücksichtigt bleiben.

Das Kapitel der motorischen Entwicklung (Kapitel 4.1) wird in die Entwicklungsphasen frühes und mittleres Kindesalter geteilt, in denen die zentralen Aspekte der jeweiligen Phase dargestellt werden. Die kognitive Entwicklung (Kapitel 4.2) gliedert sich in die, im Kapitel 3.2 definierten Bereiche der Kognition. Kapitel 4.3 beschäftigt sich mit den Einflussfaktoren auf die Entwicklung.

4.1 Motorik

Die motorische Entwicklung stellt einen lebenslangen Prozess dar (Wollny, 2007; Willimczik & Conzelmann, 1999), der sich in dauerhafter Abhängigkeit von und Auseinandersetzung mit der Umwelt- und Persönlichkeitsebene befindet. In diesen Prozess gehen die individuell zugrunde liegenden motorischen Fähigkeiten und Fertigkeiten (Kapitel 3.1) ein und werden in diesem weiterentwickelt (Bös & Ulmer, 2003). Zu berücksichtigen ist dabei generell die Individualität der Entwicklung, die in inter- und intraindividuellen Unterschieden zum Ausdruck kommt (Kapitel 4.3).

Der Gegenstand der motorischen Ontogenese ist die lebenslang-altersbezogene Individualentwicklung des Menschen hinsichtlich unterscheidbarer, letztlich jedoch untrennbarer Teilgebiete, die Winter & Hartmann (2007) in drei ontogenetische Veränderungsprozesse unterteilen:

- (1) das allgemein-motorische Verhalten und die körperlich-sportlichen Aktivitäten als ein wesentliches Moment einer Lebensgestaltung,
- (2) der Erwerb von Haltung und Bewegung sowie die variable Verfügbarkeit von grundlegenden und sportlichen Bewegungsfertigkeiten als qualitativ und quantitativ wahrnehmbare Erscheinung und
- (3) der altersbezogene „Innenaspekt oder Prozessbereich“ (Roth & Willimczik, 1999, S. 10), der als Steuerungs- und Funktionsprozess dem motorischen „Außengeschehen“ (ebd., S. 243) zugrunde liegt.

Im Folgenden wird insbesondere auf die Punkte 1 und 3 eingegangen.

Die motorische Ontogenese ist ein wesentlicher Bestandteil der Gesamtentwicklung der menschlichen Persönlichkeit und somit orientieren sich Periodisierungen der motorischen Ontogenese häufig an der nicht völlig problemfreien Periodisierung der Entwicklungspsychologie. Somit definieren sich die Phasen, die in der vorliegenden Arbeit von Bedeutung sind, als frühes Kindesalter (drei bis sechs/sieben Jahre), die eine wichtige Entwicklungsphase als Vorbereitung für den Schuleintritt ist, und auf der die Phase des mittleren Kindesalters (sechs/sieben bis neun/zehn Jahre) aufbaut. Diese Phasen sind durch die Vervollkommnung vielfältiger Bewegungsformen und der Aneignung elementarer Bewegungskombinationen sowie durch rasche Fortschritte in der motorischen Lernfähigkeit geprägt (Winter & Hartmann, 2007).

Die Entwicklung in der frühen Kindheit ist durch Ganzheitlichkeit und durch eine starke Abhängigkeit der Einzelmerkmale der Persönlichkeit gekennzeichnet. Erst am Ende der frühen Kindheit beginnt die Persönlichkeit sich auszudifferenzieren, weshalb eine Betrachtung einzelner motorischer Fähigkeiten und sportmotorischer Fertigkeiten erst mit dem Kindesalter sinnvoll ist (Willimczik & Singer, 2009). Dabei ist davon auszugehen, dass die Entwicklung gleichermaßen auf Reifung wie auf Sozialisation und die Interaktion dieser Einflussgrößen zurückzuführen ist.

4.1.1 Frühes Kindesalter

Zwischen dem fünften und siebten Lebensjahr wird eine neuartige, auch für die motorische Ontogenese bedeutsame körperbauliche Veränderung deutlich: vom Kleinkindtyp mit großem Kopf, massigem Rumpf und kurzen Extremitäten zum Schulkindtyp, dessen Körper proportional und harmonischer erscheint. Dies kann durch Zuwachsraten von 20 bis 40 % bestätigt werden, die so in späteren Lebensabschnitten nicht mehr erreicht werden (Hirtz, 2007).

Psychosozial sind das weiterhin starke Bewegungsbedürfnis sowie die vielseitigen und unermüdlichen Spieltätigkeiten der Kinder zu nennen. Mit einem enormen Fort-

schritt im Spracherwerb steigen die Kommunikationsqualitäten in der mitmenschlichen Umwelt erheblich.

In dieser Entwicklungsphase äußert sich die Weiterentwicklung der Bewegungsformen und -kombinationen vor allem in drei Richtungen:

- (1) Die schnelle qualitative Leistungssteigerung,
- (2) die deutliche Qualitätsverbesserung und vor allem
- (3) die beträchtliche Zunahme der variablen Verfügbarkeit der Bewegungsformen und ihre Anwendungsfähigkeit in unterschiedlichen Situationen und Aufgaben. (Winter & Hartmann, 2007).

Während sich bei „untrainierten“ (Winter & Hartmann, 2007) oder ungeschulten Kindern im Besonderen Bewegungskombinationen, wie Gehen, Laufen und Hüpfen, weiterentwickeln, erwerben Kinder mit einer Förderung bereits Bewegungsformen und -kombinationen, die über diese hinausgehen.

Die kindlichen Bewegungen werden in der Phase des frühen Kindesalters sichtlich kraftvoller und im räumlichen Umfang größer.

Diese Entwicklungs- und Vervollkommnungstendenzen der Bewegungskoordination korrespondieren mit der Herausbildung der motorischen Fähigkeiten. Hirtz (2007) stellt fest, dass im frühen Schulkindalter eine äußerst dynamische Entwicklung besonders hinsichtlich der koordinativen Leistungsvoraussetzung zu beobachten ist.

Roth und Winter (2002) sprechen hierbei von einem, hochverallgemeinert, linearen Anstieg in nahezu allen koordinativen Fähigkeiten, der bis ins Jugendalter zu beobachten ist (Willimczik, 2009). Wobei der Fortschritt im Vorschulalter in der Reaktions- und Gleichgewichtsfähigkeit, der Rhythmisierungs- und Differenzierungsfähigkeit sowie der Kopplungs- und Antizipationsfähigkeit besonders deutlich wird.

Im Bereich der konditionellen Fähigkeiten lassen sich bemerkenswerte Anstiege im Bereich der aeroben Ausdauerleistungsfähigkeit, bestimmter Komponenten der Schnelligkeit und Schnellkraft, im Bereich der anaeroben Ausdauerfähigkeit und mit bestimmten Einschränkungen im Bereich der Maximalkraft beobachten (Winter & Hartmann, 2007).

Ursachen für die rasche motorische Entwicklung in der frühen Kindheit liegen vornehmlich in für dieses Lebensalter charakteristischen Spiel- und Bewegungsformen und dem Betätigungsbedürfnis. Darüber hinaus scheinen die zunehmenden intellektuellen Fähigkeiten eine wichtige Rolle in der motorischen Entwicklung zu spielen, da sich die Kinder durch sie immer erfolgreicher denkend und handelnd mit ihrer Umwelt auseinandersetzen können, was sich auch motorisch auswirkt (Winter & Hartmann, 2007). Nicht zuletzt begünstigen die Fortschritte der körperlichen Entwicklung die rasche koordinative und konditionelle Entwicklung, dem sogenannten „ersten Gestaltwandel“ (Zeller, 1957, zit. nach Winter & Hartmann, 2007), worunter

das Extremitätenwachstum, der Rückgang des kindlichen Unterhautfettgewebes und die damit verbundene Verbesserung der Kraft-Last-Verhältnisse fallen.

4.1.2 Mittleres Kindesalter

Aufbauend auf der Phase der frühen Kindheit schließt die Phase der mittleren Kindheit an. Bis circa zum achten Lebensjahr erlernen die Kinder, sich auf Bewegungsaufgaben zu konzentrieren, ihre Bewegungen zielgerichtet und situationsgerecht einzusetzen, und sie steigern ihre Leistungsbereitschaft.

Die Phase der mittleren Kindheit, auch Schulkindalter genannt, ist biopsychosozial hauptsächlich mit zwei bedeutsamen altersbezogenen Ereignissen verbunden. Biologisch wird der erste Gestaltwandel abgeschlossen und psychosozial findet die Einschulung statt. Mit ihr ist das Heranwachsen in neue Anforderungen und Sozialbeziehungen verbunden.

Hinsichtlich des Stütz- und Bewegungssystems unter Einschluss der Hormonkinetik ist festzuhalten, dass die Ossifikationsprozesse in voller Entwicklung sind, der Stützapparat somit nur begrenzt belastbar und die Muskulatur noch wenig entwickelt ist. Aufgrund der hormonellen Situation hypertrophiert sie noch träge.

Erstaunlich funktionstüchtig ist hingegen das kardiopulmonale System. Körpergewichtsbezogene Kennwerte wie das relative Herzgewicht, Schlag- und Minutenvolumen verweisen auf günstige Leistungsvoraussetzungen.

Das Zentralnervensystem umfasst im mittleren Kindesalter bereits mehr als 90 % seiner Endmaße. Es ist in seinen morphologischen Strukturen voll angelegt und entsprechend funktionsfähig. Die Steigerung seiner Funktionseigenschaft erfolgt im Wesentlichen beanspruchungsbedingt und ist somit vor allem ein Akt der Bildung und Erziehung (Winter & Hartmann, 2007).

In psychosozialer Hinsicht hat im Besonderen der Schulbesuch eine außerordentlich dynamische und umfassende Entwicklung der Kinder zur Folge.

Intellektuell und emotional entwickeln sich die Kinder in dieser Phase rasant weiter und verfügen so über wirksame Werkzeuge des zwischenmenschlichen Informationsaustauschs und emotionalen Ausdrucks.

Die Motive des Handelns sind relativ undifferenziert und stark durch das emotionale Erleben bestimmt. Zunächst wirkt alles Neue und Interessante, das Spaß macht, antriebsstiftend, wobei das ausgeprägte Bewegungsbedürfnis in dieser Phase eine wichtige Rolle spielt.

Das Sozialverhalten lässt sich als unkritisch und kommunikativ beschreiben, wobei die Sozialbeziehungen der Kinder untereinander noch sehr labil und wechselhaft und auch von Zufällen (gemeinsamer Schulweg, gleiche Klasse) geprägt sind.

Motorisch ergeben sich durch den Schuleintritt erhebliche Veränderungen. Ein beträchtlicher Anteil der Zeit wird nun für Lernen aufgebracht, was zur Folge hat, dass das ungeleitete Spiel erheblichen zeitlichen Einschränkungen unterliegt.

Besonders ist darüber hinaus, dass jedem Kind ein zielgerichteter Sportunterricht zuteilwird und in diesem Alter auch vermehrt die Beteiligung an den außerschulischen Sport möglich ist.

Die Ausbildung und Erziehung im schulischen und außerschulischen Sport werden damit maßgebliche Faktoren für die motorische Entwicklung der Kinder (Winter & Hartmann, 2007).

Besonders Schulanfänger sind durch ihre Bewegungsfreude und Lebendigkeit gekennzeichnet. Fast jeder Anreiz der Umwelt wird von den Kindern unmittelbar in Bewegung umgesetzt. Eng damit verbunden ist die Bereitschaft, Bewegungsaufgaben zu lösen.

Generell ist festzustellen, dass der Sportunterricht in den ersten Schuljahren zu den schulischen Lieblingsfächern gehört (Winter & Hartmann, 2007).

Die Ausdifferenzierung der Qualität der Bewegungsausführungen und die beträchtliche Kraft- und Temposteigerung in der gesamten Bewegungsausführung machen die mittlere Kindheit zu einer Phase, in der die motorische Lernfähigkeit als besonders auffälliges Entwicklungscharakteristikum hervorzuheben ist.

Konditionelle Fähigkeiten

Die Entwicklung der Krafftfähigkeiten verläuft im mittleren Kindesalter noch relativ langsam, hauptsächlich in den oberen Muskelgruppen, die durch die Alltagsbewegungen und dem Spiel nur wenig beansprucht werden. Wesentlich besser entwickelt ist die Krafftfähigkeit der unteren Extremitäten. Dort sorgen offensichtlich die lokomotorischen Bewegungen für entsprechende Entwicklungsreize.

Schnelligkeitsfähigkeiten, insbesondere die Reaktionsschnelligkeit, entwickeln sich bemerkenswert rasch. Allerdings ist ein gutes Niveau der Reaktionsschnelligkeit kaum vor dem 10. Lebensjahr erreicht (Hirtz, 2007).

Koordinative Fähigkeiten, Beweglichkeit

Die erheblichen Anstiege der intellektuellen Fähigkeiten (hauptsächlich als Folge der Einschulung) und die damit gesteigerten Fähigkeiten der Informationsaufnahme und -verarbeitung, die lebhaftige Bewegungsfreude und das nachahmungsorientierte Könnenwollen (auf der emotionalen Ebene) und die darüber hinaus rasante Entwicklung der günstigen körperbaulichen Voraussetzungen (auf körperlicher Ebene) fördern die Zunahme motorischer Lernfähigkeit bemerkenswert. In dieser Entwicklungsphase ist ein gewisser Höhepunkt der motorischen Entwicklung erreicht.

Da Kinder in der Lage sind neue Bewegungsabläufe schnell aufzunehmen und zu lernen, spricht man vom „motorischen Lernalter“ (Gabler & Röthig, 1980). Im Vergleich zu den konditionellen Fähigkeiten entwickeln sich die koordinativen Fähigkeiten sehr viel rascher.

Differenzierte Aussagen lassen sich über das Niveau der Beweglichkeit im Kindesalter treffen. Bei insgesamt guter Beweglichkeit in den großen Körpergelenken kann bereits eine Verminderung vor allem der Spreizfähigkeit der Beine im Hüftgelenk

und der dorsal gerichteten Beweglichkeit in den Schultergelenken beobachtet werden. Dagegen nimmt die Beugefähigkeit im Hüft- und Schultergelenk zu. Anders als in späteren Entwicklungsphasen, sind die Voraussetzungen für die Förderung der Beweglichkeit insofern günstig, als dass die Plastizität der Beweglichkeit als abnehmend gesehen wird (Willimczik & Singer, 2009) und somit sachkundig gestaltete, beweglichkeitssteigernde Übungen im mittleren Kindesalter zu erheblich schnelleren und besseren Ausbildungsergebnissen führen (Hirtz, 2007).

Folgerung für die Förderung der motorischen Entwicklung

Winter und Hartmann (2007) ziehen auf der Basis der Erkenntnisse zur Ontogenese der motorischen Entwicklung im mittleren Kindesalter Folgerungen, die sich überwiegend auf das ausgeprägte Bewegungsbedürfnis der Kinder dieses Alters beziehen. Wichtig hierbei ist, diesem Bedürfnis in Freizeit und Schule Rechnung zu tragen. Es sollte genügend Bewegungsfreiheit, Aufenthalt in frischer Luft sowie hinreichendes Spielen und Tummeln ermöglicht werden (Winter & Hartmann, 2007).

Deshalb sollte auch der Unterricht in der Schule soweit wie möglich mit Bewegung verbunden sein. Nicht nur die Verbindung von Inhalten mit Bewegung, sondern auch die Auflockerung des Unterrichts zur Förderung der Aufmerksamkeit und Arbeitsfähigkeit durch gymnastische Übungen werden von Winter und Hartmann (2007) empfohlen.

Den Sportunterricht, so das Autorenteam, sollte zur ganzheitlichen Förderung und zur Ermöglichung unterschiedlicher Körpererfahrungen mit vielseitigen Bewegungsangeboten, abwechslungsreich und freudbetont gestaltet werden. Mittel und Methoden haben sich im Besonderen in den ersten Schuljahren auf die rasche Entwicklung der motorischen Lernfähigkeit im umfassenden Sinne zu richten (motivational, kognitiv, koordinativ und konditionell). Darüber hinaus ist in dieser Entwicklungsphase eine Betätigung im außerschulischen Sport sinnvoll.

4.2 Kognition

Ebenso wie die motorische Entwicklung ist die kognitive Entwicklung eine zentrale Dimension der menschlichen Ontogenese. Sie beginnt schon in der Gebärmutter, indem der Fötus Musik, Sprache und andere Geräusche wahrnimmt, wobei sich seine Herzrate und seine motorische Reaktionen nachweislich verändern (Petermann, Niebank & Scheithauer, 2004).

Menschliche Säuglinge werden mit sehr begrenzten Fähigkeiten geboren, ihr Verhalten beschränkt sich auf die frühkindlichen Reflexe, die vom Hirnstamm gesteuert werden (Kapitel 0). Das Verschwinden der Reflexe deutet darauf hin, dass der Kortex die Kontrolle zu übernehmen beginnt, wobei permanente Reflexe wie der Knie-sehnen- und Pupillenreflex auch im Erwachsenenalter bestehen bleiben.

Das frühe Schulalter gilt als ein Zeitfenster im individuellen Lebenslauf, in dem deutliche Entwicklungsfortschritte stattfinden. Besonders deutlich werden diese im Bereich des Denkens und Verstehens, der Informationsverarbeitung, der Aufmerk-

samkeit, des Gedächtnisses bzw. des Lernens, aber auch in den zunehmenden Möglichkeiten der Selbstregulationen. Darüber hinaus ist für die Phase der mittleren Kindheit die Sprachentwicklung besonders deutlich und wichtig. Im Rahmen dieser Arbeit, die lediglich bestimmte Bereiche der Kognition in den Fokus nimmt, wird im Folgenden auf die für diese Arbeit zentralen Gesichtspunkte eingegangen.

4.2.1 Denken und Verstehen

Die einflussreichsten Arbeiten über die Entwicklung des Denkens und die Intelligenz stammen von Jean Piaget (Kapitel 0), dessen Stufen der kognitiven Entwicklung mit den Phasen einer besonders rapiden neuronalen Entwicklung zu korrelieren scheinen (Tabelle 4-1).

Piaget zeigte, dass sich Kinder gegenüber Erwachsenen nicht nur hinsichtlich der Geübtheit und der Erfahrungen, sondern auch qualitativ grundlegend unterscheiden. Die Ursache dafür sah er in unterschiedlichen Kompetenzen zur Verarbeitung und Organisation von Erfahrungen (Petermann, Niebank & Scheithauer, 2004). Seiner Theorie nach ist das Denken im frühen Schulalter durch den Gebrauch konkreter Operationen und logischer Schlussfolgerungen charakterisiert (konkret-operationales Stadium). In diesem Alter sind Kinder in der Lage, sich die Welt auf der Basis fundamentaler Konzepte wie Raum, Zeit und Kausalität zu erschließen. Wissen wird erworben und konstruiert (Janke & Hasselhorn, 2008). Das konkret-operationale Denken ermöglicht den Kindern z. B. zu verstehen, dass bestimmte Eigenheiten eines Objekts gleich bleiben, selbst dann, wenn andere verändert werden. Für das Denken im frühen Schulalter ist typisch, dass es benutzt wird, um Wissen anzuhäufen. Insofern dient es einem basalen wissenschaftlichen Verstehen der Welt (Janke & Hasselhorn, 2008).

Tabelle 4-1: Entwicklungsneuropsychologie funktioneller Systeme im Kindesalter (entnommen aus Petermann, Niebank & Scheithauer, 2004, S. 117)

Entwicklungsalter	Hirnstrukturen	Funktionelles System	Entwicklungsstufe nach Piaget
0 - 12 Monate	Formatio reticularis	Aktivierungseinheit	-
0 - 12 Monate	Visuelle, auditorische, somatosensorische und motorische Region	Primäre sensorische und motorische Areale	Sensumotorische Stufe
0 - 5 Jahre	Sekundäre sensorische und motorische Regionen	Sekundäre Assoziationsfelder, Hemisphärendominanz	Präoperationale Phase
5 - 8 Jahre	Parietallappen	Tertiäre sensorische Input-Areale	Konkret-operationale Phase
12 - 24 Jahre	Präfrontale Region	Tertiäre Output-Areale, Handlungsplanung	Formal-operationale Phase

4.2.2 Aufmerksamkeit

Die Aufmerksamkeit verändert sich während der Phase der mittleren Kindheit auf dreifache Weise.

Sie wird (1) selektiver: Die Kinder werden besser darin, überlegt auf nur die Aspekte einer Situation zu achten, die relevant für ihr Ziel sind, und andere Informationen zu ignorieren. Erforscht wird die wachsende Selektivität der Aufmerksamkeit, indem sie irrelevante Reize in Aufgaben einführen und prüfen, wie gut Kinder auf wesentliche Elemente achten (z. B. die irrelevanten Buchstaben q, d beim Aufmerksamkeitsbelastungstest bp, Kapitel 3.2.6). Insbesondere zwischen dem sechsten und neunten Lebensjahr verbessert sich die Fähigkeit zur Selektion (Smith et al., 1998).

(2) Die Aufmerksamkeit wird darüber hinaus angepasster: Ältere Kinder passen ihre Aufmerksamkeit flexibel an momentane Erfordernisse der Situation an. Beispielsweise können Kinder bei einem Test die Aufmerksamkeit auf Aspekte der Prüfung legen, von denen sie wissen, dass sie diese weniger gut als andere Aspekte beherrschen.

(3) Schließlich verbessert sich das Planen in der mittleren Kindheit stark. Kinder im Schulalter prüfen detaillierte Bilder und geschriebenes Material viel genauer auf Ähnlichkeiten und Unterschiede als Vorschulkinder. Darüber hinaus beginnen Kinder im Schulalter damit, bei Aufgaben mit mehreren Teilen auf eine geordnete Weise Entscheidungen zu treffen, was als erstes und was danach getan werden muss. Oben beschriebene Entwicklungsphänomene der Aufmerksamkeit, die selektiven, angepassten und planvollen Strategien, sind wesentlich für den Schulerfolg (Berk & Aralikatti, 2009).

4.2.3 Intelligenz

Intelligenz ist über die Zeit hinweg relativ stabil und situationsabhängig (Bjorklund & Schneider, 2006). In der Entwicklungsphase der mittleren Kindheit wird die Intelligenz stabiler und korreliert gut mit schulischen Leistungen. Weil das Intelligenzniveau die Schulleistung voraussagt, wird es oft bei pädagogischen Entscheidungen verwendet (Berk & Aralikatti, 2009).

Es wird davon ausgegangen, dass der Intelligenz mentale Faktoren zu Grunde liegen. Der faktorenanalytische Ansatz zur Definition der Intelligenz wird mit dem Informationsverarbeitungsansatz kombiniert, in dem angenommen wird, dass Faktoren im Intelligenztest nur einen begrenzten Nutzen haben, wenn man nicht die kognitiven Prozesse identifiziert, die diese Faktoren definieren und somit die Grundlage der Intelligenz bilden (Bjorklund & Schneider, 2006). Im Grunde wurden zwei große Kategorien von kognitiven Operationen untersucht und mit Intelligenz verknüpft: basale Fähigkeiten (manchmal auch als elementare kognitive Aufgaben bezeichnet), die sich als individuelle Unterschiede in der Informationsverarbeitungsgeschwindigkeit und im Arbeitsgedächtnis widerspiegeln, und kognitive Operationen höherer Ordnung, die sich auf intentionale und stärker bewusste Prozesse wie etwa Strategien, Metakognitionen und die Fähigkeit zum logischen Denken und Problemlösen

beziehen (Bjorklund & Schneider, 2006). Mit beiden Kategorien sind entwicklungsbezogene und individuelle Unterschiede in der Wissensbasis bzw. den bereichsspezifischen Vorkenntnissen verbunden. Somit können Zusammenhänge zwischen Komponenten der Informationsverarbeitung und dem IQ des Kindes analysiert werden. Die Verarbeitungsgeschwindigkeit steht mit dem IQ in Verbindung, was darauf hinweist, dass Menschen deren Nervensystem besser funktioniert, einen Vorteil in intellektuellen Aufgaben haben, da sie schneller aufnehmen und verarbeiten. Ebenfalls spielt in der Vorhersage von IQs der Gebrauch von Strategien eine Rolle und erklärt einiges über die Verbindung von Reaktionsgeschwindigkeit und Intelligenz. Kinder die Strategien wirksam anwenden, erwerben mehr Wissen und können das Wissen schneller abrufen (Berk & Aralikatti, 2009).

Im Rahmen der eigenen empirischen Untersuchungen wird Intelligenz als ein Bereich der Kognition dargestellt und in den Fokus genommen. Aus diesem Grund sind im Folgenden unterschiedliche Intelligenztests vorgestellt.

Intelligenztests

Intelligenztests wurden zu dem Zweck entwickelt, zwischen den intellektuellen Fähigkeiten der Personen in einer bestimmten Zielgruppe (z. B. nach Alter) zu unterscheiden (Bjorklund & Schneider, 2006). Nahezu alle Intelligenztests liefern einen Gesamtwert (Intelligenzquotient – IQ), der die allgemeine Intelligenz oder Denk- und Problemlösefähigkeit zusammen mit einer Reihe einzelner Werte misst, die spezifische geistige Fähigkeiten erfassen. Intelligenz ist eine Sammlung vieler Fähigkeiten, von denen nicht alle in derzeit verfügbaren Tests enthalten sind. Konstruiert sind die Tests auf der Basis der Faktorenanalyse, um die verschiedenen Fähigkeiten zu identifizieren, die die Intelligenztests messen. Beispielsweise geht die Stanford-Binet-Intelligenzskala von vier getrennten Intelligenzfaktoren aus (verbales schlussfolgerndes Denken, quantitatives Denken, räumliches Denken und Kurzzeitgedächtnis), während beispielsweise der Hamburger-Wechsler-Intelligenztest für Kinder (HAWIK III) zusätzlich zur allgemeinen Intelligenz zwei weitgefaste intellektuelle Faktoren misst: einen verbalen Teil und einen Handlungsteil. Handlungsaufgaben haben den Vorteil, dass das Kind nicht mit dem Untersucher sprechen muss. Somit können auch Kinder anderer Sprachen oder Kinder mit Sprachstörungen ihre intellektuellen Stärken demonstrieren (Berk & Aralikatti, 2009)

Über genannte Komponenten hinaus, die innerhalb des Kindes liegen, müssen kulturelle und situationsbedingte Faktoren, die die kognitiven Leistungen des Kindes beeinflussen, berücksichtigt werden (Kapitel 4.3). So hat beispielsweise Robert Sternberg (1997) für die Intelligenz den Komponentenansatz zu einer umfassenden Theorie erweitert, indem er die Intelligenz als ein Produkt innerer und äußerer Kräfte versteht (Berk & Aralikatti, 2009).

4.3 Einflussfaktoren motorischer und kognitiver Entwicklung

Um erfolgreiche Interventionsprogramme für Kinder und Jugendliche entwickeln zu können, muss zunächst klar sein, welche Einflussfaktoren das Verhalten der Kinder beeinflussen (Sallis & Owen, 1999).

Übereinstimmung besteht darüber, dass es sehr viele und verschiedenartige Einflüsse auf die menschliche Motorik und Kognition gibt, die als endogene oder exogene Faktoren, direkt oder indirekt, ein- oder mehrdimensional, lebenslang oder altersbegrenzt, stark oder schwach wirken und sie damit insgesamt eine kaum oder nicht mehr überschaubare Einflussvielfalt ausmachen.

Wie in Kapitel 2 beschrieben worden ist, nimmt die Diskussion um Anlage versus Umwelt und damit die Diskussion um die Möglichkeiten und Grenzen einer Einflussnahme auf die menschliche Entwicklung seit langem eine Schlüsselstellung in der Entwicklungsforschung unterschiedlicher Wissenschaftsdiziplinen ein.

Im Folgenden wird allgemein das Anlage-Umwelt-Problem beschrieben, um dann auf kulturwandelbezogene Einflussfaktoren und spezifische Einflussfaktoren der motorischen und kognitiven Entwicklung zu schließen.

4.3.1 Das Anlage-Umwelt-Problem

Anlage wird als vererbte biologische Prädisposition des Individuums, im Gegensatz zu den Umweltfaktoren, die die soziale und kulturelle Umwelt des Individuums fokussieren, definiert. Metatheoretisch bilden das organismische und das mechanistische Modell (Kapitel 2.1) im Hinblick auf den Einfluss der Umwelt konträre Positionen.

Über Zwillingsstudien wurde bereits Anfang des 20. Jahrhunderts versucht, die Einflussnahme von Anlage und Umwelt zu bestimmen. Das heutige wissenschaftliche Verständnis legt beide Sichtweisen für die Entwicklung des Menschen zugrunde, Anlage und Umwelt prägen die Entwicklung des Menschen und des menschlichen Gehirns (Montada, 2008). Entwicklung ist also „Die Konstruktion und Ko-Konstruktion kultureller Inhalte auf der Grundlage biologischer Prädispositionen“ (Keller & Chasiotis, 2008, S. 531). Dabei ist die pränatale Phase stark von der individuellen Genetik determiniert, und ab dem Zeitpunkt der Geburt besteht mehr Raum für exogene Einflüsse (Johnson, 2006).

Ob ein Kind seine genetisch determinierten Begabungen entwickeln kann, hängt also stark davon ab, wie diese in seiner nahen Umwelt (Familie, Institutionen, Freunde) wahrgenommen und gefördert werden. Unter naher Umwelt werden die exogenen (umweltbedingten) Faktoren wie soziodemographische Determinanten (Alter, sozialer Status, Geschlecht), gesellschaftlich-kulturelle Einflüsse (z. B. soziale Normen, Entwicklungsaufgaben), ökologische Determinanten der Umwelt (z. B. Stadt/Land-Unterschiede) sowie soziale Umweltbedingungen (z. B. familiäres Umfeld, Freundeskreis) verstanden.

In den folgenden zwei Kapiteln wird jeweils auf die Einflussfaktoren der motorischen und kognitiven Entwicklung eingegangen.

4.3.2 Einflussfaktoren motorischer Entwicklung

Systematisieren lässt sich die Vielfalt der Einflussfaktoren auf die motorische Entwicklung mit dem drei-Faktoren-Modell nach Baltes (1997), der taxonomisch zwischen (1) altersbezogenen, (2) geschichtlich bedingten und (3) nichtnormativen Entwicklungseinflüssen differenziert. Alle drei Gruppen von Entwicklungseinflüssen sind während der gesamten Lebenszeit wirksam und in ihrer dynamischen Wechselwirkung für die individuelle Entwicklung verantwortlich. Nichtnormative Einflussfaktoren sind für den individuellen Lebenslauf zwar sehr bedeutend, sind jedoch nicht vorhersehbar und nicht kalkulierbar. Dem entsprechend werden diese Faktoren in diesem Rahmen unberücksichtigt bleiben. Es stehen die biologischen und umweltbezogenen Faktoren im Folgenden im Fokus. Unterteilt werden diese in endogene und exogene Entwicklungseinflüsse.

Folgende Ausführungen konzentrieren sich im Besonderen auch auf die Altersspanne der mittleren Kindheit. Eine detaillierte Recherche zu Einflussfaktoren motorischer Entwicklung in der frühen Kindheit ist in Venetsanou et al. (2010) veröffentlicht.

4.3.2.1 Endogene Einflussfaktoren

Als endogene Einflussfaktoren auf die motorische Entwicklung werden biogenetische und somatische Reifungs- und Wachstumsprozesse sowie physische Faktoren, wie beispielsweise das Körpergewicht, berücksichtigt. Die psychischen Faktoren, wie die Barrieren körperlicher Aktivität, werden in Kapitel 5.4.1 körperliche Aktivität thematisiert.

Biogenetische und somatische Reifungs- und Wachstumsprozesse

Singer (2009) kommt im Rahmen seiner Untersuchungen zum Einfluss genetischer Faktoren auf die motorische Entwicklung zum Schluss, dass (1) bei der Mehrheit der bislang untersuchten motorischen Merkmale der genetische Einfluss nicht nur signifikant, sondern von substantieller Bedeutung ist. Teilweise erklären genetische Faktoren mehr als 50 % der beobachteten phänotypischen Varianz, was für den Bereich der Verhaltenswissenschaften seiner Einschätzung nach als bemerkenswert erscheint. Dies impliziert, dass Erklärungen individueller Unterschiede im motorischen Bereich sowohl Umweltfaktoren als auch genetische Faktoren und deren Wechselspiel berücksichtigt werden müssen. (2) Des Weiteren kann der genetische Einfluss im Bereich der Motorik zu verschiedenen Zeiten der Entwicklung unterschiedlich sein. Denn nicht nur das Niveau, sondern auch die Geschwindigkeit der Entwicklung von Merkmalen kann genetisch gesteuert sein, wobei sich das Ausmaß der Erbllichkeit von Merkmalen mit dem Alter verändert. (3) Trotz des signifikanten und substantiellen genetischen Einflusses im motorischen Bereich, ist jedoch der

Einfluss von Umweltfaktoren während der gesamten Lebensspanne, hauptsächlich aber im frühen Kindesalter, bedeutsam (Kapitel 4.3.2.2). Allgemein muss resümiert werden, dass im Rahmen genetischer Studien bislang noch unzureichend Forschung betrieben wurde, um den Einfluss genetischer Faktoren genauer zu spezifizieren.

Physische Einflussfaktoren

Ebenso wie die Reifungs-, Wachstums- und Funktionsveränderungen der Organe und Organsysteme unterliegen auch die elementaren Wachstumsverläufe der Körperhöhe, Körpermasse und Körperproportionen während der Kindheit vor allem der genetischen Steuerung (Winter & Hartmann, 2007). Auch sie haben einen erheblichen Einfluss auf die motorische Entwicklung.

Zu den physischen Faktoren gehört u. a. der Gewichtsstatus. Im Zusammenhang mit körperlicher Aktivität und Motorikleistungen werden überwiegend Kinder und Jugendliche mit Übergewicht oder Adipositas in den Fokus genommen. Die Ursachen von Übergewicht und Adipositas oder Fettleibigkeit im Kindes- und Jugendalter sind multifaktoriell.

Nicht alle Kinder tragen ein gleiches Risiko an Adipositas zu erkranken. Übergewichtige Kinder haben in der Regel übergewichtige Eltern und eineiige Zwillinge teilen diese Störung eher als zweieiige Zwillinge. Aber die Genetik bedingt nur eine Disposition an Gewicht zuzunehmen. Ein Hinweis, dass die Umgebung eine große Rolle spielt, stellt die gleichmäßige Beziehung zwischen niedrigem sozialen Status und Fettleibigkeit dar (Stunkard & Sorensen, 1993). Verantwortliche Faktoren dafür sind u. a. ein Mangel an Wissen über gesunde Ernährung, Stress und passives Freizeitverhalten (Bildschirmzeiten) (Berk & Aralikatti, 2009).

In welchem Maße jedoch genetische Faktoren, Umgebungsfaktoren oder die familiäre Sozialisation bei der Entwicklung dieser Erkrankung eine Rolle spielen, konnte bislang nicht beantwortet werden. Auch bleibt die Frage nach Ursache und Wirkung offen. Somit wird in diesem Rahmen weniger von einem Einflussfaktor, als von Zusammenhängen zwischen Körpergewicht und Motorik gesprochen.

Ein negativer Zusammenhang zwischen Übergewicht und Adipositas von Kindern und Jugendlichen und motorischer Leistungsfähigkeit ist vielfach belegt worden (u. a. Bös et al., 2006; Graf, Dordel, Koch & Predel, 2006, Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz & Bundesministerium für Gesundheit, 2008). Es gilt als gesichert, dass mit zunehmendem Body-Mass-Index bereits im Kindes- und Jugendalter die motorischen Fähigkeiten schlechter werden. Dies betrifft insbesondere die Fähigkeiten Kraft, Ausdauer und Koordination, bei denen das gesamte Körpergewicht bewältigt werden muss. Folge einer schlechteren motorischen Leistungsfähigkeit ist ein Meidungsverhalten bei Bewegungsaufgaben und eine zunehmende Inaktivität (Rommel, Klaes & Cosler, 2008).

Kinder mit Übergewicht und Adipositas erzielen jedoch nicht bei allen motorischen Fähigkeiten schwächere Ergebnisse. So konnten in den meisten Studien insbesondere bei feinmotorischen Testaufgaben und bei der Beweglichkeit keine Unterschiede im Vergleich zu normalgewichtigen Kindern und Jugendlichen festgestellt werden (u. a. Bös, 2009; Graf et al., 2005a).

Brettschneider und Gerlach (2004) haben zudem festgestellt, dass Übergewicht erst ab einer bestimmten Höhe negativ mit der motorischen Leistungsfähigkeit korreliert. Sobald die Kinder einen bestimmten Körperfettanteil erreicht haben, besitzen sie kaum eine Chance, gute motorische Leistungen zu erreichen.

Darüber hinaus zeigen die Daten der CHILT-Studie, dass die übergewichtigen und adipösen Kinder bei gezielter Intervention durchschnittlich auch einen geringeren Leistungszuwachs bei den Motorikaufgaben als normal- und untergewichtige Gleichaltrige haben (Graf, Dordel, Tokarski, Predel, 2006).

4.3.2.2 Exogene Einflussfaktoren

Da sich die Bedeutung der Einflussfaktoren im Entwicklungsverlauf ändern kann, wird hier der Altersabschnitt des frühen Schulalters fokussiert.

Wie vielfältig die Einflüsse auch im Bereich der motorischen Entwicklung sind, wird bei Willimczik (1983) deutlich: Er benennt folgende Schwerpunktkomplexe, die auf die kindliche motorische Entwicklung Einfluss nehmen: Sozioökonomische Faktoren, materiale Umwelt, familiäre Umwelt, soziale Umwelt, elterlicher Erziehungsstil, Trainingsprogramme. In diesem Rahmen wird lediglich auf die soziokulturellen Faktoren eingegangen. Weiterführende Lektüre bietet Willimczik & Roth (1983).

Soziokulturelle Faktoren

Hinsichtlich des Zusammenhangs von Sozialstatus und motorischer Entwicklung fassen Willimczik und Roth (1983) den Forschungsstand wie folgt zusammen:

„[...] der Schichteinfluss auf die Motorik [ist] wenn überhaupt, als äußerst gering anzusehen und [führt] wahrscheinlich nur bei den Kindern der untersten sozialen Schicht zu einer gewissen Beeinträchtigung.“ (Willimczik & Roth, 1983, S. 270)

Vielmehr müsse sich die Forschung auf die materiale Umwelt und die familiären Anregungsbedingungen konzentrieren, die in engem Zusammenhang mit der sozialen Schicht stehen.

Jedoch bestätigte sich immer wieder die Hypothese, dass sich die soziale Benachteiligung unterer Schichten nicht nur auf die kognitive Entwicklung negativ auswirkt, sondern sich auch in der motorischen Entwicklung nachteilig niederschlagen kann (Bös et al., 2009).

Hinsichtlich des Zusammenhangs zwischen Migrationshintergrund und motorischer Leistungsfähigkeit fassen die Autoren des MoMo-Abschlussberichts zusammen (Bös et al., 2009):

Die motorische Leistungsfähigkeit der Kinder und Jugendlichen ohne Migrationshintergrund unterscheidet sich von der motorischen Leistungsfähigkeit der Kinder

und Jugendlichen mit Migrationshintergrund zugunsten der zweitgenannten. Hier zeigen insbesondere die Mädchen mit Migrationshintergrund eine geringere Leistungsfähigkeit.

Die Einflussfaktoren materieller Umgebung (z. B. Stadt/Land, Wohnungsgröße, Spielorte, Spielgeräte) können sowohl für Kindergarten- als auch Grundschulkinder aufgezeigt werden. Zimmer (1996a), Rieder et al. (1986) und Kretschmar & Giewald (2001) berichten von einem bedeutsamen Zusammenhang zwischen der Wohnraumgröße und den motorischen Leistungen, wohingegen beispielsweise Scheid (1989) keinen nennenswerten Einfluss der Wohnbedingungen (z. B. Wohnungsgröße, eigenes Zimmer) auf die motorische Entwicklung aufzeigen konnte. Jedoch bestätigt auch er einen bedeutsamen Einfluss der Beschaffenheit des Wohnumfeldes (gut erreichbare Spielflächen, Zahl der verfügbaren Sportgeräte) auf die motorische Entwicklung der Kinder.

Dies ist eine zentrale Erkenntnis, da sich hieraus gegebenenfalls die Möglichkeit ergibt, über günstige Umweltbedingungen, beispielsweise in der Schule, motorische Fähigkeiten zu fördern. Hier setzt u. a. die vorliegende Studie an.

4.3.2.3 Das Setting Schule als Einflussfaktor motorischer Entwicklung

Hirtz (2007) veranschaulichten diese Plastizität motorischer Entwicklung an individuellen Aneignungsgraden motorischer Handlungskombinationen, die zum grundlegenden motorischen Können jüngerer Schulkinder zählen: Ballprellen im Gehen und Laufen, Ganzkörperstreckung als Qualitätsmaßstab der Kombination Laufen-Springen oder Schwingen im Stütz. Auch die zwischen den Bewegungskombinationen differierende Entwicklungsdynamik kann als Ausdruck der Plastizität angesehen werden.

Zudem zeigt sie sich in querschnittlichen Verläufen der Maximal- und Minimalwerte verschiedener motorischer Parameter oder Fähigkeiten als auch in längsschnittlichen Entwicklungsverläufen leistungsstarker und -schwacher Schulkinder (Hirtz, 2007).

Das Phänomen der Plastizität motorischer Entwicklung unterstützt den Einfluss körperlicher Aktivität auf die motorische Entwicklung (Kapitel 1).

Belege für die Trainierbarkeit der Motorik ergeben sich beispielsweise aus Reanalysen, die Effekte frühen Trainings wie auch früher Deprivation auf die motorische Entwicklung in der frühen Kindheit aufzeigen (u. a. Gesell & Thompson, 1929; McGraw, 1933). Außerdem führt Singer (2009) interkulturell vergleichende Studien an, die die Bedeutung verschiedener Trainings- bzw. Erziehungspraktiken auch schon im frühen Kindesalter deutlich machen.

Diesbezüglich kann der positive Einfluss des Schulsportunterrichts herangezogen werden: Etwa zwei Drittel aller Grundschulkinder zählt Sport zu ihren Lieblingsfächern (Zinnecker & Strozda, 1996). Es scheinen zudem diejenigen Kinder vom

Sportunterricht zu profitieren, deren außerschulisches Sportpensum zu gering ist, wie beispielsweise Kinder aus sozial schwachen oder Migrationsfamilien (Kapitel 4.3.2.2) (WIAD, 2001).

Welchen Einfluss welche genetischen Dispositionen und Umweltfaktoren im motorischen Bereich haben, ist noch unzureichend erforscht (Singer, 2009, S. 67). Fragen nach Einflüssen von Genen, Umweltfaktoren, vorhandene Übungsmöglichkeiten oder Training auf motorische Fähigkeiten müssen bislang unbeantwortet bleiben. Insgesamt, so Singer (2009) ist das Konzept der Reaktionsnorm, wonach Genese das Potential darstellt und die Umweltfaktoren darüber entscheiden, inwieweit dieses ausgeschöpft wird, für das Anlage-Umwelt-Problem angemessen.

4.3.3 Einflussfaktoren kognitiver Entwicklung

Im Bereich der kognitiven Entwicklung wird unter den endogenen (personinterne) Einflussfaktoren im Besonderen der Anteil der Vererbung diskutiert und studiert.

Die Entwicklung kognitiver Fähigkeiten hängt jedoch nicht nur von inneren Prozessen ab, sondern auch vom Kontext. Dieser wiederum bestimmt die Art von Erfahrungen und Problemen, die ein Mensch in seinem Umfeld vorfindet und welche Kenntnisse zur Lösung von Problemen er erwirbt (Mietzel, 2002). Da die Schule und das Umfeld Schule exogene Einflussfaktoren darstellen, interessieren diese im Folgenden. Auf die Familie, den sozioökonomischen Status und die Kultur wird ebenso eingegangen, da die Kinder einer Schule und Klasse vielfältige Hintergründe haben. Diese können bei einer Fragestellung nach motorischer und kognitiver Entwicklung durch eine in den Schulalltag integrierte Bewegungsintervention von Bedeutung werden.

Exogene Faktoren

Als bedeutende exogene Einflussfaktoren der kognitiven Entwicklung werden das räumliche und persönliche Umfeld des Heranwachsenden diskutiert.

Schmidt (2008) sieht dies bezüglich als gesichert an:

(1) Dass individuelle Kompetenzen der Eltern ebenso wichtige protektive Faktoren für die Entwicklung sind, wie die Qualität und Intensität ihrer Unterstützungsleistungen die Entwicklung des Ichs und des Vertrauens zu sich und anderen fördern, (2) dass der langfristige Kindergartenbesuch soziale und kognitive Leistungen positiv beeinflusst, (3) dass die Wahrnehmung und Bewertung der Schule mit der schulischen Leistungsfähigkeit korreliert, d. h. die subjektive Problembelastung besonders bei schwächeren Kindern hoch ist und das Selbstkonzept negativ beeinflusst, (4) dass Akzeptanz unter Gleichaltrigen und stabile Freundschaften das Selbstwertgefühl positiv beeinflussen und schulische Defizite kompensieren können, (5) dass die eigenständige Sozialwelt am Nachmittag einerseits ein zentraler Ort der Entwicklung von Autonomie und Kompetenz ist, (6) dass diese Sozialwelt andererseits durch informelle und institutionalisierte Sporttermine geprägt wird.

4.3.3.1 Familie und sozioökonomischer Status

Auf Grundlage der ökologischen Systemtheorie, bestehen Einflüsse in zwei Richtungen, bei denen die Verhaltensweisen eines jeden Familienmitglieds die der anderen beeinflussen. Dabei wirken diese Systemeinflüsse sowohl direkt wie auch indirekt (Bronfenbrenner, 1981).

Untersuchungen haben gezeigt, dass beispielsweise Menschen mit einem niedrigen sozioökonomischen Status starken Wert auf äußere Merkmale wie Gehorsam, Höflichkeit, Ordnung und Sauberkeit legen, wenn man sie nach persönlichen Qualitäten, die sie sich für ihre Kinder wünschen, fragt. Im Gegensatz dazu betonen Eltern mit höherem sozioökonomischen Status psychologische Merkmale wie Neugier, Glück, Selbstbestimmung und kognitive und soziale Reife (Tudge et al., 2000).

Darüber hinaus engagieren sich Väter in Familien mit höherem sozialem Status mehr in der Kindererziehung und im Haushalt. Väter mit niedrigem Status legen das Gewicht mehr auf ihre Rolle als Ernährer. Diese Unterschiede werden in der Familieninteraktion reflektiert (Berk & Aralikatti, 2009).

Eltern mit höherem sozioökonomischem Status sprechen mehr mit ihren Klein- und Vorschulkindern und geben ihnen mehr Freizeit für Entdeckungen. Wenn sie älter sind bekommen sie von den Eltern mehr Wärme, Erklärungen und mündliches Lob. Diese Unterschiede familiärer Interaktion führen zu Unterschieden in der Förderung physischer und psychischer Entwicklung. Bereits im zweiten Lebensjahr korreliert der sozioökonomische Status positiv mit der kognitiven Entwicklung und der Sprachentwicklung. Während der frühen Kindheit und als Heranwachsende zeigen Kinder aus Familien mit höherem sozialem Status etwa neun Punkte mehr in IQ-Testwerten (Jensen & Figueroa, 1975; Merten, 2002), bessere Leistungen in der Schule (Walker et al. 1994) und sie erreichen ein höheres Ausbildungsniveau (Berk & Aralikatti, 2009). Die Nachteile in den Bereichen kognitiver Fähigkeiten und schulischen sowie beruflichen Erfolgs sind sogar weitaus gravierender als Nachteile in anderen Entwicklungsbereichen (Walper & Kruse, 2008).

Ein entscheidender Faktor dabei ist die Armut, denn nach Duncan, Brooks-Gunn und Klebanov (1994) ist die Intelligenzentwicklung bereits im Alter von fünf Jahren von der finanziellen Situation der Familie geprägt, und zwar unabhängig vom Bildungsniveau der Eltern und anderen Hintergrundvariablen.

Als Folge zeigen sich Auswirkungen finanzieller Mängellagen von Familien in Form von geringeren Schulleistungen. Jedoch beeinflussen sie auch, unabhängig davon, die Notengebung und die Übertrittsempfehlungen von Lehrerinnen und Lehrern, wenn es darum geht, Schülerinnen und Schüler in unterschiedliche Zweige der Sekundarstufe zu selegieren (Ditton, 2004).

Es ließ sich außerdem nachweisen, dass sich die schulische Leistungsschere im hohen Maße in der schulfreien Sommerferienpause eröffnet: während sich bei Kindern aus Familien mit geringem Einkommen im Verlauf der Sommerferien die Mathematikleistung verschlechtert, können Kinder aus Familien ohne finanzielle Knappheit ihre Leistung verbessern bzw. halten. Walper und Kruse (2008) erklären

sich das dahingehend, dass Kinder aus deprivierten Familien während der Freizeit deutlich weniger anregende Aktivitäten als Gleichaltrige aus besser gestellten Familien unternehmen. Darunter zählen sie Beschäftigungen wie Zoobesuche, Besuche in Bildungszentren, Reisen, Musikunterricht und nicht zuletzt Sportaktivitäten.

4.3.3.2 Kulturelle Einflüsse

Die Beherrschung der deutschen Sprache hat sich verstärkt als eine der wesentlichen Schlüsselkompetenzen für Bildung herausgestellt (Fried, 2004), was bedeutet, dass Bildungschancen in hohem Maße von den sprachlichen Fähigkeiten der Kinder abhängen.

„Obwohl überwiegend in Deutschland geboren und aufgewachsen, sind Kinder und Jugendliche mit Migrationshintergrund im Schnitt im Bildungssystem wesentlich weniger konkurrenzfähig als Kinder ohne Migrationshintergrund [...]“ (Beauftragte der Bundesregierung für Migration, Flüchtlinge und Integration, 2005, S. 25)

Auch ein Fazit differenzierter Untersuchungen von Kinderärzten und Logopäden ist, dass sich die Einschulung als große Selektionshürde erweist. Mit anderen Worten heißt das, schlechte Sprachkompetenz reduziert die schulischen Entwicklungsprognosen (Schmidt, 2008) oder „Für Kinder aus Zuwandererfamilien ist die Sprachkompetenz die entscheidende Hürde in ihrer Bildungskarriere“ (u. a. Bundesministerium für Familie, Senioren, Frauen und Jugend, 2000, S. 29; Auernheimer, 2001, S. 7; Stanat, 2003, S. 243).

Dies bestätigen Schmidt (2006) und die Daten aus der KIGGS Studie (Schenk et al., 2007), die zeigen konnten, dass Kinder mit Migrationshintergrund dreimal häufiger die Hauptschule besuchen, wohingegen sich die Gymnasialquote im Vergleich zu Kindern deutscher Herkunft um die Hälfte/ein Drittel reduziert. Daten von sozialhilfebeziehenden Jugendlichen verdeutlichen, dass sich der Umstand bis in das Jugendalter und darüber hinaus weiterträgt. Während jeder fünfte Heranwachsende in der Sozialhilfe über keinen Schulabschluss verfügt, ist es in der altersgleichen Gesamtbevölkerung nur jeder 30. (Schmidt, 2008).

Unabhängig von der eigentlichen Beherrschung der Bildungssprache im jeweiligen Land, konnten interkulturelle Studien zeigen, dass kulturelle Faktoren, wie Kommunikationsstil eine entscheidende Rolle in der kognitiven Entwicklung oder hinsichtlich schulischen Erfolgs spielen.

Shirley Brice Heath (1982) konnte durch Beobachtungen herausfinden, dass es je nach Ethnie und Kultur Unterschiede in familiären Fragestellungen und Kommunikationsweisen gibt. Aufgrund dieser unterschiedlichen Erfahrungen neigen schwarze Kinder aus ethnischen Minoritäten zur Entwicklung verbaler Fertigkeiten, wie das Erzählen von Geschichten und der Austausch schlagfertiger Bemerkungen. Sie erlernen also anstatt Fakten über die Welt, eine Sprache, die soziale und emotionale Themen betont. Darüber hinaus zeigen Eltern ethnischer Minoritäten ohne längere Schulausbildung einen kollaborativen Kommunikationsstil, wenn sie mit Kindern Schulaufgaben lösen. Mit zunehmender Bildung erreichen Eltern einen hierarchi-

schen Kommunikationsstil, wie der, der in Schulklassen vorherrscht. Diese scharfe Trennung zwischen der Kommunikation zu Hause und der Schule bei ethnischen Minderheiten führt demnach zu den schlechteren Test- und Schulergebnissen der Minderheitenkinder (Berk & Aralikatti, 2009).

Versuche, verbale Aufgabenstellungen herauszunehmen und gegen räumliches Urteilen und Handlungsaufgaben zu ersetzen, haben jedoch die Testwerte dieser Kinder nicht sehr erhöht. Selbst diese nicht verbalen Testaufgaben sind abhängig von Lernmöglichkeiten, da das Besitzen von Materialien oder Spielgeräten, die gewisse intellektuelle Fähigkeiten fördern, oft mit materiellen Möglichkeiten verbunden ist.

4.3.3.3 Das Setting Schule als Einflussfaktor kognitiver Entwicklung

Die bedeutenden Entwicklungsschritte, die Kinder in der Phase der mittleren Kindheit in den Bereichen Sprache, Informationsverarbeitung, Gedächtnis und Selbstregulation machen, sind auf der einen Seite Folge biologischer Reifungsprozesse, auf der anderen Seite werden sie in ganz wesentlichen Teilen auch durch die Tatsache und die Qualität der formalen Beschulung beeinflusst (Janke & Hasselhorn, 2008). Am Beispiel der Intelligenz (Kapitel 3.2.1: Intelligenz) wird diese Aussage im Folgenden begründet.

Schon ab dem 9. Lebensjahr gibt es keine nennenswerten Veränderungen der Korrelation zwischen Intelligenz und Alter. Da alle Kinder die Schule besuchen, stellt sich die Frage, ob die Schule einen maßgeblichen Einfluss auf die relativ schulunabhängige Intelligenz hat. Dieser Zusammenhang wurde bestätigt: Bei gleichem Lebensalter zeigte sich ein Anstieg in den Intelligenzleistungen mit der Dauer des Schulbesuchs (Oerter & Montada, 2008).

Neben förderlichen Einflüssen der Schule gibt es jedoch auch Risikofaktoren, die sich nachteilig auf die Intelligenzentwicklung auswirken, ohne dass die Stabilität maßgeblich davon betroffen ist. Dies spiegelt sich in drei Sachverhalten wider (Oerter & Montada, 2008):

(1) Ein genetisch mitdeterminiertes Ausgangspotential wird durch aktive Auseinandersetzung mit der Umwelt und vor allen Dingen durch gezielte Umweltförderung (Schule) für mehr oder minder alle Kinder mit fortschreitendem Alter entfaltet. Der Zuwachs kann entweder als proportional zum Ausgangsniveau oder als interindividuell stabil angesehen werden.

(2) Ein genetisch mitbestimmtes Ausgangspotential wird durch Risikofaktoren in seiner Entfaltung beeinträchtigt. Das Ausmaß der Beeinträchtigung geht in die Stabilität der Intelligenzunterschiede zwischen Personen mit ein: Je mehr Risikofaktoren vorhanden sind, desto stärker ist die Beeinträchtigung, die den IQ stabilisiert, sofern sie selbst konstant bleibt.

(3) Stabilitätskoeffizienten sind niemals gleich eins, sondern lassen eine Restvarianz offen, die sich in der Veränderung des IQ und damit der Position im Vergleich zur gleichaltrigen Gruppe widerspiegelt. Die „Unsicherheit“ in der Stabilität der Intel-

Intelligenz ist zugleich Chance und Gefahr, wenn sich die Intelligenz beeinträchtigenden Bedingungen in der Entwicklung häufen.

Schulen also, die günstige Umweltbedingungen bereit halten, haben die Möglichkeit, positiv auf Intelligenz und somit auf die kognitive Entwicklung der Kinder und Jugendlichen einzuwirken. Günstige Bedingungen sind u. a. nach Winter und Hartmann (2007) Bewegung und körperliche Aktivität, als integraler Bestandteil von Schule.

5 Körperliche Aktivität als Einflussfaktor motorischer und kognitiver Entwicklung

In der vorliegenden Arbeit wird der Frage nach motorischer und kognitiver Entwicklung durch körperliche Aktivität nachgegangen. Aus diesem Grund muss detailliert auf einzelne Aspekte körperlicher Aktivität eingegangen werden.

Nach einer begrifflichen Auseinandersetzung (Kapitel 5.1) werden die aktuellen Empfehlungen zur körperlichen Aktivität für Kinder (Kapitel 5.2) vorgestellt und diskutiert. Nach einem Überblick zum aktuellen Forschungsstand hinsichtlich körperlicher Aktivität bei Kindern heutzutage (Kapitel 5.3) werden die Einflussfaktoren (Kapitel 5.4) und Erfassungsmethoden (Kapitel 5.5) besprochen.

5.1 Begriffsbestimmung

Ausgehend von einem „weiten“ Sportbegriff werden im folgenden Kapitel die Begriffe „körperliche Aktivität“, „sportliche Aktivität“ und „körperlich-sportliche Aktivität“ definiert.

Die Begrifflichkeiten Sport und Bewegung, sportliche Aktivität, körperliche Aktivität, körperliches oder sportliches Training etc. umschreiben alle ein ähnliches Phänomen, wobei jeder Begriff seine eigene spezielle Bedeutung besitzt. In der vorliegenden Arbeit steht die „körperliche Aktivität“ im Fokus, innerhalb der im englischsprachigen Raum nochmals zwischen (1) „physical activity“ und (2) „physical exercise“ differenziert wird

(1) „Physical activity“ ist gleichzusetzen mit „körperlicher Aktivität“, die nach Bouchard und Shephard (1994) wie folgt definiert wird:

“Physical activity comprises any body movement produced by the skeletal muscles that results in a substantial increase over the resting energy expenditure.” (Bouchard & Shephard 1994, S. 77)

Sie betonen den durch die körperliche Tätigkeit provozierten Energieaufwand der Skelettmuskulatur. Dazu zählen somit alle Tätigkeiten mit nennenswertem Energieverbrauch oder Arbeitsumsatz. Die Definition schließt lediglich körperinterne Bewegungen (z. B. Darmaktivitäten) aus. „Körperliche Aktivität“ ist demnach ein umfassender Begriff, der sowohl die sogenannten Alltagsaktivitäten, Lebensstilaktivitäten oder „live style activities“ (Schlicht & Brandt, 2007) wie beispielsweise den Schulweg, die Haus- und Gartenarbeit, Aktivitäten in der Freizeit als auch sportliche und spielerische Aktivitäten, organisierte und nicht organisierte, beinhalten kann. Somit umfasst körperliche Aktivität jede körperliche Bewegung, die durch die Skelettmuskulatur ausgeführt wird und zu einem erhöhten Energieverbrauch führt (Caspersen, Powell & Christenson, 1985).

Für Kinder sollten spielerisch-sportliche Aktivitäten den größten Teil der körperlichen Aktivität ausmachen (Ward, Saunders & Pate, 2007).

(2) „Physical exercise“, im Deutschen „sportliche Aktivität“ genannt, ist die Teilmenge der körperlichen Aktivität, die in geplanter, strukturierter und sich wiederholender Form abläuft, mit dem Ziel eine oder mehrere Komponenten der körperlichen Fitness zu verbessern oder aufrechtzuerhalten (Caspersen et al. 1985). Sie spezifiziert die körperliche Aktivität, indem sie den Aspekt der Qualität einer Aktivität mit einbringt.

Diese Teilmenge wiederum beinhaltet zwei Teilbereiche: den nicht institutionalisierten Freizeitsport und den Vereins- und Schulsport. In einigen Arbeiten lässt sich vereinzelt die Differenzierung in „sportliche Aktivität“ für Vereins- und Schulsport und „körperlich-sportliche“ Aktivität für Freizeitsport finden. In der vorliegenden Arbeit werden diese Bereiche begrifflich nicht differenziert. „Sportliche Aktivität“ beinhaltet somit im Folgenden sowohl Vereins- als auch Freizeitsport (Abbildung 5-1).

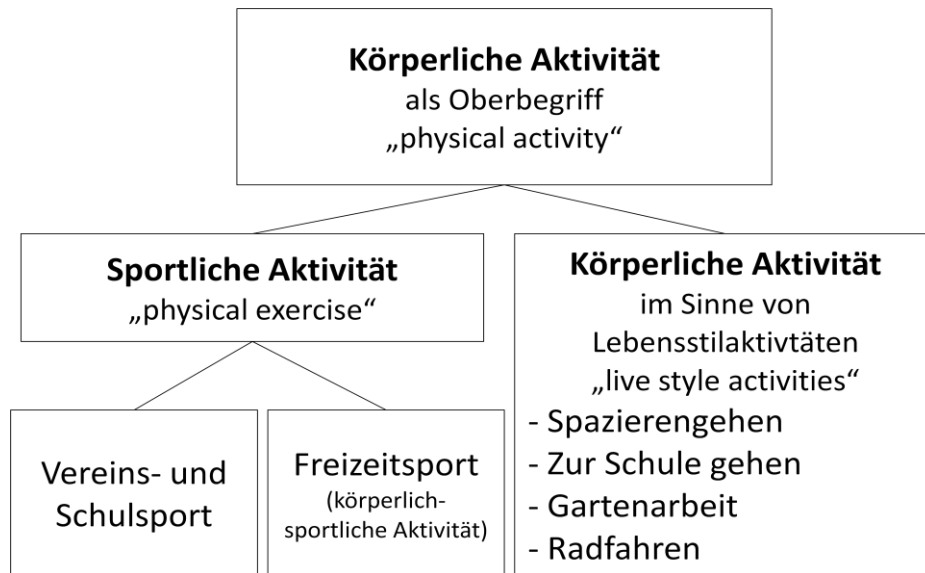


Abbildung 5-1: Begriffshierarchie zur körperlichen Aktivität

Ähnlich wie die oben beschriebenen Begrifflichkeiten lassen sich auch die Intensitätsstufen der körperlichen Aktivität und der Zusammenhang von Intensität und Energieverbrauch unterschiedlich darstellen. Neben der etwas genaueren Stufeneinteilung über METs¹ (Ward, Saunders & Pate, 2007), stellt sich die von den Centers for Disease Control and Prevention (CDC) und dem American College of Sports (ACSM) definierte Stufeneinteilung wie folgt dar (Riddoch et al., 2004) (Tabelle 5-1).

¹ MET = metabolische Äquivalent: 1 MET entspricht einem Kalorienverbrauch von 1 kcal je Kilogramm Körpergewicht pro Stunde.

Tabelle 5-1: Intensitätsstufen körperlicher Aktivität nach CDC-ACSM

Intensität	Energieverbrauch
Light (leicht)	< 4 kcal/min
Moderate (moderat)	4–7 kcal/min
Vigorous (anstrengend)	> 7 kcal/min

Jede Aktivität, die mit einem Energieverbrauch von unter vier kcal/min einhergeht, gilt demnach als leicht (light), ab vier kcal/min, also einer höheren Intensität, spricht man von moderater Aktivität und die Aktivität ab einem Energieverbrauch von sieben kcal/min wird als stark oder anstrengend (vigorous) bezeichnet. Unter der Bezeichnung MVPA (moderate-to-vigorous-physical-activity) versteht man jede Aktivität, die zu einem Energieverbrauch von mehr als vier kcal pro Minute führt. Diese angemessenen Bewegungs- und Belastungsreize stellen für Kinder und Jugendliche eine Notwendigkeit für die optimale Entwicklung physiologischer und psychologischer Leistungsfähigkeit dar (Weineck 2010).

Die Unterteilung wird im Rahmen des Forschungsstandes (Kapitel 6) eine Rolle spielen, da einige Studien zu Zusammenhängen zwischen Motorik, körperliche Aktivität und Kognition die Intensitätsstufen unterscheiden.

Aufgrund des schleichenden Rückgangs körperlicher Aktivität in Alltag und Freizeit wurden activity guidelines zum Aktivitätsverhalten entwickelt.

5.2 Activity Guidelines

Richtlinien zum Aktivitätsverhalten, Activity guidelines, werden schon seit vielen Jahren diskutiert.

In allen Richtlinien wird davon ausgegangen, dass das Erfüllen der Guideline gesundheitsfördernd ist und sich körperliche Aktivität positiv auf die Fitness, die Prävention von Krankheiten, die Förderung des Wohlbefindens und die Gewichtskontrolle auswirkt. Ziel ist es deshalb, schon in jungen Jahren zu einem aktiven Lebensstil zu erziehen (Corbin et al., 2002).

Für Erwachsene werden zwei Richtlinien (USDHHS, 2000; ACSM, 2000) diskutiert, welche vertiefend in Corbin, Le Masurier und Franks (2002) nachgelesen werden können. Zentrale Frage dieses Kapitels ist: Wie viel körperliche Aktivität brauchen Kinder und Jugendliche?

Vor 1990 wurden die Richtlinien für Erwachsene auch den Empfehlungen von Kindern zugrunde gelegt. Erst 1994 wurden Richtlinien für Jugendliche entwickelt, die als einheitliche Empfehlung verschiedener Länder herauskamen (Sallis & Patric, 1994). Diese Richtlinien beinhalten zwei Komponenten:

(1) Jugendliche sollten sich täglich 30 Minuten in Form von Spielen, Sport, Fortbewegung, Sportunterricht oder Ähnlichem bewegen.

(2) Zusätzlich sollten sie 20 Minuten oder mehr bei moderater bis starker Tätigkeit aktiv sein.

1998 wurden dann von der National Association for Sport and Physical Education (NASPE, 1998) und von der Health Education Authority (Corbin & Pangrazi & Welk, 1998) Richtlinien für Kinder entwickelt, die 2004 von der NASPE zuletzt überarbeitet wurden:

(1) Kinder sollten mindestens 60 Minuten bis zu einigen Stunden mehrmals pro Woche bis täglich altersgemäß körperlich aktiv sein. Der Aktivitätslevel sollte die meiste Zeit moderat bis anstrengend sein.

(2) Die oben angegebene Zeit körperlicher Aktivität sollte in Phasen angesammelt werden, wobei die Phasen 15 Minuten oder länger andauern sollten.

(3) Kinder sollten täglich an altersgemäßen körperlichen Aktivitäten zur Förderung der Gesundheit, der Fitness, der körperlichen Leistungsfähigkeit und des Wohlbefindens teilnehmen.

(4) Im Kindesalter sollten am Tag lange Phasen der Inaktivität (zwei oder mehr Stunden) vermieden werden (NASPE, 2004).

Die Meinungen über Umfang und Intensität der empfohlenen körperlichen Aktivität variieren (Fulton et al., 2004). Die internationalen Empfehlungen liegen zwischen 30 und 60 min moderater und starker körperlicher Aktivität täglich. Die Aktivitätszeit kann sich dabei aus mehreren Teilen zusammensetzen, wobei die einzelnen Einheiten jedoch nicht kürzer als zehn bis 15 Minuten sein sollten. Bei diesen Richtlinien handelt es sich um eine Mindestempfehlung, was heißt, dass die angegebene Menge an Aktivität mindestens erforderlich ist, um negative Auswirkungen auf die Gesundheit aufgrund von zu wenig körperlicher Aktivität zu vermeiden.

Internationale Empfehlungen zu Umfang und Intensität von körperlicher Aktivität liegen also zwischen 30 und 60 Minuten moderater und starker körperlicher Aktivität täglich.

Bei Datenerhebung anhand von Schrittzählern werden hingegen die Richtlinien über die Anzahl der Schritte festgelegt. Auch hier variieren die Meinungen über den Umfang der empfohlenen Schritte (Fulton et al., 2004).

Tudor-Locke & Myers (2001) und Tudor-Locke (2002) erarbeiten aus einem Review bestehend aus 32 Quer-, Längsschnitt- und Interventionsstudien die zu erwartende Schrittzahl verschiedener Altersklassen pro Tag (Abbildung 5-2). Hiernach gehen Kinder im Alter von acht bis zwölf Jahren zwischen 12 000 und 16 000 Schritte täglich, wobei die Jungen im Schnitt auf mehr Schritte kommen. Dies gilt auch für Jugendliche, die durchschnittlich zwischen 7 000 und 13 000 Schritte pro Tag zurücklegen. Gesunde Erwachsene gehen täglich 6 000 bis 8 500 Schritte täglich, und

Personen mit gesundheitlichen Einschränkungen oder chronischen Krankheiten kommen im Durchschnitt täglich auf 3 500 bis 5 500 Schritte.

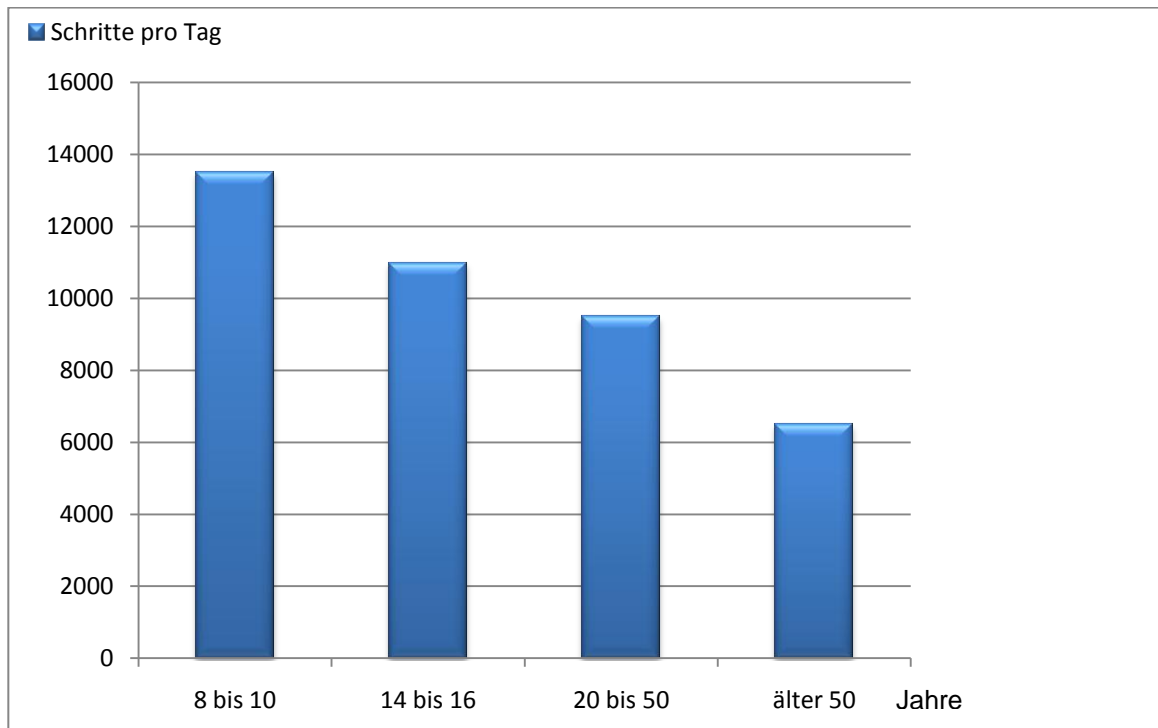


Abbildung 5-2: Zu erwartende Schrittzahl verschiedener Altersklassen pro Tag (entnommen aus Tudor-Locke & Myers, 2001; Tudor-Locke, 2002)

Diskutiert wird die Anzahl der Schritte sowohl je nach Alter als auch nach jeweiligem Ziel: Während Hatano (1993) für Erwachsene 10 000 Schritte pro Tag zur Gesunderhaltung empfiehlt, geht das US Department of Health and Human Services (1996) von der doppelten Anzahl an Schritten zur Gesundheitsförderung aus. Um Effekte auf das Körpergewicht durch Bewegung zu erzielen, variieren die Empfehlungen zwischen 9 000 Schritte pro Tag (Rowlands, Eston & Ingledew, 1999) und 15 000 Schritte pro Tag (Leermakers, Dunn & Blaire, 2000).

Für Kinder lautet die Empfehlung des President's Council on Physical Fitness and Sport (2001) zur Gesunderhaltung 11 000 Schritte für Mädchen und 13 000 Schritte für Jungen an mindestens fünf Tagen pro Woche.

Bei der Aktivitätsmessung mit Hilfe von Schrittzählern oder Accelerometern werden somit folgende Richtlinien aufgestellt: Mädchen sollten 11 000 Schritte und Jungen mindestens 13 000 Schritte pro Tag gehen (President's Council on Physical Fitness and Sports, 2001).

Erfüllung der Aktivitätsrichtlinien

Aufgrund variierender Empfehlungen hinsichtlich Quantitäten körperlicher Aktivität, variiert der Anteil der Kinder, die die Guideline erreichen.

Legt man die Ergebnisse der MoMo-Studie und der WHO-Studie (2002) zugrunde, kann berichtet werden, dass insgesamt 15.3 % der Kinder und Jugendlichen in Deutschland die in Anlehnung an die WHO postulierte Activity Guideline (eine Stunde mindestens moderater Aktivität an sieben Tagen pro Woche) erfüllen. Dabei differenziert sich das Ergebnis hinsichtlich des Geschlechts. Durchschnittlich erreichen 17.4 % der Jungen und 13.1 % der Mädchen diese empfohlene „Menge“ an körperlicher Aktivität. Im Vor- und Grundschulalter erreichen mehr Kinder die Aktivitätsrichtlinie als Kinder und Jugendlichen zwischen 11 und 17 Jahren. Je jünger also die Kinder sind, desto höher ist die Wahrscheinlichkeit, dass die Kinder den Forderungen der Guidelines nachkommen (Bös, 2009; WHO, 2002).

Die Ursache sehen Woll et al. (2008) u. a. darin, dass mit zunehmender Institutionalisierung der kindlichen Welt, durch länger werdende Schultage und steigenden Umfang der Hausaufgaben, immer weniger Zeit für tägliche Bewegung bleibt.

Insgesamt zeigen die Daten, dass mit der Einschulung sowohl die Dauer der körperlich-sportlichen Übungseinheiten als auch die Intensität zunehmen (Sportunterricht, Vereinssport), wohingegen die Häufigkeit zurückgeht. Der gesamtkörperliche Aktivitätsumfang verringert sich dadurch jedoch nicht. Das Resultat der Veränderung ist aber, dass der Anteil der Kinder, die die Aktivitätsguideline von 60 Minuten pro Tag moderate bis anstrengende körperliche Aktivität erfüllen, mit zunehmendem Alter zurückgeht. Aus diesem Grund kommt die Frage auf, „wie sinnvoll solche Aktivitätsempfehlungen überhaupt sind“ (Woll et al., 2008, S. 189)?

Dies bezüglich ist anzumerken, dass auch neuere Analysen der European Youth Heart Study (EYHS) zu dem Ergebnis kommen, dass Bezüge zur sportmotorischen Leistungsfähigkeit bei den bisherigen Analysen unberücksichtigt bleiben und somit auch die aktuellen Empfehlungen möglicherweise nicht ausreichend sind (Andersen et al., 2006).

Darüber hinaus rücken wichtige Fragen der Qualitäten körperlicher Aktivität in den Hintergrund: Bei den Empfehlungen zur körperlichen Aktivität kommt es entscheidend darauf an, den Energieumsatz zu steigern und zwar mit beliebiger Aktivität. Die Health Enhancing Physical Activity Empfehlung (HEPA) (Cavill, Biddle & Sallis, 2001) schränkt jedoch die Vielfalt möglicher Aktivitätsformen durch vornehmliche Empfehlungen zu ausdauernden Übungen implizit ein. Übungen zur Kräftigung der Muskulatur, zur Steigerung der Beweglichkeit oder zur Verbesserung intermuskulärer Koordination werden, trotz nachweislicher positiver Effekte, mit dem Konzept nicht oder kaum angesprochen.

Aktivitätspyramiden (beispielsweise von Corbin & Lindsey (2002), (Abbildung 5-3) stellen eine Methode dar, activity guidelines zu klassifizieren. An ihnen wird deutlich, welche Aktivitäten Bestandteil eines aktiven Lebensstils sein sollten und welchen Raum die jeweiligen Aktivitäten innerhalb der jeweiligen Empfehlung einnehmen sollten. Mit einer Bewegungspyramide wird empfohlen, niedrig intensive Belastung mit intensiverem Ausdauer-, Kraft- und Beweglichkeitstraining sowie weitergehen-

den sportlichen Aktivitäten zu kombinieren. Folgende Beschreibungen der Aktivitätslevels lehnen an die Ausführungen von Corbin und Lindsey (2002) an.

Der aktive Lebensstil (Level 1), der bis zum Alter von zehn bis zwölf Jahren einen großen Anteil der Gesamtaktivität einnimmt, umschreibt Alltagsaktivitäten auf einem moderaten Intensitätsniveau, wie beispielsweise Fußwege oder das Verwenden der Treppe sowie alltägliche Tätigkeiten im Haus.

Level Zwei umfasst Sport im eigentlichen Sinn, wie z. B. Tennis, Fußball und Basketball. Im Alter von fünf bis neun Jahren sollte jedoch das Erlernen neuer Fähigkeiten im Vordergrund stehen und weniger eine hohe Intensität. Im Alter ab zehn Jahren ist der größte Anteil der Jugendlichen in derartigen Sportarten aktiv. Allerdings liegt auch hier der Schwerpunkt auf dem Erlernen neuer Fähigkeiten und dem Spielen an sich.

Im Besonderen werden in Level Zwei Aktivitäten im aeroben Bereich, wie beispielsweise Joggen, Schwimmen, Wandern und Fahrradfahren, angesiedelt. Für Kinder im Alter von fünf bis neun Jahren sind periodische Aktivitäten in diesem Intensitätsbereich typisch. Kinder und Jugendliche ab zehn Jahren üben derartige Belastungen auch über längere Zeit aus, allerdings muss hierfür ein für die Kinder einleuchtender Grund vorhanden sein.

Zu Ebene Drei gehören Übungen, die die Beweglichkeit, Kraft und Kraftausdauer fördern. Im Alter bis zu neun Jahren ist ein gezieltes Training nicht erforderlich, wenn die Kinder ansonsten ausreichend aktiv sind. Spielerische Förderung (z. B. Stützen und Hangeln) ist jedoch durchaus möglich und sinnvoll. Ab zehn Jahren sollten Übungen zur Beweglichkeit, Kraft und Kraftausdauer durchaus einfließen. Es wird dann zunehmend wichtig, den Kindern die Notwendigkeit von bestimmten Übungen verständlich zu machen.

Level Vier beinhaltet Tätigkeiten, die kaum oder wenig körperliche Aktivität erfordern: beispielsweise Computerspiele, Fernsehen und Lesen, die auch Bestandteil der kindlichen Lebenswelt sind und wie der Sport ihre Daseinsberechtigung haben. Allerdings sollte die Zeit, die auf derartige Aktivitäten verwendet wird, in allen Altersklassen nicht zu groß sein.

Richtlinien und Empfehlungen zur körperlichen Aktivität haben somit zwei Dimensionen: Auf der einen Seite spielt die Quantität, auf der anderen Seite die Qualität körperlicher Aktivität eine Rolle.

Die Wahl einer Guideline und der Einbezug von Qualitäten hängen zentral von der Fragestellung und Zielsetzung der Studie ab. Die vorliegende Studie nimmt weniger den Erhalt oder die Verbesserung der Gesundheit, als vielmehr Zusammenhänge mit der motorischen und kognitiven Entwicklung und dessen Förderung, in den Fokus.

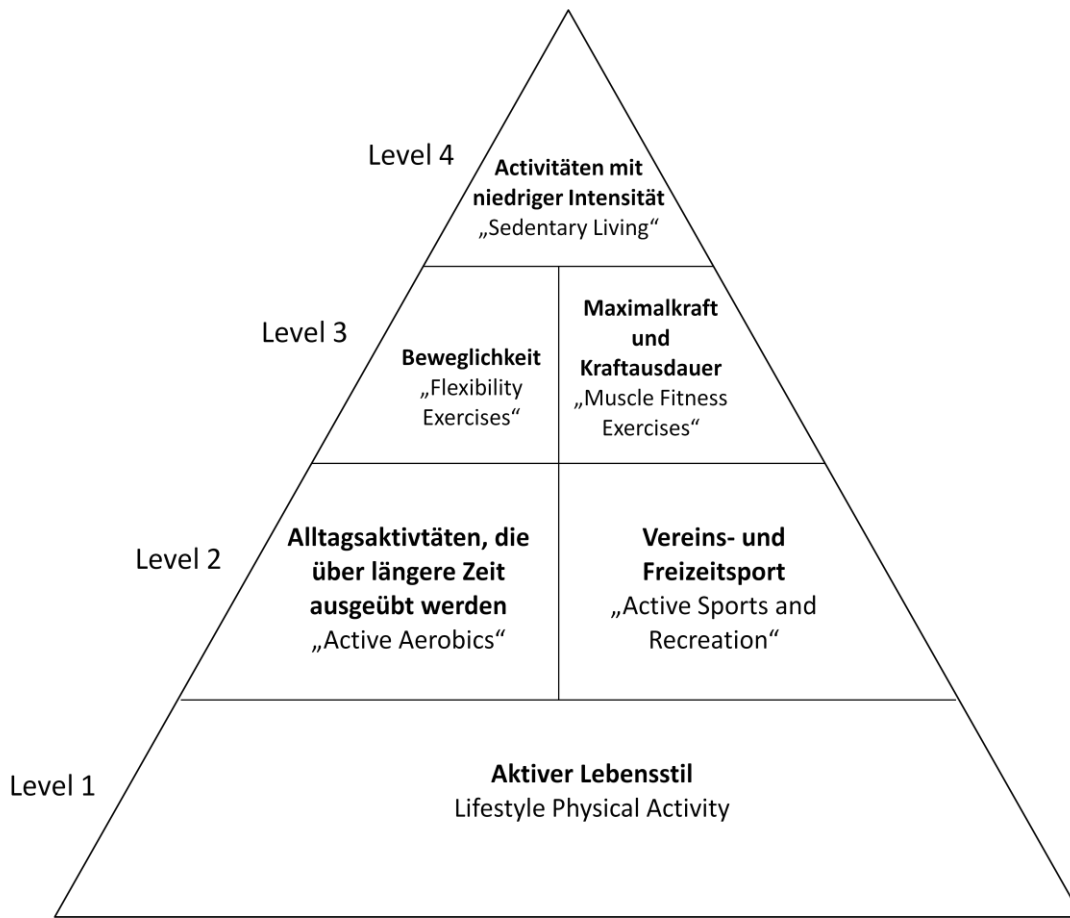


Abbildung 5-3: Pyramide der körperlichen Aktivität (Corbin & Lindsey, 2002)

Dies wiederum beeinflusst die Wahl der Erfassungsinstrumente. Auf die möglichen Methoden der Erfassung von körperlich-sportlicher Aktivität und deren Vor- und Nachteile wird in Kapitel 5.5 näher eingegangen. Im Vordergrund steht hierbei die Anwendbarkeit entsprechender Messverfahren bei Kindern und Jugendlichen.

In der vorliegenden empirischen Studie wird u. a. die körperliche Aktivität der Kinder erfasst. Im Vergleich zu motorischen oder kognitiven Testverfahren liegen bei der Messung der körperlichen Aktivität jedoch keine Normwerte vor und die Guidelines zur körperlichen Aktivität sagen nichts über die tatsächliche durchschnittliche Aktivität von Kindern aus. Aus diesem Grund wird im Folgenden auf die Epidemiologie eingegangen. Von Interesse sind hier insbesondere die Aktivität in der Schule und Daten von Pedometerstudien.

5.3 Epidemiologie

Beklagt werden zunehmend die Reduktion der körperlichen (Alltags)Aktivität und deren negativen Auswirkungen auf die Entwicklung von Kindern und Jugendlichen (Pate et al., 2002; Dordel, 2003). Dabei stehen hauptsächlich motorische Defizite und gesundheitliche Probleme im Fokus (Opper, Worth & Bös, 2005).

Zur Epidemiologie körperlicher Aktivität von Kindern und Jugendlichen lassen sich zahlreiche Studien finden. Allerdings variieren diese bezüglich ihrer Methoden zur Erfassung der körperlichen Aktivität und der untersuchten Bereiche der körperlichen Aktivität.

Auf der einen Seite ist der Vergleich der Ergebnisse untereinander aufgrund unterschiedlicher Methoden (direkte vs. indirekte) und Einheiten (z. B. Anzahl der Schritte, Dauer der Herzfrequenz über einer bestimmten Pulsgrenze, Anzahl der Minuten, die auf eine bestimmte Tätigkeit verwendet wird, MET etc.), die keine direkte Umrechnung zulassen, sehr schwierig. Auf der anderen Seite werden je nach Studie verschiedene Bereiche der körperlichen Aktivität (Vereinssport, Schulsport und Freizeitaktivität), die nicht in Beziehung gesetzt werden, untersucht.

Die European Youth Heart Study (EYHS) stellt eine Datenbank bereit, die die Alltagsaktivität von Kindern und Jugendlichen umfassend dokumentiert (Riddoch et al., 2004). Diese Daten zeigen auf, dass bei Kindern und Jugendlichen Bewegungsmangel ein europaweites Problem darstellt (Ommundsen et al., 2006). Für Deutschland liegen aktuell repräsentative Daten vor, die im Rahmen der KIGGS-Studie im Motorik-Modul (MoMo) erfasst wurden und diese Ergebnisse der EYHS untermauern (Bös, 2009).

Es wird davon ausgegangen, dass die Alltagsaktivität in den letzten Jahrzehnten bei Kindern und Jugendlichen in Deutschland stark abgenommen hat. Bewegungsumfänge sechs- bis zehnjähriger Kinder betragen in den siebziger Jahren drei bis vier Stunden. Heute sind Kinder und Jugendliche jedoch nur noch eine Stunde pro Tag aktiv (Bös, Opper & Woll, 2002).

Aktuell, so die Daten der MoMo-Studie, spielen drei Viertel der Kinder im Alter von drei bis zehn Jahren täglich im Freien. Mit zunehmendem Alter lässt sich allerdings ein leichter Rückgang erkennen. Dieser wird mit veränderten Interessen und auch mit zunehmenden Pflichten in der Schule erklärt (Hempel et al. 2006). Über die Hälfte der Drei- bis Zehnjährigen treibt ca. einmal in der Woche in einem Verein Sport. Dieser Anteil nimmt mit dem Alter zu. Während im Vorschulalter etwas mehr Mädchen als Jungen in einem Verein aktiv sind, ist dies im Grundschulalter genau umgekehrt. Trotz des immer höheren Organisationsgrades von Kindern und Jugendlichen im Sportverein – ca. 80 % der Kinder sind irgendwann einmal Mitglied in einem Verein – nimmt der Umfang körperlicher Bewegung vor allem im Alltag ab (Woll & Bös, 2004). Bereits 1999 wurde vom Kindes- bis Jugendalter ein deutlicher Rückgang des Aktivitätsverhaltens konstatiert (Sallis & Owen, 1999). Es ist davon auszugehen, dass sich dieser „Einbruch“ im Aktivitätsverhalten in der Lebensphase von Kindern und Jugendlichen zunehmend vorverlagert. Kinder steigen zwar immer früher in die sportliche Aktivität im Verein ein, jedoch auch immer früher aus der Aktivität wieder aus.

So spielt die körperlich aktive Gestaltung der Freizeit bei einem Viertel aller Mädchen der Altersgruppe von 14 bis 17 Jahre beispielsweise gar keine Rolle mehr (Hempel et al. 2006).

Dennoch ist und bleibt nach Bös (2009) sportliche Aktivität eine der wichtigsten Freizeitaktivitäten von Kindern und Jugendlichen. Die große Mehrheit der sechs- bis 17-Jährigen in Deutschland äußern eine positive Einstellung gegenüber sportlicher Aktivität (Bös, Opper & Woll, 2002). Mit zunehmenden Alter nimmt das Interesse (zumindest) am Sportunterricht jedoch ab (Bös, Opper & Woll, 2002; Gerlach et al. 2006; Bös, 2009).

5.3.1 Aktivität in der Schule

Die Art und Weise wie Kinder und Jugendliche zur Schule kommen, ist in dem vorliegenden Kontext von Interesse. Denn die vorliegende Studie bezieht sich auf die allgemeine körperliche Aktivität pro Tag im Setting Schule. Dabei spielt der Schulweg eine bedeutende Rolle, da dieser von jedem Schulkind täglich zurückgelegt wird. Wie Abbildung 5-4 zeigt, kommen die meisten Kinder zu gleichen Teilen entweder zu Fuß oder mit öffentlichen Verkehrsmitteln zur Schule. Allerdings unterscheiden sich auch hier die Mädchen und die Jungen. Während 54.2 % der Jungen mit dem Fahrrad in die Schule kommen, werden vor allem Mädchen (53.5 %), häufiger als Jungen (46.5 %) mit dem Auto in die Schule bzw. den Kindergarten gefahren (Bös, 2009).

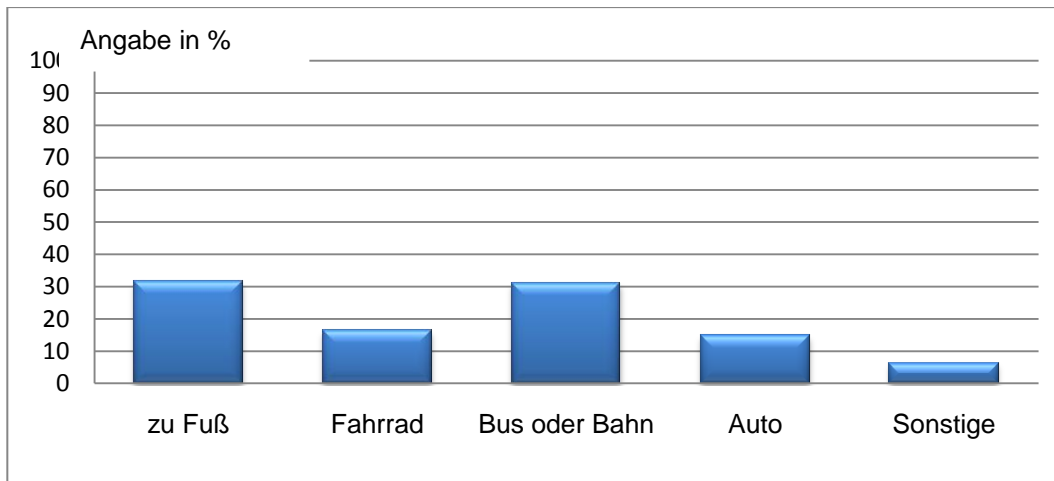


Abbildung 5-4: Der Weg zur Schule oder in den Kindergarten
(entnommen aus Bös, 2009, S. 167)

Im Ländervergleich (Abbildung 5-5) wird deutlich, dass die Prozentzahl der Kinder, die nicht motorisiert zur Schule kommen, stark von den Daten der KIGGS-Studie abweicht. Des Weiteren zeigt die Abbildung, dass deutsche Kinder im Vergleich zu anderen Ländern am aktivsten zur Schule kommen.

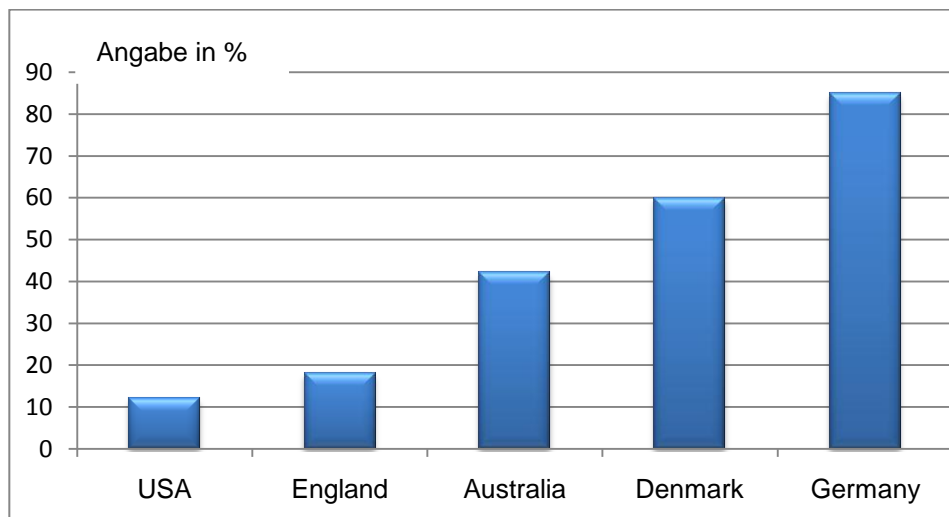


Abbildung 5-5: Kinder, die nichtmotorisiert zur Schule gehen, im Ländervergleich (entnommen aus Ward, Saunders & Pate, 2007, S. 14)

Vor dem Hintergrund der Tatsache, dass Kinder und Jugendliche im modernen Alltag immer weniger die Möglichkeiten zur spontanen Bewegung und zum Sport haben, wird das Ziel, Schüler und Schülerinnen zur lebenslangen körperlich-sportlichen Aktivität im und durch Schulsport in der Grundschule zu motivieren, immer wichtiger (Süßenbach, 2008).

Aufgrund der Länderhoheit in Sachen Bildung, individueller Schulprofile und Kontingenzstundentafeln, gibt es jedoch keine deutschlandweite und gültige Richtlinie für die Anzahl der Sportunterrichtsstunden, die jedem Kind zustehen. Zwar empfiehlt die Kultusministerkonferenz drei Sportstunden pro Woche für den Sportunterricht in der Schule, es ist aber lange nicht gesichert, dass diese auch unterrichtet werden (u. a. Prohl & Krick, 2006). So berichtet der Deutsche Sportbund e. V., dass jede dritte bzw. vierte vorgesehene Stunde Sportunterricht nicht stattfindet und wenn der Sportlehrer und -lehrerinnen nicht da ist, wird fast die Hälfte der Sportstunden (42.5 %) ersatzlos gestrichen (Deutscher Sportbund e. V., 2006). Das ist gravierend, da Dale et al. (2000) zeigten, dass Schülerinnen und Schüler einen inaktiven Vormittag nicht durch nachmittägliche Aktivität kompensieren. Im Gegenteil fanden sie sogar höhere Aktivitäten an den Nachmittagen, denen ein bewegter Vormittag vorausgegangen war.

Sowohl die SPRINT-Studie (Brettschneider & Gerlach, 2004) als auch das Motorik-Modul der KIGGS-Studie erfassen Daten zum Umfang der Sportstunden in der Schule. Beide Untersuchungen dokumentieren im Durchschnitt 2.2 Stunden pro Woche Sportunterricht in der Schule oder Bewegungszeit im Kindergarten (Bös, 2009; Hofmann et al., 2006). In der MoMo-Studie steigert sich die Stundenzahl mit dem Alter der Kinder und nimmt mit dem Alter zwischen 14 und 17 Jahren wieder ab. Sechs- bis Zehnjährige haben durchschnittlich 2.4 Stunden Sportunterricht pro Woche (SD = 0.8), Elf- bis 13-Jährige haben wöchentlich 2.5 (SD = 0.8) und die 14- bis 17-Jährigen 2.1 Stunden Sportunterricht (SD = 0.9).

Aus trainingswissenschaftlicher Sicht ist, über die Anzahl der Sportstunden hinaus, die Frage nach der Anzahl der Tage, an denen Sportunterricht stattfindet, relevant. Sowohl die SPRINT- als auch die MoMo-Studie berichten von durchschnittlich zwei Tagen pro Woche ($SD = 0.8$) in der Grundschule, an denen Sportunterricht durchgeführt wird, wobei davon 48.5 % der Sechs- bis Zehnjährigen an drei Tagen oder häufiger Sportunterricht haben. Mit dem Altersgang verringert sich die durchschnittliche Anzahl der Tage mit Sportunterricht.

Zusätzlich zum regulären Sportunterricht nehmen durchschnittlich 9.9 % der Kinder und Jugendlichen an einer Sport-AG teil. Von den sechs- bis zehnjährigen Kindern machen 9.1 %, von den Elf- bis 13-Jährigen 11.1 % und von den 14- bis 17-Jährigen 9.7 % bei einer AG mit. Es zeigt sich, dass mit 10.8 % eher die Jungen als die Mädchen (9.0 %) das zusätzliche Angebot einer Sport-AG annehmen (Bös, 2009, auch Kurz & Tietjens, 2000).

5.3.2 Pedometer-Studien

Im Folgenden werden internationale und nationale Studien in den Fokus genommen, die mit Schrittzählern die körperliche Aktivität von Kindern und Jugendlichen dokumentieren.

Eine differenzierte Darstellung international durchgeführter Pedometer-Studien bietet Tabelle 5-2. Es wurde eine umfassende Literaturrecherche mit Hilfe computergestützter Datenbanken durchgeführt. Dazu wurden die von der Universität Osnabrück bereitgestellten und frei zugänglichen Datenbanken SPOLIT, MEDLINE, ViFa und FIS sowie ELSEVIEW, PSYCHINFO, ERIC, ScienceDirect und SCHOLAR.GOOGLE.COM herangezogen.

Als Schlagworte wurden u. a. Aktivität, Sport, Freizeitsport, Freizeitaktivität in Kombination mit der Messmethode, Schrittzähler und Pedometer sowie die relevante Altersgruppe der Kinder und Jugendlichen eingegeben. Entsprechend wurde mit den englischen Schlagwörtern verfahren.

Während der Recherche ergaben sich weitere Quellenhinweise und Hinweise auf internationale Fachzeitschriften, die je nach Zugangsmöglichkeit ebenso ausgewertet wurden.

Es wurden Pedometer-Daten von Kindern (u. a. Vincent & Pangrazi, 2002) und Jugendlichen (u. a. Wilde et al., 2004) jeden Alters gesammelt. Diese stammen aus keiner nationalen Stichprobe, wie es für The Youth Risk Behavior Surveillance Survey (YRBSS) (Grunbaum et al., 2002) der Fall ist, aber sie machen auf Basis großer Stichproben allgemeine Aussagen über die körperliche Aktivität von Kindern der USA, die die Daten aus repräsentativen Fragebogenstudien wie beispielsweise The Youth Media Campaign Longitudinal Study (YMCLS) (Duke et al., 2003) und YRBSS, untermauern (Corbin, Pangrazi & Le Measurier, 2004).

Differenziert nach Altersgruppen geben Cobin, Pangrazi & Le Measurier (2004) mit ihrem Schaubild (Abbildung 5-6) eine Übersicht über die erhobenen Mittelwerte der zurückgelegten Schritte pro Tag. In jedem Alter machen Jungen täglich mehr Schritte als Mädchen. Dieser Geschlechterunterschied bei Kindern, Jugendlichen und auch Erwachsenen ist vielfältig veröffentlicht und belegt (u. a. Trost et al. 2002; Riddoch et al. 2004).

Nach Vincent & Pangrazi (2002) ist die Schrittzahl im Alter von sechs bis 14 Jahren relativ gleichbleibend. Siebtklässlerinnen und Siebtklässler bewegen sich im Durchschnitt weniger als jüngere Kinder. Auch Wilde et al. (2004) verzeichnen einen Rückgang täglich gelaufener Schritte je älter die Kinder werden. Für Jugendliche (15 bis 18 Jahre) beschreiben sie einen signifikanten Unterschied zwischen den Altersklassen der 16-Jährigen und den 18-Jährigen. Hier nimmt die Schrittzahl von 10.986 Schritte (SD = 3 456) auf 9 643 Schritte (SD = 3 039) ab (Wilde et al., 2004). Dieser Einbruch körperlicher Aktivität zeigt sich allerdings in Studien mit anderen Messmethoden (Fragebogen, Kalorienverbrauch) nicht so massiv.

Allgemein sammeln Jugendliche in den vorliegenden Studien täglich mehr Schritte als Erwachsene (Jungen: 11 000-13 000 Schritte/Tag, Mädchen: 10 000-11 000 Schritte/Tag, aktive Erwachsene: 7 000-10 000 Schritte/Tag, weniger aktive Erwachsene: 5 000-8 000 Schritte/Tag (Cobin, Pangrazi & Le Measurier, 2004).

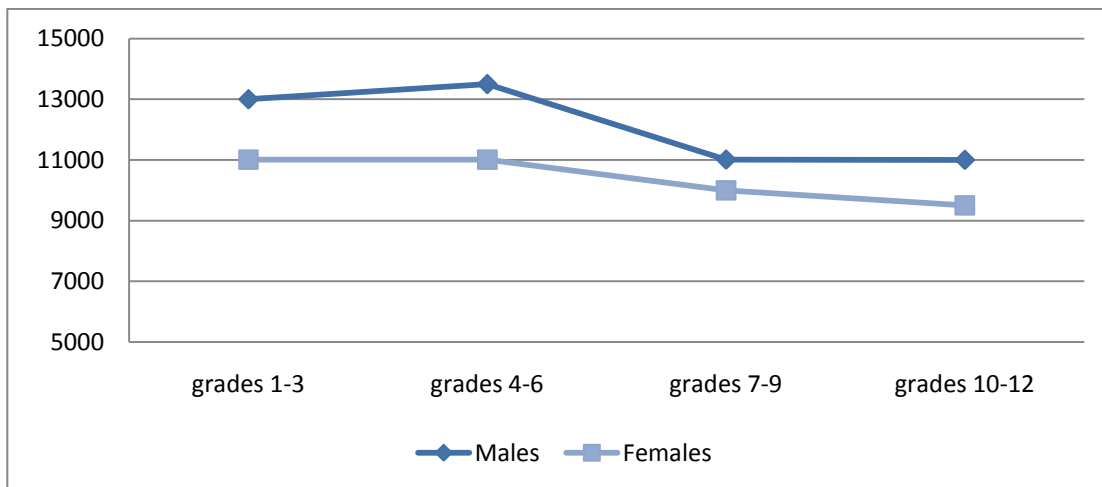


Abbildung 5-6: Durchschnittlich gegangene Schritte pro Tag, differenziert nach Alter (entnommen aus Cobin, Pangrazi & Le Measurier, 2004)

Die Wichtigkeit der Differenzierung zwischen schulischen und außerschulischen Aktivitäten, zwischen Unterricht und Schulpause und zwischen Wochen- und Wochenendtagen unterstreichen die Studien von u. a. Rowlands et al. (1999), Vincent und Pangrazi (2002), Cox et al. (2006), Duncan et al. (2006), Tudor-Locke et al. (2006) und Duncan et al. (2007).

Vincent und Pangrazi (2002), fanden heraus, dass Mädchen und Jungen an Werktagen im Durchschnitt 10 923 und 13 162 Schritte pro Tag zurücklegen. Diese interindividuellen Unterschiede begründen die Autoren mit den unterschiedlichen Freizeitaktivitäten von Jungen und Mädchen.

Die Studie von Cox et al. (2006) zeigt auf, dass neuseeländische Kinder (im Alter von von bis elf Jahren) bedeutsam mehr Schritte an Werktagen außerschulisch machen als in der Schule. Nach einer Einteilung der Gruppe in aktive und weniger aktive Kinder wurde deutlich, dass sich die Gruppe der aktiven Kinder lediglich im Aktivitätslevel außerhalb der Schule, nicht aber in der Schulzeit unterscheidet (Vincent & Pangrazi, 2002). Inwieweit diese Ergebnisse auf andere Kinder und Länder übertragbar sind und ob sich die Ergebnisse nach Differenzierung der Geschlechter ebenso darstellen, kann nicht beantwortet werden.

Tudor-Locke u. a. (2006) untersuchten die Aktivitätslevel von Mädchen und Jungen vor, während und nach der Schule. Sie fanden heraus, dass sich Jungen während der Unterrichts- und Mittagspausen und nach der Schule mehr bewegen als Mädchen. Vor der Schule und während des Sportunterrichts allerdings unterscheiden sich Mädchen und Jungen aus sechsten Klassen nicht.

Es ist wahrscheinlich, dass sich aktive und weniger aktive Mädchen und Jungen hinsichtlich der körperlichen Aktivität im Tagesverlauf unterscheiden. Erkenntnisse dazu stehen noch aus, was weitere Untersuchungen erfordert. Darüber hinaus ist eine Differenzierung in Wochen- und Wochenendtage zwingend, da zahlreiche Studien belegen, dass sich die Aktivitätslevel der Kinder im Wochenverlauf zugunsten der Wochentage unterscheiden (Rowlands et al. 1999; Duncan et al. 2006; Duncan et al. 2007), auch wenn dies nicht durchgängig belegt wurde (Trost et al. 2000).

In Bezug auf sehr aktive und weniger aktive Kinder ist somit die Konsistenz der Aktivitätslevel über Werktage und Wochenendtage interessant zu beobachten; d. h. das Ausmaß zu bestimmen, inwieweit Kinder, die an Werktagen sehr (oder weniger) aktiv sind, an Wochenendtagen aktiv sind.

Die Daten machen insgesamt deutlich, dass ein großer Teil der heutigen Kinder und Jugendlichen in ihrer Freizeit, gemessen an den Aktivitätsrichtlinien, zu wenig körperlich aktiv ist. Darüber hinaus zeigt sich, dass der Sportunterricht oder die schulischen Sport-AG-Angebote die von den Aktivitätsrichtlinien empfohlene Häufigkeit und Dauer körperlicher und sportlicher Aktivität nicht kompensieren.

Tabelle 5-2: Pedometer-Studien: chronologisch geordnet, differenziert nach Ergebnissen, Methode und Autor

Quelle	Stichprobe: N, Alter	Erfasster Zeitraum	Ergebnisse
Vincent, S & Pangrazi, R. (2002). An examination of the activity patterns of elementary school children. <i>Pediatr Exerc Sci</i> , 14, 432-441.	N = 711, 6-12 J.		USA: Ø 10 479-14 989 Schritte/Tag signifikanter Geschlechtsunterschied: Jungen machen durchschnittlich 13 145 Schritte und die Mädchen 10 877 Schritte am Tag. empfohlene Richtlinie von 11 000-13 000 Schritten für Mädchen und Jungen pro Tag
Wilde, B. (2002). <i>Activity patterns of high school students assessed by a pedometer and a national activity questionnaire</i> . Arizona State University: Mesa, AZ.	N = 600, 14-16 J.		11 000-12 000 Schritte/Tag Mädchen weniger aktiv als die Jungen
Vincent, S. D., Paganzi, R. P., Raustorp, A., Michaud Tomson, L. & Cuddihy T. F. (2003). Activity levels and body mass index of children in the United States, Sweden, and Australia. <i>Medicine and science in sports and exercise</i> , 35(8), 1367-1373.	N = 1954, 6-12 J.	4 Tage	Schweden: Jungen: 15 673-18 346 Schritte/Tag Mädchen: 12 041-14 825 Schritte/Tag Australien: Jungen: 13 864-15 023 Schritte/Tag Mädchen: 11 221-12 322 Schritte/Tag USA: Jungen: 12 554-13 872 Schritte/Tag Mädchen: 10 661-11 383 Schritte/Tag Negativer signifikanter Zusammenhang zwischen BMI und körperlicher Aktivität (je höher der BMI ist, desto niedriger ist das Aktivitätslevel)

Körperliche Aktivität als Einflussfaktor motorischer und kognitiver Entwicklung

Wilde, B. E., Corbin, C. B. & Masurier, G. C. (2004). Free-living pedometer Step counts of high school students. <i>Pediatric Exercise Science</i> , 16, 44–53.	N = 602, 9–12 J.		Jungen sind aktiver als Mädchen 10. Klasse signifikant aktiver als Klasse 12. 9. Klasse: 10 717 +/- 3 342, 10. Klasse: 10 986 +/- 3 456, 11. Klasse: 10 226 +/- 2 954, 12. Klasse: 9 643 +/- 3 039 (Schritte/Tag)
Raustorp, A., Pangrazi, R. & Stahle, A. (2004). Physical activity level and body mass index among schoolchildren in south- eastern Sweden. <i>Acta paediatrica</i> , 93, 400–404.	N = 871, 7–14 J.	4 aufeinander folgende Tage	Jungen aktiver als Mädchen Kein signifikanter Zusammenhang zwischen BMI und der Anzahl der Schritte, weder bei den Jungen noch bei den Mädchen Jungen MW = 16 233 Schritte/Tag (SD = 3 648) Mädchen MW = 13 514 Schritte/Tag (SD = 2 894)
Cox, M., Schofield, G., Greasley, N. & Kolt, G. (2006). Pedometer steps in primary school-aged children: a comparison of school-based and out-ofschool activity. <i>J Sci Med Sport</i> , 9, 91–97.	N = 91, 1.–6. Schuljahr	3 aufeinander folgende Schultage	Jungen (X = 15 606; SD = 4 601) aktiver als Mädchen (X = 13 031; SD = 3 079) 52.4 % der täglichen Schritte werden außerschulisch gelaufen Mädchen (53.6 %) Jungen (51.3 %). Die aktiven Kinder der Stichprobe gehen sogar 55.1 % der täglichen Schritte außerhalb der Schule
Tudor-Locke, C., Lee, S., Morgan C., Beighle, A. & Pangrazi, R. (2006). Children's pedometer-determined physical activity during the segmented school day. <i>Med Sci Sports Exerc</i> , 38, 1732–1738.	N = 81, 10–12 J.	5 Schultage	Jungen aktiver als Mädchen: 16 421 ± 5 444 gegen 12 332 ± 3 056 Schritte/Tag Jungen außerschulisch aktiver (vor der Schule: 1 289 Schritte, in der Pause: 479 Schritte, Mittagspause: 608 Schritte, nach der Schule: 1 872 Schritte) Jungen und Mädchen im Sportunterricht gleich aktiv: (1 429 ± 567 gegen 1 410 ± 445 Schritte; P = 0.87).

Körperliche Aktivität als Einflussfaktor motorischer und kognitiver Entwicklung

<p>Duncan, J. Schofield, G. & Duncan, E. (2006). Pedometer-determined physical activity and body composition in New Zealand children. <i>Med Sci Sports Exerc</i>, 38, 402–409.</p>	<p>N = 1115, 5–12 J.</p>	<p>3 Wochentage, 2 Wochenendtage</p>	<p>Wochentage: Jungen: 16 133 +/- 3 864 Mädchen: 14 124 +/- 3 286</p> <p>Wochenendtage: Jungen: 12 702 +/- 5 048 Mädchen: 11 158 +/- 4 309</p> <p>Signifikante Unterschiede hinsichtlich Wochentag, Geschlecht, Ethnizität, sozioökonomischer Status, Alter</p>
<p>Duncan, M., Al-Nakeeb, Y., Woodfield, L. & Lyons, M. (2007). Pedometer determined physical activity levels in primary school children from central England. <i>Prev Med</i>, 44, 416–420.</p>	<p>N = 208 8–10 J.</p>	<p>4 aufeinanderfolgende Tage im Winter, Frühling, Sommer</p>	<p>Signifikant mehr Schritte unter der Woche (13 827) als am Wochenende (10 334), Jungen (12 263) legen signifikante mehr Schritte zurück als Mädchen (11 748)</p>
<p>Duncan, E., Duncan, J. & Schofield, G. (2008). Pedometer-determined physical activity and active transport in girls. <i>International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity</i>, 5.</p>	<p>N = 1513, 5–16 J.</p>	<p>3 aufeinanderfolgende Tage unter der Woche, 2 Wochenendtage</p>	<p>Die Anzahl der Schritte war in der Woche höher (12 297 +/- 3 630) als am Wochenende (9 528 +/- 4 403)</p> <p>Ethnizität und Alter zeigen Interaktionen zur Anzahl der Schritte</p> <p>Mit dem Alter nimmt die Anzahl ab,</p> <p>Maoris sind die aktivste Gruppe, Südasiaten bilden die am wenigsten aktiven der Stichprobe</p>
<p>Duncan, J., Hopkins, W., Schofield, G. & Duncan, E. (2008). Effects of Weather on Pedometer-Determined Physical Activity in Children. <i>Medicine & Science in Sports & Exercise</i>. 40(8), 1432-1438</p>	<p>N = 1115, 5–12 J.</p>	<p>3 aufeinanderfolgende Tage unter der Woche, 2 Wochenendtage</p>	<p>Wochentag: Jungen: 16 100 +/- 5 000 Mädchen: 14 200 +/- 4 200</p> <p>Wochenendtag: Jungen: 12 900 +/- 5 900 Mädchen: 11 300 +/- 4 800</p> <p>Temperatur und Regen haben signifikante Effekte auf die tägliche Anzahl gegangener Schritte</p>

Körperliche Aktivität als Einflussfaktor motorischer und kognitiver Entwicklung

<p>Hardman, C., Horne, P. & Rowlands, A. (2009). Children´s Pedometer-Determined Physical Activity During School-Time and Laisure Time. <i>J Exerc Sci Fit</i>, 7(2), 129–134.</p>	<p>N = 104, 7–11 J.</p>	<p>4 Wochentage, 2 Wochenendtage</p>	<p>In der Woche sind Mädchen aktiver als am Wochenende, in der Freizeit sind Mädchen und Jungen aktiver als in der Schule unter der Woche. Weniger aktive Kinder würden von einer Intervention in Schul- und Unterrichtspausen profitieren</p>
<p>Bulton, S., Brady, P., Meegan, S. & Woods, C. (2010). Pedometer steps count and BMI of Irish primary school aged 6-9 years. <i>Preventive Medicine</i>, o. a.</p>	<p>N = 430; 6–9 J.</p>	<p>7 Tage</p>	<p>Jungen aktiver als Mädchen, in der Woche aktiver als am Wochenende Signifikanter negativer Zusammenhang Schritte und BMI Aktiver nach der Schule als während der Schule</p>

5.4 Einflussfaktoren körperlicher Aktivität

Auf die Frage, warum Kinder und Jugendliche aktiv sind, gibt es zwei Antworten: entweder weil sie es müssen, beispielsweise, um Freunde zu besuchen, zu denen sie zu Fuß oder mit dem Fahrrad fahren, oder weil sie es wollen, beispielsweise im Rahmen von informellen Spielen, wobei die meisten Kinder unter zehn Jahren einen natürlichen Drang haben, sich körperlich zu bewegen (Ward, Sanders & Pate, 2007).

Allerdings beeinflussen innere und äußere Faktoren enorm das Maß der körperlichen Aktivität. Ähnlich wie bei der kognitiven und motorischen Entwicklung (Kapitel 4.3: Einflussfaktoren motorischer und kognitiver Entwicklung), sind Qualitäten und Quantitäten der körperlichen Aktivität in hohem Maße von physiologischen, psychologischen und sozialen Einflüssen sowie Umwelteinflüssen abhängig.

5.4.1 Endogene Einflussfaktoren

5.4.1.1 Physiologische Einflussfaktoren

Zu den physischen Einflussfaktoren gehören das Alter, das Geschlecht, die Körperkonstitution (BMI) sowie die ethnische Abstammung.

Wie die oben beschriebenen Pedometer-Studien verdeutlichen, nimmt die Aktivität im Alter von sechs bis 18 Jahren ab (u. a. Klaes, Rommel, Cosler & Zens, 2000; Hurrelmann et al., 2003; Bringolf et al., 2008; Lamprecht et al., 2008; Bös, 2009), was im weiteren Lebensverlauf anhält (u. a. Rowland, 1990). Der Einfluss des Alters auf das Aktivitätsverhalten und ein starker Zusammenhang zwischen dem Aktivitätsverhalten im Kindes- und Jugendalter und dem im Erwachsenenalter unterstreicht die Bedeutung einer möglichst frühen Erziehung zu einem aktiven Lebensstil (Romahn, 2007)..

Auch zeigen die oben beschriebenen Studien einen Geschlechterunterschied zugunsten der Jungen/Männer. Schon im Kindesalter, bis hin zum Erwachsenenalter, sind Jungen in der Regel aktiver als Mädchen (u. a. Sallis et al., 1996; Bös, Opper & Woll, 2002; Brettschneider & Kleine, 2002). Dieser Unterschied nimmt jedoch mit zunehmendem Alter ab (Deflandre et al., 2001).

Sallis (1993) berichtet darüber hinaus über Unterschiede für die Intensität, mit der Sport betrieben wird. Jungen verbringen mehr Zeit bei moderater oder starker Intensität als dies bei Mädchen der Fall ist (u. a. Welsman & Kirby, 2000; Bös, Opper & Woll, 2002; Armstrong, Moses et al., 2007).

Hinsichtlich des Einflusses von BMI und Ethnizität ist die Forschungslage uneinheitlich. Trotz allgemeiner Annahmen, dass übergewichtige Kinder weniger aktiv sind, lässt sich dies im Review von Sallis, Prochaska & Taylor (2000) nicht eindeutig bestätigen oder widerlegen. Die Studien von Hovel et al. (1999), Vincent et al. (2003)

und Bulton et al. (2010) stellen allerdings einen schwachen Zusammenhang zwischen körperlicher Aktivität und dem BMI fest.

Auch sind mögliche Einflüsse der ethnischen Abstammung auf die körperliche Aktivität unklar (Sallis, Prochaska & Taylor, 2000). Es lassen sich jedoch vereinzelt Unterschiede im Aktivitätsverhalten bei Kindern unterschiedlicher kultureller (u. a. Vincent et al., 2003) und ethnischer (Sallis et al., 1996) Abstammung aufzeigen. Allerdings besteht hier noch Forschungsbedarf, da die Frage nach den Moderatorvariablen sozioökonomischer Status bzw. das soziale Umfeld nicht geklärt ist.

5.4.1.2 Psychische Einflussfaktoren

Zu den psychischen Einflussfaktoren auf die körperliche Aktivität von Kindern und Jugendlichen gehören u. a. die Gesundheitseinstellung, wahrgenommenen Barrieren, Absicht zum Sporttreiben, persönliche Einstellung zum Sport, Selbstwirksamkeit, das Wissen über den Nutzen von einer regelmäßigen sportlichen Betätigung, die Persönlichkeit, der empfundene Stress, die Angst vor Übergewicht etc. (Romahn, 2007).

Ein Review von Tappe et al. (1989) kam zu folgenden von den Kindern am häufigsten genannten Barrieren, die in der Studie von Sallis (1995) bestätigt werden:

- mit der freien Zeit lieber andere Dinge tun,
- fehlendes Interesse,
- ungünstiges Wetter,
- keinen geeigneten Platz zum Sporttreiben und fehlendes Equipment,
- berufliche Gründe/Job,
- Schule oder Schulaufgaben,
- Freund oder Freundin, der bzw. die einen daran hindert,
- die Verwendung von Alkohol oder anderen Drogen und/oder
- eine Verletzung oder Unwohlsein.

Wichtige, den Barrieren entgegenstehende Einflussfaktoren auf die körperliche Aktivität bilden die Freude und der Spaß an körperlicher Aktivität, Sport oder Schulsport (u. a. Trost et al., 2002), die Selbstwirksamkeit (Zakarian et al., 1994; Trost et al., 2002) und das Körper- und Selbstwertgefühl (Aussehen, Leistungsfähigkeit).

Wer seinen Körper akzeptiert, ist nach Sygusch (2000) eher bereit ihn in sportlichen Situationen zu präsentieren.

Als Teilkonzept des Körperselbstwertgefühls kann die subjektive Einschätzung der sportlichen Begabung und Kompetenz aufgefasst werden. Wer sich für sportlich begabt und körperlich fit hält, zeigt nach Brinkhoff & Sack (1996) auch eine höhere Bereitschaft aktiv zu sein. Wer dagegen in der Schule schlechte Noten im Sport erhält, sich für sportlich wenig talentiert hält oder mit seinem Gesundheitszustand unzufrieden ist, treibt weniger Sport. Allerdings gilt der Kausalzusammenhang auch in die andere Richtung, denn wer regelmäßig trainiert, baut gleichzeitig ein positiveres Körperkonzept auf (Sygusch, 2000).

5.4.2 Exogene Einflussfaktoren

5.4.2.1 Soziale Einflussfaktoren

Zu den sozialen Faktoren gehören der Einfluss der Eltern, der Geschwister und der Gleichaltrigen sowie die Schichtzugehörigkeit.

Zentraler Einflussfaktor auf die sportliche Aktivität im Kindesalter sind die familiären Anregungsbedingungen zum Sporttreiben (Scheid, 1994). Eltern und Geschwister sind somit nach wie vor ein wichtiges Vorbild für ihre Kinder in Bezug auf Sport und Bewegung (WIAD, 2001). Hütter (2009) begründet sogar die beschriebene Entwicklung zur Inaktivität mit fehlenden familiären und sozialen Vorbildern (Motl et al., 2007; Ornelas et al., 2007). Denn es ist wissenschaftlich belegt, dass Kinder aktiver Eltern auch eher dazu tendieren aktiv zu sein (Moore et al., 1991; Anderssen & World, 1992; Völker, 2008).

Mit dem Alter jedoch nimmt der Einfluss Gleichaltriger (Geschwister oder Freunde) zu (Deflandre et al. 2001). Die Rolle anderer Bezugspersonen oder Sozialinstanzen ist wissenschaftlich jedoch nicht ausreichend untersucht. Mit der zunehmend institutionalisierten Kindheit (Zimmer, 1996b) ist es aber wahrscheinlicher, dass die Betreuer(innen), Lehrer(innen), Sportlehrer(innen) oder Trainer(innen) im Kindergarten, Schule, in der Nachmittagsbetreuung, im Sportverein oder in der Jugendgruppe eine zunehmend beeinflussende Rolle hinsichtlich der körperlichen Aktivität von Kindern und Jugendlichen übernehmen.

Über oben erwähnte Bezugspersonen hinaus, gehören zu den sozialen Einflussfaktoren außerdem auch das gesamte soziale Umfeld bzw. die soziale Schicht, in der das Kind aufwächst.

Im Aktivitätsverhalten zeigen sich differentielle Unterschiede in Abhängigkeit von soziodemographischen Variablen (sozialer Status, Stadt-Land). Es wird hier deutlich, dass Kinder mit niedrigem Sozialstatus und mit Migrationshintergrund etwa zwei bis dreimal seltener Sport machen als Kinder mit hohem Sozialstatus und ohne Migrationshintergrund, dies gilt für die deutsche MoMo-Studie als auch für die Kanadische Alberta-Studie (u. a. Canadian Fitness & Lifestyle Research Institute, 2007; Bös, 2009). Allerdings kommen Ferreira et al. (2006) in ihrem Review zu einem gegenteiligen Ergebnis. Darüber hinaus sind Kinder in den neuen Bundesländern zweimal seltener in der Woche sportlich aktiv als die gleichaltrigen Kinder in den alten Bundesländern (Hempel et al. 2006).

5.4.2.2 Umwelteinflüsse

Umweltbedingungen, die Einfluss auf die körperliche Aktivität von Kindern und Jugendlichen nehmen, sind beispielsweise das Wetter, die jeweilige Jahreszeit, der Wochentag, die Wohnlage sowie das vorhandene Angebot an körperlich-sportlichen Aktivitäten und sonstige, eher aktivitätsarme Freizeitbeschäftigungen wie beispielsweise Computerspiele oder Fernsehen.

Das Wohnumfeld ist ein zentraler Einflussfaktor auf die Alltags- und Freizeitaktivität sowie im Besonderen auf das Spielverhalten von Kindern und Jugendlichen (Hume, Salmon & Ball, 2005). Die Wohnlage in der Stadt oder auf dem Land bringt jeweils Vor- oder Nachteile mit sich: Es stehen in ländlichen Gebieten natürliche Spiel- und Freizeitflächen zu Verfügung, das Verkehrsaufkommen ist geringer und damit ist die elterliche Sorge um das Kind auf der Straße geringer. Schulweg und Wege zu Vereinen oder Freunden können zu Fuß oder mit dem Fahrrad selbständig zurückgelegt werden. Dies bietet den Kindern die Möglichkeit, ihr Wohnumfeld nach und nach selbst zu erschließen und Wege aktiv zurückzulegen.

In städtischen Gebieten sieht die Freizeitgestaltung aufgrund der Urbanisierung anders aus. Der Außenraum wird entleert, was eigene Entdeckungen auf den Straßen unmöglich macht. Die Innenräume werden mit extra für Kinder angelegten Spiel- und Freizeitplätze angereichert. Die Folge daraus ist eine verhäuslichte Spieltätigkeit (Dordel, 1993; Behnken & Zinnecker, 2001) und eine Stellenwertverschiebung von bewegungsreichen Outdooraktivitäten hin zu bewegungsarmen Indooraktivitäten (Bös et al., 2006).

Aufgrund der längeren Distanzen entstehen „verinselte Lebensräume“ (Elternhaus, Schule, Sportverein, Spielplatz), zwischen denen die Kinder gefahren werden müssen, was wiederum zu einer zunehmenden Verplanung der Kinder führt. Sie können somit nicht, oder nur bedingt, selbständig und spontan entscheiden oder ihrem Bewegungsdrang nachkommen (Hurrelmann, 2002).

Dies hat negative Auswirkungen auf die tägliche körperliche Aktivität, denn “The more places the child can play that are within walking distance from home, the more active the child is” (Sallis et al., 1993, S. 390-398).

Je nach Wochentag und Jahreszeit ist das Aktivitätsniveau von Kindern und Jugendlichen unterschiedlich.

Während nach Shephard et al. (1980) Kinder im Alter von zehn bis zwölf Jahren erwartungsgemäß am Wochenende aktiver waren als unter der Woche, verdeutlichen aktuelle Studien zur körperlichen Aktivität das Gegenteil. Kinder sind heute in der Woche aktiver als am Wochenende (Gavarry et al., 2003; Falgairrette, 1996; Duncan et al., 2006; Duncan, Duncan & Schofield, 2008), was erstaunlich ist, da Schulkinder ja traditionellerweise unter der Woche fünf bis sechs Stunden in der Schule sitzen müssen.

Diese Ergebnisse lassen sich auf verschiedene Art und Weise interpretieren. Auf der einen Seite könnte das Konzept einer bewegten Schule zur Erklärung dieser Ergebnisse herangezogen werden – Kinder bewegen sich heutzutage mehr in der Schule. Auf der anderen Seite könnten Begründungen aus der gesellschaftlichen Entwicklung hinsichtlich Mediatisierung und Verhäuslichung herangezogen werden, wonach sich Kinder aufgrund veränderter Freizeitgestaltung und die Möglichkeit des Ausschlafens am Wochenende weniger bewegen. Forschungen in diese Richtungen sind aufgrund fehlender Vergleichsdaten schwierig und stehen daher noch aus.

Wetter und Jahreszeit sind des Weiteren Einflussfaktoren auf die körperliche Aktivität. Unterschiede in Witterungsbedingungen können bei Personen mit durchschnittlichem Aktivitätsniveau von ca. 10 000 Schritten pro Tag bis zu 20 % ausmachen (Chan, Ryan & Tudor-Locke, 2006), zugunsten natürlich schönen Wetters und des Sommers (Duncan et al., 2008).

5.5 Methoden zur Erfassung körperlicher Aktivität

Die Erfassung körperlicher Aktivität steht schon seit mehr als 40 Jahren im Fokus des Interesses. So liegen eine Vielzahl an Reviews zu den Erfassungsmethoden (Meijer et al., 1991; Woll, 2004; Müller, Winter & Rosenbaum, 2010), im Speziellen auch für Kinder und Jugendliche (Sirard & Pate, 2001; McIver & Pate, 2005; Trost, Hands & Parker & Larkin, 2006; Van Vries et al., 2006; Oliver, Schofield & Kolt, 2007; Rowlands, 2007; Trost, 2007; Corder et al., 2008; Reilly et al., 2008) vor. Um geeignete Methoden für die Erfassung der körperlichen Aktivität für die eigene empirische Studie auswählen und begründen zu können, wird im Folgenden detailliert auf unterschiedliche Verfahren eingegangen.

Die Messmethoden werden dabei nach unterschiedlichen Kriterien differenziert. Entweder wird nach der Hierarchie des Validierungsprozesses angeordnet (von objektiv nach subjektiv), nach Art der Erfassung kategorisiert (mechanisch, elektronisch) oder hinsichtlich ihres Versuchsaufbaus (einfach, aufwendig) unterschieden.

Allgemein verfolgen die Verfahren zur Messung körperlicher Aktivität unterschiedliche Ziele und Aufgaben. Trost (2005) benennt vier Aufgaben von Messverfahren der körperlichen Aktivität bei Kindern und Jugendlichen:

- (1) Messverfahren bestimmen die Häufigkeit und die Verbreitung der körperlichen Tätigkeit in definierten Bevölkerungsgruppen, sie bestimmen
- (2) die Menge oder Intensität der körperlichen Tätigkeit, die zur Gesunderhaltung oder zur Förderung der Gesundheit erforderlich ist, sie zeigen
- (3) die beeinflussenden psychosozialen Faktoren und Umweltfaktoren der körperlichen Tätigkeit in der Jugend auf und sie
- (4) bewerten die Wirkung oder Wirksamkeit von Gesundheitsprogrammen, um einen aktiven Lebensstil von Kindheit an zu fördern.

Es stehen dafür eine Reihe von Methoden zur Verfügung, die in den folgenden Kapiteln, sortiert nach der Hierarchie des Validierungsprozesses, im Überblick vorgestellt werden (Abbildung 5-7).

Hierzu gehört die Erfassung der Aktivität über Methoden der ersten Kategorie, wie beispielsweise direkte Beobachtung oder Doubly labelled Water, Methoden der zweiten Kategorie, wie beispielsweise Herzfrequenzmessung, Pedometrie und Accelerometrie und Methoden der dritten Kategorie, also subjektive Messverfahren zu denen Bewegungstagebücher oder Fragebögen gezählt werden. Ein besonderes Augenmerk bekommt hierbei die Frage nach der Anwendbarkeit bei Kindern.

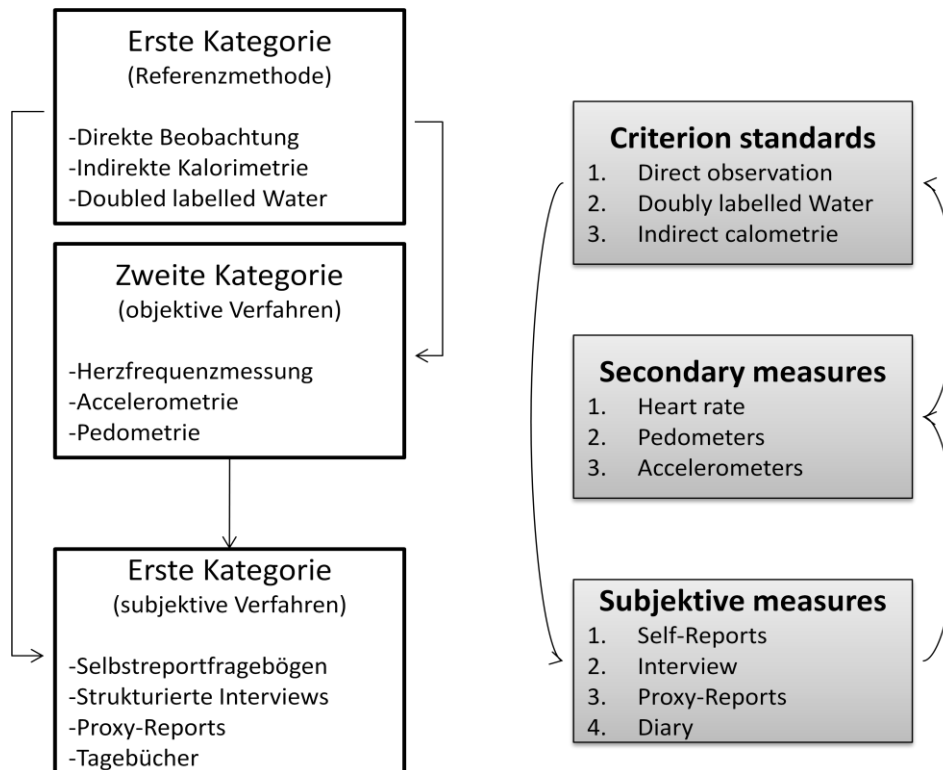


Abbildung 5-7: Messverfahren körperlicher Aktivität und Schema der Validierung (angelehnt an Sirard & Pate, 2001; Beneke & Leithäuser, 2008;)

5.5.1 Methoden erster Kategorie – Referenzmethoden

Methoden erster Kategorie dienen der direkten Messung der körperlichen Aktivität selbst oder des damit verbundenen Energieverbrauchs. Problematisch sind hier der gleichwertige Gebrauch von körperlicher Aktivität und Energieverbrauch und damit die Vermischung von Ursache (körperliche Aktivität) und Wirkung (metabolischer Effekt). Nach Beneke & Leithäuser (2008) kann dieser Mangel an Differenzierung in Abhängigkeit von Fragestellung und Untersuchungsdesign zu erheblichen Problemen bezüglich Vergleichbarkeit und Interpretation unterschiedlicher Studien führen. Alle im Folgenden genannten Referenzmethoden fungieren auf der einen Seite als Instrument der direkten Datenerhebung, auf der anderen Seite dienen sie aber auch der Validierung von Verfahren zweiter und dritter Kategorie.

Methoden erster Kategorie sind die direkte Beobachtung, indirect calorimetry und die "Doubly labelled Water" Methode.

5.5.1.1 Verhaltensbeobachtung

Die direkte Beobachtung ist die einzige Methode, die tatsächlich erlaubt, alle Komponenten der körperlichen Aktivität selbst zu analysieren. Die existierenden Beobachtungskonzepte unterscheiden sich bezüglich der Dauer von Beobachtungsintervallen, der gesamten Beobachtungsdauer, des Differenzierungsgrads der Be-

schreibung, des Anwendungsgebietes und des Evaluationsgrads (Beneke & Leithäuser, 2008). Problematisch bei der direkten Beobachtung sind der hohe personelle Aufwand und hohe erforderliche Erfahrungswerte seitens des Beobachters. Die unzähligen Informationen, die vom Beobachter gleichzeitig erfasst und aufgezeichnet werden müssen, erfordern ein hohes Maß an Professionalität und Konzentrationsleistung.

Darüber hinaus kann es zu einer Verhaltensänderung führen, wenn sich der Proband, die Probandin beobachtet fühlt.

Ein Vorteil der indirekten Beobachtung ist, dass die Testperson sich nicht beobachtet fühlt. Gerade diese Punkte sind bei der Beobachtung von kleinen Kindern besonders vorteilhaft. Bei der indirekten Beobachtung, z. B. durch eine Videoanalyse besteht die Möglichkeit, die Aufzeichnung beliebig oft anzusehen und von verschiedenen Personen beurteilen zu lassen. Damit kann die Objektivität deutlich verbessert werden (Sirard & Pate, 2001).

5.5.1.2 Direct calorimetry, indirect calorimetry

Die direkte Kalorimetrie misst die Wärmeabgabe des Körpers an die Umgebung. Die Wärme wird entweder über Wärmeabstrahlung, Konvektion, Leitung oder über Verdampfung abgegeben.

Bei der indirekten Kalorimetrie wird der Energieverbrauch, wie bei der Methode der direkten Kalometrie, über die erzeugte Wärmemenge des Körpers geschätzt. Hierbei wird die Wärmeproduktion jedoch über den Gasaustausch (Sauerstoffverbrauch und Kohlendioxidproduktion) sowie die Oxidation von Kohlenhydraten, Fett, Proteinen und Alkohol ermittelt. Bei Kindern wird sie seit den 1920er Jahren eingesetzt (Bedale, 1923 zit. nach Sirard & Pate, 2001). Messungen können stationär im Labor, heutzutage aber auch unter Feldbedingungen mit Hilfe von portablen Messsystemen erfolgen. Die Gassammlung erfolgt anhand eines Mundstücks oder einer Gesichtsmaske (Sirard & Pate, 2001).

5.5.1.3 Doubly labeled water technique (DLW)

Mit der Doubly labelled Water Methode (DLW) wird der Gesamtenergieumsatz über Zeiträume von >3 Tagen gemessen. Das Messprinzip basiert auf der oralen Applikation eines Radioisotops. Die Elimination von H erfolgt via Wasser, während der O via Wasser oder CO² ausgeschieden wird. Die Differenz der beiden Eliminationsraten entspricht der CO²-Produktion, die als Maß des Energieverbrauchs genutzt wird (Beneke & Leithäuser, 2008). Bei Erwachsenen wurde diese Methode mit kalorimetrischen Verfahren validiert, für Kinder wurden lediglich intermittierende indirekt kalorimetrische Messungen als Validierung genutzt. Mit einem exakt geführten Ernährungstagebuch kann die DLW-Methode unter normalen Lebensbedingungen angewandt werden (Sirard & Pate, 2001).

5.5.2 Methoden zweiter Kategorie – objektive Verfahren

Methoden zweiter Kategorie sind die Herzfrequenzmessung, die Accelerometrie und Pedometrie.

5.5.2.1 Herzfrequenzmessung

Herzfrequenzmesser akkumulieren entweder Herzfrequenzen über einen gesamten Messzeitraum, teilen Herzfrequenzen in Intervalle ein oder zeichnen kontinuierlich die Herzfrequenz auf. Torun et al. (1996) geben für Kinder folgende Unterteilung der Aktivität an:

Herzfrequenz < 96 bpm = sitzende Tätigkeiten

Herzfrequenz 96-120 bpm = leichte Tätigkeit

Herzfrequenz 121-145 bpm = moderate Tätigkeit

Herzfrequenz > 145 bpm = schwere Tätigkeit

Unabhängig in welcher Altersklasse die Herzfrequenzmessung eingesetzt wird, sind durch diese Messmethode keine Angaben zur Art der jeweiligen Aktivität möglich. Eine Aktivitätsmessung über den ganzen Tag wird daher oft durch eine parallel laufende Befragung (meistens durch ein Bewegungstagebuch) ergänzt. Die Synchronisierung der Ergebnisse ist jedoch problematisch.

Die Herzfrequenzmessung wird aufgrund der einfachen Handhabung und des Tragekomforts nicht ausschließlich in der Diagnostik und in der Trainingssteuerung eingesetzt, sondern findet auch im Freizeitbereich weit verbreitete Anwendung. Dadurch ist auch die Verwendung im Kinder- und Jugendbereich möglich (Sirard & Pate, 2001).

5.5.2.2 Accelerometrie/Beschleunigungsmessung

Accelerometer messen körperliche Aktivität via piezo-elektrischer Signale und geben den Energieverbrauch in kcal wieder. Sie beinhalten einen horizontalen Hebel mit einem elektronischen Sensor, der die Anzahl von Beschleunigungsaktionen pro Zeiteinheit in einer oder bis zu drei Ebenen erfasst. Hinsichtlich der Validität jedoch waren Registrierungen von Beschleunigungen in mehreren Ebenen nicht eindeutig besser als Messungen in nur einer Ebene (Beneke & Leithäuser, 2008).

Die Detektoren wurden in den letzten zehn Jahren auf Armbanduhrgröße verkleinert und können somit an verschiedenen Körperregionen ohne Bewegungseinschränkung getragen werden. Sie sind somit auch für die Anwendung bei Kindern und Jugendlichen geeignet. Nach Eingabe von Alter, Gewicht, Größe und Geschlecht kann der Ruheumsatz berechnet werden. Wenn sich der Träger bewegt, so wird der Arbeitsumsatz zum Ruheumsatz addiert und man erhält den Gesamtumsatz, wobei der Arbeitsumsatz auch getrennt angezeigt werden kann. Es wurden umfangreiche Studien zur Validität durchgeführt, wobei die Validitätskoeffizienten zwischen -0.09 und 0.95 lagen. Montoye et al. (1996) berichten von einer Reliabilität von zwischen $r = .89$ und $r = .94$.

Eine Verwendung in epidemiologischen Studien ist aufgrund der hohen Kosten der Accelerometer (min. 60 Euro pro Stück) nicht möglich.

5.5.2.3 Pedometrie

Pedometer sind eine weitere Methode, Bewegung unter normalen Bedingungen direkt zu erfassen. Die Verwendung von Schrittzählern übt gerade auf Kinder eine sehr motivierende Wirkung aus (Beighle, Pangrazi & Vincent, 2001).

Das erste Pedometer wurde bereits im 15. Jahrhundert von Leonardo da Vinci erfunden (Tudor-Locke, 2002). Schrittzähler sind im Vergleich zu Accelerometern technisch einfacher konstruiert und somit kostengünstiger.

Der innere Mechanismus eines Pedometers beinhaltet normalerweise eine horizontale Feder, die an einem Hebelarm befestigt ist, der sich auf und ab bewegt. Mit jeder Bewegung wird ein elektrischer Stromkreis geschlossen und die Summe der Schritte wird auf einer digitalen Anzeige angegeben. Durch die Eingabe der Schrittlänge und des Körpergewichts der Testperson kann die zurückgelegte Distanz und der Energieverbrauch in kcal unmittelbar angegeben werden.

Pedometer sind nicht in der Lage, die Geschwindigkeit einer Bewegung zu messen, allerdings können sie über eine Uhrfunktion, die zu Beginn einer Bewegung startet und bei Inaktivität anhält, die kumulierte Bewegungszeit aufzeichnen und darüber hinaus intensive Bewegungszeiten (eine bestimmte Anzahl von Schritten in einem bestimmten Zeitintervall) getrennt von der allgemeinen Bewegungszeit erfassen.

Sie wurden gegen standardisierte und nichtstandardisierte Beobachtung, Accelerometer, Herzfrequenz und indirekte Kalorimetrie mit Validitätskoeffizienten zwischen -0.45 und 0.97 validiert (Sirard & Pate, 2001).

Sie sind aufgrund des Tragekomforts ohne Bewegungseinschränkungen und der einfachen Handhabung für die Anwendung bei Kindern und Jugendlichen geeignet. Ein genereller Nachteil der Verwendung mechanischer oder elektronischer Bewegungsmesser ist, dass einige für Kinder sehr typische Bewegungsformen wie z. B. Fahrradfahren, Schwimmen oder Klettern durch dieses Messinstrument nicht erfasst werden können. Da die Kosten für Schrittzähler (min. 25 Euro pro Stück) erheblich niedriger liegen als die für Accelerometer, sind diese je nach Studiendesign zu bevorzugen.

5.5.3 Methoden dritter Kategorie – subjektive Verfahren

Methoden dritter Kategorie werden als subjektive Verfahren bezeichnet, da sie auf eigene Aussagen der Probanden und Probandinnen basieren. Sie umfassen Selbstreportfragebögen, Interviews, Proxy-Reports und Tagebücher.

Diese verlangen, dass körperliche Aktivität, die über längere Zeiträume stattfand, retrospektiv bezüglich Art, Dauer, Häufigkeit und Intensität hinreichend korrekt beschrieben werden kann. Im Besonderen sind die spontanen und unregelmäßigen Aktivitäten von Kindern schwierig zu quantifizieren und kategorisieren, was die Verwendung der Verfahren dritter Kategorie mit Kindern schwierig macht. Darüber hin-

aus verfügen Kinder meist noch keine Kompetenz darüber, sich rückwirkend an Intensität, Frequenz und besonders an die Dauer von Tätigkeiten genau zu erinnern und einzuschätzen. Deshalb sind die subjektiven Verfahren, bevor sie zur Anwendung kommen, genauestens anhand von Verfahren erster oder zweiter Kategorie zu validieren (Sirard & Pate, 2001).

Die in epidemiologischen Studien am häufigsten eingesetzte Erfassungsmethode ist die Befragung. Es wird angenommen, dass etwa 90 % aller Daten mit dieser Methode gewonnen werden (Bortz & Döring, 2003). Sie ist für Untersucher und Untersuchungsteilnehmer gleichermaßen einfach zu handhaben und kann als Interview oder in Form eines selbst auszufüllenden Fragebogens durchgeführt werden.

5.5.3.1 Selbstreportfragebögen

Selbstreportfragebögen sind hinsichtlich des finanziellen oder personellen Aufwands sehr ökonomisch. Dadurch bieten sie sich zur Befragung großer Stichproben an. Allerdings basieren Selbstreports auf der Wiedergabe eigenen Verhaltens, die potentiell durch Irrtümer, willkürliche Missinterpretation und sozialkonformes Verhalten beeinflusst ist. Die Fragebögen variieren bezüglich der befragten Zeit, der Reliabilität ($r = .30$ bis $r = .98$) und der Validität ($r = -.26$ bis $r = .88$) (Sirard & Pate, 2001).

Es ist unklar, ab welchem Alter Selbstreportfragebögen sinnvoll eingesetzt werden können. Es gibt jedoch klare Hinweise, dass jüngere Kinder größere Schwierigkeiten haben korrekt zu antworten. Bei Kindern, die jünger als zehn Jahre sind, ist der Einsatz von Fragebögen deshalb wenig sinnvoll (Beneke & Leithäuser, 2008).

5.5.3.2 Interviews

Die Formen von Interviews variieren sehr stark, je nach Ausmaß der Standardisierung, nach dem Autoritätsanspruch des Interviewers oder der Interviewerin, nach der Art des Kontaktes (z. B. Telefoninterview oder persönliches Interview), nach der Anzahl der befragten Personen und nach der Funktion der Interviewerin, des Interviews.

Interviews können durch den direkten Kontakt zwischen Interviewer, Interviewerin und Proband, Probandin Irrtümer und unvollständige Informationen verhindern. Der Einsatz eines Interviewers, Interviewerin pro Befragung verlangt jedoch im Vergleich zum Selbstreport immens gesteigerte personelle Ressourcen. Zusätzlich birgt es das Risiko, allgemein positiv bewertete, sozial konforme Antworten zu provozieren (Beneke & Leithäuser, 2008).

Studien zur Überprüfung der Testgüte von Interviewverfahren bei Kindern und Jugendlichen zeigen wenig einheitliche Ergebnisse. Sirard & Pate (2001) geben für die Reliabilität des Interviewverfahrens Werte zwischen $r = .06$ und $r = .89$ an. Bezüglich der Validität schwanken die Angaben für Kinder und Jugendliche zwischen $r = .10$ bis $r = .89$.

5.5.3.3 Proxy Reports – Befragung eines Bevollmächtigten

Proxy-Reports sind die Angaben einer dritten Person, z. B. von Eltern oder Lehrer(innen), über die körperliche Aktivität beobachteter Kinder.

Die Proxy-Reports könnten im Vergleich zu Interviews oder Selbstreportfragebögen Fehlinformationen durch Verständnisprobleme sehr junger Kinder vermeiden. Leider fallen die Validitätskoeffizienten in Studien mit Evaluationsmethoden erster Kategorie ($r = -.19$ bis $r = .06$) sehr gering aus und trotz höherer Übereinstimmungen zwischen Reports von Jugendlichen und Eltern mit Validitätskoeffizienten zwischen $r = .34$ und $r = .64$ war auch in dieser Altersgruppe die Übereinstimmung zwischen Reports und objektiven Messmethoden zweiter Kategorie ($r = -.14$ bis $r = .32$) unbefriedigend (Beneke & Leithäuser, 2008). Wenn allerdings ein gültiges und zuverlässiges Instrument entwickelt wird, so Sirard und Pate (2001), sind Proxyberichte vielversprechend und für große Studienbevölkerungen passend.

5.5.3.4 Aktivitätstagebücher

Bewegungstagebücher werden als eine der genauesten subjektiven Verfahren zur Erfassung der körperlichen Aktivität bei Erwachsenen betrachtet. Entweder muss die Testperson in regelmäßigen Zeitabständen Angaben über ihre Aktivitäten machen, die Testperson vermerkt nur einen Wechsel ihrer Aktivität, oder aber die Person schreibt immer zum Zeitpunkt eines akustischen Signals, beispielsweise durch eine Armbanduhr, ihre momentane Aktivität auf. Der Kostenfaktor ist dadurch sehr niedrig und es können sehr viele Personen gleichzeitig untersucht werden.

Jedoch ist der Aufwand für die Probanden und Probandinnen sehr hoch. Somit muss die Voraussetzung eines sehr hohen Eigenengagements gegeben sein. Fehler entstehen dann durch nachlassende Motivation oder Fehleinschätzung der Dauer einer bestimmten Aktivität. Bei der Auswertung ist zu beachten, dass es sich um eine subjektive Einschätzung der Testperson handelt. Dies führt oft zu einem wesentlich höheren Fehler als z. B. Ergebnisse von elektronischen Erfassungsmethoden.

Obwohl Jugendliche kognitiv schon in der Lage wären, ein Bewegungstagebuch zu führen, hält sich der Einsatz jedoch aufgrund der hohen Anforderung an Motivation und Engagement in Grenzen. Bei Kindern unter zehn Jahren eignet sich die Methode nicht, da die Kinder den kognitiven Anforderungen nicht gerecht werden (Sirard & Pate (2001).

Das komplexe Bewegungsprofil von Kindern mit vielen spontanen und impulsiven Bewegungen stellt für das Activity Assessment eine Herausforderung dar. Im Folgenden werden Aspekte bei der Anwendung verschiedener Verfahren bei Kindern und Jugendlichen aufgezeigt.

5.5.4 Erfassungsmethoden bei Kindern und Testgüte

Eine Bewertung oben beschriebener Messverfahren nimmt Woll (2006) für Erwachsene und Trost (2005) speziell für Kinder und Jugendliche sehr anschaulich vor. Sie

bewerten die jeweiligen Verfahren hinsichtlich Einsetzbarkeit in verschiedenen Zielgruppen, Validität, Wiederholbarkeit, Reliabilität, Anwendbarkeit bei großen Stichproben, Kosten, Aufwand für Teilnehmer, reaktives Verhalten, Objektivität, Ökonomie, Akzeptanz und die Art und Dimensionen erfasster körperlicher Aktivität (Tabelle 5-3).

Tabelle 5-3: Schlüsselemente verschiedener Messverfahren zur Messung von körperlich-sportlicher Aktivität

	Beobachtung	DLW	Herzfrequenz	Accelerometrie	Pedometrie	Interview; Fragebogen	Proxy Reports	Tagebücher
Zielgruppen < 10 J	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	X	XX	-
Zielgruppen > 10 J	XX	XX	XXX	XXX	XXX	XXX	X	XX
Validität	XXX	XXX	XX	XX	XX	XX	X	X
Wiederholbarkeit,	XXX	<i>unbekannt</i>	XX	XX	XX	XX	XX	<i>unbekannt</i>
Reliabilität	XXX	-	XXX	XXX	XX	<i>unbekannt</i>	<i>unbekannt</i>	<i>unbekannt</i>
große Stichproben	X	-	X	XX	XXX	XX	XXX	X
Kosten	XXX	-	XX	X	XXX	X	XXX	XXX
Aufwand für Teilnehmer	<i>kein</i>	<i>kein</i>	<i>gering</i>	<i>gering</i>	<i>gering</i>	<i>mittel</i>	<i>groß</i>	<i>groß</i>
Reaktives Verhalten	<i>Ja</i>	<i>nein</i>	<i>möglich</i>	<i>möglich</i>	<i>möglich</i>	<i>nein</i>	<i>nein</i>	<i>ja</i>
Objektivität	XX	XXX	XXX	XXX	XXX	-	-	-
Ökonomie	X	XX	X	XX	XX	XX	XXX	XXX
Art und Dimensionen	XX	-	X	XX	XX	XXX	XX	XXX
Akzeptanz	XXX	XXX	XX	XXX	XXX	XXX	X	X

Anm: DLW = Doubly labelled Water, J = Jahre, - = schwach, x = akzeptabel, xx = gut, xxx = hervorragend.

Das Verfahren der direkten Beobachtung wäre nach Sirard & Pate (2001) die präziseste Methode zur Erfassung der Alltagsaktivität. Sie ist aufgrund des enormen Aufwands für den Untersucher und die untersuchten Personen jedoch nicht geeignet. Schrittzähler ermöglichen eine kostengünstige valide und reliable Erfassung der Gesamtaktivität, nicht jedoch der wechselhaften Bewegungsmuster oder -intensitäten (Rowlands & Eston, 2007). Accelerometer und kombinierte Verfahren mit Herzfrequenzmessung oder subjektiven Erhebungsmethoden erhöhen einerseits die Messpräzision, schlagen sich andererseits jedoch in höheren Kosten nie-

der, was große Studien limitieren kann. Auch ist zu beachten, dass, wenn beispielsweise ein Schrittzähler mit der Bekleidung bzw. den Modevorstellungen kollidiert, besonders bei Jugendlichen die Frage nach der Compliance gestellt werden muss (Corder et al., 2008).

Für die vorliegende Studie, in der mit einer großen Stichprobe mit Kindern unter zehn Jahren gearbeitet wird, die schulintegriert ist, also im Forschungsfeld anwendbar und ohne große Kosten verbunden sein soll, bietet sich nach Prüfung der Gütekriterien Validität, Objektivität und Reliabilität der Einsatz von Schrittzählern, Proxy Reports und Interview/Fragebögen an (siehe rote Färbung in Tabelle 5-3).

Da die unterschiedlichen Dimensionen, im Besonderen die unterschiedlichen Bewegungsformen der Kinder mit Pedometer nicht erfasst werden können, müssen, ergänzend zum Schrittzähler, Fragebögen, die in Form eines Interviews durchgeführt werden, eingesetzt werden.

Einsatz von Pedometer bei Kindern

Schrittzähler stellen ein valides Messinstrument zur Erfassung der körperlichen Aktivität dar. Sie sind einfach in der Handhabung, nicht sehr kostenspielig und deshalb ideal für den Einsatz in groß angelegten Studien im Forschungsfeld (Welk et al., 2000; Tudor-Locke & Myers, 2001). Diese elektronischen Geräte zeichnen die vertikalen Bewegungen in Form von Schritten auf und somit wird körperliche Tätigkeit über die Anzahl an Schritten, die in einem bestimmten Zeitraum gegangen wurden, bestimmt.

Hinsichtlich der Gütekriterien lässt sich eine Reihe von Studien finden, die die Genauigkeit überprüfen. Beispielsweise verglichen Bassett et al. (1996) die aufgezeichneten Schritte und die zurückgelegte Entfernung mit tatsächlichen Werten und dokumentierten lediglich 2 % Abweichung. Gretebeck und Montoye (1992) berichten Korrelationen zwischen .73 und .79 bei einer Aufzeichnung über drei bis vier aufeinanderfolgenden Tagen. Auch wurden Pedometer gegen Beschleunigungsmesser ($r = .99$: Kilanowski, Consalvi, & Epstein, 1999; $r = .05$ bis $.99$: Sirard & Pate, 2001), Herzfrequenzmessungen ($r = .78$: Eston, Rowlands, & Ingledew, 1998; $r = .06$ bis $.09$: Sirard & Pate, 2001) und direkte Beobachtung ($r = .96$: Kilanowski, Consalvi, & Epstein, 1999; $r = .80$ bis $.97$: Sirard & Pate, 2001) für das Kindesalter von sieben Jahren und älter validiert.

Bei den Validitätsrechnungen erreichen Sirard & Pate (2001) beim Tragen des Schrittzählers auf der Hüfte im Vergleich zum Tragen am Hand- oder Fußgelenk die größten Korrelationen mit Ergebnissen aus anderen Messverfahren. Validitäts- und Reliabilitätsmessungen hinsichtlich des Tragens an der Hüfte ergaben bessere Ergebnisse im Vergleich zum Tragen am Rücken (Oliver et al., 2007). Dies gilt sowohl für die rechte als auch für die linke Seite.

Um der Frage nachzugehen, inwieweit die körperliche Aktivität innerhalb des kindlichen freien Spielens mit Pedometer aufgezeichnet werden kann, validierten Hands, Parker & Larkin (2006) Pedometer und Accelerometer gegen Verhaltensbeobachtung.

Sie kommen aufgrund des großen Korrelationskoeffizienten zwischen Bewegungsbeobachtung und Schrittzählerdaten ($r = .90$) im Vergleich zu Accelerometern ($r = .50/r = .77$) für Studien mit Kindern zu dem Schluss, "that the pedometer may be useful in research studies to provide a simple, reliable and valid measure" (Hands, Parker & Larkin, 2006, S. 212).

Auch die Frage nach der day-to-day Reliabilität bei Schrittzählermessungen kann zufriedenstellend beantwortet werden. Eisenmann et al. (2007) überprüften dies an 1.443 Kindern im Alter von sechs bis zwölf Jahren und kommen zu dem Ergebnis, dass die Differenz der durchschnittlich gegangenen Schritte pro Tag mit 55 bis 958 Schritten gering ist.

Erfolgreich zum Einsatz kamen Pedometer im Besonderen bei Interventionsstudien mit kleinen Kindern, um den Aktivitätslevel der Experimental- und der Kontrollgruppe zu vergleichen (Oliver Schofield & Kolt, 2007).

Diese Ergebnisse unterstützen den Gebrauch von Schrittzählern bei Kindern und auch Hands, Parker & Larkin (2006) sind der Auffassung, dass der Schrittzähler die bevorzugte Methode ist, körperliche Aktivität bei Kindern zu messen.

Gängige Geräte sind beispielsweise Yamax. New Lifestyles 2000, Omron. Sie weisen für Erwachsene eine Validität von $r = .99$ (Crouter et al., 2003; Melanson et al., 2004; Foster et al., 2005) und eine Reliabilität von $r = .83$ bis $r = .995$ (Crouter et al., 2003; Schneider et al., 2003) auf.

Trotz zufriedenstellender Gütekriterien und ökonomischer Realisierbarkeit gibt es einige Einschränkungen, die zu beachten sind:

(1) Außer dem Step Activity Monitor (SAM) sind herkömmliche Schrittmesser nicht in der Lage das Aktivitätsniveau und die Intensität der körperlichen Aktivität aufzuzeichnen.

(2) Außerdem können sie Bewegungen wie das Radfahren oder Skateboarden nicht erfassen und sind im Wasser und somit bei Wassersportarten und Aktivitäten im Wasser nicht einsetzbar.

(3) Diese Aktivitäten müssen somit genau festgehalten werden. Dies kann auf der einen Seite die natürliche, spontane, spielerische und meist in kurzen Phasen verlaufende Aktivität von Kindern beeinflussen oder auf der anderen Seite zu einem Einbruch in der Validität des Instruments führen, da Kinder noch nicht in der Lage sind, ihre Aktivitäten einzuschätzen und aufzuzeichnen.

(4) Widersprüchliche Aussagen bestehen zur Validität von Schrittzählern bei erhöhtem BMI (Schwartz et al., 2003).

(5) Ein weiterer Aspekt der beim Einsatz von Schrittzählern zu beachten ist, ist die Compliance der Probanden und Probandinnen: Werden Schrittzähler aus Gründen mangelnder Motivation nicht oder nur unregelmäßig getragen, „nützt auch ein valides Messinstrument wenig, so dass andere Erhebungsmethoden genutzt werden sollten“ (Müller, Winter & Rosenbaum, 2010).

(6) Ob das bloße Tragen eines Schrittzählers zur Motivierung des Probanden, der Probandin zur vermehrten körperlichen Aktivität führt, ist bislang nicht geklärt. Behrens & Dinger (2007) und Butcher et al. (2007) diskutieren dazu kontrovers. Müller, Winter & Rosenbaum (2010) empfehlen diesbezüglich eine Mindesttragedauer von sieben Tagen anzustreben.

(7) Außerdem werden bislang keine einheitlichen und standardisierten Einheiten der körperlichen Aktivität, die mit Hilfe von Schrittzählen erhoben wurden, herangezogen. Ist es das Ziel, die Höhe der alltäglichen körperlichen Aktivität bei Kindern zu erfassen, es wird eine Einheit von Schritten pro Tag empfohlen (Rowlands, Eston & Ingledew, 1997; Tudor-Locke & Myers, 2001).

6 Empirisch-analytischer Forschungsstand

Das vorliegende Kapitel verfolgt das Ziel, den aktuellen Forschungsstand zu den Zusammenhängen zwischen Motorik und Kognition (Kapitel 6.1) und den Zusammenhängen zwischen körperlicher Aktivität und Motorik (Kapitel 6.2) aufzuarbeiten. In Kapitel 6.3 werden die zentralen Ergebnisse der Forschungsstände zusammengefasst. Auf der Basis der vorhergehenden theoretischen Kapitel werden methodische Überlegungen zu den Anforderungen an die eigene Studie gemacht (Kapitel 6.4).

Es wurde eine umfassende Literaturrecherche mit Hilfe computergestützter Datenbanken durchgeführt. Dazu wurden die von der Universität Osnabrück bereitgestellten und frei zugänglichen Datenbanken SPOLIT, MEDLINE, ViFa und FIS sowie ELSEVIEW, PSYCHINFO, ERIC, ScienceDirect und SCHOLAR.GOOGLE.COM herangezogen.

Für die Recherche zum Zusammenhang zwischen Motorik und Kognition wurden als Schlagworte u. a. Motorik, motorische Fähigkeit, Aktivität, Sport und Bewegung in Kombination mit Kognition, Konzentration, exekutive Funktion, Schulleistung und der relevanten Altersgruppe, Kinder und Jugendliche, eingegeben.

Für die Recherche zum Zusammenhang zwischen körperlicher Aktivität und Motorik wurden dementsprechend Schlagworte wie Motorik und motorische Fähigkeit in Kombination mit Aktivität, körperlicher Aktivität, Sport, Bewegung und der relevanten Altersgruppe, Kinder und Jugendliche, verwendet.

Entsprechend wurde mit den englischen Schlagworten verfahren. Während der Recherchen ergaben sich weitere Quellenhinweise und Hinweise auf internationale Fachzeitschriften, die je nach Zugangsmöglichkeit ebenso ausgewertet wurden.

6.1 Zusammenhänge von Kognition und Motorik

Ziel dieses Kapitels ist es, einen Überblick hinsichtlich des aktuellen Forschungsstandes zu den Zusammenhängen zwischen Motorik und Kognition aus Sicht der Grundlagen- und Anwendungsforschung zu geben. Es wird dabei auf unterschiedliche Designs, Fragestellungen, Umsetzungen und Ansätze in der Schule eingegangen.

Bei Betrachtung der Zusammenhänge zwischen Motorik und Kognition kann die Grundlagenforschung (Kap. 6.1.1), die sich u. a. tierexperimenteller Studien bedient und die anwendungsbasierte Forschung (Kapitel 6.1.2), die im Forschungsfeld motorische und kognitive Testverfahren einsetzt, unterschieden werden. Die Übergänge der beiden Forschungsrichtungen sind fließend, sodass größtenteils Erkenntnisse der Grundlagenforschung als Begründungen und Argumentationsgrundlagen der Anwendungsforschung herangezogen werden.

Die Begrifflichkeiten Motorik und Kognition werden wie in den Kapiteln 3.1 und 3.2 definiert verwendet, wobei die Teilbereiche der Kognition die Kapitel 6.1.2.3: Querschnitt- und Korrelationsstudien und 6.1.2.5: Interventionsstudien strukturieren.

Ein Überblick der Studien mit differenzierten Angaben zur Stichprobe, zu den Methoden und Ergebnissen geben die Tabelle 6-1: Reviews und Metaanalysen, die den Zusammenhang zwischen Motorik und Kognition und den Effekt körperlicher Aktivität auf kognitive Parameter untersuchen, Tabelle 6-2: Korrelations-, Querschnittstudien, die den Zusammenhang zwischen Motorik und Kognition und den Effekt körperlicher Aktivität auf kognitive Parameter untersuchen, Tabelle 6-3: Längsschnittstudien, die die Entwicklung von Motorik und Kognition analysieren und die Tabelle 6-4: Interventionsstudien, die die Effekte körperlicher Aktivität auf Motorik und Kognition untersuchen.

6.1.1 Grundlagenforschung

Im Fokus der Grundlagenforschung steht zunächst der reine Erkenntnisgewinn, ohne damit Aussagen für die Anwendung zu beabsichtigen. Grundlagenforschung schafft die Grundlagen für die angewandte weitergehende Forschung, indem nicht nur die Erkenntnisse, sondern auch die Methoden, die auf Grundlagenforschung basieren, Einzug in den Alltag finden. Dort, wo die Grundlagenforschung die angewandte Forschung berührt, gibt es einen regen Wissenstransfer. Aus grundlegenden theoretischen Erkenntnissen und Hypothesen wird über Anwendungsforschung Praxiswissen.

Schon in den 50er und 60er Jahren bestand das wissenschaftliche Interesse, Zusammenhänge zwischen Bewegung und Kognition zu erforschen. In den 70er Jahren verschob sich das Forschungsinteresse in Richtung positive Effekte von Bewegung auf physisch-gesundheitliche Bereiche und seit den 90er Jahren wächst mit den neuen bildgebenden Erfassungsmethoden zunehmend das Interesse, Zusammenhänge zwischen Bewegung und Kognition aus neurophysiologischer Perspektive zu erforschen, wieder an.

Erweiterte Tierforschung und die neuen nicht-invasiven Verfahren der Neurowissenschaften (Kapitel 3.3.3), deren sich die sehr junge Bewegungs-Neurowissenschaft (Hollmann, Strüder & Tagarkanis, 2005) bedienen, konnten zeigen, inwieweit körperliche Aktivität Effekte auf Struktur und Funktionen des erwachsenen Gehirns hat.

Während sich die meisten Studien auf Menschen während der Körperruhe bezogen, interessieren nun die Einflüsse von qualitativ und quantitativ unterschiedlicher Arbeit und körperlichem Training auf Gehirnfunktionen und physischen Reaktionen. Mit Hilfe hämodynamischer und metabolischer Einblicke in unterschiedliche Regionen des Gehirns in Verbindung mit körperlicher Aktivität konnte die Wechselwirkung „zwischen dem Gehirn und dem Körper in Verbindung mit akuter Arbeit und chronischem Training“ (Hollmann & Strüder, 2003, S. 265) nachgewiesen werden.

Im Fokus der Bewegungs-Neurowissenschaft stehen vor allem die sogenannten exekutiven Funktionen (Kapitel 3.2.2). Sie werden genauer betrachtet, um Effekte der Bewegung auf Aktivitäten im Gehirn zu untersuchen. In den letzten Jahren wur-

de versucht, eine Forschungslücke hinsichtlich folgender Fragen zu schließen: Ob und wenn ja wie und in welchen Entwicklungsphasen das exekutive System von bestimmten Formen muskulärer Beanspruchung profitieren kann (Kubesch, 2007).

Das nachstehende Kapitel beschäftigt sich mit den Hypothesen, die die Zusammenhänge zwischen Bewegung und Kognition aus neurophysiologischer Sicht beschreiben.

6.1.1.1 Gehirndurchblutung, Gehirnstoffwechsel

Ein Mechanismus für die Verbindung zwischen Aktivität und Kognition wird durch eine Erhöhung der zerebralen Durchblutung und die dadurch erhöhte Sauerstoffzufuhr für das Gehirn beschrieben.

Eine gesteigerte regionale Durchblutung im menschlichen Gehirn im Verlauf sportlicher Aktivität, hier Fahrrad-Ergometrie, wird schon 1987 von Herholz et al. nachgewiesen. Isaacs et al. (1992) zeigen fünf Jahre später im Tierversuch mit Ratten, dass einmonatiges Laufradtraining zu verstärkter Kapillarisation im motorischen Kortex und im Cerebellum führt, was wiederum eine effizientere Durchblutung dieser Bereiche ermöglicht.

Gesichert war, dass eine verschlechterte Durchblutung des Gehirns eine Verschlechterung der kognitiven Leistung zur Folge hat (Chodzko-Zajko & Moore, 1994). Inwieweit aber körperliche Fitness oder Leistungsfähigkeit oder körperliche Aktivität Einfluss auf beide Parameter haben, konnte noch nicht aufgezeigt werden. Kramer et al. (1999) konnten an inaktiven älteren Personen, verglichen mit anaerob trainierenden Personen, unterschiedliche Leistungsniveaus feststellen. Durch aerobes Training konnten zudem substantielle Verbesserungen in den Aufgaben, die die exekutiven Funktionen beanspruchen, aufgezeigt werden.

Löllgen und Hollmann (2002) setzten in unterschiedlichen Studien Bewegung als Therapeutikum vor allem gegen die Entstehung verschiedener Karzinome ein. Dabei zeigen die Daten eine trainingsinduzierte Adaptation unterschiedlicher vegetativer Prozesse. Diese hatte eine Verbesserung der maximalen Sauerstoffaufnahme je nach Studie um 15 bis 29 % zur Folge (Löllgen & Hollmann, 2002).

Untersuchungen mit Klavierspielern haben ergeben, dass deren Gehirndurchblutung beim Klavierspielen um 30 % höher ist als im Ruhezustand (Hollmann & Strüder, 2003). Die Summe beider Hände macht nur ca. 2 % der Körpermaße aus, ist aber in 60 % des Gehirns repräsentiert (Abbildung 3-9). Dies hat während des Fingerbewegens während des Klavierspielens oder beim Ertasten mit den Fingern Auswirkungen auf die Durchblutungssteigerung der Kortexfläche in den Arealen, wo die Hände repräsentiert sind.

Hollmann et al. untersuchten 2005 die regionale Hirndurchblutung bei Fahrrad-Ergometerarbeit und den Gehirnstoffwechsel unter Belastung. Mittels PET und Fahrrad-Ergometeruntersuchung beobachteten sie bei einer Belastungsstufe von 25 Watt signifikante durchblutungssteigernde Effekte unterschiedlicher Größenord-

nung in verschiedenen Gehirnabschnitten. Im Mittel betrug die Erhöhung 20 %. Eine Belastungsintensität von 100 Watt ließ bei gesunden männlichen Probanden die mittlere Durchblutung um ca. 30 % über den Ruheausgangswert ansteigen. Eine größere Belastungsintensität führt somit zu einer stärkeren Durchblutungszunahme regionaler Gehirnabschnitte, ohne dass eine lineare Beziehung besteht. Die größte Durchblutungssteigerung wurde während des Übergangs vom Ruhewert zu einer leichten Belastungsstufe beobachtet (Hollmann et al., 2005).

Dietrich (2006) allerdings beschreibt, dass trotz regionaler Anstiege die globale Gehirndurchblutung während körperlicher Aktivität sowie auch die Stoffwechsellvorgänge und die Sauerstoffaufnahme konstant bleiben. Nach Dietrich (2006) ist bei Maximalbelastungen, verglichen mit dem Ruhezustand, das Blutvolumen im Gehirn pro Herzschlag sogar bis zu viermal kleiner.

Die Hypothese der Erhöhung der zerebralen Durchblutung und die dadurch erhöhte Sauerstoffzufuhr für das Gehirn bei körperlicher Aktivität sind somit noch nicht gesichert.

6.1.1.2 Neuronale Plastizität und Aktivität

Der hier vorgestellte Wirkmechanismus beschreibt die Effizienz der neuronalen Verarbeitung, in dem Bewegung zu einem situativen Faktor für die Hirnplastizität durch Synapsen- und Spinesbildung, sowie für die Neubildung von Neuronen wird (Kapitel 3.3.1: Peripheres Nervensystem).

Schon in den 90er Jahren wurde bekannt, dass im Gyrus dentatus des Hippokampus von Mäusen Neuronenteilung und -neubildung lebenslang stattfindet. Beim Menschen konnte dies später auch nachgewiesen werden (u. a. Kempermann, Kuhn & Gage, 1997; Eriksson et al., 1998), wobei die Plastizität und Aktivität auf den Hippokampus und auf den Bulbus olfactorius (sog. Riechkolben) beschränkt bleiben (Kornack & Rakic, 2001). Die neu gebildeten Neurone werden in die Funktion des Hippokampus involviert und sind ganz besonders im Bereich des Lernens elementar und unverzichtbar (Gould et al., 1999; Shors et al., 2001).

Eine Reihe überzeugender Tierversuche machen deutlich, wie durch Umweltreize und Aktivität die Neuronenteilung und -neubildung angetrieben und die neuronalen Strukturen und Funktionen verändert werden können (u. a. Kempermann, 2000; van Praag et al., 2005; Bischofsberger, 2006).

Koordinative und aerobe Beanspruchung verbessert somit auf der einen Seite die räumliche (van Praag et al., 2005) Lernfähigkeit (Kempermann, 2000) und die Reaktionsfähigkeit (Bischofsberger, 2006) bei Mäusen, auf der anderen Seite zeigen die Daten, dass das Altern des Mäusegehirns durch Bewegung verzögert werden kann (Kempermann, 2000).

Auf die kognitive Entwicklung bezogen äußern sich Black, Isaacs & Greenough (1991) dahingehend, dass eine frühe Bewegungserfahrung besonders für junge Tiere von Bedeutung sei, da die Bildung zusätzlicher Synapsen und eine gute Stoffwechselbasis in einigen Gehirnarealen die altersbedingten Abbauprozesse in

späteren Jahren teilweise ausgleichen könnte und somit eine neuronale Reserve darstellen könne.

Die gewonnenen Daten aus den Tierversuchen sind laut Kramer et al. (2005) mit den Daten aus Studien mit Menschen kompatibel. Diese zeigen ebenfalls einen positiven Effekt von Bewegung auf die Hirnfunktion und Hirnstruktur.

Hillman et al. (2002, 2003) unterstützen mit ihren Ergebnissen aus Interventionsstudien, die den Einfluss von akuter körperlicher Belastung auf kognitive Prozesse mit Hilfe der EKP² nachweisen, die Hypothese, dass akute Belastung die neuronale Aktivität, die den exekutiven Funktionen zugrunde liegt, beeinflussen kann.

Die Forschergruppe um Colcombe et al. (2003) konnte mit ihrer Studie (N = 55) zeigen, dass die Abnahme von Gehirngewebe (graue und weiße Gehirnmasse) im Alter durch Bewegung aufgehalten oder verhindert werden kann (Colcombe et al., 2003).

Auch die Ergebnisse von Löllgen und Hollmann (2002) zeigen, dass durch zwei bis drei einstündige Wanderungen pro Woche eben dieser Alterungseffekt reduziert werden kann und zusätzliche kognitive Aktivität in Verbindung mit körperlicher Aktivität zu verbesserten kognitiven Prozessen führt (Löllgen & Hollmann, 2002).

Draganski et al. (2004) untersuchten bei jungen Frauen und Männern (N = 24) die neuronale Plastizität nach einem Jongliertraining. Die eine Hälfte der Probanden und Probandinnen sollte solange jonglieren üben, bis sie 60 Sekunden mit drei Bällen jonglieren konnte, die andere Hälfte erhielt in demselben Zeitraum kein Training. Alle Probanden und Probandinnen wurden vor, direkt nach und drei Monate nach der Intervention Messungen mit dem MRT unterzogen.

Die Ergebnisse zeigten für die Jongliergruppe vom 1. zum 2. Scan eine signifikante Erhöhung der grauen Masse im mittleren temporalen Kortex und im linken posterioren intraparietalen Sulcus, wobei diese Erhöhung beim dritten Scan wieder leicht abgenommen hatte. Damit konnte zum ersten Mal gezeigt werden, dass das Erlernen einer komplexen Bewegung zu einer neuronalen Plastizitätsveränderung im erwachsenen Gehirn führt.

Trotz engagierter Forscheraktivität im Bereich Struktur- und Funktionsveränderung von Gehirn in Verbindung mit körperlicher Aktivität und kognitiven Aufgaben, gibt es bislang nur wenig Studien, mit bildgebenden Verfahren, die Gehirnaktivität bei sportiven Bewegungen untersuchen (Jansen-Osmann, 2008).

Somit bleibt noch offen, inwieweit die Ergebnisse von Mäusen auf Erwachsene und vor allem auf Kinder und Jugendliche übertragen werden können. Auf das Vorschulalter bezogen, intensivieren nach Hollmann, Strüder und Tagarkanis (2005) koordinative Beanspruchungen, wie dies bei Erwachsenen gezeigt worden ist, die Synapsenbildung, die somit eine Möglichkeit zur Förderung der kognitiven Entwicklung darstellen könnte.

² EKP: ereigniskorrelierte Potentiale: Wellenformen im EEG, die mit kognitiven Prozessen wie Aufmerksamkeitsleistung und Sprachverarbeitung korrelieren.

In einem Versuch dieser Problematik nachzugehen, fokussierten Hillman et al. (2005) die Zusammenhänge zwischen Alter, Ausdauerleistungsfähigkeit, und Kognition bei Kindern und Erwachsenen ($N = 51$). Es wurden Alters- und Ausdauerleistungsgruppen gebildet. Während die Probandinnen und Probanden auf Stimuli reagierten, wurde mit Hilfe de Elektroenzephalogramm (EEG) P3³ ermittelt. Die Ergebnisse dieser Studie zeigen, dass ausdauerleistungsstarke im Vergleich zu weniger leistungsstarken Kindern höhere P3-Werte aufzeigen. Das zeigt, dass ausdauerleistungsstarke Kinder bessere neuronale Unterstützung, also eine schnellere neurokognitive Verarbeitung aufweisen, als ihre leistungsschwächeren Alterskollegen. Ebenso lag die ausdauerleistungsstarke Erwachsenenengruppe im Vergleich zur leistungsschwächeren Gruppe vorne (Hillman et al., 2005).

Allerdings müssen hinsichtlich dieser Ergebnisse ein paar methodische Einschränkungen erwähnt werden:

Die Studie wurde im Querschnittsdesign durchgeführt, wodurch Verzerrungen bezüglich vorgenommener Gruppeneinteilung auftreten können. Variablen wie genetische Faktoren oder Charaktereigenschaften wurden nicht berücksichtigt und die Stichprobe pro Gruppe war relativ klein.

Trotzdem kann allgemein aus dieser Studie gefolgert werden, dass ausdauerleistungsstarke Kinder eine bessere Reizverarbeitung aufzeigen, was zu einer verbesserten Aufmerksamkeitsleistung und Gedächtnisleistung führt. Das unterstützt die bisherigen Forschungsergebnisse bezüglich Zusammenhänge zwischen Bewegung und Kognition (Hillman et al., 2004). Stärker als eine akute körperliche Beanspruchung fördert also eine gesteigerte körperliche Fitness exekutive Funktionen vom Kindes- (Hillman et al. 2005) bis zum Erwachsenenalter (Themanson & Hillman 2006). Das bedeutet, je körperlich fitter die Schüler und Schülerinnen sind, desto besser sind deren exekutive Funktionen.

Die Studien mit bildgebenden Verfahren zeigen, dass Bewegung bei älteren Menschen mit dem präfrontalen Netzwerk des Gehirns in Verbindung steht und dass Lesen und Mathematik mit einer erhöhten Aktivität im präfrontalen Kortex und anderen Teilen des Parietal-lappens bei Kindern verbunden ist (Hillman et al. 2008). So ist es möglich, dass Kinder von Bewegung bezüglich schulischer Leistung profitieren können (Hillman et al. 2008). Angemessene körperliche Aktivität kann somit sowohl strukturell wie auch funktionell für das Gehirn von Bedeutung sein.

³ Die P3 ist eine positive, langsame Welle mit einem Amplitudenmaximum über dem zentroparietalen Kortex. Sie zählt zu den rein endogenen Potentialen, da ihre Amplitude unabhängig von der Modalität und den physikalischen Eigenschaften des dargebotenen Reizes erscheint, dafür aber die selektive Aufmerksamkeitslenkung auf diesen Stimulus voraussetzt und durch psychologische und kognitive Faktoren wie Salienz und Aufgabenrelevanz moduliert wird. Die P3 spiegelt somit nicht direkt die Eigenschaften der Stimuli wider, sondern die Wahrnehmung dieser Dimensionen (Deckert, 2006).

Trotzdem bleiben wichtige Fragen offen: Es ist immer noch unklar, welche Dosis des Verhältnisses zwischen Modus, Intensität und Dauer des Trainings welche Veränderungen im Gehirn bewirken. Zudem ist noch nicht genau geklärt, wie und ob sich die neurophysiologischen Veränderungen direkt auf das Verhalten und auf die Leistungsfähigkeit auswirken.

6.1.1.3 Verbindungen zwischen präfrontalen Kortex und Cerebellum

Ein weiterer Ansatz für die Verbindung zwischen Motorik und Kognition wird durch die Verbindungen zwischen präfrontalen Kortex und Cerebellum erklärt.

Während lange Zeit von zwei voneinander unabhängigen Systemen ausgegangen wurde, der präfrontale Kortex schien lediglich für komplexe kognitive und das Cerebellum für motorische Funktionen zuständig zu sein (Diamond, 2000), gilt es heute als gesichert, dass der präfrontale Kortex und das Cerebellum "are fundamentally intertwined" (Diamond, 2000, S. 44).

Über bildgebende Verfahren ist bekannt, dass das Kleinhirn (Cerebellum) auch bei der Koordination und beim zeitlichen Ablauf von Erkenntnisleistungen eine wichtige Rolle spielt (Ratey, 2003). Es wurde gezeigt, dass ein Anstieg der Aktivierung des dorsolateralen präfrontalen Cortex, aufgrund kognitiver Anstrengung, zeitgleich zu einem Anstieg im kontralateralen Bereich des Cerebellums führen kann (Diamond, 2000). Es gibt also Evidenz dafür, dass das Cerebellum ebenso für kognitive Prozesse entscheidend ist (Raichle, 1994). Ebenso verhält es sich bei einer Verminderung des Aktivitätsniveaus. Die höchste Aktivität zeigt sich im Cerebellum, wenn die zu lösende Problemstellung neu ist oder sich die Aufgabenbedingungen ändern. Auf der anderen Seite lässt sich eine Verminderung des Aktivitätsniveaus feststellen, wenn die Aufgaben und Aufgabenbedingungen (kognitiv und motorisch) bekannt sind (Diamond, 2000).

Die Aktivierungen dieser beiden Gehirnregionen sind folglich miteinander gekoppelt. Diamond kommt also zu dem Schluss, dass

„Motor development and cognitive development may be much more interrelated than has been previously appreciated. Indeed they may be fundamentally intertwined.“ (Diamond, 2000, S. 44)

Läsionsstudien, die geschädigte Gehirne systematisch analysieren, unterstützen diese Hypothese. Sie weisen darauf hin, dass eine motorische oder kognitive Beeinträchtigung zumeist nicht separat auftritt, sondern beide Bereiche betroffen sind. Auch weisen Kinder mit Entwicklungsstörungen im kognitiven Bereich (z. B. ADHS) Beeinträchtigungen in ihrer motorischen Entwicklung auf (Wassenberg et al., 2005).

6.1.1.4 Molekulare Veränderungen

Veränderungen auf molekularer Ebene als Folge von Bewegung werden als weiterer Mechanismus zur Erklärung von Zusammenhängen zwischen Motorik und Kognition herangezogen. Die letzten Jahre galten der intensiven Erforschung möglicher molekularer Hintergründe des neuroprotektiven Effekts körperlicher Aktivität (Kramer et al., 2005). Es gibt nämlich Evidenz dafür, dass einige der positiven Effekte

von Bewegung auf molekulare Vorgänge im Gehirn zurückgeführt werden können (Cotman & Engesser-Cesar, 2002). Als in diesem Zusammenhang bedeutsames Molekül rückt der Brain-Derived Neurotrophic Factor (BDNF) in den Fokus, dem in Bezug auf das Nervengewebe zellerhaltende und wachstumsfördernde Wirkung zugeschrieben wird.

Das Protein BDNF korreliert mit dem Verlust neuronaler Plastizität positiv (Limberger et al., 2006). Adlard und Cotman (2004) konnten in Experimenten zeigen, dass die Konzentration des BDNF-Proteins im Hippocampus durch Bewegung erhöht werden kann. BDNF und CORT sind zwei Proteine die sich gegenseitig beeinflussen. Bei Stress steigt die Konzentration des CORT-Proteins im Gehirn, während die BDNF-Protein-Konzentration fällt. Beide Proteine stehen mit hypocampalen Dysfunktionen und Gedächtnisverknüpfungen in Verbindung. An gestressten Tieren wurde gezeigt, dass das CORT-Protein steigt, was den Anteil des BDNF-Proteins senkt. Nach Beendigung der Stresseinwirkung war das Basisniveau beider Proteine erst wieder 24 Stunden nach der Stresseinwirkung erreicht.

Bei Ratten, die täglich oder alle zwei Tage im Laufrad waren, fanden Berchtold et al. (2005) generell erhöhte BDNF-Werte. Sogar nach drei Monaten täglichen Trainings stiegen die BDNF-Konzentrationen noch an, wenn gleichzeitig die Trainingsintensität erhöht wurde. Die erhöhten BDNF-Konzentrationen blieben einige Tage erhöht, wenn das Training unterbrochen wurde, und ehemals fitte Tiere hatten schnellere BDNF-Wiederanstiege, wenn sie das Training wieder aufnahmen. Auch Farmer et al. (2004) bestätigten diese Ergebnisse. Zudem konnten sie eine gesteigerte Synthese an NMDA-Rezeptoren im Gehirn trainierter Ratten nachweisen, was die Grundlage der Langzeitpotenzierung (Kapitel 3.2.3: Gedächtnis und Lernen) darstellt.

Neben diesen Effekten scheint BDNF ein Auslöser für weitere Prozesse in den Genen zu sein, die für synaptische Veränderung zuständig sind.

Beim Menschen sind die Verhältnisse von Trainingsintensität und BDNF-Dosis bis heute nicht bekannt. Mittels Störungen der Gehirnfunktionen, die mit BDNF therapiert wurden (u. a. chronischer Stress, Depression, Parkinson und Alzheimer, Martinowich et al., 2007) konnte jedoch aufgezeigt werden, dass das Molekül BDNF zweifellos für normale kognitive Funktionen essenziell ist (Ferris et al., 2007). Bei diesen Erkrankungen ist eine präventive oder intervenierende Wirkung von Bewegung und Aktivität nachgewiesen (Smith & Zigmond, 2003; Dishman et al., 2006).

Im Bereich der Reizübertragung, d. h. des Neurotransmitter-Stoffwechsels ist eine weitere Anpassungsreaktion des Nervensystems an Bewegung und Ausdauertraining zu beobachten. Da Bewegung als mögliche Therapieform bei geistigen und motorischen Störungen eingesetzt wird und Neurotransmitterkonzentration im Gehirn nachweislich mit Bewegung im Zusammenhang steht, wurden Abhängigkeiten zwischen Bewegung, Neurotransmitterkonzentration und geistigen Leistungen untersucht.

Bekannt ist, dass zentrale Neurotransmitter (Noradrenalin NA, Dopamin DA, und Serotonin 5-HT) auf verschiedenen Ebenen beeinflussen (Meeusen et al., 2001). Von Serotonin und Noradrenalin ist bekannt, dass sie u. a. die oben angesprochene Erhöhung der BDNF-Konzentration positiv beeinflussen, und das noradrenerge System steht darüber hinaus mit Gedächtnisleistungen in Verbindung (Zornetzer, 1985).

Die Autoren Meeusen et al. (2001) geben in ihrem Artikel eine Übersicht über Studien zur Auswirkung körperlicher Belastung auf die Gehirnfunktionen und Transmitterkonzentrationen. Aufgrund methodischer Unterschiede und Zielsetzungen sind die Studien nicht vergleichbar und die Daten uneinheitlich. Festzuhalten ist jedoch, dass die Adaptation unterschiedlicher Neurotransmitter für die einzelnen Gehirngebiete spezifisch ist und dass Bewegung zu Veränderungen der Neurotransmitterkonzentrationen führt (Meeusen et al., 2001).

Neuere Studien, die mittels Mikrodialysetechnik durchgeführt wurden, geben bessere und genauere Daten zur Neurotransmitter-Release während körperlicher Belastung (Meeusen et al., 2001). In zwei Untersuchungen wurde festgestellt, dass sich die Dopamin-(DA)-Ausschüttung in Teilen des Großhirns der Ratte nach 20-minütiger Laufbandbelastung signifikant erhöht. Damit es zu einem Anstieg der extrazellulären Dopamin-Konzentration kommt, muss eine gewisse Schwellengeschwindigkeit überschritten werden. Oberhalb von drei und 6.6 m/min ergaben sich während und 40 bis 60 Minuten nach der Laufbandarbeit signifikante Veränderung der DA-Konzentration (Meeusen et al., 2001). Laufbandarbeit mit geringer Geschwindigkeit (2.3 m/min) führte zudem zu einem Anstieg der Neurotransmitter Acetylcholin, Noradrenalin (NA) und Serotonin in Mäusegehirnen.

Am Ende der Versuche waren alle Neurotransmitterspiegel wieder auf die Ausgangswerte gesunken. Die Ergebnisse zeigen, dass körperliche Belastung das Neurotransmitter-Release in Regionen des Großhirns der Ratte erhöht. Vermutet wird, dass dabei zwischen einzelnen Transmittern eine Interaktion besteht, die ihre Freisetzung steuert (Meeusen et al., 2001).

Es wurde ein signifikanter Unterschied der Transmitterkonzentrationen von trainierten und untrainierten Tieren im Ruhezustand aufgezeigt. Die Mäuse, die sechs Wochen lang fünf Tage pro Woche trainierten, und die untrainierten Mäuse wiesen nach 60 Minuten Belastung identisch signifikant erhöhte DA-, NA- und Glutamin-Konzentration auf. Diese Ergebnisse sprechen dafür, dass regelmäßiges Training zu einer verminderten Basalaktivität der Neurotransmitter führt, während die notwendige Sensitivität auf einen akuten Belastungsreiz beibehalten wird (Meeusen et al., 2001).

Es wurde versucht, die Methoden und Ergebnisse der Mäusestudien auf Menschen zu übertragen. Laut Meeusen et al. (2001) sind Verallgemeinerungen über Auswirkungen von Bewegung auf die Transmitterausschüttung im Gehirn schwer zu treffen. Neurotransmitterkonzentrationen im Gesamthirn oder in einzelnen Regionen

spiegeln lediglich die Menge der Neurotransmitter wider, geben aber keine Auskunft über die neuronale Aktivität. Die bisherigen Erkenntnisse haben nicht die erforderliche Güte, um diese auf menschliche Begebenheiten zu übertragen, denn die Transmitterkonzentrationen sind genetisch abhängig. Darüber hinaus setzten die meisten Untersuchungen gezwungene Bewegung auf dem Laufband oder Laufrad ein, was bei Menschen in Bewegung nicht zutrifft. Auch bieten die Ergebnisse über die einzelnen Transmitterkonzentrationen keine Informationen über die Beziehungen der Transmitter.

Schon 1996 berichten Hollmann und Strüder, dass die Vorstellung von einer monokausalen Beziehung zwischen körperlicher Leistungsfähigkeit und Transmittersynthese der Komplexität biomechanischer Prozesse nicht gerecht werden. Sie hatten das Ziel, verschiedentlich den Serotonin- und Dopaminstoffwechsel zu beeinflussen und die Auswirkung auf die körperliche Leistungsfähigkeit zu untersuchen. Die ausdauertrainierten Probanden und Probandinnen absolvierten in einwöchigem Abstand drei aerobe Laufbelastungen über 90 Minuten. Während der ersten 30 Minuten wurden in den Untersuchungsreihen jeweils unterschiedliche Infusionen zugeführt. Die Resultate zeigten, dass die körperliche Leistungsfähigkeit durch Neurotransmitter beeinflusst wird und hierbei vor allem der Transmitter Dopamin im Vordergrund steht (Hollmann & Strüder, 1996).

Reinhardt (2009) geht in einer groß angelegten und interdisziplinären Studie der Frage nach, welche Rolle dem Neurotransmitter Dopamin als mögliche Grundlage neurophysiologischer Anpassungsreaktionen infolge Ausdauer-Lauftrainings zukommt. In Ergänzung von psychologischen Tests sollten umfangreiche molekularbiologische und elektroenzephalographische Methoden Einblicke in die neurophysiologischen Grundlagen der durch körperliche Aktivität veränderlichen kognitiven Parameter ermöglichen. In einer vorgeschalteten Pilotstudie 2005 ($N = 28$) konnten bereits nach sechs Wochen des Ausdauer-Lauftrainings deutliche Leistungsverbesserungen im Bereich des visuell-räumlichen Gedächtnisses (nicht aber im Bereich des verbalen Gedächtnisses) bei Jugendlichen verzeichnet werden.

Darüber hinaus konnten bei den Läuferinnen tendenzielle Verbesserungen im d2-Test und eine signifikante Verstärkung positiver Emotionen festgestellt werden. Im Bereich der Grundlagenforschung bestätigte die Hauptstudie 2006 ($N = 128$) ferner die für die genannten kognitiven Parameter bedeutende Rolle der Catechol-O-Methyltransferase (COMT) als Dopamin-abbauendes Enzym. Mit Hilfe molekularbiologischer Methoden wurden zwei unterschiedlich schnell arbeitende Isoformen der COMT in den Erbanlagen der Probandinnen und Probanden entdeckt und unterschieden. So war es möglich, Zusammenhänge zwischen Dopaminabbau (schnell oder langsam) und dem Abschneiden in den zur Anwendung gekommenen psychologischen Tests zu finden und zu beschreiben.

Reinhardt (2009) zeigt, dass das Ausmaß der durch körperliche Aktivität bewirkten Verbesserung der Leistungsfähigkeit des Gehirns direkt mit dem Genotyp der Cate-

chol-Methyltransferase (COMT) zusammenhängt. Sie bestätigt und belegt die bedeutende Rolle des Dopaminstoffwechsels als neurophysiologische Grundlage der exekutiven Funktionen wie auch der räumlichen Wahrnehmung und identifiziert Dopamin als durch aerobes Ausdauertraining veränderlichen Parameter neuronaler Informationsübertragung.

Die Verknüpfung der Erkenntnisse „Körperliche Aktivität verbessert kognitive Leistungsfähigkeit“ (Hillman et al., 2008) und „Die Leistungsfähigkeit im Bereich der exekutiven Funktionen hängt vom Dopaminspiegel ab“ (Tunbridge et al., 2006) ist die Errungenschaft dieser Studie.

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass die Neurotransmission durch körperliche Belastung beeinflusst wird. Viele Transmitter nehmen Einfluss auf die Aktivität des peripheren und zentralen Nervensystems, die direkt mit kognitiven Leistungen in Verbindung steht. Reinhardt (2009) liefert erste Ergebnisse zur Dopaminkonzentration in Verbindung mit Bewegung, jedoch ist die genaue Auswirkung von körperlicher Belastung auf weitere Transmitterkonzentrationen und Gehirnfunktionen noch nicht ausreichend erforscht. Wichtig bei dieser Forschung sind die Beziehungen zwischen den einzelnen Transmittern.

Exkurs-----

Transmitter und Sondergruppen

Ein Transmitterungleichgewicht von Noradrenalin und Dopamin ist meist die Ursache von AD(H)S (Huch & Bauer, 2003; Strodozki, 2005). Auch Depressionen werden durch ein Ungleichgewicht der Transmitterstoffe verursacht (Kubesch, 2007). Einen Zusammenhang zwischen Transmitter und Konzentration/Aufmerksamkeit kann in den Studien von Steck und Kerscher-Habbaba (1986) hergestellt werden. Sie untersuchten depressive Menschen und testeten deren Konzentrationsleistungsfähigkeit mit Hilfe des d2-Tests nach Brickenkamp. Die Ergebnisse waren eindeutig, alle Probanden und Probandinnen lagen bezüglich der Konzentrationsleistungsfähigkeit unter dem Durchschnitt. Kubesch (2005) und Löllgen und Hollmann (2002) konnten ebenso mit Hilfe von Serotonin- Wiederaufnahmehemmer und Rechentest einen indirekten Zusammenhang zwischen Konzentration, Bewegung und Serotonin nachweisen.

Löllgen und Hollmann (2002) haben herausgefunden, dass bei Überschreitung der persönlichen körperlichen Höchstleistungsfähigkeit der Endorphinspiegel im Blut um das 3- bis 4fache wächst, die Schmerzintensität wird im hohen Maße vermindert und das Wohlbefinden steigt. Eine zehnmütige Belastung mit 60 % der individuellen Leistungsfähigkeit bewirkt signifikante Veränderungen im regionalen Glukosestoffwechsel des Gehirns, mehrstündige körperliche Arbeit löst eine Zunahme der Serotoninproduktion im limbischen System und einen Dopaminanstieg aus, was die Stimmung positiv beeinflusst (Löllgen & Hollmann, 2002; Kubesch, 2007).

Mit experimentellen Untersuchungen an Menschen beobachteten Hollmann und Strüder (2003) hoch signifikante schmerz-dämpfende Einflüsse von endogenen Peptiden. Diese steigen jenseits einer aerob-anaeroben Schwelle von vier mmol/l Lactat

bis zum 3fachen über den Ruheausgangswert. Mit dieser Schmerzdämpfung ist eine signifikante Stimmungsänderung in Richtung Euphorie verbunden. Bei Ergometerarbeit wurde ein Anstieg von Tryptophan im Blut und damit ein Rückgang von zweikettigen Aminosäuren beobachtet. Somit kann bei körperlicher Belastung das Tryptophan leichter die Blut-Hirn-Schranke überwinden, und das limbische System kann vermehrt Serotonin bilden. Auch hier trat bei den Probandinnen und Probanden ein stimmungsaufhellender Effekt auf (Hollmann & Strüder, 2003). Körperliche Betätigung ist somit als eine Intervention anerkannt, die die negativen Auswirkungen von Stress, Schmerz und Depression auf das Gehirn auf Basis molekularer Veränderungen im Gehirn reduzieren kann und darüber hinaus die Stimmung hebt.

Auch das sind Effekte die indirekt Einfluss auf die Lernbereitschaft und die Konzentrationsfähigkeit haben.

Kubesch (2005) untersuchte depressiv kranke und nicht kranke Personen. Sie unternahm einen Kontroll- und Versuchsgruppenvergleich neurophysiologischer und psychologischer Testergebnisse nach körperlicher Ausdauerbelastung. Die Ergebnisse waren uneinheitlich, doch einzelne Spezifitäten der kognitiven Leistungssteigerung depressiver Personen durch Bewegung konnten aufgezeigt werden. Die aufgrund einer depressiven Störung dysregulierten Gehirnsysteme profitierten insbesondere von der Ausdauerbelastung. Darüber hinaus wurde aufgezeigt, dass Depressionen häufig durch einen Rückgang der serotonergen neuronalen Aktivität begleitet werden. Kubesch kommt zu dem Schluss, dass gesteigerte Serotoninbiosynthese aufgrund von Ausdauerbelastungen zu verbesserten exekutiven Funktionen führen kann (Kubesch, 2007).

Exkurs Ende-----

6.1.2 Anwendungsforschung

Im Unterschied zur Grundlagenforschung steht bei der Anwendungsforschung die Umsetzbarkeit für praktische Fragestellungen im Vordergrund. Fragen wie u. a.: Steigert die nachgewiesene Erhöhung der zerebralen Durchblutung und die durch Bewegung erhöhte Sauerstoffzufuhr im Gehirn Aufmerksamkeits- und Konzentrationsleistungen? (Kubesch, 2007; Budde et al., 2008) sowie Fördern die durch Bewegung angeregte Hirnplastizität und die Neubildung von Neuronen Intelligenzleistungen? (Fisher, 2008) werden hier erforscht. Dabei weisen die Ausgangsfragestellung, die Methoden, Verfahren und Instrumente eine Nähe zur Praxis auf und das neu gewonnene Wissen fließt in die Praxis zurück. Damit kommen Erkenntnisse der Anwendungsforschung der pädagogisch-psychologischen Praxis mittelbar oder unmittelbar zugute.

Im folgenden Kapitel werden die für die vorliegende Problemstellung wesentlichen Untersuchungen vorgestellt, um den aktuellen Forschungsstand zu den Zusammenhängen von Motorik und Kognition bei Kindern und Jugendlichen zusammenzu-

fassen. Der Begriff Motorik wird hier im Sinne der körperlichen Aktivität als auch der motorischen Leistungsfähigkeit verwendet.

Der Überblick beschränkt sich auf Studien mit Kindern und Jugendlichen, die auf der Ebene des Designs strukturiert sind. Es werden Reviews (Kapitel 6.1.2.1), Meta-Analysen (Kapitel 6.1.2.2), Korrelations- und Querschnittstudien (Kapitel 6.1.2.3), Längsschnittstudien (Kapitel 6.1.2.4) und Interventionsstudien (Kapitel 6.1.2.5) differenziert betrachtet. Die kritische Diskussion und Zusammenfassung (Kapitel 6.3) sollen dazu dienen sowohl weitere inhaltliche als auch methodische Folgerungen für die eigene Studie abzuleiten (Kapitel 6.5).

Dabei werden sowohl nationale als auch internationale Studien mit einbezogen. Berücksichtigt werden Studien, die die Zusammenhänge zwischen Motorik und Kognition bzw. die motorische und kognitive Entwicklung analysieren und die Interventionen im Sinne von Bewegungsprogrammen durchführten, um gezielt Einfluss auf kognitive und motorische Leistungen bei normal entwickelten Kindern (Vorschule und Grundschule) und Jugendlichen zu nehmen.

Der Fokus liegt dabei auf Studien nach 1990, da im Besonderen in dieser Zeit die Frage nach Zusammenhängen zwischen Motorik und Kognition neu diskutiert wurde. Die Studien wurden als wissenschaftliche Studien publiziert, wobei die Variable Kognition, wie sie im Kapitel 3.2 definiert worden ist, verwendet wird. Der Begriff Motorik wird im Folgenden als Synonym sowohl für motorische Fähigkeiten und Fertigkeiten, wie sie in Kapitel 3.1 definiert sind, als auch für die allgemeine körperliche Aktivität, wie sie in Kapitel 5.1 beschrieben sind, verwendet. Die Studien sind nach ihren kognitiven Zielvariablen (Intelligenz, exekutive Funktionen, Konzentrationsleistung und Schulleistungen), die empirisch erfasst werden, systematisiert. Da die vorliegende Studie u. a. Augenmerk auf die Konzentrationsleistung legt, werden nachstehende Studien, die die Konzentrationsleistung in Verbindung mit der Motorik erheben, nicht, wie es die Theorie vorsieht (Kapitel 3.2: Kognition - Begriffsbestimmung), den exekutiven Funktionen untergeordnet, sondern sie werden gesondert betrachtet.

Einen tabellarischen Überblick mit zentralen Informationen zu den Studien, deren Autoren, Methodik und Ergebnisse bieten die Tabelle 6-3 und Tabelle 6-4. Die Reihung der Studien erfolgt chronologisch, um die Entwicklung dieses Forschungsfeldes aufzuzeigen.

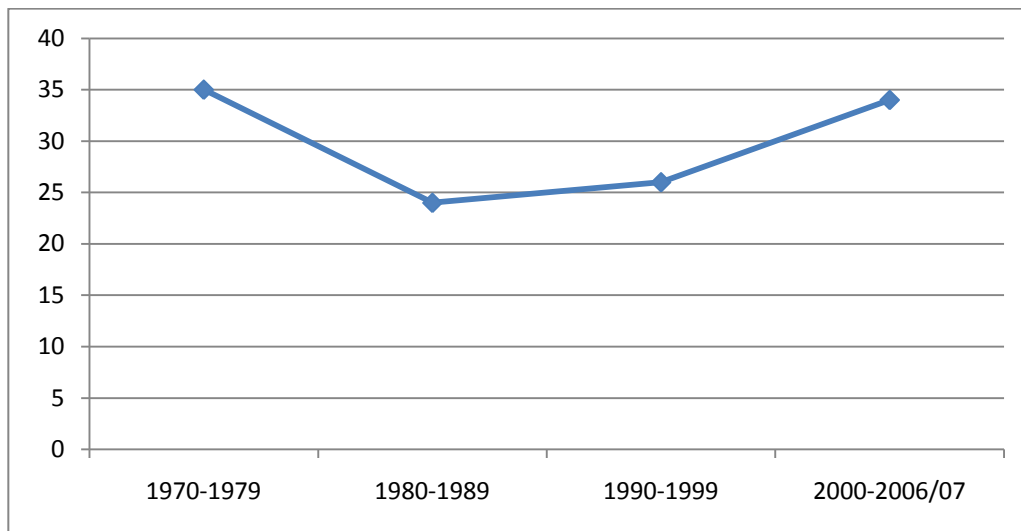
Interventionsstudien im Setting Schule und bewegte Schule werden detailliert in Kapitel 6.4 vorgestellt.

Ursprünge der Forschungsaktivitäten

Die Ursprünge der Erforschung der Beziehung zwischen motorischer und kognitiver Leistungsfähigkeit lassen sich auf den Beginn des letzten Jahrhunderts zurückdatieren. Sippel (1927) gibt in seinem Buch „Leibesübungen und geistige Leistung“ einen Überblick zu den bisher durchgeführten Studien. Sein Resümee hinsichtlich Beziehungen zwischen Motorik und Kognition fällt positiv aus, sodass er eine tägliche Bewegungszeit in der Schule fordert. Allerdings kamen die Ergebnisse erst durch

die Entwicklung objektiver Messverfahren über den Stand von Spekulationen hinaus. Jedoch sind auch diese ersten empirischen Studien aus heutiger Sicht methodisch gesehen in Frage zu stellen, denn die meisten empirischen Studien aus dieser Zeit wurden mit Schülern und Studierenden durchgeführt und stützten sich auf Notenvergleiche im Fach Sport und den sogenannten wissenschaftlichen Fächern wie Mathematik und Deutsch.

Der Forschungshöhepunkt wird auf die 70er Jahre datiert, auf dem die Frage nach den Zusammenhängen zwischen Motorik und Kognition vor allem im schulischen Bereich analysiert wurde (Kirkendall, 1986; Everke & Woll, 2007) (Abbildung 6-1). Erst in den 70er Jahren wurden Tests zur motorischen und kognitiven Leistungsbeurteilung entwickelt, die ab 1990 vermehrt für die Untersuchung der Zusammenhänge zwischen Motorik und Kognition und die Analyse der Effekte körperlicher Aktivität auf die kognitive Leistungsfähigkeit eingesetzt wurden.



Anm: Auswahlkriterien: Interventionsstudien, korrelative Längs- und Querschnittstudien, Probanden bis 12. Lebensjahr, Normalbevölkerung.

Abbildung 6-1: Published studies on motor activity and cognition in childhood since 1970 (entnommen aus Everke & Woll, 2007)

Folgender Forschungsüberblick konzentriert sich deshalb auf die Forschungsaktivitäten nach 1990. Die wesentlichen Meilensteine der Forschung vor 1990 werden im jeweiligen Kapitel vorgeschaltet. Dabei werden einzelne Studien, die für die methodische Entwicklung charakteristisch sind, vorgestellt.

6.1.2.1 Reviews

Reviews zeigen zu begrenzten Themenbereichen ihres Fachgebiets den neuesten Forschungsstand auf, fassen bisherige Ergebnisse zusammen und geben einen Überblick über relevante Veröffentlichungen.

Erstmals gab Gutin (1973) einen Überblick über mit Kindern durchgeführten Studien zum Zusammenhang zwischen Motorik und Kognition. Dabei wurden Studien be-

rücksichtigt, die die kurzfristigen Auswirkungen körperlicher Aktivität untersuchten. Demnach beeinflussten die Komplexität und die Dauer der Bewegung die Effekte auf kognitive Leistungen. Aktivität von 45 Sekunden bis zwei Minuten Dauer (Puls 90-120 S/min) beeinflussten die kognitive Leistungsfähigkeit positiv. Qualitativ und quantitativ anspruchsvollere Übungen führten allerdings zu einer kognitiven Leistungsfähigkeit, die dem Ausgangswert in Ruhe entsprach (Gutin, 1973). Auf ähnliche Ergebnisse kam Powell (1975): Kurzfristige submaximale körperliche Aktivität führte zu kurzfristigen Verbesserungen der kognitiven Funktionen, während Aktivität mit maximaler Intensität hingegen negativ auf die kognitiven Fähigkeiten wirkte. Langfristiges Training allerdings führte zur Verminderung von altersbedingten Einbußen auf kognitiver Seite.

Zaichowsky, Zaichowsky & Martinek (1980) geben einen Überblick über die Forschungsergebnisse aus dem anglo-amerikanischen Sprachraum. Die Ergebnisse zeigten durchweg einen Zusammenhang zwischen Motorik und Kognition, der jedoch sehr gering und in den wenigsten Fällen signifikant war. Entscheidend war die Qualität der Motorikaufgabe: Damit wurde die Differenzierungshypothese⁴ unterstützt und von engeren Zusammenhängen zwischen kognitiv anspruchsvollen Motorikaufgaben und Kognition, im Vergleich zu einfachen motorischen Aufgaben, berichtet. Kritisch wurden die Studien hinsichtlich des Einbezugs verschiedener Moderatorvariablen wie Motivation und Selbstkonzept betrachtet.

Kirkendall kam 1986 zu den gleichen Ergebnissen, wobei neben der Art der Motorikaufgabe das Alter der untersuchten Stichprobe eine wichtige Rolle spielte. Die Zusammenhänge nahmen demnach mit voranschreitendem Alter ab (Kirkendall, 1986).

Shephard (1997) analysierte in seinem Review vier Langzeit-Schulprojekte (the Vanves project, the Trois Rivieres study, the South Australia study, the Project SPARK). Aus den Ergebnissen dieser Studien folgerte er, dass durch zusätzliche motorische Förderung eine beschleunigte psychomotorische Entwicklung und bessere Lernvoraussetzungen erreicht werden konnte.

Knapp zehn Jahre später erforschten Trudeau & Shephard (2008) den Zusammenhang von Kognition und Motorik bei Schulkindern. Sie konzentrierten sich gezielt auf das Setting Schule und berücksichtigten dementsprechend lediglich Studien, die die Verbindung zwischen Schulsport und schulische Leistung analysierten. Die ausführliche Datenbankrecherche ergab, dass quasiexperimentelle Studien, die die Quantitäten der schulischen Aktivität erhöhen, zumindest von keinem negativen Einfluss auf die akademischen Leistungen berichteten. Querschnittliche Analysen

⁴ Im Sinne der Differenzierungshypothese wird davon ausgegangen, dass sich die kognitiven und motorischen Fähigkeiten mit zunehmendem Alter in verschiedene Dimensionen der Motorik und der Kognition ausdifferenzieren.

zeigten einen positiven Zusammenhang zwischen körperlicher Aktivität und schulischen Leistungen im Besonderen konnten positive Verbindungen mit der Konzentrationsleistung, dem Gedächtnis und dem Verhalten aufgezeigt werden. Einen Zusammenhang zwischen Motorik und Kognition konnte jedoch lediglich mittels koordinativen, nicht aber durch kardiovaskuläre Aspekte aufgezeigt werden. Sie begründeten diese Ergebnisse mit neurophysiologischen Anpassungsreaktionen (Kapitel 6.1.1.2). Die Autoren fassen zusammen, dass zusätzliche schulische sportliche Aktivität keine an Lernzeit verlorene Zeit sei.

Tomporowski et al. (2008) beschränkten ihr Review auf 16 veröffentlichte randomisierte Querschnittstudien, die den Einfluss langfristiger körperlicher Aktivität auf kognitive Funktion von Kindern prüften. Die Analysen ergaben, dass systematische Übungsprogramme die Entwicklung von spezifischen kognitiven Funktionen bei Kindern, die für Schulerfolg und weiteres Leben relevant sind, erhöhen können. Es berichtete keine veröffentlichte Studie über negative Beziehung zwischen Motorik und Kognition, was bedeutet, dass, vergleichbar mit den Ergebnissen von Trudeau & Shephard (2008), die für Bewegung genutzte Zeit keine für akademische Leistung verloren gegangene Zeit ist.

6.1.2.2 Meta-Analysen

Während ein Review lediglich eine Übersicht über Studien und deren Ergebnisse gibt, analysierten die folgenden Metaanalysen die Studien neu.

Einbezogen sind Metaanalysen, die Zusammenhänge zwischen Motorik und Kognition bei normal entwickelten Kindern und Jugendlichen analysieren.

Kavale & Mattson (1983) reanalysierten 180 Studien, die die Verbindung zwischen Gleichgewichtsfähigkeit und kognitiver Leistung bei Kindern untersuchten. Resümierend musste festgestellt werden, dass Gleichgewichtstraining keine verbesserte akademische oder kognitive Leistung zur Folge hatte.

Eine Meta-Analyse von Allison, Faith & Franklin (1995) analysierte 16 Studien, die die Effekte früherer körperlicher Aktivität auf störende Verhaltensweisen untersuchten. Signifikante Effektstärken ($ES = .33$) wurden berichtet, wobei nicht klar wird, ob die Ergebnisse generalisierbar sind. Möglich ist, dass Kinder mit Verhaltensauffälligkeiten in höherem Maße von körperlicher Aktivität profitierten im Vergleich zu nicht auffälligen Kindern (Allison et al., 1995).

Etnier et al. veröffentlichten 1997 eine Meta-Analyse zum Zusammenhang von Kognition und Motorik. Unter Einbezug von 134 Quer- und Längsschnittstudien konnte mit einer Effektstärke von $ES = .25$ auf einen leichten positiven Zusammenhang zwischen Motorik und Kognition geschlossen werden. Moderatorvariablen wie das Alter, Geschlecht, der motorische und kognitive Status beeinflussten die Ergebnisse der herangezogenen Studien sowohl positiv als auch negativ. Ebenso spielte die Intensität der körperlichen Aktivität eine entscheidende Rolle. Für Studi-

en mit langfristigem Training ($ES = .33$) konnte, im Vergleich zu Studien mit kurzfristigem Training ($ES = .16$) eine höhere Effektstärke errechnet werden. Begründet wurde dies mit physiologischen Prozessen auf zerebraler Ebene. Darüber hinaus konnten für Kinder und Jugendliche (sechs bis 13 Jahre: $ES = .36$; 14 bis 17 Jahre: $ES = .77$), für 18- bis 30-Jährige ($ES = .64$) und 45-bis 60-Jährige ($ES = 1.02$) höhere Effektstärken errechnet werden als für junge Erwachsene (30 bis 45 Jahre: $ES = .06$) und Erwachsene höheren Alters (60 bis 90 Jahre: $ES = .19$).

2003 folgte ihre zweite Meta-Analyse über 44 Studien mit Kindern zu den Effekten von Dauerbelastung auf die Kognition (Sibley & Etnier, 2003). Die Analysen zeigten, dass Dauerbelastung positiv mit kognitiven Funktionen in Zusammenhang gebracht werden kann ($ES = .32$). Allerdings zeigten sich keine Unterschiede bezüglich Intensität der körperlichen Aktivität oder Alter. Allerdings war die Wirkung der körperlichen Aktivität auf kognitive Leistung aufgabenabhängig. Größte Effekte zeigten sich bei Wahrnehmungsaufgaben ($ES = .49$), gefolgt von IQ-Tests ($ES = .34$), allgemeinen Leistungstests ($ES = .30$), Mathematiktests ($ES = .20$) und Tests zur verbalen Intelligenz ($ES = .17$). Die größten Effektstärken wurden bei jungen Grundschulkindern ($ES = .40$) und bei Schülern und Schülerinnen der Sekundarstufe I ($ES = .48$) gefunden. Für ältere Schülerinnen und Schüler wurden indirekte Zusammenhänge zwischen Kognition und Motorik vermutet (Abbau von Ängstlichkeit, verbessertes Selbstvertrauen durch Bewegung), wobei bei jüngeren Kindern kognitives Lernen durch aktive Erfahrungen mittels körperlicher Auseinandersetzung mit der Umwelt angenommen wurde.

Die Ergebnisse dieser Analyse unterstützen die Effektgrößen der Metaanalysen, die in Bezug auf Erwachsene gewonnen wurden (Etnier et al., 1997; Colcombe et al., 2003; Etnier et al., 2006) und liefern laut Autoren Belege dafür, dass körperliche Aktivität und Kognition bei Kindern miteinander eng in Verbindung stehen. Als Begründung der Zusammenhänge werden physiologische und psychologische Mechanismen herangezogen.

Allerdings mussten eine Reihe von Faktoren abgewägt und bezüglich Interpretation der Ergebnisse berücksichtigt werden: Einschränkungen bezüglich der Qualität der Aussagen mussten gemacht werden, da lediglich neun der berücksichtigten Studien in Review-Zeitschriften veröffentlicht wurden und die Methoden und die Interventionen in großem Maße variierten.

Die Metaanalyse von Etnier et al. (2006) reanalysierte 37 Studien von 1966 bis 2004, die Zusammenhänge zwischen Ausdauerleistungsfähigkeit und Kognition untersuchte. Bei Kindern und Jugendlichen ergab sich ein negativer Zusammenhang, während sich bei Erwachsenen und älteren Personen kein oder ein leichter Zusammenhang konstatieren ließ. Die Schwelle, ab der negative Effekte auf physiologische und psychologische Variablen zu erwarten sind, soll Schwerpunkt weiterführender Studien sein.

Die Reviews und Metaanalysen zeigten, dass es noch immer zu wenig Daten gibt, die Aufschluss über den Zusammenhang zwischen Bewegung und Kognition bei Kindern geben (Sibley & Etnier, 2003; Fisher et Al., 2005; Etnier et al., 2006; Tomporowski, 2008). Die Autoren fordern dementsprechend mehr Studien, die sich stärker auf Kinder beziehen und sich aber gleichzeitig an wissenschaftlichen Maßstäben orientieren.

6.1.2.3 Querschnitt- und Korrelationsstudien

Die Untersuchung einer Person oder Gruppe zu nur einem Messzeitpunkt wird als Querschnittstudie bezeichnet. Durch diese Begrenzung zählen Querschnittsstudien zu den deskriptiven Studien und erlauben keine Aussage über zeitliche Veränderung. Sie können aber, bei Erfassung mehrerer Variablen, über diese korrelative Aussagen machen.

Meilensteine bis 1990

Die Erforschung der Zusammenhänge zwischen Motorik und Kognition begann über Vergleiche von Schulnoten. So verglich Ungerer 1958 800 Versetzungs- und Abiturzeugnisse in Bezug auf die Note in Leibeserziehung und die Durchschnittsnote in den wissenschaftlichen Unterrichtsfächern. Sie konnte in beiden Zeugnisarten positive Zusammenhänge aufzeigen.

Kemmler (1967) untersuchte eine Gruppe leistungsschwacher Grundschüler bezüglich ihrer Schulleistung im Rahmen von Schulnoten in Deutsch und Rechnen, Persönlichkeit, Intelligenz, Problemlösefähigkeit und Konzentrationsleistung. Die Ergebnisse zeigten signifikante Unterschiede zwischen den guten (Schulnote mind. 2) und den schwachen (Schulnote 5) Schülern und Schülerinnen. Aus seinen Beobachtungen folgerte Kemmler, dass sich die leistungstüchtigen Schülerinnen und Schüler nicht so sehr durch Schnelligkeit der visuell-motorischen Koordination, als durch Genauigkeit der Wahrnehmung, durch exaktes, angespanntes und gleichmäßiges Arbeiten auszeichneten. Kemmler berichtete auch genderspezifische Leistungsunterschiede zu Gunsten der Mädchen.

Warwitz (1968) untersuchte den Zusammenhang zwischen der körperlichen und geistigen Gewandtheit, indem er die Verbindungen zwischen Koordinations- und Kombinationsfähigkeit analysierte. Zwei Intelligenztests, eine Testbatterie zur Erfassung der physischen Leistungsfähigkeit, die Lehrer(innen)beurteilung in den Schulfächern und die Beurteilungen der Klassenkameradinnen und -kameraden wurden zur Analyse verwendet. Die Daten ergaben einen signifikanten, wenn auch sehr kleinen Zusammenhang zwischen den physischen und intellektuellen Leistungen. Warwitz folgerte aus seinen Ergebnissen, dass sich aufgrund der Korrelation über die Förderung des einen Fähigkeitsbereichs zugleich auch eine Beeinflussung des anderen erreichen lässt.

1971 erbrachte die Untersuchung von Eggert Korrelationen zwischen der Kurzform der Oseretzky-Skala und verschiedenen Intelligenztests bis zu einem Wert von $r = .34$. Mit dem Alter allerdings nahm der Zusammenhang ab, sodass bei neunjäh-

rigen Kindern lediglich ein Wert von $r = .15$ zu ermitteln war. Er bezog daraufhin weitere Variablen mit ein und konnte aus den Ergebnissen folgern, dass die Intelligenz mit dem Sozialstatus gekoppelt ist und von deren Höhe die Motorikleistungen abhängt (Eggert & Schuck, 1975).

Zimmer veröffentlichte 1981 die Ergebnisse ihrer Studie zu Zusammenhängen zwischen Motorik und Persönlichkeitsentwicklung bei Kindern. Damit leistete sie Pionierarbeit auf diesem Gebiet hinsichtlich der Größe der Stichprobe ($N = 301$), der Komplexität der Fragestellung sowie ihres Studiendesigns, das eine Quer- und Längsschnittstudie umfasst. Mit der empirischen Untersuchung verfolgte sie die Absicht, die motorische Entwicklung der Kinder in Beziehung zu den sie umgebenden Umweltbedingungen und bestimmten Aspekten der kognitiven, affektiven und sozialen Entwicklung zu setzen. Sie ermittelte nicht nur den schon zu dieser Zeit häufig diskutierten Zusammenhang zwischen Intelligenz und Motorik (Zimmer, 1996), sondern bezog neben der Intelligenz weitere Persönlichkeitsbereiche wie die sozialen Beziehungen eines Kindes in seiner Beziehungsgruppe oder die Entwicklung seiner Selbstsicherheit mit ein. Weiterhin konnte sie durch die Längsschnittuntersuchung die Richtung des Zusammenhangs im Sinne einer Kausalität bestimmen. Sie beschränkte sich auf eine Altersstufe, die sich durch rasche Entwicklungsfortschritte auszeichnet und wählte Kinder im Alter zwischen drei und sechs Jahren für ihre empirische Studie aus. In diesem Lebensabschnitt werden die Kinder zum ersten Mal außerhalb der Familie mit systematischen kontrollierbaren Erziehungseinflüssen und neuen sozialen Umweltgegebenheiten konfrontiert, deren Auswirkungen für die weitere Entwicklung oft entscheidend sind (Zimmer, 1996). Außerdem, so argumentiert Zimmer (1996), ist die Bewegung gerade in diesen Lebensjahren ein wichtiges Erfahrungsmedium, von dem es sehr stark abhängt, in welcher Weise das Kind seine Umwelt verarbeitet.

Den entwicklungspsychologischen Theorieansatz Piagets, der von den einfachen Handlungen des Kindes ausgeht und darauf weitere Erkenntnisgewinnung aufbaut, legt Zimmer ihrer empirischen Studie zugrunde. Dabei erfasste sie die Motorik durch den Körperkoordinationstest (KTK) und den Motoriktest für vier bis sechsjährige Kinder (MOT 4-6). die Messung der Intelligenz nahm sie mit dem Hannover-Wechsler-Intelligenztest für das Vorschulalter (HAWIVA) vor. Für diesen Test erfolgte die Auswertung getrennt für die Aufgaben des Verbalteils und des Handlungsteils. Um der Komplexität der Fragestellung gerecht zu werden, bezog sie in die statistische Auswertung sowohl bivariate als auch multivariate Techniken ein, was neue Erkenntnis brachte. Denn zu dieser Zeit - und bis heute - dominieren in der statistischen Auswertung univariate und bivariate Verfahren.

Hinsichtlich der Intervention sollte die motorische Förderung über das in den Kindergärten übliche Maß von einer Wochenstunde hinausgehen und nicht in Sportstätten und von Übungsleitern außerhalb des Kindergartens durchgeführt werden, sondern in den Kindergartenalltag integriert sein, „um ggf. praktisch verwertbare pädagogische Konsequenzen für die Arbeit in Kindergärten [...] ziehen zu können“

(Zimmer, 1996a, S. 67). Dies nahm sie dann auch auf der Basis ihrer Ergebnisse vor. Mit Ausnahme der 5;8- bis 6;11jährigen, bei denen nur die Korrelationen zwischen den Motoriktests und dem Handlungsteil des HAWIVA bedeutsam wurde, sind alle Korrelationen hoch signifikant, und nahmen nach Auspartialisierung des Alters Werte von $r = .28$ bis $r = .40$ ein. Jedoch nimmt der Zusammenhang zwischen Motorik und intellektueller Leistung mit dem Alter ab. Zimmer (1996a) schloss daraus, dass sowohl die situativen als auch die sozialen Anregungen, die ein Kind im Hinblick auf seine sportliche Betätigung erhält, eine wesentliche Bedeutung für die motorische Entwicklung haben. Neben den Variablen Wohnverhältnisse des Kindes, soziale Herkunft des Kindes, Spielmöglichkeit in der näheren Umgebung, die Wohngegend in der das Kind aufwächst, die Anregungen über das Modellverhalten der Eltern, die Möglichkeiten mit den Eltern Sport zu treiben und die eigenen sportlichen Aktivitäten außerhalb der Familie und des Kindergartens schienen besonders die selbständigen Sportaktivitäten der Kinder auf die Motorikergebnisse Einfluss zu nehmen. Mit der Zunahme der Anregungen von außen geht, so folgert Zimmer (1996a), somit eine Verbesserung der motorischen Leistungen einher. Dabei ist vor allem die Möglichkeit der Kinder, sich eigenständig mit den Anregunggehalten der Umwelt auseinanderzusetzen, von Bedeutung. Weiter berichtete die Autorin, dass Kinder mit guten motorischen Leistungen hinsichtlich ihrer Ergebnisse in einem Intelligenztest und auch der Beurteilung ihrer Selbstsicherheit besser abschnitten als Kinder mit schlechten Motorikwerten.

Auch die Ergebnisse der Längsschnittuntersuchung entsprachen den Erwartungen. Die motorische Förderung wirkte sich auf die motorische und intellektuelle Leistung der Kinder aus. Die Experimentalgruppen erzielten somit signifikant bessere Testergebnisse als die Kontrollgruppe. Folgerungen der Studie für die Bewegungserziehung formuliert Zimmer differenziert nach methodisch didaktischen Konsequenzen, Organisation der materialen Umweltbedingungen und soziale und personale Voraussetzungen. Auf der erst genannten Ebene wurden Bewegungsangebote gefordert, die freie, un gelenkte und gelenkte Lernsituationen umfassen, um das Prinzip der Selbstbestimmung zu realisieren und um die Prozesse der Assimilation und Akkommodation zu fördern. Hinsichtlich der Organisation Umweltbedingungen sollten diese zu Aktivitäten auffordern und Bewegungs- und Lernangebote bereitstellen, die die Kinder zu einem ihren Fähigkeiten entsprechenden Handeln herausfordern. Dazu gehören Umgebungen, Geräte und Materialien, die dem Bewegungsdrang und den Interessen der Kinder entgegenkommen und die sowohl individuelle Beschäftigungen als auch gemeinsame Aktivitäten erlauben. Darüber hinaus sollten soziale Interaktionen in der Bewegungserziehung durch Gesichtspunkte wie entspannte und fröhliche Atmosphäre, Mitbestimmung und Eigenaktivität der Kinder, sofortige Lösung von Konflikten und Absprachen und Regeln gekennzeichnet sein.

Die theoretische Grundlegung und die Ergebnisse sowie Folgerungen der empirischen Arbeit stellten für nachfolgende Studien einen Ausgangspunkt für Fragestellung, Design und Methoden dar (u. a. Beudels, 1997). Auch die vorliegende Studie knüpft an den zentralen Erkenntnissen von Zimmer (1996a) an und versucht ihre

grundsätzlichen Folgerungen auf der methodisch didaktischen Ebene, hinsichtlich der Organisation der materiellen Umweltbedingungen und den sozialen und personalen Voraussetzungen für Interventionen, auf die aktuelle Fragestellung zu übertragen und in die Planung mit aufzunehmen.

Motorik und Intelligenz

Die Frage nach der Verbindung von IQ-Werten mit motorischer Leistung bei Kindergartenkindern stellten sich auch Tomes & Heilbuth (1993). Sie errechneten eine Korrelation von $r_{xy} = .60$ zwischen Motorik und Kognition, die die Ergebnisse von Zimmer (1996a) unterstreichen und verstärken.

Krombholz (1998) errechnete mit Hilfe kanonischer Korrelation den Zusammenhang zwischen Kognition und Motorik bei Kindergartenkindern ($n = 24$), Grundschulern ($n = 700$) und Sonderschülern ($n = 25$). Daten des KTK und der Grundintelligenzskala (CFT 1) zeigten positive Zusammenhänge zwischen den Leistungen. Die höchsten Korrelationen zeigten sich bei Sonderschülern, gefolgt von Kindergartenkindern. Er konnte keine Unterschiede zwischen komplexen und einfachen motorischen Aufgaben bezüglich der Zusammenhänge mit kognitiven Aufgaben aufzeigen. Beide Parameter sind vom sozialen Milieu abhängig.

Ähnlich starke Zusammenhänge errechnete Planinsec (2002) zwischen Kognition (Razkol Test) und Motorik (verschiedene standardisierte motorische Items) bei Mädchen, nicht jedoch bei Jungen. Insgesamt untersuchte er 665 fünf- bis sechsjährige Kinder, bei denen sich die stärksten Zusammenhänge bei Koordinationsaufgaben und Items mit hoher Bewegungsgeschwindigkeit zeigten. Für diese Zusammenhänge gab Planinsec (2002) folgende Erklärung: Erfolgreich ausgeführte komplexe koordinative Bewegungen erfordern Prozesse der Informationsverarbeitung, die eine Grundvoraussetzung kognitiver Aktivität darstellen. Die Geschlechtsunterschiede werden durch die Entwicklungsphasen, die von Koordinationsproblemen bei den Mädchen bestimmt sind, erklärt. Mädchen lösen die motorischen Aufgaben aufgrund dessen mit einem höheren kognitiven Aufwand im Vergleich zu den Jungen (Planinsec, 2002).

Im Rahmen der LOGIK-Studie (siehe auch Kapitel 6.1.2.4: Längsschnittstudien) gingen Ahnert, Bös & Schneider (2003) u. a. auch der Frage nach, inwieweit Zusammenhänge zwischen Kognition und Motorik nachweisbar sind. Die Daten zeigten einen positiven, meist signifikanten, aber eher gering einzuschätzenden und mit dem Alter zurückgehenden Zusammenhang zwischen Kognition und Motorik im Vorschulalter. Im Grundschulalter nahmen die Korrelationen zwischen der nonverbalen Intelligenz (HAWIK, CMMS, CFT) und den motorischen Leistungen (KTK, Standweitsprung) leicht zu, erreichten aber auch nur teilweise Signifikanz. Bei den Jungen wurden maximale Korrelationen von $r_{xy} = .315$, bei den Mädchen bis $r_{xy} = .436$ erreicht. Insgesamt fielen die Zusammenhänge zwischen nonverbalem IQ

und den KTK-Leistungen leicht höher aus, als dies mit dem Standweitsprung der Fall war. Da jedoch kaum Werte über $r_{xy} = .30$ erreicht wurden, schienen die Zusammenhänge durchgehend gering. Dies entsprach einem Varianzaufklärungsanteil von weniger als 10 %. Die Zusammenhänge zwischen dem KTK im Alter von acht bis zwölf Jahren und dem HAWIK von sieben bis zwölf Jahren lagen im Bereich $r_{xy} = .11$ bis $r_{xy} = .15$ und erreichten mit Ausnahme des zuletzt genannten Werts keine Signifikanz.

Die Differenzierungshypothese wurde jedoch nicht unterstrichen, die Autoren gingen eher von einem konstanten geringen Zusammenhang zwischen Motorik und Kognition im Vorschul- und Grundschulalter aus (auch Ahnert, 2005).

Motorik und exekutive Funktionen

Erst seit Ende der 1990er Jahre werden exekutive Funktionen im Zusammenhang mit muskulärer Beanspruchung erforscht. Die Untersuchungen, vorerst unter Verwendung neuropsychologischer Testmethoden und moderner bildgebender Verfahren, bezogen sich dabei anfangs vor allem auf ältere Menschen (Kramer et al. 1999) und depressive Patienten (Kubesch et al. 2003), bei denen das exekutive System oftmals nicht mehr voll funktionsfähig war. Zunächst wurde also nachgewiesen, dass exekutive Funktionen vor allem dann durch Kraft-Ausdauerbelastungen gefördert werden, wenn sie aufgrund des Alters oder einer Depression nicht optimal funktionieren. Gegenwärtig werden auch anwendungsorientierte Testverfahren eingesetzt, die es möglich machen, die exekutiven Funktionen im Forschungsfeld zu messen. Zusammenhänge zwischen exekutiven Funktionen und Motorik und Fitness bei älteren Erwachsenen und Sondergruppen sind heute schon erwiesen. Evidenzen für die Übertragbarkeit dieser Ergebnisse auf Kinder wurden jedoch bislang nicht erbracht. Darüber hinaus wurden Studien sowohl mit Erwachsenen als auch mit Kindern noch nicht repliziert. Aktuell wird schwerpunktmäßig untersucht, in welchen Entwicklungsphasen das exekutive System von bestimmten Formen sportlicher Aktivität profitiert (Walk, 2008)

Wassenberg et al. (2005) gingen der Frage nach, inwieweit die stabilen Zusammenhänge zwischen Motorik, Fitness und exekutiven Funktionen bei älteren Erwachsenen (u. a. Dustman et al., 1990; Van Boxtel et al., 1997; Colcombe et al., 2003) und beeinträchtigten Menschen wie beispielsweise behinderte und lernbehinderte Menschen, Alzheimer erkrankte oder depressive Menschen (Kubesch, 2007), auf Kinder und Jugendliche übertragbar sind. Sie untersuchten 378 Maastrichter Kinder zwischen fünf und sechs Jahren bezüglich möglicher Zusammenhänge zwischen Kognition und Motorik. Kein globaler Zusammenhang zwischen Kognition und Motorik, aber durchweg positive Zusammenhänge zwischen verschiedenen kognitiven und motorischen Merkmalen konnten aufgezeigt werden. Bei der differenzierten Betrachtung der Aufmerksamkeit zeigten sich unabhängige positive Beziehungen zur motorischen Leistungsfähigkeit. Sie gingen vor diesem Hintergrund von einem Kontinuum aus, an dessen Ende auf der einen Seite diejenigen Kinder

stehen, die sowohl kognitiv als auch motorisch sehr gut entwickelt sind. In der Mitte stehen die Kinder, die in beiden Bereichen durchschnittlich entwickelt sind und am anderen Ende befinden sich die Kinder, die in beiden Bereichen unterdurchschnittliche Leistung zeigen. Zusammenfassend deuteten Wassenberg et al. (2005) die Ergebnisse dahingehend, dass Aufmerksamkeit, exekutive Funktionen und Motorik bei fünf- bis sechsjährigen Kindern in einer engen Beziehung stehen. Sie erklären sich diese Zusammenhänge mit der Transient Hypofrontality Hypothesis (Dietrich, 2006; Kapitel 6.1.1.3: Verbindungen zwischen präfrontalen Kortex und Cerebellum), also den Hirnstrukturen, die sowohl bei motorischen als auch bei kognitiven Handlungen involviert sind (Wassenberg et al., 2005).

Auch Buck et al. (2008) untersuchten gesunde, kognitiv und motorisch nicht auffällige Kinder im Alter zwischen sieben und zwölf Jahren ($N = 74$). Mit einem Intelligenztest (K-BITS) und der Papier- und Stift-Version des Stroop Color and Word Tests für Kinder wurden der IQ und Daten der exekutiven Funktionen erhoben. Die Kraft, Beweglichkeit und die Koordination wurde u. a. anhand des standardisierten Fitnessstest FITNESSGRAM getestet und die Ausdauer wurde anhand PACER-Test erhoben. Regressionsanalysen ergaben statistisch signifikante Zusammenhänge der aeroben Fitness mit den erhobenen Bereichen des Stroop-Tests: word conditions ($p_r = .38$, $t(69) = 3.4$, $p = .001$, $\beta = .34$), color conditions ($p_r = .27$, $t(69) = 2.4$, $p = .02$, $\beta = .25$) and color-word conditions ($p_r = .31$, $t(69) = 2.8$, $p < .01$, $\beta = .03$). Kinder mit besserer Ausdauerleistung schneiden demnach im Stroop-Test besser ab. Zusammenhänge zwischen Kraftleistung und Kognition allerdings konnten nicht aufgezeigt werden (Buck et al., 2008). Die Autoren berichteten allgemein, dass Alter, IQ und Fitnesslevel wichtige Einflussfaktoren für die Entwicklung der exekutiven Funktionen darstellen.

Auch die Ergebnisse von Roebers und Kauer (2009) und Röthlisberger et al. (2010) sprechen für bedeutsame Zusammenhänge zwischen den exekutiven Funktionen und den Individualfaktoren Sprache, Intelligenz, Motorik und Selbstregulation sowie dem Faktor sozioökonomischer Status. Sie untersuchten auf der Grundlage von insgesamt 410 Kindern im Alter zwischen fünf und sechs Jahren die Beziehungsmuster verschiedener Prozesse exekutiver Funktionen. Es ergaben sich beispielsweise für den Zusammenhang zwischen der Leistung der motorischen Handfertigkeit und dem Summenscore der exekutiven Funktion Korrelationskoeffizienten von $r = -.45$, respektive $r = -.24$ nach Auspartialisierung des Alters und der Verarbeitungsgeschwindigkeit. Sie begründeten die Zusammenhänge zwischen komplexen kognitiven Aufgaben (z. B. Flanker-Task) und motorischen Aufgaben (Pegboard) mit dem Vorhandensein exekutiver Prozesse höherer Ordnung, die zu interindividuellen Differenzen bei normativ entwickelten Kindern in der Bewältigung von kognitiven und motorischen Aufgaben mit exekutiven Anforderungen führen (Roebers & Kauer, 2009). Kein Zusammenhang wurde hingegen zwischen den exekutiven

Funktionen und der elterlichen Unterstützung bzw. Förderung gefunden (Röthlisberger et al., 2010).

Motorik und Konzentration

Graf et al. (2003) und Graf, Koch & Dordel (2003) untersuchten im Rahmen des CHILT-Projekts Zusammenhänge zwischen Motorik, Ausdauer und Konzentrationsleistung (DL-KE). Bemerkenswerte Ergebnisse erzielte die Forschergruppe dadurch, dass die Kinder, die sowohl quantitativ als auch qualitativ im Konzentrations-tests am besten abschnitten, bessere Ergebnisse der Gesamtkörperkoordination (MQ) aufwiesen. Deutliche Unterschiede zeigten sich bezüglich der qualitativen Leistung zwischen Mädchen und Jungen zugunsten der Mädchen. Quantitativ zeigte der DL-KE keine Leistungsunterschiede zwischen Mädchen und Jungen. Darüber hinaus arbeiteten die Mädchen mit hoher Gesamtkörperkoordination schneller und machten weniger Fehler. Inwieweit diese Geschlechtsunterschiede auf hormonelle Unterschiede zurückzuführen sind, bleibt ungeklärt, so Graf et al. (2003). Keine Zusammenhänge zeigten sich zwischen Ausdauerleistungsfähigkeit und Konzentration. Dies erklärten sich die Autorinnen damit, dass die Ausdauerleistungsfähigkeit primär mit physiologischen, weniger mit Lern- und Steuerungsprozessen zusammenhängt.

Zusammenfassend machten die Ergebnisse die Verbindungen zwischen konzentrativer und koordinativer Leistungsfähigkeit auf der Basis gemeinsamer Lern- und Steuerungsprozesse deutlich.

Zusammenhänge zwischen optischer Differenzierungsfähigkeit und Motorik überprüfte Voelcker–Rehage (2005) mit ihrer Studie an 85 Kindern zwischen vier und sechs Jahren. Die Daten wurden im Rahmen der MODALIS-Studie, einer Untersuchung zur Entwicklung motorischer Fähigkeiten über die Lebensspanne erhoben. Anhand POD und diversen motorischen Tests zu Kraft, Schnelligkeit, Beweglichkeit und Koordination ging die Autorin der Hypothese nach, dass motorisch bessere Kinder auch bessere Leistungen in der optischen Differenzierungsfähigkeit zeigten und umgekehrt. Optische Differenzierungsleistungen sind nach Sauter (2001) im Sinne der Informationsverarbeitung kognitive Prozesse wie Aufmerksamkeit bzw. Konzentration sowie das Kurz-, Arbeits- und Langzeitgedächtnis, die den exekutiven Funktionen zuzuordnen sind.

Die Daten ergaben, dass Reaktionsschnelligkeit ($r_{xy} = .41$), Feinkoordination ($r_{xy} = .34$) und Aktionsschnelligkeit ($r_{xy} = .30$) signifikant mit der optischen Differenzierungsleistung korrelieren. Es zeigte sich für die Gesamtstichprobe jedoch kein Zusammenhang zu dem kognitiven Parameter der optischen Differenzierungsleistung und der Gleichgewichtsfähigkeit als ein Indikator für die Ganzkörperkoordination. Auch zeigten sich die Zusammenhänge bei energetisch bestimmten Aufgaben als nicht signifikant.

Nach Ausdifferenzierung des Alters wurde deutlich, dass die Zusammenhänge mit dem Alter soweit abnehmen, dass bei sechsjährigen Kindern kein Zusammenhang

mehr zwischen beiden Parametern nachgewiesen werden konnte. Die Autorin begründete die Ergebnisse, auch wie oben beschrieben, mit Prozessen, die den kognitiven und motorischen Aufgaben übergeordnet sind. Der beschriebene Zusammenhang zwischen zentralnervös gesteuerten motorischen Fähigkeiten und der Leistung im POD weist auf eine enge Verzahnung bestimmter Gehirnregionen hin, die sowohl für kognitive als auch motorische Prozesse zuständig sind. Der Rückgang der Zusammenhänge mit dem Alter stützt die Differenzierungshypothese, es wird davon ausgegangen, dass sich die kognitiven und motorischen Fähigkeiten mit zunehmendem Alter in verschiedenen Dimensionen der Motorik und der Intelligenz ausdifferenzieren (Eggert & Schuck, 1975).

Gemeinsame Steuerungsprozesse liegen auch den Ergebnissen von Livesey et al. (2006) zugrunde. Sie konnten nach Herauspriorisierung des Alters signifikante Korrelationen zwischen Feinmotorik, Ballgeschicklichkeit und Maßen der Verhaltenskontrolle aufzeigen. Zusammenhänge mit der Gleichgewichtsfähigkeit, konnten sie bei ihren 26 getesteten fünf- bis sechsjährigen Kindern jedoch nicht finden.

Die quasi-experimentelle Studie von Memmert und Weickgenannt (2006) ging der Frage nach, ob und welche Art des frühen sportlichen Trainings eine Bedeutung für die Konzentrationsfähigkeit im Grundschulalter besitzt ($N = 356$). Die vier Kontrollvariablen (Musikalität, Fernsehkonsum, Quantität und Qualität der sportlichen Aktivität) zeigten einen signifikanten Einfluss. Kinder, die sportlich aktiver waren, besaßen in der Regel höhere Konzentrationswerte. Tendenzielle Unterschiede ergaben sich beim Vergleich zwischen Mannschafts- und Individualsportarten. Die Ergebnisse einzelner Teilkonzentrationswerte wiesen darauf hin, dass Kinder in Sportangeboten frühzeitig lernen sollten, sich in schnell verändernden dynamischen Situationen zurechtzufinden. Dies erforderte einen ständigen Wechsel der Konzentration auf neue Objekte, hier wurde also von einem Übungseffekt ausgegangen.

Als Begründungsmechanismus ihrer Ergebnisse sahen Röhr-Sendlmeier et al. (2007) eine bessere Versorgung des Gehirns mit Sauerstoff, die Lernprozesse begünstigt. Sie berichteten von Korrelationen zwischen der Konzentrationsfähigkeit bei 89 Dritt- und Viertklässler und -klässlerinnen und ihrem motorischen Status ($r = -.29, p = .003$).

Auch Wepf, Gubelmann und Müller (2008) berichteten von signifikanten Verbindungen bestimmter motorischer Fähigkeiten (seitliches Hin- und Herspringen, Tapping, Shuttle run) und der Konzentrationsfähigkeit bei Zweitklässlerinnen und Zweitklässlern ($r_{xy} = .29$ bis $r_{xy} = .46$).

Motorik und Schulleistung

Hinsichtlich Reaktionsschnelligkeit konnten Feder & Kerr (1996) mit dem Miller Assessment for Preschoolers und weiteren Tests Zusammenhänge zu schulischen Leistungen und Schuleignung bei Vorschulkindern ($N = 50$) aufzeigen. Die Aussa-

gen bezogen sich auf das Vorliegen indirekter Zusammenhänge, wobei die visuell-räumliche Verarbeitung ein leistungslimitierender Faktor darstellen könnte (Feder & Kerr, 1996).

Tremblay (2000) führte eine Vollerhebung aller Sechstklässlerinnen und Sechstklässler im kanadischen New Brunswick ($N = 6.923$) durch und untersuchte Zusammenhänge zwischen körperlicher Aktivität, Selbstwertgefühl und schulischer Leistung. Laut seinen Angaben war dies die erste Studie, die mit großer Stichprobe genannte Persönlichkeitsbereiche analysierte. Die Schulleistung wurde hier durch mathematische Leistung und Leseleistung repräsentiert, die körperliche Aktivität und das Selbstwertgefühl wurden mit einem Fragebogen (Self Description Questionnaire) erfasst. Die Regressionsanalysen zeigten neben einem signifikanten positiven Zusammenhang zwischen körperlicher Aktivität und Selbstwertgefühl, einen sehr schwachen negativen Zusammenhang zwischen körperlicher Aktivität und schulischer Leistung in den beiden Bereichen Mathematik und Lesen. Allerdings musste bei der Interpretation der Ergebnisse die Güte der Ergebnisse aufgrund der „self-reported“ körperlichen Aktivität diskutiert werden.

Die Gruppe um Daley (2000) überprüfte den Zusammenhang zwischen Schulnoten und sportlicher Aktivität. Sie kamen zu dem Ergebnis, dass Noten in Englisch, Naturwissenschaften und Mathematik nicht mit körperlicher Aktivität korrelierten. Die Untersuchung von Dwyer et al. (2001) und des California Department of Education (2002) hingegen konnten mit ähnlicher Fragestellung signifikante Korrelationen zwischen Fitness und Schulleistungen berichten. Wobei in der Studie von Dwyer et al. (2001) ($N = 7.961$; –sieben bis 15 Jahre) ältere Schüler und Schülerinnen im Gegensatz zu jüngeren und Jungen im Vergleich zu Mädchen bezüglich ihrer Schulleistung von den Lehrern und Lehrerinnen besser bewertet wurden, was die Korrelationen beeinflusst haben könnte.

Das California Department of Education (2002) untersuchte 954.000 Schülerinnen und Schüler der 5., 7. und 9. Klassen bezüglich Fitness, Lese- und Mathematikleistung. Die Fitness der Kinder korrelierte in allen Altersstufen mit höheren Leistungen in Lese- und Mathematiktests, wobei der Zusammenhang von Fitness und schulischer Leistung in Mathematik größer war als im Lesen. Darüber hinaus zeigten sich bei zusätzlicher Bewegungsintervention, dass Kinder im unteren Fitness-Leistungsniveau mehr von der Bewegung profitierten, was zur Verbesserung der schulischen Leistung führte (California Department of Education, 2002).

Oja & Jürimä (2002) untersuchten in Estland Zusammenhänge zwischen körperlicher Aktivität, Motorik und Schuleignung. Sie stellten mit Hilfe multipler Regressionsanalyse mit der körperlichen Aktivität und den motorischen Testleistungen als unabhängige Variablen und dem Schuleignungstest als abhängige Variable fest, dass körperliche Aktivitäten 19 bis 25 % und motorische Testleistungen (Feinkoor-

dination, Gleichgewicht, Standweitsprung, Ausdauer) 17 bis 21 % der Gesamtvarianz aufklärten. Die Autoren folgerten aus ihren Ergebnissen einen engen Zusammenhang zwischen Schulleistung, körperlicher Aktivität und motorischer Leistung.

Perera (2005) überprüfte kognitive und motorische Parameter bei 295 vier bis fünf Jahre alten Kindern mit dem Denver Developmental Screening. Die Daten zeigten Zusammenhänge zwischen motorischen und einigen kognitiven Fertigkeiten. Kinder mit Schwächen im Bereich der Motorik wiesen auch Schwächen im Bereich der Kognition auf und umgekehrt. Perera (2005) sah die Begründung des Zusammenhanges, wie Feder & Kerr (1996), abhängig von der visuell-räumlichen Wahrnehmungsleistung.

Auch Bittmann et al. (2005) gingen davon aus, dass geistige als auch motorische Leistungen gleichermaßen Ergebnis der Funktion des Nervensystems sind und sich demzufolge generalisierte Störungen oder Reifungsdefizite des zentralen Nervensystems in kognitiven wie auch motorischen Auffälligkeiten niederschlagen. Um dies zu belegen, prüften sie den Zusammenhang zwischen Balancefähigkeit und Schulerfolg. Zur Anwendung kam ein posturographisches Messsystem mit Kraftmomentensensorik, mit dem sie 773 Kinder im Alter zwischen zehn und zwölf Jahren testeten. Der Schulerfolg wurde durch eine Lehrer(innen)einschätzung erhoben. Als wichtigstes Ergebnis wurde festgestellt, dass sich die Balancemessungen der beiden Extremgruppen (gute und schlechte Schüler und Schülerinnen) sowohl bei den männlichen als auch bei den weiblichen Probanden voneinander signifikant unterschieden. Sie konnten anhand der Balancedaten zu über 80 % unterschieden werden. Bei Betrachtung der Gesamtstichprobe bestätigte sich diese Grundtendenz. Jedoch blieb die Trennschärfe der Diskriminanzanalysen, bezogen auf die gesamte Untersuchungsgruppe, unter der der Extremgruppenbetrachtung. Die Unterschiede in der Balanceregulation interpretierten die Autoren als Ausdruck eines besser funktionierenden, sensomotorischen Systems. Schnelligkeit und Exaktheit der Balancekorrekturen konnten als wesentliche qualitative Merkmale der neuronalen Funktion gewertet werden. Strukturelle Voraussetzung hierfür waren eine gute Myelinisierung und ein hoher Grad der neuronalen Vernetzung, so die Autoren. Hieraus ergab sich für das schlechtere Abschneiden der schwachen Schülerinnen und Schüler ein möglicher Erklärungsansatz: Defizite der neuronalen Reifung, die sowohl Schwächen der Sensomotorik als auch Schwächen der kognitiven Leistung bedingen könnten. Dies würde die Neural Efficiency Hypothesis (Kapitel 6.1.1.2: Neuronale Plastizität und Aktivität) untermauern. Die Autoren versuchten die gewonnenen Ergebnisse zudem aus soziologischer Sicht (etwa mögliches Schlafdefizit oder Drogeneinfluss bei sozial benachteiligten Kindern) und aus psychologischer Sicht (Frustration und resultierende unzureichende Aufgabenakzeptanz bei schwachen Schülern und Schülerinnen) zu interpretieren (Bittmann et al., 2005).

Dollman, Bosthof und Dodd (2006) gingen der Frage nach, ob Kinder an Schulen mit überdurchschnittlichem Sportangebot (Zeiten des Sportunterrichts, PE_{time}) auch überdurchschnittliche Lese- und Rechtschreibleistungen (State LaN) zeigen. Sie führten Erhebungen an 117 australischen Grundschulen durch und anhand Regressionsanalyse wurde die Beziehung von PE_{time} und State LaN-Ergebnissen unabhängig vom sozioökonomischen Status, dem Anteil von Kindern nicht-englischer Herkunftssprache, der geografischen Lage, der Altersstruktur, des Kollegiums und der sportspezifischen Ausbildung des Kollegiums bestimmt. PE_{time} zeigte keine Beziehung zum Ergebnis in der Lese- und Rechenfähigkeit nach Kontrolle der demografischen Variablen. Es wurde eine starke positive Beziehung zwischen dem sozioökonomischen Status und dem Alter des Kollegiums und den akademischen Ergebnissen aufgezeigt. Es gab jedoch keine Hinweise darauf, dass Schüler und Schülerinnen in Schulen mit relativ hoher PE_{time} , also effektiv weniger akademischem Unterricht, ihre Schüler in den traditionellen akademischen Fächern benachteiligten (Dollman, Bosthof & Dodd, 2006).

Castelli et al. (2007) betrachteten die Zusammenhänge zwischen körperlicher Fitness (u. a. Ausdauer, Kraft, Körperbau) und Schulleistung (u. a. allgemeine Leistung, Mathematik, Lesen). Die Regressionsanalysen zeigten im BMI und im Bereich der Ausdauerleistung positive Zusammenhänge ($p_r = .42$, $t(250) = 7.3$, $p < .001$, $\beta = .43$) mit schulischen Parametern bei ihrer Stichprobe ($N = 582$, Dritt- und Fünftklässler(innen)). Dies wies darauf hin, dass bessere allgemeine Schulleistung, Lese- und Mathematikleistung in Zusammenhang mit kleinerem BMI und besserer Ausdauerleistung zu bringen sind. Keine Zusammenhänge zeigten sich zwischen Kraft, Beweglichkeit und Schulleistung.

Die Auswirkungen von Sport und Bewegung auf die Entwicklung von Kindergartenkindern untersuchten Frey & Mengelkamp (2007) in ihrer Korrelationsstudie mit 2.279 Kindern im Alter von drei bis sechs Jahren. Mit Hilfe des Beobachtungsboogens für Kinder (BBK 3-6) wurden Daten zur motorischen, kognitiven und sozial-emotionalen Entwicklung erhoben, um folgende Forschungsfragen zu beantworten:

1. Verfügen Kinder, die regelmäßig Sport treiben, über bessere grob- und/oder feinmotorische Fertigkeiten als nicht regelmäßig geförderte Kinder?
2. Verfügen Kinder, die regelmäßig Sport treiben, über bessere kognitive Fähigkeiten als nicht regelmäßig geförderte Kinder?
3. Verfügen Kinder, die regelmäßig Sport treiben, über bessere sozial-emotionale Fähigkeiten als nicht regelmäßig geförderte Kinder?
4. Gehen bessere grob- und feinmotorische Fertigkeiten auch mit besseren Fertigkeiten im kognitiven und sozial-emotionalen Bereich einher?

Motorische Fertigkeiten werden über Items wie „das Kind kann eine Schnur aufwickeln (Feinmotorik)“ oder „es kann auf einem Bein hüpfen (Grobmotorik)“ erhoben, die kognitiven Fertigkeiten wurden durch Fragestellungen wie „es benutzt viele verschiedene Wörter (Sprachentwicklung)“ oder „es rechnet kleinere Rechenaufgaben

(Erstlesen, Rechnen, Schreiben)“ repräsentiert. Die Auswertungen zeigten, dass Sport treibende Kinder höhere Werte bei der Grobmotorik ($W = 124.75$, $df = 2277$, $p < .001$, $\eta^2 = .05$) und in der Feinmotorik ($W = 202.72$, $df = 2277$, $p < .001$, $\eta^2 = .08$) als nicht Sport treibende Kinder erreichten. Analog zu den Ergebnissen für die Motorik zeigten die Analysen, dass Sport treibende Kinder bei der Skala Erstlesen, Rechnen, Schreiben ($F = 195.87$, $df = 2\ 277$, $p < .001$, $\eta^2 = .08$) und Sprachentwicklung ($W = 236.96$, $df = 2\ 268$, $p < .001$, $\eta^2 = .09$) höhere Werte als nicht Sport treibende Kinder erreichten. Allgemein musste einschränkend angemerkt werden, dass die Effektstärken nicht besonders stark sind, sodass praktisch das Treiben von Sport nur einen kleinen Einfluss auf die beobachteten grob- und feinmotorischen Fertigkeiten eines Kindes hatte. Dennoch konnte resümiert werden, dass sich das regelmäßige Sporttreiben bei Kindergartenkindern positiv auf die kognitive Entwicklung auswirkte. Auf Basis ihrer Ergebnisse forderten Frey & Mengelkamp (2007) bereits im Kindergartenalter die Förderung einer positiven Körperkultur über Leibes- und Bewegungserziehung um als wichtiges Produkt die kognitive Entwicklung zu begünstigen.

In isländischen Schulen befragten Sigfusdottir, Kristjansson und Allegrante (2007) 5 810 Kinder im Alter von 14 bis 15 Jahren bezüglich ihres Ernährungs- und Bewegungsverhaltens. Die Ergebnisse aus den Fragebögen ergaben keine Zusammenhänge zwischen körperlicher Aktivität und Schulleistung.

Chomitz et al. (2009) verwendeten in ihrer Querschnittstudie Daten aus den Jahren 2004 bis 2005. Schulische Leistung wurde mit dem Massachusetts Comprehensive Assessment System (MCAS), Mathematik- und Englischnoten erhoben. Die Sportnote und Fitnessstests gaben in dieser Studie Auskunft über die motorischen Leistungen und den Fitnesszustand. Mit multivariaten Regressionsanalysen wurde geprüft, inwieweit die MCAS-Tests unter Kontrolle der Variablen Gewichtsstatus, Ethnizität, Geschlecht und sozioökonomischer Status mit den Sportnoten zusammenhängen. Errechnet wurden dabei statistisch signifikante positive Zusammenhänge für sowohl die mathematischen als auch die englischen Leistungen ($p < .0001$ und $p < .05$).

Aus diesen Studienergebnissen lässt sich zusammenfassend ein Zusammenhang zwischen Motorik und Kognition ableiten. Aufgrund unterschiedlicher Testmethoden können keine generellen Aussagen getroffen werden, allerdings zeigt sich eine Tendenz in Richtung grundlegender zentraler Steuerrungsprozesse, denen im Besonderen in jungen Jahren sowohl die kognitiven als auch die motorischen Leistungen zugrunde liegen. Hinsichtlich motorischer Bereiche scheinen verstärkt koordinative, aber auch konditionelle Fähigkeiten mit den kognitiven Parametern in Verbindung zu stehen. Allgemein haben oben genannte Studien die Annahme bestätigt, dass die Zusammenhänge verstärkt bei kognitiv oder motorisch schwachen Kindern mit niedrigem sozioökonomischem Status nachzuweisen sind.

Oben angeführte Studien können zwar Aussagen über Zusammenhänge zwischen Motorik und Kognition machen, jedoch kann über die Richtung des Zusammenhangs in querschnittlich angelegten Studien nichts ausgesagt werden - sie wird lediglich vermutet.

„So könnte der Einfluss des motorischen Leistungsniveaus auf die kognitiven Grundfunktionen vorliegen, umgekehrt könnte aber natürlich auch die fortschreitende kognitive Entwicklung die Ausführung zentralnervös gesteuerter Bewegung positiv beeinflussen.“ (Voelcker-Rehage, 2005, S. 362)

Es sind also Studien mit längsschnittlichen Kontrollgruppendesign erforderlich, um dieses Interpretationsproblem zu lösen.

6.1.2.4 Längsschnittstudien

Im Unterschied zum Querschnittsdesign wird eine Längsschnittstudie mehrmals hintereinander an mehreren Messzeitpunkten durchgeführt. Hier können durch Vergleiche der Ergebnisse der einzelnen Untersuchungswellen zeitliche Entwicklungen abgebildet werden.

Die Längsschnittstudien von Krombholz (1988) und Becker (1991) berichteten unterschiedliche Ergebnisse hinsichtlich möglicher Verbindungen zwischen Motorik und Kognition im Entwicklungsverlauf. Nicht eindeutige Korrelationen zeigten sich bei der Studie von Krombholz (1988), der in den ersten beiden Grundschuljahren an 700 Grund- und Sonderschülern Erhebungen durchführte. Im Gegensatz dazu veröffentlicht Becker (1991) signifikante Zusammenhänge zwischen „Wortschatzumfang“ und der motorischen Leistung.

Im Rahmen der LOGIK-Studie (Longitudinalstudie zur Genese individueller Kompetenzen) wurde die Entwicklung von motorischen, somatischen und kognitiven Variablen beschrieben und die Zusammenhänge zwischen diesen Merkmalen untersucht (auch Kapitel 6.1.2.3: Querschnitt- und Korrelationsstudien), wobei die möglichen Veränderungen dieser Beziehungen im Untersuchungszeitraum besondere Beachtung erfuhren. Das LOGIK-Projekt wurde im Jahr 1984 unter der Leitung des damaligen Direktor des Max-Planck-Instituts für psychologische Forschung, Prof. Dr. Franz E. Weinert, mit etwa 200 knapp vierjährigen Kindern begonnen. Die Studie wurde in den Jahren 1984 bis 1993 sehr intensiv durchgeführt und beinhaltete in diesem Zeitraum pro Kind und Jahr etwa drei Einzelsitzungen. Nachuntersuchungen fanden dann in den Jahren 1998 und 2003/2004 statt. Zur Erfassung der Motorik kamen u. a. der MOT 4-6 und der KTK zum Einsatz, Daten der Verfahren wie u. a. Columbia Mental Maturity Scale, Culture Fair Intelligence Test, HAWIVA, HAWIK-R, HAWIE und ARLIN-Test repräsentierten die Intelligenz vom Kindesalter bis ins frühe Erwachsenenalter.

Zusammenfassend konnte festgehalten werden, dass sich die durchgängige Zunahme der motorischen Leistungsfähigkeit in allen motorischen Teilbereichen in der

Phase zwischen dem vierten und zwölften Lebensjahr bestätigte. Die motorische Leistungsfähigkeit wies eine relativ hohe Stabilität über die Zeit auf, wobei die Stabilität im Verlauf des Grundschulalters immer mehr zunahm. Als bedeutsame Einflussfaktoren auf die motorische Entwicklung erwiesen sich neben der sportlichen Aktivität und dem BMI auch die nonverbale Intelligenz und das athletische Selbstkonzept. Die Zusammenhänge zwischen kognitiven und motorischen Leistungen fielen zwar durchweg positiv aus, blieben aber im gesamten Untersuchungszeitraum relativ gering. Der Zusammenhang zwischen Größe und Gewicht und den motorischen Leistungen fiel ebenfalls relativ gering aus, soweit es sich nicht um Extremgruppen handelte. Die relativ hohe Stabilität motorischer Fähigkeiten ab dem Grundschulalter deutete darauf hin, dass bereits in der Kindheit die Grundlagen für die weitere motorische Entwicklung gelegt werden. Ein effizienter Ansatzpunkt zur Intervention schien hier vor allem die Förderung von sportlicher Aktivität und Sportinteresse im Elternhaus zu sein.

2009 veröffentlichten Asendorpf und Teubel eine weitere Analyse der Daten aus der LOGIK-Studie. Sie berücksichtigen Teilnehmer/-innen ($N = 146$), für die über motorische Leistungen, IQ und Persönlichkeit im Kindergartenalter bis zum Alter von 23 Jahren Daten erhoben wurden. Diese bezogen sich zum einen auf die Kindheit (vier bis zwölf Jahre) und zum anderen auf das junge Erwachsenenalter (23 Jahre). Für die motorische Leistung im Kindergartenalter zeigte sich eine vergleichsweise hohe Korrelation mit dem Alter, im Besonderen bei den Mädchen. Während diese im Verlauf des Grundschulalters bis zum Verschwinden abnahm (was die Differenzierungshypothese von u. a. Willimczik (1975), Zimmer (1996a), Voelcker-Rehage (2005) unterstützt), nahm bei den Mädchen die Korrelation mit dem IQ zu, und bei den Jungen leicht ab. Bei der empirischen Prüfung von Transaktionen mittels Kreuzkorrelationsdesign konnte bezüglich Motorik und Intelligenz lediglich berichtet werden, dass bei den Mädchen der Pfad von Intelligenz ($\beta = .25$, $p < .06$) auf die späten motorischen Leistungen marginal signifikant war. Der im Alter von 23 Jahren bestehende Zusammenhang zwischen den motorischen Leistungen einerseits und Intelligenz, Extraversion und sozialer Gehemmtheit andererseits konnte durch Einflüsse der Persönlichkeit zwischen zwölf und 23 Jahren auf die motorischen Testleistungen zustande gekommen sein. Zusammenfassend zeigte sich, dass die motorischen Testleistungen nicht nur im frühen Lebensalter, sondern auch noch später durch Persönlichkeitsmerkmale beeinflussbar sind. Im Vorschulalter also korrelierten die motorischen Leistungen deutlich mit dem IQ, sozialer Gehemmtheit und (bei Jungen) mit Nicht-Aggressivität. Die Zusammenhänge veränderten sich bei beiden Geschlechtern unterschiedlich, wobei die Zusammenhänge lediglich bei den Mädchen Bestand hatten. Die Transaktionsanalysen zeigten, dass diese Aufrechterhaltung auf Einflüssen des IQ auf der motorischen Leistung beruhten, nicht aber umgekehrt. Generell berichteten Asendorpf & Teubel (2009), dass es einige Einflüsse der Persönlichkeit auf die motorischen Leistungen gab, niemals aber umgekehrt. Die Autoren räumten allerdings ein, dass die Verallgemeinerbarkeit der Ergebnisse,

wie bei den meisten Langzeitstudien, aufgrund methodischer Grenzen bezüglich Stichprobe und Untersuchungsverfahren diskutiert werden muss.

In den Zürcher Longitudinalstudien (1974 bis 1996) allerdings waren die korrelativen Beziehungen zwischen dem Entwicklungsquotienten mit 24 Monaten und dem Intelligenzquotienten mit sieben Jahren unbedeutend (Largo, 2004).

Für North Carolinas Jugendliche wurden in zwei Wellen (I: 1994 bis 1995; II: 1996) repräsentative Daten hinsichtlich Gesundheitsverhalten erhoben. Durch einen Fragebogen erhielten Nelson und Gordon-Larsen (2006) Informationen zu körperlicher Aktivität, Schulleistung und Verhaltensweisen wie Rauchen, Kriminalität und Schlafzeiten. Allgemein kamen die Autorinnen zu dem Ergebnis, dass die Wahrscheinlichkeit bei einem aktiven Jugendlichen sehr hoch ist, auch bessere Schulleistungen zu erreichen (Nelson und Gordon-Larsen, 2006).

Fleig (2008, 2009) verfolgte das Ziel, die Entwicklung von motorischen Fähigkeiten, Intelligenz und Selbstkonzept sowie kausale Zusammenhänge zwischen den Persönlichkeitsbereichen zu analysieren. Er sammelte Daten zum motorischen Status (MOT 4-6, Handkraft) und der Grundintelligenz (PSPCSA, CFT 1) von Kindern des letzten Kindergartenjahrs ($N = 114$). Diese wurden in einer längsschnittlichen Untersuchung zu drei Messzeitpunkten erhoben. Er konnte erwartungs- und entwicklungsgemäße signifikante Steigerungen der Leistungen sowohl für die motorischen als auch für die kognitiven Fähigkeiten nachweisen.

In einer querschnittlichen Analyse über die drei Messzeitpunkte hinweg ergaben sich tendenzielle abnehmende mittlere Zusammenhänge zwischen der Koordination und der Grundintelligenz, die zu jedem Messzeitpunkt sehr bedeutsam sind. Auch hier zeigten sich deutlich höhere Korrelationswerte zwischen Koordination und Grundintelligenz als zwischen Maximalkraft (als konditionelles Merkmal).

Zur Analyse von Wirkungsrichtungen und -stärken hatte er Strukturgleichungsmodelle im Cross-Lagged-Panel-Design berechnet. Die Koordination und die Grundintelligenz wiesen zum Messzeitpunkt 1 einen engen hoch signifikanten Zusammenhang auf ($r_{xy} = .54$). Für beide Konstrukte konnte Fleig eine hohe Stabilität im Verlauf von Messzeitpunkt 1 ($r_{yx} = .65$) zu Messzeitpunkt 3 ($r_{xy} = .76$) konstatieren.

Bezüglich der Frage nach einem zeitverzögerten Einfluss der Koordination auf die Grundintelligenz bzw. im Umkehrschluss der Grundintelligenz auf die Koordination ging Fleig von einem sehr schwachen wechselseitigen Wirkungsgefüge aus (Fleig, 2008, 2009).

6.1.2.5 Interventionsstudien

Im Vergleich zu einer Längsschnittstudie, in der die Forscher nicht aktiv intervenieren, zeichnet sich die Interventionsstudie dadurch aus, dass geprüft wird, ob sich eine Intervention im Hinblick auf ein vorher festgelegtes Zielkriterium bewährt.

Meilensteine bis 1990

In den Studien Trios-Rivers-Studie von Shephard et al. (1997) und Shape-Studie von Dwyer et al. (1983) wurden positive Effekte der Intervention verzeichnet. Im Rahmen der erstgenannten Studie vollzogen sechs- bis zwölfjährige Schülerinnen und Schüler täglich eine Stunde Sport zusätzlich. Shepard beobachtete eine Verbesserung der Schulnoten und konnte somit positive Effekte von täglicher Bewegung und Schulleistungen vermerken (Shephard, 1997). Die Shape-Studie (School Health, Academic Performance and Exercise) untersuchte 519 zehnjährige Kinder und ihre Schulleistungen. Es wurden drei Gruppen gebildet, die Fitnessgruppe, die Geschicklichkeitsgruppe und die Kontrollgruppe. Die Interventionen gestalteten sich inhaltlich unterschiedlich. Nach 14 Wochen täglich 75 Minuten Sport konnten trotz reduzierter Unterrichtszeit (ca. 14 %) keine Unterschiede der Mathematikleistung und Lesen protokolliert werden. Einen Trend zu besserer Mathematiknote und besserem Benehmen im Klassenraum zeigte sich bei der Fitnessgruppe (Dwyer et al., 1983).

Auch Zimmer (1996a) dokumentierte positive Effekte eines elfmonatigen Bewegungsprogramms zur Förderung der motorischen, kognitiven, sozialen und emotionalen Fähigkeiten im Kindergarten. Im Gegensatz zur Kontrollgruppe verbesserte die Interventionsgruppe sowohl die motorischen als auch die kognitiven Fähigkeiten aufgrund von Bewegung. Dabei war eine tägliche Intervention effektiver als ein wöchentlich verteiltes Bewegungsprogramm (die Studie und die Ergebnisse sind in Kapitel 6.1.2.3, S. 148 näher beschrieben).

Motorik und Intelligenz

Beudels (1997) prüfte Effekte psychomotorischer Förderung bei insgesamt 100 Vorschulkindern, wobei davon 57 psychomotorisch gefördert wurden. Im Kontroll- und Versuchsgruppendesign konnte die Intervention inhaltlich und zeitlich variiert werden. Zu Beginn der Intervention wurden motorische Leistungsfähigkeit anhand des KTK und kognitive Parameter mittels der Grundintelligenzskala CFT 1 erhoben. Das Verhalten, schwerpunktmäßig soziale Sicherheit und Aggressivität, wurde mit standardisierten Beobachtungsverfahren durch das pädagogische Personal eingeschätzt.

Die Messzeitpunkte T1 und T2 wurden jeweils zu Beginn der (Vor)Schuljahre angesetzt, die Follow-Up-Erhebung, um die Nachhaltigkeit der Intervention zu prüfen, erfolgte Ende des zweiten Jahres - der Zeitpunkt also, an dem die Schüler und Schülerinnen das erste Schuljahr hinter sich hatten.

Kontroll- und Experimentalgruppe starteten motorisch auf gleichem Niveau. Zum zweiten Messzeitpunkt zeigte sich varianzanalytisch ein signifikanter Unterschied zwischen den Gruppen zugunsten der Experimentalgruppe, was auf die Effekte der Intervention zurückzuführen ist. Im Zeitraum zwischen T2 und T3 machten beide Gruppen gleiche Verbesserungen, wobei der Leistungsfortschritt der Experimentalgruppe von T2 erhalten blieb. Für die Intelligenz wurden ähnliche Ergebnisse berichtet. Bezüglich des Sozialverhaltens konnten keine signifikanten Verbesserungen

beobachtet werden. Eine positive Wirkung der Bewegungsförderung zeigt sich in einer erhöhten Bewegungsaktivität in der Freizeit der Versuchskinder sowie eine erhöhte Partizipation an Sportvereinsangeboten. Beudels schloss aus seinen Ergebnissen, dass Bewegung und psychomotorische Förderung ein sehr wichtiger Bestandteil des Settings Kindergarten und Schule ist.

In einem Feldexperiment untersuchten Moser und Christiansen (2000) die Effekte eines zehnwöchigen täglichen psychomotorischen Trainings auf die kognitive und motorische Entwicklung von sieben bis achtjährigen Kindern. Folgenden Forschungsfragen gingen sie nach:

1. Unterscheidet sich das motorische Funktionsniveau von Kindern mit stärkeren kognitiven Lernvoraussetzungen von Kindern mit schwächeren kognitiven Voraussetzungen?
2. Führt psychomotorisches Training bei Kindern mit stärkeren bzw. schwächeren kognitiven Lernvoraussetzungen zu unterschiedlichen Veränderungen des motorischen Funktionsniveaus?
3. Trägt psychomotorisches Training zu einer generellen Verbesserung der kognitiven Lernvoraussetzungen bei?
4. Gibt es im Hinblick auf die Verbesserung kognitiver Lernvoraussetzungen Unterschiede zwischen Kindern mit stärkerem bzw. schwächerem kognitivem Funktionsniveau?

Die Stichprobengröße umfasste 40 Kinder, die im Vorfeld anhand kognitiver Tests als zu einer Extremgruppe zugehörig ausgewählt wurden.

Es kamen für die Grobmotorik der Körperkoordinationstest für Kinder (KTK), für die Feinmotorik der Pegboard-Test (PB), für die relativ kultur- und sprachunabhängige Bestimmung der generellen kognitiven Leistungsfähigkeit der Progressive Matrizen-test (SPM) und für die Sprachkompetenz das Ringeriksmaterial (RM) zum Einsatz. Für die auf dem Körpererleben und -verständnis basierende kognitive Kapazität wurde der Menschenzeichentest (MZT) durchgeführt.

Zufällig wurden die Kinder in zwei Gruppen, die zeitlich versetzt ein psychomotorisches Training durchführten, eingeteilt. Das Trainingsprogramm erstreckte sich über einen Zeitraum von zehn Wochen, in denen täglich ca. 40 Minuten trainiert wurde. Mit einer gewissen Stabilität zeigte sich zu den drei Testzeitpunkten ein vergleichbarer, mittelhoher und statistisch signifikanter Zusammenhang, der einer gemeinsamen Varianzaufklärung von etwa 25 % entsprach. Die Höhe des Korrelationskoeffizienten wurde zum Testzeitpunkt 2 und 3, nicht aber zum Testzeitpunkt 1 vom Alter der Versuchspersonen deutlich beeinflusst. Es konnte somit für die Untersuchungsgruppe von einem überzufälligen Zusammenhang zwischen den beiden Funktionsbereichen ausgegangen werden. Eine Zweiweg-Varianzanalyse mit Messwiederholung ergab für die Gesamtgruppe signifikante Unterschiede zwischen den Testzeitpunkten ($df = 2$; $F = 11.73$; $p < 0.01$). Zu allen drei Testzeitpunkten waren dabei auch die Unterschiede zwischen den Teilgruppen statistisch signifikant ($df = 1$; $F = 6.34$; $p < 0.05$). Diese Ergebnisse konnten als eine Bestätigung

der angenommenen Beziehung zwischen motorischem Funktionsniveau und kognitiven Lernvoraussetzungen angesehen werden. Für das psychomotorische Training konnten keine generellen motorischen Effekte dokumentiert werden. Das Training hatte also für diese Gruppe keinen (messbaren) motorischen Effekt. Jedoch hatte die kognitiv schwächere Gruppe sowohl motorisch als auch kognitiv von der Intervention profitiert. Die Unterschiede zwischen der kognitiv schwachen und der kognitiv starken Gruppe waren für die Trainingsperiode statistisch signifikant ($p < 0.05$).

Auf der Grundlage der Resultate dieser Untersuchung konnte bestätigt werden, dass auch bei sieben und achtjährigen Kindern immer noch ein bedeutsamer korrelativer Zusammenhang zwischen dem motorischen und dem kognitiven Funktionsniveau besteht. Zwei Erklärungen für das erwartungswidrige Ergebnis der Interventionsstudie wurden von den Autoren in Erwägung herangezogen:

- Auf der einen Seite können testmethodische Mängel diskutiert werden,
- auf der anderen Seite muss das eingesetzte psychomotorische Trainingsprogramm hinsichtlich dessen Anforderungen an die Kinder hinterfragt werden.

Zusammenfassend konnten am ehesten positive Effekte für die Kinder erwartet werden, die ein schwächeres Ausgangsniveau hatten (Moser & Christiansen, 2000).

Motorik und exekutive Funktionen

Davis et al. (2007) untersuchten Effekte eines Sportprogramms auf exekutive Funktionen bei übergewichtigen Kindern. Eingesetzt wurde das standardisierte Verfahren CAS, das die drei Bereiche „planning, attention, simultaneous and successive processing“ (PASS-theory) umfasst. 94 sieben- bis elfjährige übergewichtige Kinder (Body mass index 85th percentile-US) wurden zufällig in eine moderate (20 Min. Training pro Tag), intensive (40 Min. Training pro Tag) und in eine Kontrollgruppe eingeteilt. Getestet wurden die Kinder vor den 15-wöchigen Interventionen und danach. Wie angenommen, zeichneten sich im Posttest signifikante Unterschiede zwischen den Gruppen ab. Die Kovarianzanalysen (ANCOVA) verdeutlichten, dass die Kontrollgruppe signifikant schlechtere Werte im CAS erreichten als die Gruppe mit intensivem Training ($F[88] = -2.55, p = .01$). Auch wenn die Leistungswerte nicht statistisch bedeutsam wurden, zeigte sich eine Tendenz dafür, dass auch die Gruppe mit moderatem Training unter der Leistungskurve der intensiv trainierten Gruppe lagen ($F[88] = -1.98, p = .05$).

Die Autoren schlossen daraus, dass es eine direkte Verbindung zwischen einer gesteigerten Intensität körperlicher Aktivität und der Verbesserung exekutiver Funktionen bei Kindern gibt. Davis et al. (2007) gingen auf der Basis der Ergebnisse von einer Schwellenwirkung aus und plädieren zur Förderung exekutiver Funktionen durch Bewegung ein intensives (average HR > 150 bpm) und längeres (min. 40 Min.) Training bei Kindern.

Diese Erkenntnisse unterstützten die Ergebnisse der Studien von Posner und Rothbarth (2007). Sie konnten bei vier bis sechs Jahre alten Kindern nach fünf Tagen Training (30 bis 40 Min. pro Tag) Verbesserung der exekutiven Funktionen nach-

weisen. Trainingseffekte konnten also schon nach einigen Tagen erzielt werden, sie bildeten sich jedoch nach Beendigung des Trainings wieder zurück (Klingberg et al., 2002), weshalb ein überdauerndes Training in Kindergärten und Schulen empfohlen wurde. Diamond et al. (2007) haben darüber hinaus gezeigt, dass ein Transfer von Übung auf die Leistungsfähigkeit nur dann zu erwarten ist, wenn das Training mehrmals täglich in den Kindergarten- oder Schulalltag eingeflochten ist.

Zusammenhänge zwischen exekutiver Funktionen und Motorik und deren Förderung durch Bewegung erhob Fisher (2008). 394 Kinder im Alter von drei bis fünf Jahren aus Glasgow zeichneten durch Beschleunigungsmesser ihre körperliche Aktivität auf. Zur Ermittlung der motorischen Leistungsfähigkeit wurde die Movement Assessment Battery (M-ABC) verwendet und kognitive Daten wurden mittels Cambridge Neuropsychological Test Battery (CANTAB - Arbeitsgedächtnis), Attention Network Test (Reaktionszeit), Cognitive Assessment System (CAS - exekutive Funktionen) und der short form of Connor's Parent Rating Scale (CPRS:S - Verhalten) erfasst. Zwei Stunden pro Woche, zehn Wochen lang leitete ein ausgebildeter Sportlehrerinnen und -lehrer die Intervention, die mehrheitlich aus aktivierenden Spielen bestand. Daten der Korrelationsrechnungen ergaben einen signifikanten, jedoch sehr geringen Zusammenhang zwischen körperlicher Aktivität und Motorik ($r = 0.18$, $p < 0.001$). In der Interventionsstudie konnten keine signifikanten Unterschiede bezüglich exekutiver Funktionen zwischen Kontroll- und Interventionsgruppe festgestellt werden ($t = -0.74$, $p = 0.48$). Die körperliche Aktivität der Interventionskinder allerdings war während der Intervention bedeutend höher als bei den Kontrollkindern, bei denen sitzende Tätigkeiten 58 % des Tages ausmachten. Zudem wurden das Arbeitsgedächtnis ($t = 2.78$, $p = 0.01$) und Aspekte des Verhaltens (CPRS:S: $t = 2.00$ $p = 0.04$) verbessert. Die Autorin folgerte, dass auf Basis der vorhandenen Daten Kinder dieser Altersgruppe von einer zehnwöchigen Intervention auf mehreren Ebenen profitierten (Fisher, 2008).

Motorik und Konzentration

Raviv und Low (1990) gingen den Hypothesen nach, dass die Konzentrationsleistung am Anfang des Schultags und zu Beginn einer Schulstunde besser ist als am Ende der Stunde und des Tages. Darüber hinaus vermuteten die Autoren, dass die Konzentrationsleistung der Kinder am Ende einer Sportstunde besser ist als am Ende einer kognitiven Schulstunde. Das Erklärungsmodell dieser Annahmen lehnte an das Akku-Modell der Konzentration von Westhoff und Hagemeyer (siehe Kapitel 3.2.4: Aufmerksamkeit und Konzentration). Untersucht wurden Konzentrationsleistungen hinsichtlich Tageszeit, Zeitpunkt und Inhalte der Schulstunde. 96 Schüler und Schülerinnen im Alter von elf bis zwölf Jahren wurden in vier Gruppen eingeteilt. Zwei Klassen nahmen am Sportunterricht teil, eine Klasse bewegte sich am Anfang des Schultags und die andere Klasse am Ende des Schultags. Die anderen zwei Klassen nahmen an einem „kopflastigen“ Unterricht teil. Die Konzentrationsleistung wurde mit dem d2-Test nach Brickenkamp gemessen.

Die Ergebnisse zeigten, dass die Konzentrationsleistung aller Schülerinnen und Schüler am Ende der Schulstunden bemerkenswert besser war. Die Hypothese, dass die Konzentrationsleistungen zu Beginn der Schulstunden besser sind, konnte somit nicht bestätigt werden. Auch die Hypothese, dass unterschiedliche Konzentrationsleistung aufgrund der Unterrichtsinhalte gemessen wird, konnte nicht aufrechterhalten werden. Zusammenfassend konnten Raviv und Low festhalten:

- Der Tageszeitpunkt und nicht die Schulstundeninhalte beeinflussen die Konzentrationsleistung der Schüler und Schülerinnen.
- Die Verbesserung der kognitiven Leistungen gegen Ende der Schulstunden fordert somit eine gewissenhafte Planung der Schulstunde.
- Eine Verlängerung der 45-minütigen Schulstunde, eine andere Rhythmisierung also, werden auf Basis der Ergebnisse gefordert, wobei Einschränkungen dieser Studie auf methodischer Ebene diskutiert werden müssen:

Für den d2-Test von Brickenkamp konnte ein enormer Lerneffekt nachgewiesen werden, sodass die vermeintlich erhobene gesteigerte Aufmerksamkeit am Ende der Schulstunden unabhängig der Inhalte aufgrund von Lerneffekten angezweifelt werden muss (u. a. Fessler, Stibbe & Haberer, 2008).

1993 stellte Kahl ihre Ergebnisse der Studie „Bewegungsförderung im Unterricht“ vor. Mit einer ganzheitlichen Sicht auf das Kind soll in diesem Projekt die multipotente Wirkung der Bewegungstätigkeit deutlich gemacht werden. Mit Hilfe von Bewegungstreatments und einem Wechsel von An- und Entspannung im Unterricht wurde der Einfluss von Ganzkörperbewegungen auf Konzentration, Verhalten und Beschwerden untersucht. Es wurden wechselnde Sitzhaltungen und selbständige individuelle Entspannung nach anstrengenden Tätigkeiten in den Schulvormittag implementiert. Die Bewegungsangebote nach der Mittagsruhe beinhalteten Gymnastik im Liegen und Muskelkräftigung. Am Nachmittag wurden Bewegungsspiele zur Förderung der Koordination, Beweglichkeit und soziale Kompetenz, individuell und in der Gruppe, initiiert. Die Konzentrationsleistungsfähigkeit wurde am Anfang und am Ende des Schuljahres mit dem Kleber-Test (differenzieller Konzentrationsleistungstest) gemessen, und wurde innerhalb des Schuljahres und mehrmals im Tagesverlauf durchgeführt, um die Konzentrationsleistungsfähigkeit bezüglich der Veränderungen im Tagesverlauf zu überprüfen. Entsprechend der angenommenen harmonisierenden und sozialen Effekte, geht Kahl davon aus, dass durch körperliche Aktivität im zentralen Nervensystem Modulatoren (sogenannte Endorphine) freigesetzt werden, die die allgemeine Stimmungslage aktuell positiv beeinflussen, was eine Komponente der Gesundheitserziehung darstellt. Es wurden auch verbesserte Durchblutung des Gehirns und Umstellungsprozesse im Bereich des vegetativen Nervensystems angenommen, was im weiteren Sinne auch zur Konzentrationssteigerung führen könnte (6.1.1.1: Gehirndurchblutung, Gehirnstoffwechsel). Die Daten zeigten, dass sich die Wirkungen der Bewegungsförderung auf die Konzentrationsleistungen nicht sofort zeigten. Nach drei Monaten setzten erste Differenzierungen ein. Die Konzentrationsleistungsfähigkeit (quantitative Messung) ver-

besserte sich signifikant. Das dann erreichte höhere Niveau wurde bis zum Schuljahresende gehalten. Der größte Zuwachs wurde bei den Jungen und bei den Schülern und Schülerinnen aus der Gruppe mit den Konzentrationsauffälligkeiten und -störungen verzeichnet. Zusammenfassend konnte Kahl mit ihrer Studie nachweisen, dass körperliche Betätigung über die zentralnervale Aktivierung einen stimulierenden und aktiv-kompensierenden Einfluss auf kognitive Leistungen und auf das Verhalten hat (Kahl, 1993).

Breithecker führte 2000 eine Studie zu den Auswirkungen eines veränderten Klassenzimmerkonzepts im Sinne „ergonomischer Gestaltung des Arbeitsplatzes Schule“ und Bewegung durch. Mit Hilfe einer Testreihe zur Ermittlung der muskulären und der neuro-muskulären Leistungsfähigkeit (Haltungstest für Kinder), einer medizinisch-orthopädischen Begleituntersuchung sowie gezielten temporär eingesetzten Verhaltensbeobachtungen wurden Kontroll- und Interventionsklassenvergleiche angestellt. Breithecker sprach in diesem Zusammenhang auch von der Einschulung als „Einstuhlung“ (Breithecker, 2000). Er konnte fundierte wissenschaftlich plausible Aussagen und Wirkungen von ergonomisch ausgestatteten Schulräumen und von „bewegtem Unterricht“ sammeln. Eine Beobachtung der Schüler und Schülerinnen im Vorfeld ergab, dass die Schülerinnen und Schüler während des Beobachtungszeitraums zu 73.5 % im Sitzen, 11.7 % im Stehen und 14.8 % in anderen, nicht sitzenden Körperhaltungen gearbeitet haben (Breithecker, 2000). Die Schüler und Schülerinnen haben dieses Sitzen jedoch nicht permanent statisch-passiv, sondern aktiv-dynamisch gestaltet. Die Beobachtungen zeigten: Sind entsprechende Sitzmöbellösungen gegeben und ein dynamisches Sitzen begünstigt, wenden Schülerinnen und Schüler dieses aktiv-dynamische Sitzen konsequent an (Breithecker, 2000). Das wichtigste Regelsystem, das mit Haltung und Bewegung zusammenhängt ist das neuronale und neuro-muskuläre System. Statisches Sitzen unterfordert dieses System und wirkt sich somit auch nachhaltig auf die Entwicklung des aktiven und passiven Haltungs- und Bewegungsapparates aus. Dynamisches Sitzen hingegen liefert die notwendigen neurophysiologischen Impulse und die Steuerung der Regelkreise über Reflexe, die Reflexmototrik wird wach gehalten (Breithecker, 2000). Breithecker kam zu dem Schluss, dass die Forderung nach ergonomischem Sitzmobiliar und sich daran orientierenden dynamischen Körper- und Arbeitshaltungen unter gesundheitsvorbeugenden Gesichtspunkten keine Komfortmaßnahme darstellt, sondern eine medizinisch-gesundheitliche Notwendigkeit ist, die eine Grundlage für Lernerfolg und -leistung darstellt (Breithecker, 2000).

Caterino und Polak (1999) führten mit 54 Kindern der zweiten bis vierten Klassenstufe Konzentrationstests durch (Woodcock-Johnson Test of Concentration) und prüften, ob die Leistung durch körperliche Aktivität wie Laufen und Sprechen verbessert werden konnte. Lediglich die vierte Klassenstufe zeigte gesteigerte konzentrierte Leistungen aufgrund der Bewegung (Caterino & Polak, 1999).

Obst-Kitzmüller (2002) untersuchte die Akzeptanz und Wirkung zusätzlicher Sportstunden in der Grundschule. Der Sportunterricht an der Versuchsschule wurde inhaltlich verändert und täglich angeboten, während an den Kontrollschulen der im Rahmenplan vorgesehene Schulsportunterricht (drei Stunden/Woche) beibehalten wurde. Die Untersuchung zur Entwicklung der motorischen Leistungsfähigkeit (Münchener Fitnessstest – MFT) basiert auf einer Stichprobe von 1.448 Jungen und Mädchen im Alter von sechs bis zwölf Jahren. Zudem wurden elf Lehrer und Lehrerinnen der beteiligten Schulen und 140 Väter und Mütter der untersuchten Kinder befragt. Dabei registrierten die Väter und Mütter in der Modellschule in signifikant stärkerem Ausmaß den Zusammenhang von Sporttreiben auf „Stabilität des Selbstbewusstseins“ und auf „Konzentration und Lernbereitschaft“ als die Eltern in der Kontrollschule.

„So ist es auch kein Wunder, dass in der Modellschule 91 % der Väter und 85 % der Mütter eine tägliche Sportstunde fordern, in der Kontrollschule dagegen nur 38 % der Väter und 49 % der Mütter.“ (Bös & Obst, o. A., S. 11)

Die vorliegende Untersuchung konnte belegen, dass vermehrte sportliche Aktivität vor allem zu einem verbesserten sportmotorischen Niveau führt, aber auch weitreichenden Einfluss auf psychosoziale Faktoren der untersuchten Grundschul Kinder hat (Obst-Kitzmüller, 2002).

Um die Zusammenhänge zwischen Konzentration und Motorik bei Kindergartenkindern zu prüfen, teilte Scherrer (2002) seine Gesamtstichprobe auf drei Experimentalgruppen und eine Kontrollgruppe auf. Während die erste Experimentalgruppe ($n = 45$) entwicklungsfördernde Materialien nach dem Konzept der Bewegungsbaustelle nach Miedzinski (1996) bekam, erhielt das pädagogische Personal der 2. Experimentalgruppe ($n = 44$) Fortbildungen zur offenen Bewegungserziehung und in der dritten Experimentalgruppe ($n = 40$) wurde eine Kombination der Maßnahmen der anderen beiden Gruppen durchgeführt. Die Kontrollgruppe ($n = 47$) erlebte den üblichen Kindergartenalltag. Zwischen T1 und T2 lagen sieben Monate, zwischen T2 und T3 lagen neun Monate. Kognition wurde mit dem HAWIVA und Motorik mit dem MOT 4-6 erhoben. Im Bereich der Intelligenz konnten keine statistisch signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppen nachgewiesen werden, obwohl bei der Kontrollgruppe eine kognitive Stagnation über den gesamten Studienzeitraum zu verzeichnen war. In den Untersuchungsgruppen, in denen das Personal Fortbildung erhielt, konnten jedoch analog zur motorischen Verbesserung signifikante kognitive Verbesserungen nachgewiesen werden.

Auf Basis der Datenlage unterstrich der Autor die Wichtigkeit des pädagogischen Freiraums für selbsttätige und eigenbestimmte Aktivitäten, der vom pädagogischen Personal zur Verfügung gestellt wird (Scherrer, 2002).

Folgende spezifischen Fragestellungen bezüglich Förderung der Kognition durch Bewegung bearbeitete Augstein (2002) in ihrer Dissertation zu Auswirkungen eines

Kurzzeitprogramms mit Yogaübungen auf die Konzentrationsleistung bei Grundschulkindern ($N = 29$):

1. Zeigt sich nach einem Kurzzeit-Training von zehn Trainingseinheiten ein nachweisbarer Anstieg der Konzentrationsleistung bei Grundschulkindern?
2. Verbessert sich im Versuchszeitraum die motorische Leistungsfähigkeit der Versuchspersonen?
3. Lassen sich Auswirkungen auf das Sozialverhalten beobachten?

In einer Versuchsgruppe wurden Yogaübungen durchgeführt, in einer Vergleichsgruppe wurde ein Alternativtraining angeboten, das sich an psychomotorische Übungen anlehnte. Zur Erfassung der Konzentrationsleistung wurde der Frankfurter Konzentrationstest für Fünfjährige (FTF-K) eingesetzt, während der Haltungstest für Kinder (HAKI) die motorischen Fähigkeiten erfasste. Die Entwicklung des Konzentrationsniveaus im Versuchsverlauf zeigte in der Versuchs- und in der Vergleichsgruppe zu den Messzeitpunkten Prä, Post 1 und Post 2 eine ähnliche Entwicklung: Unterdurchschnittliche Konzentrationsleistungen nahmen ab, überdurchschnittliche nahmen zu. Bei vergleichbarem Konzentrationsniveau im Klassendurchschnitt befanden sich in der Versuchsgruppe, im Gegensatz zur Vergleichsgruppe, zum Messzeitpunkt Post 1 keine Kinder mehr im unterdurchschnittlichen Bereich und es befanden sich mehr Kinder im überdurchschnittlichen Bereich. In der Versuchsgruppe hatten sich die Werte in allen Tests verbessert. Die größte Steigerung wurde hinsichtlich der Dehnfähigkeit des Hüftbeugers und der vorderen Oberschenkelmuskulatur erfasst. Die geringste Steigerung zeigte sich im Bereich der Halteleistung und Haltekoordination. Dagegen hatten sich die Werte in der Vergleichsgruppe in keinem Test verbessert. Auch im Bereich des Sozialverhaltens konnten die Kinder mit Yogatraining profitieren. Augstein (2002) kam zum Schluss, dass ein Yogatraining an Grundschulen als eine wirksame und für Kinder in hohem Maß attraktive Fördermethode zur Schulung von Haltung, Konzentration und sozialem Verhalten empfohlen werden kann, mit der auch im Besonderen Kinder erreicht werden können, die Förderung besonders nötig haben.

Hülsmann und Schmitz-Post (2002) gingen im Rahmen ihres Interventionsprojekts davon aus, dass Bewegung und Lernen nicht zu trennen sind. Das Lernen mit dem ganzen Körper und all seinen Sinnen eröffnet vielfältige und komplexe Vernetzung der Lerninhalte im Gehirn, wobei die Bewegung eine Grundlage dessen darstellt. Das Projekt bestand aus mehreren Teilen, die sich aus der praktischen Durchführung von Bewegungsförderstunden durch Fachpersonal, der wissenschaftlichen Begleitung, der begleitenden Elternberatung, der fachlichen Zusammenarbeit mit dem Fachpersonal sowie den fachbezogenen kollegiumsinternen Fortbildungen zusammensetzte. Besondere Förderschwerpunkte waren Bewegung und Wahrnehmung, Sozialverhalten, Aufmerksamkeit und Lernverhalten, wobei die Förderung der Aufmerksamkeit und des Lernverhaltens im Besonderen ein großes Anliegen seitens der Lehrer(innen)schaft war. Somit stand vor allem die Konzentrationsförderung durch Bewegung im Vordergrund des Projekts.

Im Projekt wurde der inhaltlichen Frage nachgegangen, ob sich durch diese Bewegungsförderung Transferleistungen im Hinblick auf die Verbesserung schulischer Lernleistungen erzielen lassen.

Durch Veränderungseinschätzungen, eine Selbsteinschätzung als qualitative Diagnostik, wurden im Bereich Lernverhalten und Aufmerksamkeit bei der Hälfte der Kinder deutliche Verbesserungen festgestellt. Im Bereich „leichter zuhören und aufpassen können“ ist eine gleichwertige Verteilung von deutlicher und geringer Verbesserung aufgefallen. Der Bereich „das Lernen fällt mir leichter“ wurde von allen Kindern mit einer eher geringen Verbesserung bewertet. Der soziale Bereich, beispielsweise „Streit besser lösen können“, wurde eindeutig als positiv verändert gewertet. Ebenso hat sich, laut Selbsteinschätzung der Kinder, die Frustrationstoleranz verbessert. Die Testungen im motorischen Bereich mit Hilfe des KTK ergaben eindeutig signifikante Verbesserungen der koordinativ-motorischen Fähigkeiten (Hülsmann & Schmitz-Post, 2002).

Müller und Petzold führten von 1996 bis 2000 eine Längsschnittuntersuchung im Grundschulbereich an vier Versuchsschulen (Bewegte Schulen) und drei Kontrollschulen (Schulen mit „traditionellem Unterricht“) durch. Insgesamt waren 201 Versuchsschüler und 293 Kontrollschüler involviert. Der Fokus der Untersuchung lag auf der Konzentrationsfähigkeit, dem Sozialverhalten, der Lernfreude, der aktuellen Befindlichkeit und dem Selbstkonzept und den personalen Bedingungen, Schul- und Klassenklima, Lehrer(innen)-Schüler(innen)-Verhältnis und die Einstellung der Lehrerinnen und Lehrer zu ihrer Arbeit (Müller, 2007). Die Kinder der Versuchsschulen erreichten beim Aufmerksamkeits-Belastungstest hinsichtlich Qualität und Quantität ein signifikant besseres Ergebnis. Hinsichtlich der kognitiven Entwicklung, gemessen an Schulleistungstests, ließen sich keine relevanten Unterschiede zwischen Kontroll- und Interventionsklasse finden. Die Befragungen der Lehrer und Lehrerinnen machten deutlich, dass in den Versuchsschulen konzentrierter gearbeitet wurde und die Aufmerksamkeitsleistungen verbessert werden konnte. Auch 90 % der Eltern stimmen dem zu, dass Bewegungspausen dazu beitragen, die Konzentrationsleistungsfähigkeit zu steigern (Müller & Petzold, 2002). Die Schulfreude und Lernfreude war zum Zeitpunkt der Einschulung enorm und ließ bis zum Ende der Grundschulzeit deutlich nach, was bei den Versuchsschülern nicht beobachtet werden konnte. Der Schulerfolg der Schüler und Schülerinnen aus den Versuchsschulen war aus Lehrer(innen)sicht durchaus als positiv zu bewerten. Im Bereich der konditionellen Fähigkeiten sind die Unterschiede zwischen den Teilstichproben zu keinem der Testzeitpunkte signifikant. Die Entwicklung der konditionellen Fähigkeiten schien somit unabhängig der Interventionen zu verlaufen. Bei den koordinativen Fähigkeiten konnten signifikante Leistungsunterschiede zwischen Kontroll- und Interventionsschulen erkannt werden. Zugunsten der Interventionsschüler bildete sich deutlich ein Schereneffekt ab (Müller & Petzold, 2002).

Ähnliche Ergebnisse wurden im Rahmen des CHILT-Projekts (Children's Health Interventional Trial) berichtet, das von der Deutschen Sporthochschule Köln mit zwölf Versuchsschulen und fünf Kontrollschulen durchgeführt wurde (Graf et al., 2003). Es setzte sich mit Gesundheitsunterricht und mehr Bewegung im und um den normalen Unterricht auseinander und verfolgte die Ziele der Erfassung des Bewegungsstatus der Kinder, Qualitätssicherung der Intervention, Optimierung der Elternarbeit und der Zusammenarbeit mit anderen Projekten. Im Vorfeld wurden die anthropometrischen Daten, die Gesamtkörperkoordination (KTK), die Ausdauerleistungsfähigkeit (6-Minutenlauf) und die Konzentrationsfähigkeit (DL-KE) zu Beginn des 1. Schuljahres erhoben. Die erste Erhebung fand von September 2001 bis Februar 2002 statt. Die Kontroll- und Interventionsklassen wurden während der Projektphase jeweils gleichermaßen am Ende des 2. bzw. 4. Schuljahres getestet. Die prospektive Interventionsstudie dauerte über die gesamte Grundschulzeit der Kinder. Diese führten während der Schulvormittage Bewegungspausen, bewegte Pausen und Gesundheitsunterricht durch. Die Experimentalgruppe wies im Vergleich zur Kontrollgruppe bessere Konzentrationsleistungen auf. Während hinsichtlich der Ausdauerleistungsfähigkeit keine Verbindungen zur Konzentrationsleistung gefunden wurden, wiesen die Kinder, die im Konzentrationstest quantitativ und qualitativ am besten abgeschnitten hatten, bessere Werte im KTK auf (Graf et al., 2003).

Wamser (2003) untersuchte im Rahmen seiner Promotion den Einfluss körperlicher Aktivitäten auf Unterrichtsstörungen, Kreislauf und Konzentrationsleistungen von Heranwachsenden im Schulalltag. Für den Zeitraum von insgesamt fünf Schuljahren (1995 bis 2000) wurden die Klassen- und Kursbücher auf Unterrichtsstörungen analysiert. Zusätzlich fand eine Schülerbefragung zu Unterrichtsstörungen im Tages- und Wochenverlauf statt und die Herzfrequenzverläufe von Schülern und Schülerinnen der Jahrgangstufen Fünf bis Zehn wurden gemessen. An den Mess Tagen legten die Schülerinnen und Schüler 20 Minuten vor Beginn des Unterrichts die Herzfrequenz-Messgeräte an, die fortlaufend während des gesamten Schultages die Herzfrequenz der Schüler und Schülerinnen bestimmten. Zur Messung der Konzentrationsleistungen wurde der d2-Test eingesetzt. Die Tests wurden sechs Mal im Laufe eines Schulhalbjahres durchgeführt. Die statistische Auswertung der Unterrichtsstörungen bezog sich auf Daten aus insgesamt 73.164 Unterrichtsstunden, 235 Schülern und Schülerinnen der Fragebogenaktion, 125 Schülern à sechs d2-Tests und Herzfrequenzprofile von 66 Schülern und Schülerinnen (Wamser, 2003).

Der Vergleich der Konzentrationsleistungen der „bewegten“ Schüler und der Schüler mit gewöhnlichem Unterricht zeigte, dass auf den Verlauf der Konzentration im Tagesprofil durch Rhythmisierung gezielt Einfluss genommen werden konnte. Mit der Unterbrechung des gewohnten Unterrichtsablaufes durch eine körperliche Aktivität im Klassenraum konnten signifikante Anstiege der Konzentrationsleistungen erreicht werden. So lagen die Werte des "bewegten Unterrichts" um durchschnittlich

6 % über denen des „klassischen Unterrichts“ (Wamser & Leyk, 2003). Auch konnten positive Wirkungen von Bewegung auf Unterrichtstörungen aufgezeigt werden. Nach den Sportstunden zeigte sich eine signifikante Reduzierung der Klassenbucheinträge. Die deutlichsten Effekte traten bei einer Positionierung des Sports in der 4. Stunde auf. Die mittleren Unterrichtsstörungen dieser Tage fielen um 54 % niedriger aus als an den restlichen Tagen (Wamser & Leyk, 2002). Die Konzentration im Tagesprofil war Schwankungen unterworfen. Die Leistungen im d2-Test sind in den ersten beiden Schulstunden gering, stiegen in der dritten und vierten Stunde an und am Ende des Schultages kam es wieder zu einem Leistungsabfall. Eine ähnliche Kurve zeigte die Unterrichtstörungen im Tagesverlauf. Die Auswertung der Schülerbefragung zeigte ein gegenteiliges Bild. Es kam ihnen vor, als würde während der vierten Stunde am wenigsten „gestört“, während die sechste Stunde außerordentlich kritisch zu sehen war (Wamser, 2003, S. 14).

Wamser und Leyk merkten über diese positiven Effekte aufgrund ihrer Untersuchungen der Herzfrequenz der Schüler und Schülerinnen an, dass der „bewegte Unterricht“ nicht als eine gleichwertige Alternative zum Sportunterricht angesehen werden kann. Eine effektive Herz-Kreislaufförderung wird erst durch längere Belastungsdauer und höhere Intensitäten erzielt, wie dies z. B. bei sogenannten "Spielstunden" des Sportunterrichts der Fall ist. Der unterrichtliche Einsatz des „bewegten Unterrichts“ zur kognitiven Leistungssteigerung bot sich grundsätzlich bei den Schulstunden an, in denen geringere D2-Test-Werte festgestellt wurden. Ein „bewegter Unterricht“ ist somit nicht nur aus Gründen der kognitiven Leistungssteigerung sondern auch zur Verbesserung des Unterrichtsklimas, insbesondere in den letzten zwei oder drei Stunden des Schultages empfehlenswert (Wamser, 2003).

Worth (2004) legte in ihrer Untersuchung den Fokus auf Effekte körperlicher Intervention auf allgemein sportmotorische und koordinative Leistungsfähigkeit, Konzentrationsfähigkeit, Schulnoten, Sozialverhalten, Schulfreude, Affektivität, und körperliches Wohlbefinden. In 13 Interventionsklassen wurden Bausteine wie aktive Bewegungspausen, bewegtes Lernen, bewegtes Sitzen, Entspannungsphasen und aktive Schulhofpause implementiert. Daneben nahmen elf Kontrollklassen der dritten Jahrgangsstufe an der Studie teil. Zwischen dem Prä- und Posttest fand die Intervention in den Klassen statt. Die Motorik wurde mit dem AST und die Konzentrationsleistungsfähigkeit wurde mit dem d2-Test gemessen.

Die Ergebnisse waren ernüchternd. Kontroll- und Interventionsgruppe haben ihre Konzentrationsfähigkeit über die Zeit erhöht. Dabei war der Leistungszuwachs in der Kontrollgruppe signifikant höher als in der Interventionsgruppe. Die Studie konnte somit keine positiven Wirkungen der Konzeption „bewegter Unterricht“ auf die Konzentrationsfähigkeit und Aufmerksamkeitsfähigkeit der Schüler und Schülerinnen der Interventionsgruppe nachweisen. Bezüglich der koordinativen Fähigkeiten konnte keine Beeinflussung der Interventionen auf motorische und koordinative Fähigkeiten bestätigt werden (Worth, 2004). Die Lehrer(innen)urteile sprachen dem-

gegenüber eine andere Sprache, sie unterstützen eine koordinative und motorische Verbesserung durch Bewegung.

Positive oder negative Effekte auf die Schulnoten und das Sozialverhalten konnten ebenso nicht aufgezeigt werden. Aus der Perspektive der Lehrer und Lehrerinnen konnte Worth (2004) festhalten, dass für das Merkmal „sozialer Rückzug“ positive Effekte zu beobachten waren. Die Skalen Schulunlust und Schulunzufriedenheit wiesen insgesamt auf eine positive Beeinflussung bei den Jungen der Interventionsgruppe hin. Zusammenfassend konnten weder positive noch negative Effekte auf erhobene Parameter verzeichnet werden.

Eine effizientere Verteilung der Aufmerksamkeitsressourcen nach einer neunwöchigen Bewegungsförderung für die Experimentalgruppe ermittelten Huang et al. (2004) anhand der ereigniskorrelierten Potentiale (event-related potentials - ERP). Sie zeigten, dass die Experimentalgruppe weniger Zeit mit der Entscheidungsfindung in den Unterscheidungsaufgaben verbrachte.

Krombholz veröffentlicht 2005 die Daten der Evaluation eines Bewegungsprogramms in 22 Münchner Kindertagesstätten, wobei elf Kindertagesstätten als Kontrollgruppe fungierten. Interveniert wurde durch Verbesserung der Qualität und Steigerung der Quantität von Bewegungsangeboten mittels Fortbildungen und räumlicher Umgestaltung. Zu Beginn der Untersuchung waren die Kinder ca. fünf Jahre alt, ein halbes Jahr später erfolgte T2 und wiederum nach einem Jahr erfolgte T3. Ermittelt wurde der kognitive und motorische Entwicklungsstand anhand vielfältiger Testverfahren.

Für beide Gruppen, Experimental- und Kontrollgruppe, zeigten Varianzanalysen hochsignifikante Entwicklungen im Bereich Kognition und Motorik, wobei ein hochsignifikanter Unterschied in nahezu allen Items zwischen den Gruppen zugunsten der Experimentalgruppe verzeichnet werden konnte. Lediglich im Bereich der Intelligenz konnten keine Unterschiede berichtet werden. Folgerungen aus diesem Modellversuch in Kindertagesstätten lassen sich nach Krombholz (2005) folgendermaßen formulieren: Ein verstärktes Bewegungsangebot lässt sich in Kindertagesstätten realisieren, welches sich auf die motorische Entwicklung positiv auswirkte. Positive Effekte auf die kognitiven Leistungen ließen sich statistisch jedoch nicht absichern (Krombholz, 2005).

In Hauptschulen untersuchte Kubesch (2007) 115 Siebtklässler und Siebtklässlerinnen bezüglich ihrer Konzentrations- und Reaktionsfähigkeit mit und ohne, vor und nach Bewegungszeiten. Konzentrationsleistungen wurden zu Beginn des Schultages mit Untertests des TAP computergestützt durchgeführt, danach turnten die Kinder im Sportunterricht und wurden dann in einer Mathematikstunde unterrichtet. Anschließend führten sie den Konzentrationstest erneut durch. Die Ergebnisse waren bemerkenswert, die Schüler und Schülerinnen schnitten nach dem Turnunterricht besser ab und selbst nach dem Mathematikunterricht fielen die Testergebnisse der

„Turner“ besser aus, als die der Kinder ohne Bewegung. Kubesch kam zu dem Schluss, Bewegung fördert Reaktion und Konzentration, die Prozesse im Frontalhirn werden verändert, was die Lernleistung beeinflusst (Kubesch, 2007).

Angelehnt an die Transient Hypofrontality Hypothesis (Dietrich, 2006 und Kapitel 6.1.1.3: Verbindungen zwischen präfrontalen Kortex und Cerebellum), also einer bestehenden Verbindung zwischen Kleinhirn und frontalem Cortex, gehen Budde et al. (2008) der Frage nach, inwieweit sich koordinatives Training auf die Konzentrationsleistungsfähigkeit auswirkt. Dafür teilten sie 115 Kinder im Alter von 13 bis 16 Jahren zufällig in eine Interventions- und in eine Kontrollgruppe. Beide Gruppen führten den Aufmerksamkeitsbelastungstest d2-Test von Brickenkamp (2002) nach einer gewöhnlichen Schulstunde (Prä-Test), nach zehnmütigem Koordinations-training und nach einer Sportstunde (Post-Test) durch. T-Tests machen deutlich, dass durch Schulsport und Koordinationstraining die Konzentrationsleistung signifikant gesteigert werden konnte. Darüber hinaus erreichten die Kinder mit Koordinationstraining bessere Werte in Quantität und Qualität als Kinder, die normalen Sportunterricht durchführten (GZ^5 : $t(97) = 3.67$, $p < .01$, $\omega^2 = .11$; SKL^6 : $t(97) = 4.44$, $p < .01$, $\omega^2 = .16$; $F\%^7$: $t(96) = -3.85$, $p < .01$, $\omega^2 = .12$). Die Herzfrequenz während der Bewegungszeit unterschied sich zwischen den Gruppen jedoch nicht. Koordinatives Training war somit effektiver zur Förderung der Konzentration als Sportunterricht (Budde et al., 2008). Trotz zu diskutierender Einschränkung für die Verallgemeinerbarkeit der Daten, u. a. Pilotstudiencharakter der Studie, Testlernerfekte beim d2-Test oder Konzentrationsleistung als einziger Parameter, unterstützen die Autoren auf der Basis ihrer Ergebnisse die Forderung nach kürzeren konzentrativen Arbeitsphasen und mehr koordinativen Bewegungspausen in den Schulen (Budde et al., 2008).

Um den Effekt von Ausdauer-Lauf-Training auf die Konzentrations- und Merkfähigkeit im Jugendalter zu erforschen, nahm eine Gruppe von Schülern und Schülerinnen ($N = 28$) im Rahmen des Projekts „Laufen macht schlau!“ (Stroth et al., 2009) an einem sechs-wöchigen Lauftraining auf individuellen Leistungsniveau, mit 3 x 30 Minuten-Einheiten teil. Die Teilnehmer waren zwischen 17 und 19 Jahre alt und wurden zufällig einer Läufer- ($n = 14$) und einer Kontrollgruppe ($n = 14$) zugeordnet. Begleitend zum Lauftraining wurden für jeweils beide Gruppen parallel psychologische Tests durchgeführt, die die Konzentrationsleistung, Arbeitsgedächtnis, die emotionale Befindlichkeit und das allgemeine Wohlbefinden dokumentieren. Außerdem wurden klinisch-chemische und hämatologische Blut-Parameter ermittelt (Kapitel 6.1.1: Grundlagenforschung). Die Laufgruppe trainierte über einen Interventionszeitraum von sechs Wochen, drei Mal wöchentlich, jeweils 30 Minuten. Nach ca.

⁵ GZ: Gesamtzahl bearbeiteter Zeichen

⁶ SKL: Konzentrationsleistung (standardisiert)

⁷ Fehlerprozent

drei Wochen und am Ende der Trainingsperiode wurden die standardisierten psychometrischen Verfahren VVM, d2-Test und PANAS zur Erfassung der kognitiven Leistungsfähigkeit sowie zum individuellen Wohlbefinden durchgeführt.

Die Ausdauer-Laufgruppe zeigte bedeutsame Verbesserungen ihrer Befindlichkeit, sowie eine Steigerung in einigen Bereichen der kognitiven Leistungsfähigkeit. Im kognitiven Bereich zeigte die Gruppe der Läufer im visuell-räumlichen Gedächtnis einen deutlichen Leistungszuwachs gegenüber der Kontrollgruppe, nicht dagegen im verbalen Gedächtnis. Diese Ergebnisse weisen auf eine spezifische Wirksamkeit körperlicher Aktivität hin. Die Läufer zeigten keinen statistisch bedeutsamen Lernzuwachs in den Konzentrationsleistungswerten gegenüber der Kontrollgruppe. Trotzdem schien sich das Ausdauertraining positiv auszuwirken: die Läufer machten in derselben Zeit deutlich weniger Fehler, sie arbeiteten genauer. Die Autoren deuteten ihre Ergebnisse als deutlichen Hinweis auf eine positive Wirkung körperlicher Aktivität auf Befindlichkeit und kognitive Fähigkeiten. Dass die statistische Bedeutsamkeit zum Teil nicht erreicht wurde, wird auf eine zu geringe Stichprobengröße zurückgeführt (Stroth et al., 2009).

Aus derselben Arbeitsgruppe berichtet Reinhardt (2009) die Ergebnisse aus seiner Dissertation. Auch er erfasste die allgemeine aerobe dynamische Ausdauerleistungsfähigkeit von insgesamt 71 Probanden und Probandinnen im jungen Erwachsenenalter mittels Stufentests auf dem Fahrrad-Ergometer. Durch psychologische Tests in den Bereichen „räumliches Vorstellungsvermögen“ und „exekutive Funktionen“ und mit Hilfe klinisch-chemischer und hämatologischer Tests ermittelte er die Blut-Parameter. Die molekularbiologischen Verfahren dienten dazu, den Genotyp der Catechol-O-Methyltransferase (COMT) zu erfassen (Kapitel 6.1.1: Grundlagenforschung). Der 17-wöchige Makrozyklus des Trainingsplans war eingeteilt in einen fünfwöchigen und drei vierwöchige Blöcke mit jeweils drei Trainingseinheiten pro Woche. Reinhardt (2009) stellte sich in seiner Arbeit die Fragen:

1. Kann ein bei Älteren bereits belegter, positiver Einfluss körperlicher Aktivität auf die Leistungsfähigkeit des Gehirns (Hillman et al. 2008) auch bei jungen Erwachsenen nachgewiesen werden?
2. Welche Rolle kommt dem Neurotransmitter Dopamin als mögliche Grundlage neurophysiologischer Anpassungsreaktionen infolge Ausdauer-Lauftrainings zu?

Schon vor Beginn der sportlichen Intervention (T1) zeigten sich die Läuferinnen fitter als die Kontrollgruppe. Bis zum Ende des 17-wöchigen Trainingszeitraums verbesserten beide Gruppen ihre Fitness. Die Läuferinnen verbesserten sich deutlicher (6.5 %) als die Kontrollgruppe (1.8 %), allerdings weniger deutlich als erwartet. Während signifikante Wechselwirkungen zwischen Gruppe und Zeit fehlten, zeigte ein Vergleich der einzelnen kognitiven Mittelwerte, dass post hoc betrachtet eine signifikante Verbesserung der Läuferinnen gegeben war. Unter Einbezug der Eingangsfitness wurde deutlich, dass die anfangs unfitten Läuferinnen die stärksten Verbesserungen zeigten. Unter sämtlichen Probandinnen und Probanden zeigten diejenigen, die ihre Fitness über den Interventionszeitraum verbessern konnten, die

deutlichere Verbesserung im Bereich richtiger Zuordnungen. Post hoc betrachtet wird klar, dass diese Verbesserung vor allem auf die Läufergruppe zurückging. Damit belegten die Daten einen positiven Effekt aeroben Ausdauer-Lauftrainings im Bereich der räumlichen Verarbeitung sowie im Bereich der exekutiven Funktionen junger Erwachsener (Reinhardt, 2009).

Haas et al. (2009) berichteten die Daten einer Längsschnittstudie im Raum Karlsruhe, mittels derer die Auswirkungen einer täglichen Sportstunde auf kognitive Leistungen von Grundschulkindern ($N = 39$) analysiert wurden. Zufällig wurden die Kinder in zwei Klassen eingeteilt, wobei die eine Klasse täglich eine Stunde Sportunterricht bekam, während die andere Gruppe als Kontrollgruppe fungierte. Das Projekt lief vier Jahre lang, also die gesamte Grundschulzeit der Probanden und Probandinnen.

Getestet wurde mit dem d2-Test als Test für die Konzentrationsleistung, dem Intelligenztest CFT und dem allgemeinen Schulleistungstest, der für die vier Stufen der Grundschule unterschiedliche Formen bereithielt. Die körperliche Aktivität wurde mit Hilfe eines Fragebogens erfasst, der im Rahmen des Motorik-Moduls (bundesweites Kinder- und Jugendsurvey – KIGGS) entworfen wurde. Die Inhaltsbereiche des Fragebogens betrafen körperlich-sportliche Aktivitäten allgemein, in der Schule, im Verein und in der Freizeit.

Die Analyse der Z-transformierten Werte zeigten hinsichtlich der Motorik weder im Anstieg während der Projektlaufzeit ($F = .05$; $p = .38$) noch im Leistungsniveau zum letzten Testzeitpunkt ($F = .76$; $p = .39$) signifikante Unterschiede zwischen Modell- und Interventionsklasse. Ein ähnliches Bild zeigte sich für die Konzentration (Anstieg: $F = 3.4$; $p = .31$, Unterschiede in T5: $F = 2.4$; $p = .31$). Der Leistungsunterschied in T5 im Schulleistungstest wurde ebenso nicht signifikant ($F = 1.7$; $p = .20$). Kritik an der Studie übten die Autoren dahingegen, dass die zusätzliche tägliche Sportstunde nicht mit einem speziellen Bewegungsprogramm gestaltet wurde und dass die Stichprobe für statistische Analysen sehr klein war. Allgemein wurde aber berichtet, dass die tägliche Sportstunde im Großen und Ganzen sehr gut angenommen wurde und Lehrkräfte und Eltern insgesamt eine positive Verhaltens- und Leistungsänderung bei den Kindern der Interventionsgruppe beobachten konnten (Haas et al. 2009).

Im Rahmen der CoMik-Studie (Cognition and Motor activity in Kindergarten) wurde ein Bewegungsprogramm zur Verbesserung motorischer und kognitiver Fähigkeiten bei Kindergartenkindern entwickelt und evaluiert. Sie war als Längsschnitt- und Interventionsstudie mit quasi-experimentellen Design angelegt, die eine Stichprobe von $N = 110$ Kinder im Alter von vier bis sechs Jahren umfasst. In der Interventionsgruppe wurde zwölf Wochen lang, zwei Mal pro Woche, ein Bewegungsprogramm professionell angeleitet, das die Schulung der Gleichgewichtsfähigkeit, Rhythmisierungs- und Differenzierungsfähigkeit fokussiert. Zur Ermittlung der allgemeinen motorischen Leistungsfähigkeit wurden die MoMo-Testbatterie, sowie ein

gesonderter Test zur Gleichgewichtsfähigkeit durchgeführt. Auf kognitiver Seite wurde der K-ABC zur Ermittlung der allgemeinen kognitiven Leistungsfähigkeit eingesetzt und der DL-KE zur Messung der Leistung unter konzentrierter Tätigkeit verwendet (Everke, 2009).

Korrelative Studien zeigten im Bereich der Koordination wie auch im Bereich der Kraft signifikante Zusammenhänge mit der Konzentrationsleistung. Die koordinativen Testaufgaben zeigten dabei im Gleichgewicht bei den Vierjährigen beim Balancieren rückwärts bei der Gesamtstichprobe und bei den Fünfjährigen sowie beim MLS-Stifte-Einstecken niedrige bis mittlere Zusammenhänge zwischen $r_p = -.306$ und $r_p = -.622$. Hinsichtlich der Reaktionszeit konnte Everke keine signifikanten Korrelationen feststellen, wobei sie dies auf die geringe Testanforderung zurückführte. Ebenso können keine Zusammenhänge zwischen der Gedächtnis- und der Motorikleistung errechnet werden.

Bezüglich direkter Effekte des Bewegungsprogramms auf die Motorik berichtete Everke von signifikanten Verbesserungen im Bereich des Gleichgewichts, wobei das Signifikanzniveau lediglich über gegenläufige Tendenzen in der externen Kontrollgruppe erreicht wurde. Für die Auge-Hand-Koordination konnten keine signifikanten Verbesserungen berichtet werden. Im Bereich der Kraft zeigten sich signifikante Effekte der Bewegungsförderung für Beweglichkeit, Schnellkraft und Koordination, Aktionsschnelligkeit und Kraftausdauer. Die Frage nach direkten Effekten der Bewegungsförderung auf die Kognition konnte im Bereich der Konzentrationsleistung teilweise bejaht werden. Es handelte sich dabei um eine quantitative Leistungssteigerung, die in entscheidendem Maße mit der natürlichen Entwicklung zusammenhing und zusätzlich durch die Intervention positiv beeinflusst wurde. Die Annahme der Leistungssteigerung im Kurzzeitgedächtnis aufgrund von Bewegungsförderung konnte auf der Basis interferenzstatistischer Analysen nicht bestätigt werden. Zusammenfassend ging Everke (2009) auf der Basis ihrer Ergebnisse von einem positiven Zusammenhang zwischen Motorik und Kognition aus. Darüber hinaus, so Everke (2009), ist es möglich über Bewegungsprogramme sowohl die Motorik als auch die Kognition zu fördern.

Motorik und Schulleistung

1995 starteten Sobczyk und Landau das dreijährige Grundschulprojekt „Das mobile Klassenzimmer“. Klassenlehrer und –lehrerinnen, Sportpädagoginnen und –pädagoginnen brachten den „Unterricht in Bewegung“ und mit mobilem Klassenrauminventar wurden unterschiedliche Sitzpositionen ausprobiert. In einem Modell- und Kontrollklassenvergleich wurden die Gesamtkörperkoordination (KTK), die Schulleistung (Einschätzung der Lehrerin) und der Schulerfolg (Wechsel auf höher qualifizierende Schulen) erhoben. Die Kinder im „mobilen Klassenzimmer“ hatten ein weitaus besseres Testergebnis im KTK (MQ) als die Vergleichsklasse. Während sich die Vergleichsklasse über die untersuchten Jahre hinweg deutlich in ihrer psychomotorischen Leistungsfähigkeit verschlechtert hat, zeigten die Schüler und Schülerinnen aus dem „mobilen Klassenzimmer“ eine aufsteigende Entwicklung.

Die Leistungen in den Fächern Deutsch konnten bei den schwächeren Schülern stabilisiert und unterstützt werden. Trotz mehr Bewegungszeit und weniger Lernzeit hat sich die Intervention nicht negativ auf die Schulleistungen ausgewirkt. Die Zahl der Abgänger auf eine höher qualifizierende Schule betrug in der „mobilen Klasse“ elf, aus der Kontrollklasse wechselte lediglich ein Schülerinnen und Schüler. Darüber hinaus sagten die Lehrer und Lehrerinnen der weiterführenden Schule, dass die „mobilen Schüler“ engagierter seien (Sobczyk & Landau). Die Daten zeigten, dass durch das mobile Inventar und die Thematisierung von Bewegung die Schulleistung, Schulerfolg und Gesamtkörperkoordination positiv beeinflusst werden konnten.

Ähnliche Ergebnisse konnten im Rahmen der Trios-Rivers-Studie von Shepard (1997) erreicht werden, in der sechs bis zwölfjährige Schüler und Schülerinnen täglich eine Stunde Sport zusätzlich vollzogen. Shepard beobachtete eine Verbesserung der Schulnoten und konnte somit positive Effekte von täglicher Bewegung und Schulleistungen vermerken (Shepard, 1997).

Die Wirkung von zwei Jahren regelmäßiger körperlicher Aktivität auf akademische Leistungen wurden von Sallis et al. (1999) beschrieben. Um die Aktivität zu erhöhen, wurde mit Fünftklässlerinnen und Fünftklässlern aus verschiedenen Schulen im Rahmen des SPARK-Projekts ($N = 759$) ein Sportprogramm durchgeführt. Das Programm wurde drei Tage pro Woche, 30 Minuten je Sitzung, im Laufe des Schuljahres ausgeführt. Kinder einer Kontrollgruppe führten das obligatorische Bewegungsprogramm der jeweiligen Schule durch. Die Analyse der Daten zeigte einen Rückgang der akademischen Leistung sowohl in der Kontroll- als auch in der Interventionsgruppe. Jedoch verschlechterten sich die Kinder mit Sportprogramm im Schnitt weniger als die Kinder ohne zusätzliche Bewegung. Die Autoren versuchten diese Ergebnisse mit dem überdurchschnittlichen ökonomischen Hintergrund der Kinder zu erklären und dem Regression-to-the-mean-Phänomen, ein statistisches Artefakt, bei dem die natürliche Varianz von Messwerten bei wiederholten Messungen als Wirkung einer Intervention verkannt wurde. Die Ergebnisse wurden dennoch dahingehend interpretiert, dass die vermeintlich verlorene Lernzeit, die mit Bewegung und Sport verbracht wurde, keine negativen Folgen für akademische Leistungen hat (Sallis et al., 1999)

Coe et al. (2006) verfolgten in ihrer Studie das Ziel, Effekte von körperlicher Aktivität auf schulische Leistungen bei Sechstklässlerinnen und Sechstklässlern zu analysieren. Sie gingen davon aus, dass Kinder, die an einem zusätzlichen Sportprogramm (z. B. Sport-AG in der Schule) teilnehmen, bessere schulische Leistungen zeigen, als Kinder, die das nicht machen. Dafür teilten sie 214 Kinder zufällig in zwei Gruppen ein. Eine Gruppe nahm während des ersten Semesters und die andere während des zweiten Semesters am Sportprogramm (55 Minuten jeden Tag pro Woche) teil. Die körperliche Aktivität wurde anhand des Bewegungstagebuchs (3DPAR) von Weston et al. (1997) erhoben. Individuelle Schulleistungsschätzungen

und Ergebnisse des Terra Nova-Tests repräsentieren die Schulleistung. Die beiden Gruppen (Sportprogramm im ersten oder im zweiten Semester) unterschieden sich bezüglich erhobener Leistungen nicht. Die T-Tests zeigten jedoch, dass Schüler, die sich körperlich intensiv bewegten, ein besseres Schulleistungsniveau (Bewertung des Lehrers und Terra Nova-Test) erreichten, als Schüler und Schülerinnen die weniger aktiv waren, unabhängig von der Gruppenzugehörigkeit (1. Gruppe: $\chi^2 = 10.1$; $df = 2$; $p < .0006$; 2. Gruppe: $\chi^2 = 6.05$; $df = 2$; $p < .049$). Wie bei den Daten des SPARK-Projekts konnte auch hier gezeigt werden, dass die Bewegungszeit keine verlorene Lernzeit darstellt. Die Autoren plädieren auf der Basis ihrer Ergebnisse somit für eine quantitative (Aktivierungsniveau, Häufigkeit) Steigerung von Sportangeboten in der Schule (Coe et al., 2006).

Ahamed et al. (2007) untersuchten in ihrer randomisierten kontrollierten Interventionsstudie die Effekte von Schulsport und Schulleistung bei Kindern ($N = 287$) des vierten und fünften Schuljahres. Die Interventionsgruppe erhielt 16 Monate Bewegungsintervention im Rahmen des Action Schools! BC-Programms (AS! BC), das eine Steigerung von Qualität und Quantität in Unterricht und Zuhause, durch Einbindung der Eltern und Lehrer(innen)fortbildungen, vorsah. Es gab keine signifikante Verbesserung der schulischen Leistung aufgrund von Bewegung (Ahamed, et al., 2007).

Dem gegenüber stehen die Ergebnisse von Hillmann et al. (2009). Sie konnten durch Fitnessstraining bei Kindern im Alter von neun Jahren die Leistungen in den durchgeführten Fitness- und Kognitionstests verbessern.

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass sich eine große Anzahl an Studien bisher mit der Förderung motorischer und kognitiver Parameter durch Bewegung beschäftigt haben. Aufgrund der Vielfalt methodischer Vorgehensweisen kann auch im Bereich der Interventionsstudien kein einheitliches Ergebnis geschlussfolgert werden. Trotz vermeidlicher Uneinheitlichkeit der Ergebnisse, geht die Tendenz jedoch in die Richtung der Förderung sowohl motorischer als auch kognitiver Parameter durch Bewegung.

Man kann zwar nicht sagen, wo genau und wodurch und in welcher Form Bewegung in welchen Lernprozessen welche Effekte auf die jeweilige Lernaufgabe selbst hat – es fehlen entsprechende Forschungsarbeiten, allerdings kann aber auch nicht gesagt werden, dass Bewegung keine Bedeutung hätte oder marginal bedeutsam für Lernprozesse sei. Der negativste in Forschung dokumentierte Fall ist, dass Bewegung nicht stört. Denn gesichert ist, dass eine Bewegungsintervention keine negativen Effekte mit sich bringt und im schulischen Kontext keine verlorene Zeit für akademisches Lernen darstellt.

Motorische Aktivität hat also direkt oder indirekt großen Einfluss auf Lernen, Konzentrieren, Behalten und Erinnern. Um diese Vorgänge jedoch genauer zu verstehen und deren Auswirkung auf das Verhalten zu erkennen, sind weitere feldnahe

Schulstudien zur Förderung motorischer und kognitiver Leistung durch Bewegung von Nöten.

Dennoch haben die Verantwortlichen aus Schulpolitik und Forschung die Notwendigkeit und Sinnhaftigkeit von körperlicher Aktivität und Bewegung im Schulkontext erkannt, was zu unterschiedlichen Initiativen und der Implementation von Aktivität und Bewegung in Schulen führte.

Eine Auswahl nationaler und internationaler Projekte, deren Ziel es ist, mehr Bewegung in die Schule zu bringen, und diesen Prozess evaluierende Studien werden in Kapitel 6.4 vorgestellt.

Tabelle 6-1: Reviews und Metaanalysen, die den Zusammenhang zwischen Motorik und Kognition und den Effekt körperlicher Aktivität auf kognitive Parameter untersuchen

Quelle	Auswahlkriterium	Ergebnisse
Reviews		
Gutin (1973)	Studien, die kurzfristige Auswirkungen körperlicher Aktivität berücksichtigen.	Die Komplexität und die Dauer der Bewegung beeinflusst die Effekte auf kognitive Leistungen: 45 Sekunden bis zwei Minuten Dauer (Puls 90-120 S/min) beeinflusst positiv hingegen sechsmünütige Übungen nicht (Puls 150 S/min) beeinflussen.
Powell (1975)	Studien, die kurzfristige Auswirkungen von Bewegung berücksichtigen.	Kurzfristige submaximale körperliche Aktivität führt zu kurzfristigen Verbesserungen der kognitiven Funktionen und langfristiges Training zur Verminderung von altersbedingten Einbußen auf kognitiver Seite. Kurzfristige körperliche Aktivität mit maximaler Intensität kann hingegen negativ auf die kognitiven Fähigkeiten wirken.
Zaichowsky, Zaichowsky & Mertinek (1980)	Studien aus dem anglo-amerikanischen Raum vor 1980.	Positiver aber sehr geringer Zusammenhang zwischen Motorik und Intelligenzleistung, wobei Alter, geistige Gesundheit und Aufgabenintensität eine große Rolle spielen.
Kirkendall (1986)	Studien aus dem anglo-amerikanischen Raum von 1940 bis 1972.	moderate positive Zusammenhänge im Besonderen zwischen motorischen Leistungen, die stärker kognitive Prozesse involvieren, und kognitiven Leistungen.
Shephard (1997)	Vier Langzeitstudien: Vanves project, Trois Rivieres study, South Australia study, Project SPARK.	Motorische Förderung kann eine beschleunigte psychomotorische Entwicklung und bessere Lernvoraussetzungen bewirken.

Empirisch analytischer Forschungsstand

Trudeau & Shephard (2008)	Querschnitt- und Längsschnittstudien von 1966 bis 2007, Effekte von Schulsport auf Schulleistungen prüfen.	Zusätzliche Zeit für Schulsport und dadurch weniger Lernzeit hat keine negativen Effekte auf die Schulleistung. Querschnittlich und längsschnittlich kann gezeigt werden, dass Bewegung positive Wirkungen auf kognitive Funktionen hat.
Tomprowski et al. (2008)	16 Studien die körperliche Aktivität, Intelligenz, Kognition und Schulleistung von Kindern berücksichtigen.	Keine veröffentlichte Studie berichtet negative Beziehung zwischen Motorik und Kognition. Die für Bewegung genutzte Zeit ist für akademische Leistung keine verloren gegangene Zeit. Bewegung führt also zu verbesserter physischer und psychischer Verfassung und kann exekutive Funktionen bei Kindern positiv beeinflussen kann.
Metaanalysen		
Allison, Faith & Franklyn (1995)	16 Studien, Kinder mit auffälligem Verhalten.	Signifikante Effektstärken bei Kindern mit Verhaltensauffälligkeiten, sie profitieren in höherem Maße von körperlicher Aktivität als nicht auffällige Kinder.
Etnier et al. (1997)	134 Quer- und Längsschnittstudien.	Für Studien mit langfristigem Training konnte, im Vergleich zu Studien mit kurzfristigem Training, eine höhere Effektstärke errechnet werden, ebenso für Kinder und Jugendliche und für 18-30jährige im Vergleich zu jungen Erwachsenen und Erwachsenen höheren Alters.
Sibley & Etnier, (2003)	44 Studien, Kinder.	Allgemeiner signifikanter Effekt von Motorik auf Kognition. Die größten Effektstärken wurden bei jungen Grundschulkindern und bei Schülern der Sekundarstufe I gefunden. Effekte zeigten sich im Besonderen bei Wahrnehmungsaufgaben, IQ-Tests, allgemeine Leistungstests, Mathematiktests und Tests zur verbalen Intelligenz.
Etnier et al. (2006)	Meta-Regressionsanalyse aus 37 Studien von 1966–2004	Es gibt einen signifikanten negativen Zusammenhang zwischen Ausdauerleistungsfähigkeit und Kognition bei Kindern und Jugendlichen. Bei Erwachsenen und älteren Personen hingegen lässt sich einen leichten positiven oder keinen Zusammenhang zwischen Ausdauer und Kognition konstatieren. Zukünftige Studien sollten darüber Auskunft geben, welches Aktivitätsniveau positive und ab welcher Schwelle negative Effekte auf physiologische und psychologische Variablen zu erwarten sind.

Tabelle 6-2: Korrelations-, Querschnittstudien, die den Zusammenhang zwischen Motorik und Kognition und den Effekt körperlicher Aktivität auf kognitive Parameter untersuchen

	Quelle	Stichprobe	Methode	Ergebnisse
Intelligenz	Tomes & Heilbuth (1993)	N = 72, 3–6 J.	<u>Kognition:</u> Stanford-Binet Intelligence Scale; Nebraska-Wisconsin Cognitive Assessment Battery <u>Motorik:</u> McCarron Assessment of Neuromuscular Development	Korrelation von $r_{xy} = .60$ zwischen Motorik und Kognition.
	Krombholz (1998)	N = 749, Kindergartenkinder, Grundschüler, Sonderschüler	<u>Kognition:</u> Grundintelligenzskala (CFT 1) <u>Motorik:</u> KTK <u>Sozialmilieu</u>	Positive bedeutsame Zusammenhänge zwischen Motorik und Kognition, höchste Korrelationen bei Sonderschülern, gefolgt von Kindergartenkindern.
	Planinsec (2002)	N = 665, 5–6 J.	<u>Kognition:</u> Razkol Test <u>Motorik:</u> Verschiede standardisierte motorische Items	Signifikanter Zusammenhang bei den Mädchen, nicht signifikanter positiver Zusammenhang bei den Jungen. Insbesondere zeigen sich Korrelationen zwischen Kognition und Koordination.

Empirisch analytischer Forschungsstand

Exekutive Funktionen	Ahnert, Bös & Schneider (2003)	N = 205, 4–13 J.	<u>Kognition:</u> HAWIVA, HAWIK <u>Motorik:</u> MOT 4-6, KTK	LOGIK-Studie: Signifikanter, aber eher gering einzuschätzender und mit dem Alter zurückgehender Zusammenhang zwischen Kognition und Motorik im Vorschulalter.
	Wassenberg et al. (2005)	N = 378, 5–6 J.	<u>Motorik:</u> Maastricht Motor Test	Kein globaler Zusammenhang zwischen Kognition und Motorik, aber durchweg positive Zusammenhänge zwischen verschiedenen kognitiven und motorischen Merkmalen. Aufmerksamkeitsleistung differenziert betrachtet zeigt unabhängige positive Beziehungen zur motorischen Leistungsfähigkeit.
	Buck et al. (2008)	N = 74, 7–12 J.	<u>Kognition:</u> K-BITS Stroop Color and Word Test <u>Motorik:</u> Fitnessgram PACER-Test	Regressionsanalysen ergeben, dass aerobe Fitness statistisch signifikante Zusammenhänge mit den erhobenen Bereichen des Stroop-Tests aufweisen. Kinder mit besserer Ausdauerleistung schneiden demnach im Stroop-Test besser ab. Zusammenhänge zwischen Kraftleistung und Kognition allerdings konnten nicht aufgezeigt werden.
	Roebbers & Kauer (2009); Röthlisberger et al. (2010)	N = 410, 4–8 J.	<u>Kognition:</u> Farbspanne rückwärts, Früchte-Gemüse Stroop, Flexibilität, HAWIVA-III <u>Motorik:</u> Movement Assessment Battery for Children (M-ABC-2)	Es ergeben sich für den Zusammenhang zwischen Leistung der motorischen Handfertigkeit und dem Summenscore der exekutiven Funktion Korrelationskoeffizienten von $r = -.45$, respektive $r = -.24$ nach Auspartialisierung des Alters und der Verarbeitungsgeschwindigkeit. Kein Zusammenhang wurde hingegen zwischen den exekutiven Funktionen und der elterlichen Unterstützung bzw. Förderung gefunden.

Empirisch analytischer Forschungsstand

entration	Graf et al. (2003), Graf, Koch & Dordel (2003)	N = 668, 6–7 J.	<u>Kognition:</u> Differenzieller Leistungstest DL-KE <u>Motorik:</u> KTK, 6-Min.-Lauf	Child-Studie: Zusammenhang zwischen Motorik und Konzentration, keine Zusammenhänge zwischen Ausdauerleistungsfähigkeit und Konzentration.
	Voelcker-Rehage (2005)	N = 85, 4–6 J.	<u>Kognition:</u> Optische Differenzierungsfähigkeit - POD <u>Motorik:</u> Diverse motorische Tests, u. a. MOT 4-6, KTK	MODALIS-Studie: Reaktionsschnelligkeit, Feinkoordination und Aktionsschnelligkeit korrelieren signifikant mit der optischen Differenzierungsleistung, wobei bei Handkraft und Sprungkraft keine Zusammenhänge errechnet werden konnten. Die Zusammenhänge nehmen mit dem Alter ab, sodass bei den Sechsjährigen kein Zusammenhang mehr besteht.
	Livesey et al. (2006)	N = 26, 5–6 J.	<u>Kognition:</u> Stroop and stop-signal task <u>Motorik:</u> Movement assessment battery for children	Es konnten signifikante Korrelationen zwischen Feinmotorik und Ballgeschicklichkeit, aber nicht Gleichgewicht berichtet werden.
	Memmert & Weickgenannt (2006)	N = 356, Zweitklässler	<u>Kognition:</u> ZPK <u>Motorik:</u> Elternfragebogen	Fit-4-future-Studie: Die vier Kontrollvariablen zeigen einen signifikanten Einfluss. Kinder, die sportlich aktiver sind, besitzen in der Regel höhere Konzentrationswerte. Tendenzielle Unterschiede ergeben sich beim Vergleich zwischen Mannschafts- und Individualsportarten.

Empirisch analytischer Forschungsstand

	Röhr-Sendlmeier et al. (2007)	N = 89, Dritt- und Viertklässler	<u>Kognition:</u> Konzentrationsleistungstest	Verbindungen zwischen Motorik und Konzentration wurden berichtet.
	Wepf, Gubelmann & Müller (2008)	N = 208; Zweitklässler	<u>Kognition:</u> Differenzieller Leistungstest nach Kleber <u>Motorik:</u> Verschiedene Aspekte koordinativer und konditioneller Fähigkeiten	Es ergaben sich signifikante Verbindungen bestimmter motorischer Fähigkeiten (seitliches Springen, Tapping, Shuttle run) und der Konzentrationsfähigkeit.
	Feder & Kerr (1996)	N = 50, 4-5 J.	<u>Kognition, Motorik:</u> Miller Assessment for Preschoolers (MAP), number/counting test	Zusammenhänge zwischen Kognition und Motorik sind gegeben.
Schulleistung	Tremblay et al. (2000)	N = 6.923, Sechstklässler	<u>Kognition:</u> Mathematische Leistung und Leseleistung <u>Motorik:</u> Fragebogen (Self Description Questionnaire) <u>Körperliche Aktivität:</u> Fragebogen (Self Description Questionnaire)	Die Regressionsanalysen zeigen neben einem signifikanten positiven Zusammenhang zwischen körperlicher Aktivität und Selbstwertgefühl einen sehr schwachen negativen Zusammenhang zwischen körperlicher Aktivität und schulischer Leistung in den beiden Bereichen Mathematik und Lesen.

Empirisch analytischer Forschungsstand

Daley et al. (2000)	N = 954.000, 5., 7. und 9.Klässler	<u>Kognition, Motorik:</u> Schulnoten diverser Schulfächer	Kein Zusammenhang zwischen Noten in Englisch, Naturwissenschaften und Mathematik und körperlicher Aktivität.
Dwyer et al., (2001)	N = 7961, 7–15 J.	<u>Kognition:</u> Lehrereinschätzung <u>Motorik:</u> Kraft, Ausdauer, Beweglichkeit	Signifikante Zusammenhänge zwischen Schulleistung, Kraft und Ausdauer.
California Department of Education (2002)	N = 954.000, 5., 7., 9. Klässler	<u>Kognition:</u> Schulnoten <u>Motorik:</u> Schulnoten	In allen Altersstufen signifikante Korrelationen zwischen Fitness und Schulleistungen.
Oja & Jürimä (2002)	N = 294, Kindergartenkinder	<u>Kognition:</u> Controlled Drawing Observation <u>Motorik:</u> Testitems des Eurofit <u>Körperliche Aktivität:</u> Fragebogen	Signifikante Zusammenhänge zwischen Kognition, körperliche Aktivität und Motorik.
Perera (2005)	N = 295, 4–5 J.	<u>Kognition, Motorik:</u> Denver developmental screening	Korrelationsrechnungen zeigten Zusammenhänge zwischen motorischen Fertigkeiten und einigen kognitiven Fertigkeiten.

Empirisch analytischer Forschungsstand

Bittmann et al. (2005)	N = 773, ca. 11 J.	<u>Kognition:</u> Lehrereinschätzung zum schulischen Leistungsstand <u>Motorik:</u> Posturographisches Messsystem mit Kraftmomentensensorik	Die Balancemessungen der beiden Extremgruppen (gute und schlechte Schüler) sowohl bei den männlichen als auch den weiblichen Probanden unterschieden sich signifikant voneinander. Bei Betrachtung der Gesamtstichprobe bestätigt sich diese Grundtendenz.
Dollman, Boshoff & Dodd (2006)	Kinder aus 117 australischen Grundschulen	<u>Kognition:</u> Lese- und Rechenleistungen (State LaN) <u>Motorik:</u> durchschnittliche Zeiten des Sportunterrichts (PEtime)	Keine Zusammenhänge zwischen Sportunterrichtsstunden und schulischer Leistung.
Castelli et al. (2007)	N = 582, 4.-5. Klasse	<u>Kognition:</u> Allgemeine Leistung, Mathematik, Lesen <u>Motorik:</u> Ausdauer, Kraft, Körperbau	Positive Zusammenhänge zwischen BMI, Ausdauer und schulischer Leistung. Keine Zusammenhänge zeigen sich zwischen Kraft, Beweglichkeit und Schulleistung.
Frey & Mengelkamp (2007)	N = 2.279, 3-6 J.	<u>Kognition, Motorik:</u> Beobachtungsbogen für Kinder (BBK 3-6)	Sport treibende Kinder erreichen höhere Werte bei der Grob- und in der Feinmotorik als nicht Sport treibende Kinder. Analog zu den Ergebnissen für die Motorik zeigen die Analysen, dass Sport treibende Kinder bei der Skala Erstlesen, Rechnen, Schreiben und Sprachentwicklung höhere Werte als nicht Sport treibende Kinder erreichen.

Empirisch analytischer Forschungsstand

Sigfusdottir, Kristjansson & Allegrante, (2007)	N = 5.810, 14–15 J.	<u>Kognition, Motorik:</u> Fragebogen: BMI, Ernährung, körperliche Aktivität	Keine Zusammenhänge zwischen körperlicher Aktivität und Schulleistung.
Chomitz et al. (2009)	N = 1.103, 4.–5., 8. Klasse, N = 744; 4.–7. Klasse	<u>Kognition:</u> Massachusetts Comprehensive Assessment System (MCAS) <u>Motorik:</u> Sportnote und Fitnessstests	Statistisch signifikante positive Zusammenhänge zwischen Fitness- und Motorikleistungen und mathematischen und englischen Leistungen.

Tabelle 6-3: Längsschnittstudien, die die Entwicklung von Motorik und Kognition analysieren

Quelle	Stichprobe	Methode	Ergebnisse
Becker (1991)	<i>N</i> = 650, 3–9 J.	<u>Kognition:</u> Raven Matrices, Lese- und Konzentrationstests <u>Motorik:</u> Rostock-Oseretzky-Scale, motor screening	Signifikante Zusammenhänge zwischen Motorik und Kognition.
Ahnert, Bös & Schneider (2003); Asendorpf & Teubel (2009);	<i>N</i> = 146, 4–23 J.	<u>Kognition:</u> Columbia Mental Maturity Scale, Culture Fair Intelligence Test, HAWIVA, HAWIK-R, HAWIE, ARLIN-Test <u>Motorik:</u> MOT 4-6, KTK	LOGIK-Studie: Zwischen Motorik und Intelligenz werden lediglich leichte marginal signifikante Zusammenhänge bei den Mädchen berichtet. Zusammenhänge zwischen den motorischen Leistungen einerseits und Intelligenz, Extraversion und sozialer Gehemmtheit andererseits werden im Alter von 23 Jahren durch Einflüsse der Persönlichkeit zwischen 12 und 23 Jahren auf die motorischen Testleistungen begründet.
Largo (2004)	<i>N</i> > 700, 0–18 J.	<u>Kognition:</u> Anzahl der Worte, Syntax, Grammatik <u>Motorik:</u> Körpergröße, Muskelkraft, Gestaltwandel, Lokomotion, Motorik beim Schreiben	Keine bedeutsamen Zusammenhänge zwischen motorischer und kognitiver Entwicklung.

Empirisch analytischer Forschungsstand

Nelson & Gordon-Larsen (2006)	<p>$N = 11.957$, Mittleres Alter: 15.8 J., $SD =$ 11.6 J.</p>	<p><u>Kognition, Motorik:</u> Fragebogenerhebung: sieben Tage Bewegungstagebuch</p>	<p>Aktive Kinder weisen bessere Schulleistungen auf.</p>
Fleig (2009)	<p>$N = 114$ 5 J.</p>	<p><u>Kognition:</u> PSPCSA, CFT 1 <u>Motorik:</u> MOT 4-6, Handkraft</p>	<p>Tendenziell abnehmende signifikante mittlere Zusammenhänge zwischen der Koordination und der Grundintelligenz. Deutlich höhere Korrelationswerte zwischen Koordination und Grundintelligenz als zwischen Maximalkraft (als konditionelles Merkmal). Die Koordination und die Grundintelligenz weisen zum Messzeitpunkt 1 einen engen hoch signifikanten Zusammenhang auf. Für beide Konstrukte kann Fleig eine hohe Stabilität im Verlauf von Messzeitpunkt 1 zu Messzeitpunkt 3 konstatieren.</p> <p>Fleig geht von einem sehr schwachen wechselseitigen Wirkungsgefüge der Motorik und Kognition aus.</p>

Tabelle 6-4: Interventionsstudien, die die Effekte körperlicher Aktivität auf Motorik und Kognition untersuchen

	Quelle	Stichprobe	Methode	Ergebnisse
Intelligenz	Zimmer (1996a)	N = 100, 3–6 J.	<u>Kognition:</u> Hannover-Wechsler-Intelligenztest für das Vorschulalter (HAWIVA) <u>Motorik:</u> Körperkoordinationstest für Kinder (KTK), MOT4-6 <u>Intervention</u> In den Kindergartenalltag integrierte motorische Förderung	Die motorische Förderung wirkte sich auf die motorische und intellektuelle Leistung der Kinder aus. Die Experimentalgruppen erzielten somit signifikant bessere Testergebnisse als die Kontrollgruppe.
	Beudels (1997)	N = 100, Vorschulkinder	<u>Kognition:</u> Grundintelligenzskala CFT 1 <u>Motorik:</u> Körperkoordinationstest für Kinder (KTK) <u>Intervention</u> 1 Jahr psychomotorische Förderung ca. 2 Stunden pro Woche	Zum zweiten Messzeitpunkt zeigte sich varianzanalytisch ein signifikanter Unterschied zwischen den Gruppen bezüglich Motorik und Kognition, zugunsten der Experimentalgruppe, was auf die Effekte der Intervention zurückzuführen ist.
	Moser & Christiansen (2000)	N = 40, 7–8 J.	<u>Kognition:</u> Progressiver Matrizentest, SPM, Ringeriksmaterial (RM), Menschenzeichentest (MZT) <u>Motorik:</u> Körperkoordinationstest für Kinder (KTK), Pegboard-Test (PB), <u>Intervention:</u> Psychomotorische Förderung zehn Wochen, täglich	Für das psychomotorische Training konnten keine generellen motorischen Effekte dokumentiert werden. Hingegen profitierte die kognitiv schwächere Gruppe sowohl motorisch als auch kognitiv von der Intervention. Die Unterschiede zwischen der kognitiv schwachen und der kognitiv starken Gruppe sind für die Trainingsperiode statistisch signifikant.

Empirisch analytischer Forschungsstand

Exekutive Funktionen	Davis et al. (2007)	N = 94, 7–11 J. über- gewichtig	<p><u>Kognition:</u> Cognitive Assessment System (CAS – Aufmerksamkeit, Informationsverarbeitung, Planung)</p> <p><u>Motorik:</u> Ausdauer</p> <p><u>Intervention:</u> 15 Wochen, Ausdauerspiele mit einer HF > 150 bpm</p>	<p>Die Kontrollgruppe erreicht signifikant schlechtere Werte im CAS als die Gruppe mit intensivem Training. Es zeigt sich eine Tendenz dafür, dass auch die Gruppe mit moderatem Training unter der Leistungskurve der intensiv trainierten Gruppe liegt.</p> <p>Die Autoren schließen daraus, dass es eine direkte Verbindung zwischen einer gesteigerten Intensität körperlicher Aktivität und der Verbesserung exekutiver Funktionen bei übergewichtigen Kindern gibt.</p>
	Posner & Rothbart (2007)	4–6 J.	<p><u>Kognition:</u> Mehrere Tests, u. a. Aufmerksamkeits- und Intelligenztests</p> <p><u>Intervention:</u> 30 bis 40 Min. computergestütztes Training pro Tag</p>	<p>Schon nach fünf Tagen Training konnte eine Verbesserung der exekutiven Funktionen nachgewiesen werden.</p>
	Fisher (2008)	N = 394, 3–5 J.	<p><u>Kognition:</u> Cambridge Neuropsychological Test Battery (CANTAB – Arbeitsgedächtnis), Attention Network Test (Reaktionszeit), Cognitive Assessment System (CAS - Exekutive Funktionen) und der short form of Connor's Parent Rating Scale</p> <p><u>Motorik:</u> Movement Assessment Battery</p> <p><u>Körperliche Aktivität:</u> Beschleunigungsmesser</p> <p><u>Intervention:</u> 10 Wochen, 2 h/Woche, aktive Spiele</p>	<p>Signifikanter, jedoch sehr geringer Zusammenhang zwischen körperlicher Aktivität und Motorik. Keine signifikanten Unterschiede bezüglich exekutiver Funktionen zwischen Kontroll- und Interventionsgruppe. Die körperliche Aktivität der Interventionskinder allerdings war während der Intervention bedeutend höher als bei den Kontrollkindern, bei denen sitzende Tätigkeiten 58 % des Tages ausmachten. Zudem wurden das Arbeitsgedächtnis und Aspekte des Verhaltens verbessert.</p>

Empirisch analytischer Forschungsstand

Konzentration	Raviv & Low (1990)	N = 96, 11–12 J.	<u>Kognition:</u> Aufmerksamkeitsleistung (d2-Test) <u>Intervention:</u> Sportstunden vs. kognitive Schulstunden	Die Konzentrationsleistung aller Schüler am Ende der Schulstunden war bemerkenswert besser als zu Beginn. Keine unterschiedliche Konzentrationsleistung aufgrund der Unterrichtsinhalte. Der Tageszeitpunkt und nicht die Schulstundeninhalte beeinflussen die Konzentrationsleistung der Schüler.
	Kahl (1993)		<u>Kognition:</u> Konzentrationsleistung (Kleber-Test), Verhaltensbeurteilung (Lehrer/Eltern, standardisierte Verfahren) <u>Motorik:</u> Körperkoordination, Haltungstest (nach MATTHIAS), Orthopädische Befundbewertung, körperliche Beschwerden (Elternbefragung) <u>Intervention:</u> 1 Jahr gezielte Bewegungspausen im Unterricht	Die Wirkungen der Bewegungsförderung auf die Konzentrationsleistungen zeigen sich nicht sofort. Nach 3 Monaten setzten erste Differenzierungen ein. Die Konzentrationsleistungsfähigkeit verbesserte sich nachhaltig signifikant. Der größte Zuwachs wurde bei den Jungen und bei den Schülern aus der Gruppe mit den Konzentrationsauffälligkeiten und -störungen verzeichnet.
	Breithecker (1998)	N = 47, 4. Klasse	<u>Kognition:</u> Konzentrationsfähigkeit, Schulfreude (keine standardisierten Testverfahren) <u>Motorik:</u> Körperkoordination (KTK), informelle Muskelfunktionstests und Haltungstest (nach Matthias) <u>Intervention:</u> 14 Monate Bewegungspausen im Unterricht, Einführung von Tischaufsatzpulten und Sitzbällen	Folgerung aus der Interventionsstudie: Forderung nach ergonomischem Sitzmobiliar und sich daran orientierenden dynamischen Körper- und Arbeitshaltungen unter gesundheitsvorbeugenden Gesichtspunkten sind eine medizinisch-gesundheitliche Notwendigkeit, welche eine Grundlage für Lernerfolg und -leistung darstellt.

Empirisch analytischer Forschungsstand

Caterino & Polak (1999)	N = 54, 2.–4. Klasse	<u>Kognition:</u> Woodcock-Johnson Test of Concentration <u>Intervention:</u> Täglich 15 Minuten Laufen und Scratching	Lediglich die Viertklässler zeigten bessere Testleistung nach körperlicher Aktivität.
Obst-Kitzmüller (2002)	N = 167, 1.–4. Klasse	<u>Kognition:</u> Konzentrationsfähigkeit (d2-Test) <u>Motorik:</u> AST <u>Weitere Parameter:</u> Unfallgeschehen, körperliche Aktivität, Aggressionsniveau (Beobachtung), Schulunlust (AFS), Kinder-Kohärenzsinn (SOC) <u>Intervention:</u> 48 Monate tägliche Sportstunde, Erweiterung der wöchentlichen drei auf fünf Sportstunden	Die Studie zeigt, dass vermehrte sportliche Aktivität vor allem zu einem verbesserten sportmotorischen Niveau führt, aber auch weitreichenden Einfluss auf psychosoziale Faktoren der untersuchten Grundschul Kinder hat.
Scherrer (2002)	N = 176, Kinder - gartenkinder	<u>Kognition:</u> HAWIVA <u>Motorik:</u> MOT 4-6 <u>Intervention:</u> 16 Monate: EG 1: Materialien nach dem Konzept der Bewegungsbaustelle EG 2: Fortbildungen des pädagogischen Personals zur offenen Bewegungserziehung EG 3: Kombination der Maßnahmen aus EG 1 und 2	Ein signifikanter Unterschied zur Kontrollgruppe in den Gruppen, in denen Erzieherinnen Fortbildungen besuchten.

Empirisch analytischer Forschungsstand

Augstein (2002)	N = 29, 5–8 J.	<u>Kognition:</u> Frankfurter Test für Fünfjährige (FTF-K) <u>Motorik:</u> Haltungstest für Kinder (HAKI) <u>Intervention:</u> 10 Trainingseinheiten Yoga	In den Bereichen Motorik und Sozialverhalten haben sich die Kinder der Interventionsgruppe durch Yogatraining gesteigert.
Hülsmann & Schmitz-Post (2002)	1 Schule, 6 J.	<u>Kognition:</u> Selbsteinschätzung: Wahrnehmung, Sozialverhalten, Aufmerksamkeit, Lernverhalten <u>Motorik:</u> KTK <u>Intervention:</u> 1 Jahr Bewegungsförderstunden, Elternberatung	Verbesserungen in den Bereichen Kognition und Sozialverhalten beziehen sich auf folgende Variablen: „leichter zuhören und aufpassen können“, „das Lernen fällt mir leichter“ „Streit besser lösen können“. Darüber hinaus signifikante Verbesserungen der koordinativ-motorischen Fähigkeiten.
Müller & Petzold (2002)	N = 396, 1.–4. Klasse	<u>Kognition:</u> Konzentrationsfähigkeit (d2-Test), Haltungstest, (nach Matthias), visuelle Wahrnehmungsfähigkeit, Schulleistung <u>Motorik:</u> AST <u>Weitere Parameter:</u> Unfallgeschehen, Sozialverhalten, Selbstkonzept, emotionale Befindlichkeit <u>Intervention:</u> 4 Jahre Bewegte Schule: Bewegungsaktivitäten im Schulalltag	Die Experimentalgruppe schneidet mit besserer Konzentrationsleistung ab, keine relevanten Unterschiede zwischen Kontroll- und Interventionsklasse hinsichtlich der kognitiven Entwicklung und konditioneller Fähigkeiten, jedoch hinsichtlich koordinativer Fähigkeiten.

Empirisch analytischer Forschungsstand

Graf et al. (2003)	12 Versuchsschulen, 5 Kontrollschulen	<u>Kognition:</u> Konzentrationsfähigkeit (DL-KE) <u>Motorik:</u> (KTK), die Ausdauerleistungsfähigkeit (6-Minutenlauf) <u>Intervention:</u> Bewegungspausen, Bewegte Pausen und Gesundheitsunterricht	CHILT-Studie: Die Experimentalgruppe weist im Vergleich zur Kontrollgruppe bessere Konzentrationsleistungen auf. Während hinsichtlich der Ausdauerleistungsfähigkeit keine Verbindungen zur Konzentrationsleistung gefunden wurden, wiesen die Kinder, die im Konzentrationstest quantitativ und qualitativ am besten abgeschnitten hatten, bessere Werte im KTK auf.
Wamser & Leyk (2002), Wamser (2003), Wamser & Leyk (2003)	N = 235: Fragebogen, n = 125: d2-Test, n = 66: Herzfrequenzprofile, 5.-10. Klasse	<u>Kognition:</u> Unterrichtsstörung Konzentrationsleistung (d2-Test) (Dokumentanalyse, Schülerbefragung) <u>Motorik:</u> Herzfrequenz <u>Intervention:</u> 5 Jahre „Bewegter Unterricht“	Signifikante Anstiege der Konzentrationsleistungen durch Rhythmisierung des Unterrichts, positive Wirkungen von Bewegung auf Unterrichtstörungen. Die Konzentrationsleistungsfähigkeit kann mit Hilfe bewegten Unterrichts gesteigert werden.
Worth (2004)	N = 472, 3. Klasse	<u>Kognition:</u> Aufmerksamkeitsleistung (d2-Test) <u>Motorik:</u> AST, körperliche Beschwerden (TRF/CBCL) <u>Weiter Parameter:</u> Sozialverhalten (SFS) Schulunlust, Schulfriedenheit (AFS/LFSK) aktuelle Befindlichkeit (Stresserleben (SSK)) <u>Intervention:</u> 12 Monate aktive Bewegungspausen, bewegtes Lernen, bewegtes Sitzen, Entspannungsphasen und aktive Schulhofpause	Weder positive noch negative Effekte auf erhobene Parameter (allgemeine sportmotorische und koordinative Leistungsfähigkeit, Konzentrationsfähigkeit, Schulnoten, Sozialverhalten, Schulfreude, Affektivität, körperliches Wohlbefinden).

Empirisch analytischer Forschungsstand

Huang et al. (2004)		<u>Kognition:</u> Event-related potentials (ERP) <u>Intervention:</u> 9 Wochen Bewegungsförderung	Signifikante Unterschiede zwischen den Gruppen zugunsten der Experimentalgruppe.
Krombholz (2005)	N = 559, Kindertagesstätten	<u>Kognition:</u> Konzentration (FTF-K), Wortschatz (PPVT), Körperschema (MZT), Intelligenz (CFT 1) <u>Motorik:</u> Diverse Testitems <u>Intervention:</u> 2 Jahre Verbesserung des Bewegungsangebots, Fortbildungen für Personal, Umgestaltung der Räumlichkeiten	Ein verstärktes Bewegungsangebot lässt sich in Kindertagesstätten realisieren, das sich auf die motorische Entwicklung positiv auswirkt. Positive Effekte auf die kognitiven Leistungen lassen sich statistisch jedoch nicht absichern.
Kubesch (2007)	N = 115 7. Klässler	<u>Kognition:</u> TAP <u>Intervention:</u> Sportunterricht vs. Mathematikunterricht	Die Schüler schnitten nach dem Turnunterricht besser ab und selbst nach dem Mathematikunterricht fielen die Testergebnisse der „Turner“ besser aus, als die der Kinder ohne Bewegung. Bewegung fördert Reaktion und Konzentration, die Prozesse im Frontalhirn werden verändert, was die Lernleistung beeinflusst
Budde et al. (2008)	N = 115, 13–16 J.	<u>Kognition:</u> Konzentrationsleistung (d2-Test) <u>Intervention:</u> Koordinatives Training, Sportunterricht	Mittels Schulsport und Koordinationstraining wurde die Konzentrationsleistung signifikant gesteigert. Darüber hinaus erreichten die Kinder mit Koordinationstraining bessere Werte in Quantität und Qualität als Kinder im normalen Sportunterricht, während sich die Herzfrequenz während der Bewegungszeit zwischen den Gruppen nicht unterschied. Koordinatives Training ist somit effektiver zur Förderung der Konzentration als Sportunterricht.

Empirisch analytischer Forschungsstand

Stroth et al. (2009)	N = 28, 17–19 J.	<u>Kognition:</u> VVM, d2-Test, PANAS <u>Motorik:</u> Ausdauerbelastungstest <u>Intervention:</u> 6 Wochen Lauftraining	<p>Die Ausdauer-Laufgruppe zeigt bedeutsame Verbesserungen ihrer Befindlichkeit sowie eine Steigerung in einigen Bereichen der kognitiven Leistungsfähigkeit. Im kognitiven Bereich zeigt die Gruppe der Läufer im visuell-räumlichen Gedächtnis einen deutlichen Leistungszuwachs gegenüber der Kontrollgruppe, nicht dagegen im verbalen Gedächtnis. Die Läufer zeigen keinen statistisch bedeutsamen Lernzuwachs in den Konzentrationsleistungswerten gegenüber der KG. Trotzdem scheint sich das Ausdauertraining positiv auszuwirken: die Läufer machen in derselben Zeit deutlich weniger Fehler.</p>
Reinhardt (2009)	N = 71, 17–19 J.	<u>Kognition:</u> Räumliches Vorstellungsvermögen, exekutive Funktionen <u>Motorik:</u> Ausdauerbelastungstest <u>Weitere Parameter:</u> Chemische und hämatologische Tests <u>Intervention:</u> 17 Wochen Lauftraining	<p>Während signifikante Wechselwirkungen zwischen Gruppe und Zeit fehlen, zeigt ein Vergleich der einzelnen kognitiven Mittelwerte, dass post hoc betrachtet eine signifikante Verbesserung der Läuferinnen gegeben ist. Unter Einbezug der Eingangsfitness wird deutlich, dass die anfangs unfitten Läuferinnen die stärksten Verbesserungen zeigen. Unter sämtlichen Probanden zeigen diejenigen, die ihre Fitness über den Interventionszeitraum verbessern konnten, die deutlichere Verbesserung im Bereich richtiger Zuordnungen.</p>
Haas et al. (2009)	N = 39, Zweitklässler	<u>Kognition:</u> d2-Test, CFT, allgemeiner Schulleistungstest <u>Motorik:</u> MoMo-Testbatterie <u>Körperliche Aktivität:</u> MoMo-Fragebogen <u>Intervention:</u> 4 Jahre eine tägliche Sportstunde	<p>Kein Unterschied im Anstieg des Leistungsniveaus zum letzten Testzeitpunkt zwischen Modell- und Interventionsklasse. Ein ähnliches Bild zeigt sich für die Konzentration. Der Leistungsunterschied in T5 im Schulleistungstest ist ebenso nicht signifikant.</p>

Empirisch analytischer Forschungsstand

Schulleistung	Everke (2009)	N = 110, Kindergartenkinder	<p><u>Kognition:</u> K-ABC, DL-KE</p> <p><u>Motorik:</u> MoMo-Testbatterie</p> <p><u>Intervention:</u> 3 Monate eine Stunde pro Tag Gleichgewichtsschulung</p>	CoMIK-Studie: Direkte Effekte des Bewegungsprogramms auf die Motorik im Bereich Gleichgewicht, Auge-Hand-Koordination, Kraft, Beweglichkeit, Schnellkraft und Koordination, Aktionsschnelligkeit und Kraftausdauer wurden berichtet. Die Frage nach direkten Effekten der Bewegungsförderung auf die Kognition kann im Bereich der Konzentrationsleistung teilweise bejaht werden. Es handelt sich dabei um eine quantitative Leistungssteigerung.
	Sobczyk & Landau (1995)	Grundschulen	<p><u>Kognition:</u> Schulleistung (Einschätzung der Lehrer/-innen), Schulerfolg (Wechsel auf höher qualifizierende Schule)</p> <p><u>Motorik:</u> KTK</p> <p><u>Intervention:</u> 3 Jahre „Dynamisches Sitzen“</p>	Das mobile Klassenzimmer: Die Vergleichsklasse verschlechtert sich in ihrer psychomotorischen Leistungsfähigkeit, Schüler aus dem „mobilen Klassenzimmer“ zeigen eine aufsteigende Entwicklung. Die Leistungen in den Fächern Deutsch konnten bei den schwächeren Schülern stabilisiert und unterstützt werden. Trotz mehr Bewegungszeit und weniger Lernzeit hat sich die Intervention nicht negativ auf die Schulleistungen ausgewirkt. Die Zahl der Abgänger auf eine höher qualifizierende Schule ist in der „mobilen Klasse“ bedeutend größer. Darüber hinaus sagen die Lehrer der weiterführenden Schule, dass die „mobilen Schüler“ engagierter sind.
	Shepard (1997)	6–12 J.	<p><u>Kognition:</u> Schulnoten</p> <p><u>Intervention:</u>Tägliche Sportstunde</p>	Trios-Rivers-Studie: Verbesserung der Schulnoten aufgrund der täglichen Sportstunde.
	Sallis & Owen (1999)	N = 759, 5. Klasse	<p><u>Intervention:</u> 2 Jahre 3 Tage pro Woche 30 Minuten schulintegriertes Sportprogramm</p>	Die Analyse der Daten zeigte einen Rückgang der akademischen Leistung sowohl in der Kontroll- als auch in der Interventionsgruppe. Jedoch verschlechterten sich die Kinder mit Sportprogramm im Schnitt weniger als die Kinder ohne zusätzliche Bewegung.

Empirisch analytischer Forschungsstand

Coe et al. (2006)	N = 214, 6. Klasse	<p><u>Kognition:</u> Individuelle Schulleistungsschätzungen und Ergebnisse des Terra Nova-Tests</p> <p><u>Intervention:</u> 1 Semester 55 Minuten tägliche Bewegung</p>	Die beiden Gruppen (Sportprogramm im 1. oder im 2. Semester) unterschieden sich bezüglich erhobener Leistungen nicht. T-Tests zeigen jedoch, dass Schüler, die sich körperlich intensiv bewegen, ein besseres Schulleistungsniveau (Bewertung des Lehrers und Terra Nova-Test) erreichten, als Schüler die weniger aktiv sind, unabhängig von der Gruppenzugehörigkeit.
Ahamed et al. (2007)	N = 396, 9–11 J.	<p><u>Kognition:</u> Canadian Achievement Test (CAT 3), Lehrerbeurteilung (TotScore)</p> <p><u>Körperliche Aktivität:</u> Fragebogen (PAQ-C)</p> <p><u>Intervention:</u> 16 Monate gesteigerte Bewegung in Schule und Freizeit</p>	Keine Unterschiede zwischen Kontroll- und Interventionsgruppe, weder im Bereich Motorik als auch im Bereich Schulleistung.
Hillmann et al. (2009)	N = 20, 9 J.	<p><u>Kognition:</u> WRAT</p> <p><u>Motorik:</u> Fitnesstests</p> <p><u>Intervention:</u> Aerobictraining</p>	Verbesserung der kognitiven und kardiovaskulären Leistung.

6.2 Zusammenhänge von Aktivität und Motorik

In diesem Kapitel wird der aktuelle Forschungsstand zu den Zusammenhängen von körperlicher Aktivität und Motorik vorgestellt. Ausgewählt wurden empirische Studien, die die Zusammenhänge zwischen motorischer Leistungsfähigkeit und körperlicher oder sportlicher Aktivität querschnittlich (Kapitel 6.2.1), längsschnittlich (Kapitel 6.2.2) oder quasi-experimentell im Rahmen einer Interventionsstudie (Kapitel 6.2.3) bei Kindern und Jugendlichen analysieren. Die jeweiligen Tabellen geben einen Überblick über Autoren, Design und Ergebnisse der Studien.

6.2.1 Querschnittstudien

Hahn et al. (1999) gingen der Frage nach, ob sportliche Aktivität der letzten zwölf Monate mit der Gleichgewichtsfähigkeit zusammenhängt. Sie befragten 339 Mitglieder verschiedener Sportvereine im Alter von 14 bis 24 Jahren bezüglich ihrer sportlichen Aktivität und dokumentierten die durchschnittliche Zeit, die die Probanden und Probandinnen mit geschlossenen Augen auf einem Bein stehen konnten. Sie kamen mittels korrelativer Studien zu dem Ergebnis, dass Gleichgewichtsfähigkeit (Einbeinstand mit geschlossenen Augen) negativ mit wöchentlichen Schwimmstunden und positiv mit den wöchentlichen Basketballstunden und den Jahren, die Basketball gespielt wurden, korrelierten (Hahn et al., 1999).

Im Rahmen des New South Wales Schools Fitness and Physical Activity Survey erhoben Okely, Booth und Patterson (2001) Daten von 180 Acht- und Zehntklässlern, die durch einen Fragebogen selbst Auskunft über ihre körperliche Aktivität, u. a. Vereinsmitgliedschaft gaben und anhand einer motorischer Testbatterie hinsichtlich Laufen, Springen, Rückhand-, Vorhandwerfen und Kicken getestet wurden. Die Autoren fanden einen schwachen aber signifikanten Zusammenhang zwischen körperlicher Aktivität und Vereinsmitgliedschaft. Im Regressionsmodell, das das Geschlecht, die Herkunft und die Motorik berücksichtigte, klärte Motorik lediglich 3 % der Varianz der Vereinsmitgliedschaft auf. Allgemein interpretierten sie die Daten dahingehend, dass Jugendliche, die motorisch bessere Testergebnisse erreichten, mehr Zeit unter der Woche im organisierten Sport verbrachten. Die Analyse zeigte also einen direkten Zusammenhang zwischen motorischen Fähigkeiten und körperlich aktiv verbrachter Zeit. Über Kausalitäten konnte die Autorenschaft keine Auskunft geben und wie die Autoren selbst anmerkten, limitiere der Einsatz eines Fragebogens zur körperlichen Aktivität die Aussagekraft der Daten (Okely, Booth & Patterson, 2001).

Klaes et al. (2003) und Bös et al. (2002) bestätigten die Ergebnisse. Auch sie konnten anhand eines Fragebogens einen positiven Zusammenhang zwischen dem Ausmaß der Sportaktivität, der Anzahl der Sportstunden, der Vereinsmitgliedschaft und der Fitness, mit Ausnahme der Rumpfbeweglichkeit, berichten.

Ziele einer Studie von Reed, Methker und Phillips (2004) waren, auf der einen Seite zu prüfen, ob Kinder im Alter von elf bis 13 Jahren die empfohlene Zeit und Menge an Aktivität erreichen, und auf der anderen Seite zu analysieren, inwieweit körperliche Aktivität und Motorik zusammenhängen. Sie untersuchten 217 Kinder der „middle school“ in den USA mittels Motoriktests (Bass Stik Balance Test, Side-Step Agility Test und AAHPERD Passing Test). Zur Bestimmung der körperlichen Aktivität trugen die Probandinnen und Probanden an drei aufeinanderfolgenden Tagen einen Schrittzähler.

Signifikante Zusammenhänge konnten zwischen der Gesamtleistung des AAHPERD Passing Tests und dem Side-Step Agility Test ($r = .27$) und der Gesamtanzahl gelaufener Schritte pro Tag ($r = .35$) errechnet werden. Zusammengefasst bedeutet dies: Kinder mit besseren motorischen Fähigkeiten bewegten sich mehr, als motorisch ungeschicktere Kinder (Reed, Methker & Phillips, 2004).

Im Rahmen der CHILD-Studie (Children's Health Interventional Trial) untersuchten Graf et al. (2004) u. a. die Zusammenhänge zwischen Motorik und körperlicher Aktivität bei Kindern im Alter von sechs bis sieben Jahren. Einsatz fand der Körperkoordinationstest (KTK) zur Ermittlung des motorischen Leistungsstandes. Hinsichtlich der körperlichen Aktivität wurden die Eltern befragt und wie folgt klassifiziert: Kein Sport, lediglich unregelmäßig, regelmäßig im organisierten oder nicht organisierten Sport. Zusätzlich wurden Bildschirmzeiten am Tag und in der Woche erhoben. Die Daten zeigten, dass die Kinder, die die meiste Bewegungszeit im organisierten und nicht organisierten Sport aufwiesen, die besten Ergebnisse im KTK erreichten ($p = 0.035$). Auch hielten sich die motorisch sehr geschickten Kinder signifikant weniger vor Bildschirmen und TV auf, als die motorisch weniger geschickten Kinder (Graf et al., 2003)

Ahnert (2005) analysierte in ihrer Dissertation die Ergebnisse der LOGIK-Studie (siehe auch Kapitel 6.1.2.4) hinsichtlich der Zusammenhänge zwischen motorischer Leistungsfähigkeit und körperlicher Aktivität im Kindesalter und im frühen Erwachsenenalter.

Die Ergebnisse für die 23-jährigen Probandinnen Probanden zeigten, dass die Korrelationen zwischen den Ausdauerleistungen in der PWC 170 und den Selbstangaben zur aktuellen sportlichen Aktivität bei Männern und Frauen gleichermaßen gering ausfielen. Bei den Männern zeigte sich zumindest mit den Häufigkeitsangaben sportlicher Übungseinheiten pro Woche eine auf dem 5 %-Niveau signifikante Korrelation von $r = .33$. Die Anzahl der Sportstunden korrelierte mit $r = .192$ nicht signifikant. Bei den Frauen fielen alle Korrelationen mit der PWC 170 ähnlich gering aus. Die Anzahl der Stunden Sport pro Woche korrelierte mit $r = .245$, wurde aber nicht signifikant. Sowohl im Standweitsprung ($F[3; 170] = 1.3, p < .25$) als auch im KTK ($F[3; 163] = 2.1, p < .1$) ergab sich kein signifikanter Haupteffekt für die Aktivitätsgruppe. Die fast „täglich sportlich aktiven Mädchen und Jungen erreichten zwar sichtlich bessere Testleistungen (Differenz zu den anderen Gruppen ca. 20 Punkte

im KTK, ca. 11 cm im Standweitsprung), die übrigen Aktivitätsgruppen unterschieden sich jedoch in ihren Leistungen nicht in der erwarteten Richtung. Im Standweitsprung ergaben sich keine Leistungsunterschiede zwischen den nie aktiven und den mehrmals im Monat bzw. mehrmals in der Woche aktiven Probandinnen und Probanden. Im KTK berechnete Ahnert geschlechtsspezifisch unsystematische Unterschiede bezüglich des Einflusses der Aktivitätsgruppen (Ahnert, 2005).

Bös et al. (2006) untermauerten diese Ergebnisse mit ihrer Querschnittstudie mit 1.253 Schülern und Schülerinnen aus Luxemburg. Mit Hilfe der Testbatterie aus dem Motorik-Modul der KIGGS-Studie wurde die motorische Leistungsfähigkeit mit den Daten aus dem MoMo-Fragebogen verglichen. Für Primarschüler waren die Zusammenhänge zwischen körperlich-sportlicher Aktivität und motorischer Leistungsfähigkeit ($r = .19$) signifikant. Diese Zusammenhänge wurden bei den Schülerinnen und Schülern der Sekundarstufe I ($r = .37$) und II ($r = .41$) noch deutlicher. Bös folgerte daraus: Je ausgeprägter die körperlich-sportliche Aktivität ist, umso besser ist die motorische Leistungsfähigkeit der Kinder und Jugendlichen.

Wrotniak et al. (2006) untersuchten 65 Kinder im Alter von acht bis zehn Jahren, um die Zusammenhänge zwischen Motorik und körperlicher Aktivität zu analysieren. Sie erfassten die körperliche Aktivität der Kinder durch Beschleunigungsmesser und konnten so eine durchschnittliche Anzahl an Schritten pro Minute errechnen. Der Buininks-Oseretzky Test wurde durchgeführt, um die motorischen Fähigkeiten u. a. in den Bereichen Auge-Hand-Koordination, Fein- und Grobmotorik, Gleichgewichtsfähigkeit und Kraft zu messen.

Signifikante Zusammenhänge ließen sich zwischen Gesamtleistung im BOT und Schritte pro Minute ($r = .32$, $p = .011$), in Ruhe verbrachte Zeit ($r = -.31$; $p = .012$), moderat aktiv verbrachte Zeit ($r = .33$, $p = .008$) und sehr aktiv verbrachte Zeit ($r = .30$, $p = .016$) aufzeigen. Nachdem Quartile bezüglich motorischer Leistung gebildet wurden, zeigten sich signifikante Unterschiede, zwischen den Motorikgruppen. Kinder mit den besten motorischen Leistungen weisen signifikant ($p < .01$) mehr und aktivere Bewegungszeiten auf, als Kinder der unteren motorischen Leistungsgruppe. Regressionsanalysen zeigten, dass die Gesamtleistung im Motoriktest 8.7 % der Varianz der Aktivität aufklärt. Die Autoren kamen also zu dem Schluss, dass Motorik positiv mit körperlicher Aktivität und negativ mit Zeiten sitzendender Tätigkeiten in Zusammenhang stand. Sie gehen von einem Schwellenniveau bezüglich motorischer Leistung aus, das erreicht sein muss, um auch von überdurchschnittlicher körperlicher Aktivität auszugehen (Wrotniak, et al., 2006).

Williams et al. (2008) untersuchten im Rahmen ihrer Studie 198 Kinder im Alter zwischen drei und vier Jahren. Mit Beschleunigungsmesser und Children Activity and Movement in Preschool Study (CHAMPS) Motor Skill Protokoll wurden körperliche Aktivität und Motorik aufgezeichnet. Auf der Basis der Daten von fünf Wochen- und zwei Wochenendtagen des Beschleunigungsmessers, wurden fünf Kategorien gebildet, die sich bezüglich Aktivitätsniveau unterschieden (ruhig, moderat, moderatbis

lebhaft, sehr lebhaft). Korrelative Studien ergaben keinen Zusammenhang zwischen Motorik und Zeiten mit moderater körperlicher Aktivität, die Korrelationen waren niedrig negativ und nicht signifikant ($r = - .06$ bis $-.17$). Im Gegensatz dazu gab es signifikante, positive Korrelationen zwischen Motorik und moderater bis lebhafter ($r = 0.20$) und lebhafter Aktivität ($r = 0.26$). Nach Kontrolle des Alters wurde allerdings deutlich, dass diese Zusammenhänge lediglich bei den Vierjährigen und nicht bei den Dreijährigen bedeutend sind. Die Autoren schlossen aus ihren Daten, dass Kinder, die motorisch geschickter sind, sehr viel mehr Zeit mit körperlich aktiven Beschäftigungen verbrachten, als Kinder, die motorisch weniger geschickt waren (Williams et al. 2008).

Auch die Pilotstudie mit 60 Kindern im Vorschulalter von Reilly et al. (2003) wies auf einen signifikanten Zusammenhang ($r = 0.30$, $p < 0.05$) zwischen Alltagsaktivität, gemessen mit einem Beschleunigungsmesser, und Motorik bei Kindern hin. Daraufhin versuchte Fisher (2008) im Rahmen des MAGIC-Projekts (Movement and Activity Intervention in Glasgow Children) mit einer erweiterten Stichprobe zu prüfen, ob die Zusammenhänge dieser zwei Variablen untermauert werden können. Mit Beschleunigungsmesser und Motoriktest (MABC) wurden die Daten erfasst und in korrelativen Studien miteinander verrechnet.

Allgemeine motorische Fähigkeiten korrelierten in dieser Studie schwach aber signifikant mit der körperlichen Aktivität (Schritte pro Minute) ($r = .10$, $p = .039$). Wurden die Zeiten verrechnet, die auf unterschiedlichem Aktivitätsniveau verbracht wurden (ruhig, moderat, moderat bis aktiv, sehr aktiv), wurde deutlich, dass keine Zusammenhänge zwischen Motorik und ruhiger Aktivität zu berichten sind ($r = .02$, $p = .625$), jedoch, dass sich schwache aber signifikante Zusammenhänge zwischen sehr aktiven Zeiten und Motorik herauspartialisieren ($r = .18$, $p < 0.001$). Diese Zusammenhänge zeigten sich auch bei Rechnungen nach Quartilbildung. Motorikquartile und sehr aktiv gestaltete Zeit korrelierten signifikant, gleichzeitig ließ sich zeigen, dass sich motorisch sehr geschickte Mädchen ($p = .01$) und Jungen ($p = .04$) signifikant mehr bewegen, als motorisch weniger geschickte Kinder (Fisher, 2008).

D'Hondt et al. (2009) prüften in ihrer Interventionsstudie mit adipösen Kindern u. a. die Zusammenhänge zwischen Motorikstatus und Aktivitätslevel (von moderat bis sehr aktiv), die mittels Movement Assessment Battery for Children (MABC) und Beschleunigungsmesser erhoben wurden. Korrelationsrechnungen ergaben zwischen den Untertests (außer Handgeschicklichkeit) und der Gesamtleistung des Motoriktests signifikante negative Zusammenhänge ($r = -.21$ bis $r = -.25$). Kinder, die sich viel bewegten, zeigten somit eine bessere motorische Leistung. Allgemeine körperliche Aktivität, so schlossen die Autoren aus den Ergebnissen, ist deshalb für die Entwicklung und Ausbildung motorischer Fähigkeiten in all ihren Aspekten grundlegend (D'Hondt et al., 2009).

Barnett et al. (2009) untersuchten 1.045 Kinder im Alter von elf Jahren. Der Motoriktest „Get Skilled Get Aktive“ gibt Auskunft über die motorischen Leistungen und anhand des Fragebogens „The Adolescent Recall Questionnaire“ wurden Informationen über die körperliche Aktivität der Kinder gewonnen. „Object control“ klärte in dieser Studie 12.7 % der Varianz der körperlichen Aktivität von moderat bis sehr aktiv ($r^2 = .127$). Kinder mit besserer motorischer Kontrolle zeigten mit einer Wahrscheinlichkeit von 20 % auch eine höhere und intensivere Partizipation an sportlichen Betätigungen, im Gegensatz zu weniger geschickten Kindern (Barnett et al., 2009).

Die Active Children – Active Schools Research Group (ACAS) untersuchte 2009 in ihrer Studie 232 Kinder aus Griechenland im Alter von fünf bis sechs Jahren hinsichtlich Verknüpfungen zwischen Motorik, körperlicher Aktivität und anderen Gesundheitsfaktoren (Kambas et al., in Vorb.). Die körperliche Aktivität wurde mit Schrittzählern (Anzahl der Schritte und Anzahl der sportlichen Schritte, Bewegungszeit) festgehalten, Bildschirmaktivitäten wurden über Elternfragebogen erhoben und die motorische Leistungsfähigkeit der Kinder wurde durch den Einsatz der Kurzform des Bruininks-Oseretzky Tests (BOMT-SF) ermittelt.

Korrelationsrechnungen nach Pearson ergaben signifikante Zusammenhänge zwischen dem Gesamtergebnis des Motoriktests und Bewegungszeit, sportlich sehr aktiv verbrachte Bewegungszeit ($F = 507.25$, $p < .001$, $\eta^2 = .983$), Anzahl der Schritte ($F = 22.75$, $p < .001$, $\eta^2 = .717$) und der sportlichen Schritte ($F = 296.75$, $p < .001$, $\eta^2 = .971$). Negative signifikante Zusammenhänge zeigten sich zwischen Bildschirmzeiten und der Anzahl der Schritte ($F = 18.38$, $p < .001$, $\eta^2 = .659$), sportliche Schritte und sportlich verbachte Zeit. Die Quartilbildung hinsichtlich der motorischen Leistungsfähigkeit zeigte, dass Kinder im oberen Quartil sich signifikant mehr und intensiver bewegten und weniger Zeit am Bildschirm verbrachten als Kinder, die sich motorisch in den anderen Quartilen einordnen ließen. Auch unterschieden sich die unteren Quartile untereinander, sodass geschlossen werden konnte: Je motorisch besser ein Kind ist, desto mehr Bewegungszeit und/oder vice versa ist beobachtbar (Kambas et al., in Vorb.).

Die Ergebnisse der MoMo-Studie ($N = 4.529$) unterstrichen diese Ergebnisse und somit die Bedeutung von körperlicher Aktivität für eine gute Entwicklung der motorischen Leistungsfähigkeit: Aktive Kinder und Jugendliche zwischen vier und 17 Jahren erzielten bessere Werte bei den Motoriktests als inaktive Gleichaltrige (Bös et al., 2009). Die Unterschiede machten ca. zehn bis 21 % in den verschiedenen Testaufgaben aus. Es zeigten sich differenzielle Effekte der körperlich-sportlichen Intensität auf die motorische Leistungsfähigkeit. Die Leistungsunterschiede in Abhängigkeit von der sportlichen Aktivität wurden besonders bei Testaufgaben mit ganzkörperlicher Belastung sichtbar, weniger bei feinmotorischen Testaufgaben.

Auch Hütter (2009) kam zu positiven Ergebnissen hinsichtlich Zusammenhänge zwischen Motorikleistung und Aktivitätslevel bei Jugendlichen ($N = 102$). Er machte

vielfältige koordinative und konditionelle Tests und verglich die Ergebnisse korrelativ mit den Schrittzählerdaten. Im Hinblick auf die Alltagsaktivität konnte ein signifikanter Zusammenhang zur Koordinationsfähigkeit ermittelt werden (zyk/h: $r = .33$; MVPA: $r = .31$). Diese Beziehung kam besonders deutlich beim koordinativ schwächsten Quartil der Population zum Ausdruck (MVPA = 45.2 min/d). Diese Schüler und Schülerinnen wiesen im Vergleich zum Restkollektiv (MVPA = 63.1 min/d) eine signifikant geringere Aktivität auf ($p = 0.006$). Für die Bereiche Schnelleistung und aerobe Ausdauer konnten diesbezüglich keine signifikanten Zusammenhänge nachgewiesen werden. Innerhalb der sportmotorischen Parameter zeigt somit einzig die statische Koordinationsfähigkeit eine direkte positive Korrelation zur objektiv gemessenen Alltagsaktivität.

6.2.2 Längsschnittstudien

McKenzie et al. (2002) prüften in einer vierjährigen Längsschnittstudie (San Diego Study of Children's Activity and Nutrition - SCAN) die Zusammenhänge zwischen Gewandtheit, Auge-Hand-Koordination, Gleichgewichtsfähigkeit und körperlicher Aktivität von 207 Kindern im Alter von vier Jahren. Die Regressionsanalysen zeigten, dass „Springen“ der einzige motorische Parameter ist, der in Zusammenhang mit der körperlichen Aktivität zubringen ist - und das lediglich bei den Mädchen. Springenklärte 10.4 % der Varianz ($p < .004$) der körperlichen Aktivität auf. Die ethnische Herkunft schien ein bedeutender Prädiktor für körperliche Aktivität zu sein, für Mädchen liegt die Aufklärung bei (4.5 %, $p < .03$) und für Jungen bei 12.8 % ($p < .002$). Motorische Fähigkeiten bei den vier- bis sechsjährigen Kindern schienen somit nicht mit körperlicher Aktivität in Verbindung zu stehen.

Auch Brettschneider und Kleine (2002) berichteten von ihren längsschnittlichen Befunden zum Zusammenhang von körperlich-sportlicher Aktivität und motorischer Leistungsfähigkeit. Darin zeigten sie zwar einen positiven Zusammenhang zwischen Sportvereinsmitgliedschaft und konditionellem Leistungsniveau, eine positive Entwicklung der Leistungskomponenten zeigte sich jedoch unabhängig vom Sportvereinsstatus. Brettschneider und Kleine (2002) schließen daraus, dass es zwar zunächst gelingt die motorisch begabten Kinder und Jugendlichen für den Sportverein zu gewinnen, der Vereinssport in der Folge aber lediglich dem Erhalt, nicht jedoch der Verbesserung der motorischen Kompetenzen über die Zeit dienlich ist.

6.2.3 Interventionsstudien

Beurden et al. (2003) untersuchten in ihrem Projekt „Move It Groove It“ sowohl die Zusammenhänge zwischen Motorik und Aktivität, als auch die Möglichkeiten, durch gezielte schulintegrierte Intervention die Motorik und die Aktivität der Kinder zu fördern. Motorik und Aktivität wurden während der Unterrichtsstunden von ausgebildetem Personal beobachtet (Children's Activity Scanning Tool). Die Intervention zeigte einen deutlichen Anstieg von Aktivität im Sportunterricht und in anderen Unterricht-

stunden mit einer deutlichen Verbesserung der motorischen Fähigkeiten (Beurden et al. 2003).

Sääkslahti (2005) überprüfte in ihrer vierjährigen Interventionsstudie die Zusammenhänge zwischen Motorik, Puls und körperlicher Aktivität und inwieweit diese Parameter durch Bewegung gefördert werden können. Korrelative Studien ergaben, dass aktivere Jungen bessere motorische Leistungen in allen Bereichen zeigten, während die aktiveren Mädchen, im Gegensatz zu ihren inaktiveren Kolleginnen, lediglich im Bereich locomotor skills, also Laufen, Rennen und Hüpfen, bessere Ergebnisse erreichten (Sääkslahti, 2005). Bezogen auf die Intervention, kam sie zu dem Schluss, dass durch familienintegrierte Bewegungsförderung sowohl die körperliche Aktivität als auch die motorischen Leistungen gesteigert werden konnten.

Die Kinder- und Jugendsportstudie Region Basel/Aargau (KISS) ging den Wechselwirkungen zwischen Bewegung und Sport, Training und Leistungsfähigkeit, Gesundheit und sozialer Integration im Querschnitt sowie nach einjähriger Bewegungsintervention nach. Die Intervention umfasste beispielsweise eine tägliche Sportstunde, Bewegungs(haus)aufgaben, die Gestaltung der Pausenaktivität und Bewegungskurzpausen.

Ein Auszug aus den Studienergebnissen der Querschnittstudie zeigte, dass sich die Mitgliedschaft in Sportvereinen positiv auf die Fitness von Schweizer Kindern auswirkte, wobei in Bezug auf die Zugehörigkeit zu Sportvereinen Unterschiede zwischen Kindern mit Migrationshintergrund und Kindern, deren Eltern aus der Schweiz stammten, festzustellen waren. In Bezug auf Geschlechtsunterschiede konnte ermittelt werden, dass sich schweizer Mädchen weniger bewegten als Schweizer Jungen und einen höheren Körperfettanteil aufwiesen sowie weniger Leistung in sportmotorischen Tests (z. B. Jump & Reach Test) erbrachten.

Die Ergebnisse der Interventionsstudie zeigten, dass die Interventionsgruppe im Vergleich zur Kontrollgruppe nach der Förderung über eine verbesserte aerobe Ausdauerleistung (20 m shuttle run test), über einen reduzierten Body-Mass-Index verfügte und weniger Körperfett zunahm. Weiterhin konnten positive Auswirkungen der Intervention auf die medizinischen Parameter Insulinresistenz, pathologisches Blut-Lipidprofil und Bluthochdruck verzeichnet werden. Die körperliche Aktivität, die mit Beschleunigungsmesser gemessen wurde, und die Lebensqualität veränderten sich jedoch nicht signifikant infolge der Intervention.

Fisher veröffentlichte 2008 mit ihrer Dissertation unterschiedliche Studien. U. a. ging sie auch der Frage nach, inwieweit Kinder hinsichtlich körperlicher Aktivität und Motorik von einem Bewegungsprogramm profitierten. Insgesamt 545 Kinder zwischen drei und vier Jahren nahmen an der Studie teil. Zur Anwendung kam der Motoriktest M-ABC und Beschleunigungsmesser. Sie berichtete, dass die körperliche Aktivität der Experimentalgruppe deutlich höher im Vergleich zur Kontrollgruppe liegt. Auch deuten die Daten darauf hin, dass die durchgeführte Intervention (zehn

Wochen) positiven Einfluss auf Aspekte der Kognition (workingmemory: $t = 2.78$, $p < .01$) und des Verhaltens (Cognitive Problems/Inattention: $t = 2.00$, $p = 0.04$) dieser Altersgruppe nahm.

Tabelle 6-5: Querschnittstudien zum Zusammenhang zwischen körperlicher Aktivität und Motorik

Quelle	Stichprobe	Methode	Ergebnisse
Hahn et al. (1999)	N = 339, 14–24 J.	<u>Motorik:</u> Gleichgewichtsfähigkeit (Einbeinstand mit geschlossenen Augen) <u>Aktivität:</u> Fragebogen: Vereinsaktivität	Gleichgewichtsfähigkeit, korreliert negativ mit wöchentlichen Schwimmstunden und positiv mit den wöchentlichen Basketballstunden und den Jahren, in denen Basketball gespielt wurde.
Okley, Booth & Patterson (2001)	N = 180, 8.–10. Klasse	<u>Motorik:</u> Motorische Testbatterie (Laufen, Springen, Rückhand und Vorhand Werfen, Kicken) <u>Aktivität:</u> Fragebogen	Varianzaufklärung von 3 %. Die Analyse zeigt einen direkten Zusammenhang zwischen motorischen Fähigkeiten und körperlich aktiv verbrachter Zeit.
Bös et al. (2002)	N = 1.410; 6–10 J.	<u>Motorik:</u> Fitnessstests <u>Aktivität:</u> Fragebogen	Zusammenhänge zwischen Interesse am Sport und Fitness. Wenig fitte Kinder müssen sich im Sportunterricht mehr anstrengen. Positiver Zusammenhang zwischen Fitness und Vereinsaktivität.
Klaes, Cosler, Rommel & Zens (2003)	N = 20 272; 6–18 J.	<u>Motorik:</u> Motoriktests <u>Aktivität:</u> Fragebogen	Positiver Zusammenhang zwischen dem Ausmaß der Sportaktivität, der Anzahl der Sportstunden, Vereinsmitgliedschaft und der Fitness, mit Ausnahme der Rumpfbeweglichkeit.

Empirisch analytischer Forschungsstand

Reed, Meth- ker & Phillips (2004)	N = 217, 11–13 J.	<u>Motorik:</u> Motoriktests (Bass Stik Bal- ance Test, Side-Step Agility Test und AAHPERD Passing Test) <u>Aktivität:</u> Schrittzähler	Signifikante Zusammenhänge zwischen Motorikleistung und körperlicher Aktivität. Zusammengefasst bewegen sich Kinder mit besseren motorischen Fähigkeiten mehr als motorisch ungeschicktere Kinder.
Graf et al. (2004)	N = 668, 1. Klasse	<u>Motorik:</u> Körperkoordinationstest für Kinder (KTK) <u>Aktivität:</u> Elternfragebogen	CHILD-Studie: Die Daten zeigen, dass die Kinder, die die meiste Bewegungszeit im organisierten und nicht organisierten Sport aufweisen, die besten Ergebnisse im KTK erreichen. Auch halten sich die motorisch sehr geschickten Kinder signifikant weniger vor Bildschirmen und TV auf, als die motorisch weniger geschickten Kinder.
Bös et al. (2006)	N = 1.253, GS, Sek I, Sek II aus Luxemburg	<u>Motorik:</u> Testbatterie zusammenge- stellt in Anlehnung an das Mo- torik Modul der KIGGS-Studie <u>Aktivität:</u> MoMo-Fragebogen	Für Primarschüler sind die Zusammenhänge zwischen körperlich-sportlicher Aktivität und motorischer Leistungsfähigkeit signifikant ($r = .19$). Diese Zusammenhänge werden bei den Schülern der Sekundarstufe I ($r = .37$) und II ($r = .41$) noch deutlicher. Das heißt, je ausgeprägter die körperlich-sportliche Aktivität ist, umso besser ist die motorische Leistungsfähigkeit der Kinder und Jugendlichen.
Wrotniak et al. (2006)	N = 65, 8–10 J.	<u>Motorik:</u> Bruininks-Oseretzky Test of Motor Proficiency (BOT) <u>Aktivität:</u> Beschleunigungs- messgerät	Signifikante Zusammenhänge ließen sich zwischen Gesamtleistung im BOT und Schritte pro Minute, in Ruhe verbrachte Zeit, moderat aktiv verbrachte Zeit und sehr aktiv verbrachte Zeit aufzeigen. Gruppenvergleiche (Quartile-BOT) machen deutlich, dass Kinder mit den besten motorischen Leistungen signifikant mehr und aktivere Bewegungszeiten aufweisen, als Kinder der unteren motorischen Leistungsgruppe.

Empirisch analytischer Forschungsstand

Williams et al. (2008)	N = 198, 3–4 J.	<u>Motorik:</u> Children Activity and Movement in Preschool Study (CHAMPS) Motor Skill Protocol <u>Aktivität:</u> Beschleunigungsmesser	Signifikante Zusammenhänge zwischen Motorik und körperlicher Aktivität bei den 3-jährigen Kindern.
Fisher (2008)	N = 545, 3–4 J.	<u>Motorik:</u> Movement Assessment Battery <u>Aktivität:</u> Beschleunigungsmesser	Schwache signifikante Zusammenhänge zwischen Motorik und Aktivität (Schritte pro Minute), schwache signifikante Zusammenhänge zwischen Motorik und Zeiten, die körperlich sehr aktiv verbracht wurden. Motorisch geschickte Kinder bewegen sich signifikant mehr als motorisch ungeschickte Kinder.
Barnett et al. (2008, 2009)	N = 1.045, 7–11 J.	<u>Motorik:</u> Motoriktest (Get Skilled Get Active) <u>Aktivität:</u> Fragebogen: The Adolescent Physical Activity Recall Questionnaire (APARQ)	„Object control“ klärt in dieser Studie 12.7 % der Varianz der körperlichen Aktivität von moderat bis sehr aktiv auf ($r^2 = .127$). Kinder mit besserer motorischer Kontrolle zeigen mit einer Wahrscheinlichkeit von 20 % auch eine höhere und intensivere Partizipation an sportlichen Betätigungen – im Gegensatz zu weniger geschickten Kindern.

Empirisch analytischer Forschungsstand

Kambas et al. (2009)	N = 232, 5–6 J.	<u>Motorik:</u> Bruininks Oseretzky Test Short Form (BOT-SF) <u>Aktivität:</u> Schrittzähler	Signifikante Zusammenhänge zwischen dem Gesamtergebnis des Motoriktests und der Bewegungszeit, sportlich sehr aktiv verbrachte Bewegungszeit, Anzahl der Schritte und Anzahl der sportlichen Schritte. Negative signifikante Zusammenhänge zeigen sich zwischen Bildschirmzeiten und Anzahl der Schritte, sportlichen Schritte und sportlich verbrachte Zeit. Kinder im oberen Quartil der motorischen Leistung bewegen sich signifikant mehr und intensiver und verbringen weniger Zeit am Bildschirm als Kinder, die sich motorisch in den anderen Quartilen einordnen lassen.
Bös et al. (2009)	N = 4.529, 4–17 J.	<u>Motorik:</u> Testbatterie zusammengestellt in Anlehnung an das Motorik-Modul der KIGGS-Studie <u>Aktivität</u> MoMo-Fragebogen	MoMo-Endbericht: Aktive Kinder und Jugendliche erzielen bessere Werte bei den Motorik-Tests als inaktive Gleichaltrige.
Hütter (2009)	N = 102, 10., 11., 12. Klasse	<u>Motorik:</u> Koordination (posturometrische Messung im Einbeinstand), Schnellkraft (Messung der Sprungkraft), aerobe Ausdauer (Feldtest) <u>Aktivität:</u> Schrittzähler	Signifikanter Zusammenhang zwischen Aktivität und Koordination, kein Zusammenhang zwischen Aktivität und Kondition.

Tabelle 6-6: Längsschnittstudien zum Zusammenhang zwischen körperlicher Aktivität und Motorik

Quelle	Stichprobe	Methode	Ergebnisse
McKenzie et al. (2002)	N = 207, 4–12 J.	<u>Motorik:</u> Gewandtheit, Auge-Hand-Koordination, Gleichgewichtsfähigkeit <u>Aktivität:</u> Bewegungstagebuch: 7-Tage Physical Activity Recal (PAR)	Lediglich signifikante Zusammenhänge zwischen dem motorischen Item Springen und körperlicher Aktivität bei Mädchen mit zwölf Jahren. Die ethnische Herkunft scheint ein bedeutender Prädiktor für körperliche Aktivität zu sein.
Brettschneider & Kleine (2002)	N = 1565; 12–28 J.	<u>Motorik:</u> Motorik- und Fitnesstests <u>Aktivität:</u> Fragebogen	Vereinsmitglieder verfügen über bessere Schnelligkeits- und Schnellkraftausdauer und Kraftausdauer sowie Gleichgewichtsfähigkeit als Nicht-Vereinsmitglieder.
Ahnert (2005)	N = 238 12, 23 J.	<u>Motorik:</u> MOT, PWC 170, Standweitsprung, KTK <u>Aktivität:</u> Fragebogen	LOGIK-Studie: Uneinheitliche Ergebnisse, in Richtung keine Zusammenhänge.

Tabelle 6-7: Interventionsstudien zum Zusammenhang zwischen körperlicher Aktivität und Motorik

Beurden et al. (2003)	N = 1.045, 3v4 J.	<u>Motorik:</u> Beobachtung <u>Aktivität:</u> Beobachtung: System for Observing Fitness Instruction Time (SOFIT) <u>Intervention:</u> Schulintegrierte Bewegungsförderung	Deutliche Verbesserung der motorischen Leistung und Steigerung der körperlichen Aktivität in der Schule durch die Intervention.
Sääkslahti (2005)	N = 1.062, 3–7 J.	<u>Motorik:</u> Test battery of Nominee <u>Aktivität:</u> Bewegungstagebuch <u>Intervention:</u> Familienintegrierte Bewegungsförderung	Aktivere Jungen zeigen bessere motorische Leistungen in allen Bereichen, während die aktiveren Mädchen, im Gegensatz zu ihren inaktiveren Kolleginnen, lediglich im Bereich locomotor skills, also Laufen, Rennen, Hüpfen, bessere Ergebnisse erreichen. Durch familienintegrierte Bewegungsförderung können motorische Leistungen und die allgemeine körperliche Aktivität gefördert werden.
Zahner et al. (2006)	15 Schulen, 1.–5. Klasse	<u>Motorik:</u> Eurofit test, Körper-Koordinationstest, allgemeiner sportmotorischer Test für Kinder <u>Aktivität:</u> Accelerometer <u>Intervention:</u> Schulintegrierte Förderung über die tägliche Sportstunde, Bewegungspausen, Bewegungshausaufgaben, Bewegter Schulhof	Effekte auf die Experimentalgruppe sind u. a. eine verbesserte aerobe Ausdauerleistung (20 m shuttle run test) und Koordinationsfähigkeit. Die körperliche Aktivität und die Lebensqualität veränderten sich jedoch nicht signifikant infolge der Intervention.
Fisher (2008)	N = 545, 3–4 J.	<u>Motorik:</u> Movement Assessment Battery <u>Aktivität:</u> Beschleunigungsmesser	Die Kontrollgruppe erzielte bessere Leistung im Motoriktest als die Interventionsgruppe und zeigte sich nach der Intervention in allen Dimensionen der erfassten Aktivitäten deutlich aktiver.

6.3 Forschungsstand: Zusammenfassung und Fazit

Motorik und Kognition

Aus den meist tierexperimentellen neurophysiologischen Studien konnten verschiedene physiologische Mechanismen herausgearbeitet werden, die sich als Auswirkungen körperlicher Aktivität im Gehirn nachweisen lassen.

Gesichert sind die Erhöhung der cerebralen Durchblutung und die dadurch erhöhte Sauerstoffzufuhr für das Gehirn bei körperlicher Betätigung.

Ebenso ist die gesteigerte Effizienz der neuronalen Verarbeitung durch Bewegung empirisch abgesichert. Dabei wird Bewegung zu einem situativen Faktor für die Hirnplastizität durch Synapsen- und Spinesbildung, sowie für die Neubildung von Neuronen. Ein weiterer Mechanismus zur Erklärung der Zusammenhänge zwischen motorischen und kognitiven Prozessen ist die, durch bildgebende Verfahren nachgewiesene Verbindung zwischen präfrontalen Kortex und Cerebellum. Es konnte gezeigt werden, dass sowohl Kleinhirn als auch präfrontaler Cortex für die Steuerung motorischer und kognitiver Prozesse zuständig sind.

Veränderungen auf molekularer Ebene als Folge von Bewegung wird als weiterer Erklärungsmechanismus herangezogen. Dabei spielt im Besonderen das Protein BDNF und die damit in Verbindung stehenden Neurotransmitter eine zentrale Rolle.

Zusammenfassend ist Bewegung in vielfacher Weise eine Frage des Kopfes. Durch Motivation und Überzeugung entscheidet sich, ob Bewegung eine positive Wirkung hat. Ganz im Sinne des deutschen Philosophs und Politikers Friedrich Engels (1820-1895): „Alles, was die Menschen in Bewegung setzt, muß [sic] durch ihren Kopf hindurch; aber welche Gestalt es in diesem Kopf annimmt, hängt sehr von den Umständen ab“ zeigen neurophysiologischen Studien, dass die Motorik viel mit innerer Bewegung zu tun hat. Erzwungene Trainingseinheiten brachten keine oder nur sehr geringe positive Effekte mit sich (Reinhardt, 2009).

Die Forschungsergebnisse sind jedoch bislang noch rudimentär und reichen nicht aus, um genaue Auswirkungen von Bewegung auf das Gehirn zu definieren. Es ist unklar, welche Dosis des Verhältnisses zwischen Modus, Intensität und Dauer des Trainings welche Veränderungen im Gehirn bewirken. Die neueren Studien mit erwachsenen, zum Teil medizinischen Sondergruppen angehörenden, Menschen, bestätigen teilweise die Übertragbarkeit der Ergebnisse aus tierexperimentellen Forschungen. Allerdings ist der Forschungsstand im Bereich Kinder und Jugendliche bisher unzureichend.

Eine bedeutende Lücke im Forschungsstand zeigt sich bei der Übertragbarkeit der Erkenntnisse aus der Grundlagenforschung auf die anwendungsbezogene Forschung. Die Frage stellt sich hier ob, und wenn ja wie, sich die neurophysiologischen Veränderungen auf das Verhalten auswirken. Im Bereich der Anwendungsforschung zeigt sich der Forschungsstand heterogen. Reviews mit unterschiedli-

chen Zielsetzungen berichten uneinheitliche Studienergebnisse, die keine klare Antwort auf die Forschungsfrage zulassen. Auch durch Metaanalysen lässt sich in der bisherigen Forschung nur bedingt einen Konsens erbringen. Die berichteten Korrelationskoeffizienten variieren je nach Fragestellung und analysierte Studien in ihrer Höhe beträchtlich ($r = .16$ bis $r = .77$).

Aus den Ergebnissen querschnittlicher Studien lassen sich in zunehmendem Maße positive Zusammenhänge zwischen Motorik und Kognition aufweisen, wobei auch hier von einem heterogenen Forschungsstand mit in der Größe variierenden Korrelationskoeffizienten ausgegangen werden muss. Dies zeigt sich bei den Längsschnittstudien, die die motorische und kognitive Entwicklung untersuchten.

Auch im Bereich der Interventionsstudien lässt sich aufgrund der Vielfalt methodischer Vorgehensweisen kein einheitliches Ergebnis zusammenfassen. Die Mehrheit der Studien, kann von schwachen positiven Ergebnissen der Förderung kognitiver Leistung durch Bewegung berichten (u. a. Davis et al., 2007; Kahl, 1993; Augstein, 2002; Müller & Petzold, 2002; Wamser, 2003; Krombholz, 2005; Kubesch, 2007; Budde et al., 2008; Stroth et al., 2009; Reinhardt, 2009; Everke, 2009; Shepard, 1997; Sobczyk & Landau, 1995), während einige Studien keine Effekte der Intervention aufzeigen (u. a. Worth, 2004; Fisher et al.; 2008; Haas, 2009).

Gesichert ist auf jeden Fall, dass eine Bewegungsintervention keine negativen Effekte mit sich bringt und im schulischen Kontext keine verlorene Zeit für akademisches Lernen darstellt (u. a. Dollman, Bosthof & Dodd, 2006; Sobczyk & Landau, 1995; Sallis et al., 1999; Coe et al., 2006).

Im Bereich Motorik scheinen verstärkt koordinative (u. a. Planinsec, 2002; Graf et al., 2003; Graf, Koch & Dordel, 2003; Oja & Jarimae, 2002; Fleig, 2008; 2009), aber vereinzelt auch konditionelle Fähigkeiten (u. a. Buck et al., 2008; Livesey et al., 2006; Dwyer et al., 2001; California Department of Education, 2002; Castelli et al., 2007; Stroth et al., 2009; Reinhardt, 2009) mit den kognitiven Parametern in Verbindung zu stehen, wobei im kognitiven Bereich die Aufmerksamkeits- und Konzentrationsleistung sowie die Intelligenz vermehrt zu profitieren scheinen. Im schulischen Kontext machen das Lernverhalten oder die schulische Leistungen im Sinne von Schulnoten diese Profite beobachtbar.

Der Differenzierungshypothese entsprechend, wird der Zusammenhang zwischen motorischen und kognitiven Fähigkeiten im Besonderen bei Kindern im Vorschul- und im frühen Schulalter nachgewiesen (u. a. Krombholz, 1998; Voelcker-Rehage, 2005), die schwache Leistungen im kognitiven und motorischen Bereich aufweisen, bei denen Entwicklungsverzögerungen nachgewiesen wurden (u. a. Bittmann et al., 2005; Kahl, 1993; Augstein, 2002) oder die in einem sozial benachteiligten Umfeld aufwachsen (u. a. Krombholz, 1998; Roebbers & Kauer, 2009; Röthlisberger et al. 2010; Dollman, Bosthof & Dodd, 2006).

Tomporowski et al. (2008) haben vier plausible Erklärungen für den Mangel an Vereinbarkeit der Studienergebnisse untereinander.

- (1) Die eingesetzten Tests passen möglicherweise nicht zu der zu erfassenden Variablen oder sind zu wenig empfindlich für deren Veränderungen.
- (2) Die Wahl der Intervention eine Rolle. Die Größe der Wirkung kann von der Art und Dauer der Intervention abhängig sein.
- (3) Es gibt wesentliche Unterschiede zwischen den Stichproben hinsichtlich Population und Größe der Stichproben, die in den Studien untersucht wurden.
- (4) Je nach Alter und Stand der Entwicklung der Probanden und Probandinnen können Zusammenhänge oder Interventionen unterschiedlich zum Vorschein treten.

Darüber hinaus konnten aufgrund der vorfindbaren Inkonsistenzen noch nicht alle Fragen zu den Zusammenhängen zwischen Motorik und Kognition mit der wünschenswerten Eindeutigkeit beantwortet werden. Hierfür zeigen Ahnert, Bös und Schneider (2003) verschiedene Gründe auf, die insbesondere die Auswahl der Variablen und Messverfahren und die Anlage und Auswertung der Untersuchungen betreffen:

Zur Ermittlung der sportmotorischen Leistungen wurden entweder Aufgaben herangezogen, für die keine Angaben zu Gütekriterien vorliegen, oder Zensuren im Fach Leibesübungen verwendet, deren Validität nicht ohne Weiteres vorausgesetzt werden kann.

Werden nur wenige Aufgaben zur Feststellung der motorischen Leistung verwendet, so kann dies der offensichtlich komplexen Struktur der Motorik nicht gerecht werden.

Als Index für die kognitive Leistung werden nicht immer standardisierte Verfahren verwendet, sondern oft auf Schulnoten oder Lehrer(innen)urteile zurückgegriffen.

Insgesamt fehlen mehrdimensionale Untersuchungsansätze, die der immer wieder beschworenen Einheit von körperlicher, motorischer und Persönlichkeitsentwicklung gerecht werden.

Bei der Auswertung wird zu selten auf multivariate Verfahren zurückgegriffen, selbst wenn dies von der Anlage der Untersuchung her angemessen wäre. Die verwendeten Stichproben sind oft nicht groß genug oder nicht repräsentativ, um Aussagen über die allgemeine motorische Entwicklung machen zu können. Besonders bedauerlich scheint das weitgehende Fehlen von Längsschnittstudien, in denen nicht nur der Verlauf der Entwicklung untersucht, sondern auch die komplexe Verknüpfung von motorischen und kognitiven Entwicklungsprozessen mit der Entwicklung in anderen Persönlichkeitsbereichen und mit Umweltfaktoren analysiert wird (Ahnert, Bös und Schneider, 2003).

Dringend erforderlich wäre dem entsprechend nach Hillman et al. (2008) neben der Ausdehnung der Forschungsschwerpunkte auf Kinder, Jugendliche und junge Erwachsene eine einheitlichere, standardisierte Gestaltung der Studien. Eine einheitli-

chere Erfassung kognitiver Parameter, kombiniert mit gleichartiger Gestaltung kommender Studien in Hinblick auf Dauer, Intensität und Art der sportlichen Intervention, Altersspektrum, soziales Umfeld, Ausbildungsgrad und gesundheitlichem Zustand der Probandinnen und Probanden sowie der Art und Weise, in der Fitness und Trainingseffekte dokumentiert und bewertet werden, würde eine Vergleichbarkeit schaffen, die heute nicht gegeben ist (Hillman et al., 2008).

Hinsichtlich der vorliegenden Fragestellung kristallisieren sich zwei weitere Aspekte heraus, die auch Memmert & Weickgenannt (2006) bemängeln. Erstens mangelt es an kontrollierten, feldnahen Studien von Kindern im Grundschulalter zur Förderung kognitiver Leistungen, zweitens liegen nur vereinzelt Studien vor, die explizit in diesem Altersbereich die Konzentration als kognitive Fähigkeit thematisieren.

Motorik und körperliche Aktivität

Der Forschungsstand zu den Zusammenhängen zwischen körperlicher Aktivität und Motorik lässt sich wie folgt zusammenfassen:

Bislang wurden die Zusammenhänge oder die Beziehungen zwischen Motorik und Aktivität vorwiegend anhand querschnittlicher Daten untersucht. Es steht also nicht fest, ob es sich bei den gefundenen Zusammenhängen um sozialisatorische oder selektierende Effekte der körperlich-sportlichen Aktivität auf das Niveau der motorischen Leistungsfähigkeit handelt. Bei den zweitgenannten Effekten würde das Niveau der motorischen Leistungsfähigkeit selektierend im Hinblick auf die Teilnahme bzw. das Ausmaß an der körperlichen Aktivität wirken.

Eindrucksvoll zeigt diese Sichtung der Forschungsergebnisse jedoch, dass zwischen der körperlichen und sportlichen Aktivität und der motorischen Leistungsfähigkeit ein positiver Zusammenhang besteht.

Eine differenzierte Betrachtung der Untersuchungen macht deutlich, dass besonders Zusammenhänge zwischen der körperlichen Aktivität und der Ausdauerleistung, als ein Teilbereich der motorischen Leistungsfähigkeit, bestätigt werden.

In einer Meta-Analyse von 20 Studien ermitteln beispielsweise Morrow und Freedson (1994) eine Korrelation von $r = .17$ zwischen körperlich-sportlicher Aktivität und der Ausdauerleistungsfähigkeit von Jugendlichen, was über alle Studien hinweg betrachtet, lediglich 3 % der Varianz der Ausdauer durch die körperliche Aktivität aufklärt.

Über andere Teilbereiche motorischer Leistungsfähigkeit (z. B. Kraft, Beweglichkeit, Schnelligkeit und Koordination) und die Zusammenhänge mit der körperlichen Aktivität wird weniger differenziert berichtet, es zeigen sich jedoch hinsichtlich der Zusammenhänge körperlicher Aktivität und dem Gesamtergebnis der Motoriktests Korrelationskoeffizienten bis zu $r = .01$ und $.41$.

Weitere Variablen wie Bildschirmzeiten und sitzende Tätigkeiten korrelieren hingegen negativ mit erhobener körperlicher Aktivität.

Sportlich aktive Kinder seien im Durchschnitt doppelt so fit wie sportlich inaktive Kinder und Jugendliche, so Klaes et al. (2003). Dies ist ein Ergebnis, das die neueren Studien mit direkten Erfassungsmethoden unterstützen. Die Höhe der Zusammenhänge darf jedoch nicht überschätzt werden, da die motorische Leistungsfähigkeit von einer Reihe weiterer endogener (z. B. genetische Ausstattung) oder exogener Faktoren (z. B. Ernährung) abhängig ist (Kapitel 5.4: Einflussfaktoren körperlicher Aktivität). Außerdem fällt bei genauer Betrachtung der einzelnen Studien auf, dass deutliche Defizite in der Messung der körperlichen Aktivität bestehen (Fragebogen, Selbstreports). Die Aussagekraft dieser Studien in Bezug auf die Alltagsaktivität ist dann durch die angewandte Methodik eingeschränkt, denn bei Fragebogenstudien wird als Indikator für Aktivität oft von sportlicher Betätigung ausgegangen. Diese Einschränkung gibt ein verzerrtes Bild über das alltägliche Bewegungsverhalten eines Kindes ab. Im Wochenprofil lässt sich erkennen, dass Kinder und Jugendliche, die weniger Sport treiben, dieses vermeintliche Defizit an Sport teilweise mit einer über den Tag verteilten, erhöhten Grundaktivität kompensieren (Millam et al., 2003). In der Summe können sie dann über die gleiche oder sogar höhere Alltagsaktivität als ihre vermeintlich sportlicheren Altersgenossen verfügen. Eine in dieser Hinsicht differenzierte Betrachtung ist also notwendig um ein gesamtheitliches Bild über das Aktivitätsverhalten zu erlangen und somit präzise Aussagen über den Zusammenhang zur motorischen Leistungsfähigkeit tätigen zu können.

Darüber hinaus bestehen Defizite bei der Operationalisierung der unabhängigen Variablen „körperliche Aktivität“. Es werden sehr selten unterschiedliche Facetten wie die Belastungsdosierung, körperliche Alltagsaktivität, Wettkampforientierung oder die betriebenen Sportarten unterschieden.

Auf der Basis oben beschriebener wissenschaftlicher Erkenntnisse sind eine Reihe nationale und internationale Schulprojekte initiiert worden, die Bewegung und körperliche Aktivität in Schulen und im Schulalltag fördern. Übergeordnete Ziele wie Förderung eines gesunden Lebensstils, Prävention, Persönlichkeitsentwicklung oder Verbesserung kognitiver und motorischer Leistungsfähigkeit werden damit verfolgt.

Im Folgenden werden ausgewählte Studien zur schulintegrierten Bewegungsförderung beschrieben. Es folgt in Kapitel 6.5 eine Ableitung für die methodischen und inhaltlichen Anforderungen an die eigene Studie.

6.4 Ausgewählte schulintegrierte Projekte zur Bewegungsförderung

Oben beschriebene Studien hatten den Fokus auf wissenschaftliche Fragestellung hinsichtlich Zusammenhänge oder Effekte von Bewegung und Aktivität gelegt.

Die folgenden ausgewählten Projekte sind ebenso wissenschaftlich begleitet und bezüglich der Effekte evaluiert worden, allerdings fokussieren sie ebenso inhaltliche Fragestellungen zur Bewegungsförderung im Setting Schule.

Ziel der Kinder- und Jugendsportstudie war es, mit einem intensiven, bewegungsfo-kusierten Interventionsprogramm in der Schule sowohl die körperliche Aktivität und Fitness als auch die Gesundheit der Kinder positiv zu beeinflussen. 540 Kinder wurden randomisiert ausgewählt, stratifiziert nach Alter (1. und 5. Klasse), Wohnort (Stadt/Land) und Migrantanteil (10–30 % Migranten), und in eine Interventions- und eine Kontrollgruppe eingeteilt. In der Interventionsgruppe wurde während eines Schuljahres ein intensives Bewegungsförderungsprogramm mit täglicher Sportstun-de, Bewegungshausaufgaben, Bewegungskurzpausen in „Klassenraum-Fächern“ und Bewegungsförderungsmaßnahmen während der Pausen durchgeführt. Zusätz-lich wurden die Lehrer und Lehrerinnen für die Erteilung des Sportunterrichts wei-tergebildet und die Eltern bekamen vier Informationsbroschüren. Zu Beginn der Studie und nach dem neunmonatigen Interventionsprogramm wurden medizinische Untersuchungen (z. B. Blutdruck, Blutlipide, Körperfettanteil, Knochendichte etc.), sportmotorische Tests (z. B. Shuttle Run Test, 20 m Sprint, Tapping, Balancieren etc.), Aktivitätsmessungen (Accelerometer – MTI/CSA) und Befragungen (z. B. Er-nährung, Stressbewältigung, Schulakzeptanz, Sportvereinszugehörigkeit etc.) aller Schüler und Schülerinnen durchgeführt (Zahner et al., 2006).

Energizers: Classroom-based Physical Activities (USA - North Carolina)

Ziel dieses Projekts war es, einen gesunden Lebensstil bei Kindern zu fördern. Da-bei werden die Lehrerinnen und Lehrer zu einer täglichen Integration von Bewe-gung im Schultag angeleitet. Die Lehrer und Lehrerinnen verknüpfen Energizer mit den curricularen Inhalten und setzen diese möglichst zwei- bis dreimal am Tag ein. Das Konzept reagiert auf die im Jahre 2005 vom State Board of Education verab-schiedete Richtlinie Healthy Active Children Policy, die eine schulische Bewe-gungszeit von mindestens 30 Minuten für alle Schüler (Kindergarten bis 8. Klasse) fordert. Wissenschaftlich begleitet wurde das Projekt von Mahar und seinen Mitar-beitern (2006). Sie bewerteten die Effekte eines schulbasierten Bewegungspro-gramms auf die körperliche Aktivität von Kindern und Jugendlichen. Die Intervention fand in Form von „Energizers“ statt, die während des Schulunterrichts als Bewe-gungspausen oder als Bewegung mit dem Lerninhalt verknüpft fungierten. 243 Kin-der nahmen an der Studie mit Interventions- und Kontrollgruppendedesign teil. Wäh-rend die Interventionsgruppe im Unterricht Energizers durchführte, erhielten die Kontrollgruppenkinder traditionellen Unterricht. Evaluiert wurde die Intervention mit-tels Schrittzähler. Die T-Tests zeigten einen signifikanten Unterschied zwischen Ex-perimental- und Kontrollgruppe hinsichtlich der zurückgelegten Schritte. Die Kinder in der Interventionsgruppe machten bedeutsam ($p < 0.05$) mehr Schritte in der Schule ($5\,587 \pm 1\,633$) als die Kontrollgruppenkinder ($4\,805 \pm 1\,543$), dabei wurde ein mittlerer Effekt berichtet ($ES = 0.49$). Ebenso verbesserte sich das Verhalten nach den Energizers signifikant positiv im Vergleich zu vor den Energizers. Zu-sammenfassend beeinflusst also das konzipierte unterrichtsbasierte Bewegungs-programm positiv die körperliche Aktivität und das Lernen der Schülerinnen und

Schüler, was ein Anstoß dafür darstellt, weiter die körperliche Aktivität und das Lernen mit Bewegung in der Schule zu fördern.

Sports4Kids/Playworks (USA)

Sports4Kids entstand 1996 und wurde im Jahre 2009 zu Playworks weiterentwickelt. Das übergeordnete Ziel ist die Verbesserung der Gesundheit und des Wohlbefindens der Kinder durch vermehrte Gelegenheiten für körperliche Aktivitäten und sicheres, bedeutungsvolles Spiel an Schulen. Das Programm legt seinen Fokus auf die Pausen und unterstützt ein respektvolles, integrierendes und gesundes Spiel der Schülerinnen und Schüler. Die wissenschaftliche Begleitung führte Pangrazi und sein Team (2003) durch. 606 Kinder wurden vor Beginn des Projekts und danach untersucht. Zum Einsatz kam dabei u. a. der Yamax-Schrittzähler. Die Daten ergaben, dass das spezielle Bewegungsprogramm an der Schule zur erhöhten körperlichen Aktivität führte, wobei im Besonderen die Mädchen davon profitierten.

TAKE 10! (USA)

TAKE 10! ist ein Programm zur Bewegungsförderung im Unterricht von der Vorschule bis zum fünften Schuljahr. Es hat einen curricularen Bezug und wurde von Lehrer(innen) für Lehrer(innen) und Schüler(innen) entworfen. Die Interventionen in den einzelnen Fächern stellen sich somit wie „bewegtes Lernen“ dar. Das Programm bietet eine Reaktion auf das ansteigende Übergewichtsrisiko bei Kindern und möchte langen Sitzperioden im Unterricht entgegenwirken. Darüber hinaus sollen die curricularen Vorgaben vermehrt über Bewegung gelehrt und gelernt werden. Dieses Projekt wurde von Stewart et al. (2004) wissenschaftlich begleitet und evaluiert. Sie bewerteten die Effekte der schulintegrierten Bewegungsförderung auf die körperliche Aktivität der Schülerinnen und Schüler. Dabei wurden Schrittzähler und Beschleunigungsmesser eingesetzt. Herausgestellt hat sich, dass durch die zusätzliche Bewegung im Unterricht die Kinder bedeutend mehr Schritte zurücklegten und ihr Aktivitätsniveau pro Tag steigern konnten. Diese Studie bewertete die Wirksamkeit dieses innovativen, auf das Klassenzimmer zugeschnittenen Bewegungsprogramms als gegeben.

Action Schools! BC (Canada - British Columbia)

Das Ziel des Praxismodells Action Schools! BC ist es, eine gesunde Lebensführung in den Schulalltag zu integrieren und diese auch im außerschulischen Alltag durch Unterstützungen in der Familie und den Kommunen aufrechtzuerhalten. Gefördert wird die körperliche Aktivität in der Schule. Derzeit sind etwa 1.400 Schulen als Action Schools in British Columbia registriert. Das Programm hilft den Schulen dabei, einen individuellen „action plan“ zu erstellen, um einen gesunden Lebensstil zu fördern. Im Schulalltag sollen integrierte und vielfältige Angebote für Bewegung, Sportunterricht und gesunde Ernährung etabliert werden. Für die Lehrer und Lehrerinnen wurden Materialien und Ressourcen entwickelt, damit sie als Gesundheitsvorbilder unterstützen und den Kindern mehr Bewegungsmöglichkeiten ermöglichen

können. Das Programm gliedert sich in sechs „Action Zones“ in denen Lehrer und Lehrerinnen, Familien und Kommunen dazu angeregt werden, den Kindern mehr Gelegenheiten für einen gesunden Lebensstil zu ermöglichen. Dazu gehören das „School Environment“ (eine sichere und anregende Schulumgebung), „Scheduled Physical Education“ (Ideen und Praxisbeispielen für den Sportunterricht), „Classroom Action“ (innovative Aktivitäten für tägliche Bewegung und gesunde Ernährung für den Klassenraum), „Family and Community“ (unterstützt die Zusammenarbeit mit Familien und Kommunen), „Extra-Curricular“ (Bewegungsgelegenheiten für die Zeit vor und nach der Schule, während Pausen und der Mittagspause) und „School Spirit“ (kultiviert einen „Schulgeist“ durch die Förderung von Bewegung, gesunden Essgewohnheiten und durch das Feiern von gesundheitlichen Fortschritten der ganzen Schule). Evaluiert wurden im Projekt die Effekte der Bewegungsförderung auf die allgemeine körperliche Aktivität der Schüler und Schülerinnen und die Durchführbarkeit. Anwendung fanden dabei u. a. Schrittzähler. Die Daten der Studie zeigten einen bedeutsamen Effekt der Intervention auf die körperliche Aktivität (Naylor et al., 2008)

6.5 Methodische und inhaltliche Anforderungen an die eigene Studie

Aus den oben erarbeiteten Gesichtspunkten zur Förderung der motorischen und kognitiven Entwicklung durch körperliche Aktivität, fiel die Entscheidung in diesem Rahmen zugunsten einer Quer- und einer Längsschnittuntersuchung im Sinne einer edukativen Interventionsstudie.

Folgende methodische Gesichtspunkte werden an eine eigene Studie gestellt:

(1) Stichprobe:

Im Sinne der aktuellen Debatte zur Entwicklungsförderung (1) und auf der Basis aktueller Forschungsergebnisse zu Möglichkeiten der Förderung kognitiver und motorischer Entwicklung durch körperliche Aktivität, sollte die Stichprobe aus Kindern in Schulen mit besonderem Entwicklungsbedarf bestehen.

Um eine sogenannte Kontamination oder split-over-Effekte zu vermeiden, wird eine Cluster-Randomisierung vorgenommen. Das heißt, eine Schule bildet ein Cluster (Gruppe). So ist gesichert, dass die Kontroll- und Interventionsgruppen räumlich und institutionell voneinander getrennt sind und somit die Kontrollgruppen die Intervention der Experimentalgruppe nicht mitbekommt.

(2) Design:

Es wird eine Prä- und Posttestung durchgeführt und um nachhaltige Auswirkungen der Intervention zu prüfen, wird eine Follow-Up-Testung nach Beendigung der Intervention angesetzt.

(3) Erhebungsmethoden:

Die zur Verwendung kommenden Mess- und Erhebungsinstrumente sollen ausreichend objektiv, reliabel und valide sein. Die kognitive und motorische Leistungsfähigkeit sowie die körperliche Aktivität sollten durch mehrdimensionale, standardisierte Testverfahren ermittelt werden. Außerdem sollten sie in ihrer Anwendung und Auswertung ökonomisch sein.

(4) Intervention:

Die Vielzahl der Projekte, deren inhaltliche Ausgestaltung und Evaluation, macht es möglich, evidenzbasiert inhaltliche Anforderungen für die vorliegende Intervention zu formulieren. Folgende inhaltliche Gesichtspunkte werden an eine eigene Studie gestellt:

Auch angelehnt an das Committee on Sports Medicine and Fitness and Committee on School Health (2000) und Pate et al. (2006) ist es für eine nachhaltige Förderung körperlicher Aktivität in der Schule wichtig, eine Intervention zu planen, die

- in jeder Schule durchführbar ist, personelle Ressourcen schützt und kostengünstig ist,
- die Lehrkräfte durch Schulung und eigene Implementation mit einbindet, denn die Motivation ist umso größer, desto aktiver sie mitgestalten können (Flynn et al., 2006).
- Eltern einbezieht,
- sowohl in der Sportstunde als auch im Klassenzimmer und Pausenhof ansetzt (z. B. veränderte Pausenplatzgestaltung, sicherere Schulwegmöglichkeiten oder eine bewegungsfördernde Schumatmosphäre),
- auf schulspezifische und kindliche Bedürfnisse und Möglichkeiten eingeht,
- an die Bedürfnisse spezifischer Zielgruppen angepasst ist, beispielsweise für beide Geschlechter, für unterschiedliche Leistungsgruppen, Sondergruppen oder für verschiedene Kulturkreise,
- Wahlmöglichkeiten anbietet, denn Kinder bewegen sich mehr, wenn sie die Möglichkeit dazu haben (Sallis et al., 2001),
- Angebote schafft, die die Freude an der Bewegung betonen, denn wenn Bewegung als positiv wahrgenommen wird und wenn Freude daran erfahren wird, bewegen sich Kinder vermehrt (Troost et al., 1999; Sallis et al., 2000),
- den Kindern Gelegenheit bietet, sich frei draußen zu bewegen, denn die draußen verbrachte Zeit korreliert positiv mit dem Aktivitätsniveau (Sallis et al., 1993).

Inhaltliche Schwerpunkte sind dabei die Förderung der koordinativen und konditionellen Fähigkeiten und die allgemeine Förderung und Erhöhung der körperlichen Aktivität in der Schule. Es wird versucht, diese Anforderungen, mit den im folgenden Kapitel beschriebenen Methoden, umzusetzen.

II Empirische Untersuchung

Das folgende Kapitel beinhaltet die Beschreibung der eigenen empirischen Untersuchung zu Zusammenhängen zwischen Motorik, Kognition und körperlicher Aktivität sowie zur Förderung motorischer und kognitiver Fähigkeiten durch eine in den Schulalltag integrierte Bewegungsintervention.

Zunächst werden die zu stellenden Fragen und die daraus resultierenden Hypothesen dargestellt (Kapitel 7). Auf der Basis der in Kapitel 6.5 erarbeiteten Anforderungen an die eigene Studie werden die eingesetzten Methoden (Kapitel 8) besprochen. Dies beinhaltet die Beschreibung des Untersuchungsdesigns (8.1), der Untersuchungsstichprobe (8.2), der verwendeten Testverfahren (8.3) und der durchgeführten Intervention (8.4). In Kapitel 9 werden die Ergebnisse in einem Dreischritt vorgestellt. Der erste Schritt ist die deskriptive Darstellung der Ergebnisse (9.1). In einem zweiten Schritt werden die Ergebnisse der Korrelationsrechnungen präsentiert (9.2). Der dritte Schritt beinhaltet die Ergebnisse der inferenzstatistischen Hypothesenprüfung. Kapitel 9.4 fasst die Ergebnisse zusammen. Kapitel 10 bildet mit einer Zusammenfassung der Arbeit (10.1), einer Reflektion (10.2) und Folgerungen für die Forschung und Praxis (10.3) den Abschluss der vorliegenden Arbeit.

7 Fragestellungen und Hypothesenbildung

7.1 Fragestellungen

Im Mittelpunkt der vorliegenden Arbeit steht die Frage nach den Zusammenhängen zwischen motorischen und kognitiven Fähigkeiten und der körperlichen Aktivität sowie der schulintegrierten Förderung motorischer und kognitiver Entwicklung durch körperlicher Aktivität.

Dazu sollen zunächst folgende Fragestellungen im Querschnitt geklärt werden, um die Ausgangssituation genau beschreiben zu können.

(1) Gibt es Zusammenhänge zwischen dem Motorikstatus, Aspekten kognitiver Fähigkeiten (z. B. Intelligenz, Aufmerksamkeit, Lernbereitschaft) und der körperlichen Aktivität?

- Zusammenhänge zwischen motorischen und kognitiven Fähigkeiten.
- Zusammenhänge zwischen körperlicher Aktivität und motorischen Fähigkeiten.
- Zusammenhänge zwischen körperlicher Aktivität und kognitiven Fähigkeiten.

Im Anschluss wird der Einfluss der Intervention im Längsschnitt auf die Motorik, Kognition und körperliche Aktivität unter folgenden Fragestellungen geklärt.

Neben den direkten Effekten, die sich auf die gleiche Ebene beziehen, also Effekte von Aktivitäts- und Bewegungsförderung auf Aktivität und Motorik, zielt die vorlie-

gende Studie auf Transfereffekte ab, somit auch auf diese Effekte, deren Wirkung sich auf eine andere Ebene beziehen. In der vorliegenden Fragestellung geht es demgemäß um Effekte körperlicher Aktivität und Bewegung auf kognitive Fähigkeiten.

(2) Welche Wirkung auf Motorik, Kognition und körperliche Aktivität zeigt die schulintegrierte Intervention im Rahmen des Projekts „Active Children – Active Schools“?

- Welche Wirkung hat die Interventionsmaßnahme auf die motorischen Fähigkeiten?

- Welche Wirkung hat die Interventionsmaßnahme auf kognitive Fähigkeiten?

- Welche Wirkung hat die Interventionsmaßnahme auf die körperliche Aktivität?

(3) Welche nachhaltige Wirkung zeigt die Intervention „Active Children – Active Schools“ auf den Aktivitätslevel?

Die Übertragung dieser Fragen und der theoretischen und empirischen Gesichtspunkte zu Zusammenhängen und Möglichkeiten der Förderung der motorischen und kognitiven Entwicklung durch körperliche Aktivität aus dem vorausgegangenem Theorieteil führen zu Hypothesen, die im folgenden Kapitel formuliert und in der vorliegenden Studie geprüft werden.

7.2 Hypothesenbildung

Aus dem Überblick zur Grundlagen- und Anwendungsforschung zum Zusammenhang zwischen motorischen und kognitiven Fähigkeiten (Kapitel 1) wird erkennbar, dass auf motorischer Ebene sowohl die koordinativen als auch die konditionellen Fähigkeiten einen Rolle beim Zusammenhang zwischen Motorik und Kognition spielen könnten (u. a. Etnier et al., 2006).

Auf kognitiver Ebene werden theoretisch und empirisch im Besonderen die Aufmerksamkeitsleistung (Graf et al., 2003) und die Intelligenz, die für Problemlösestrategien und formal-logische Denkprobleme zuständig sind, genannt (u. a. Sibley & Etnier, 2003). Darüber hinaus wird deutlich, dass das schulische Lernverhalten ein beobachtbarer Teil von Aufmerksamkeitsleistungen darstellt (Kapitel 3.2.4) und dies durch körperliche Aktivität und Bewegung positiv beeinflussbar ist (u. a. Coe et al., 2006).

Dabei spielt die gesamte körperliche Aktivität als Einflussfaktor auf motorische und kognitive Fähigkeiten eine Rolle.

Davon abgeleitet werden in der vorliegenden Studie auf der motorischen Ebene die motorische Leistung, konditionelle Fähigkeiten sowie die Beweglichkeit in den Fokus genommen. Auf der Ebene der kognitiven Fähigkeiten stehen die nonverbale und die verbale Intelligenz, Aufmerksamkeitsleistung sowie das Lernverhalten im Zentrum des Interesses. Körperliche Aktivität wird durch Pedometer (gegangene normale und sportlich-ausdauernde Schritte) erfasst. Um die gesamte körperliche

Aktivität abzubilden, werden die Daten der Pedometrie mit weiteren Fragebogendaten über körperliche Aktivität im Bereich Schwimmen, Fahrradfahren und anderen Aktivitäten, die ein Pedometer möglicherweise nicht exakt messen kann, abgeglichen (Tabelle 7-1).

Tabelle 7-1: Entwicklungs- und Persönlichkeitsbereiche und deren Teilaspekte, die in der vorliegenden Untersuchung im Fokus stehen

Motorische Fähigkeiten	Kognitive Fähigkeiten	Körperliche Aktivität
Motorik	Nonverbale Intelligenz	Schritte
Kondition	Verbale Intelligenz	Sportlich-kontinuierliche Schritte/Aerobic-Steps
Beweglichkeit	Aufmerksamkeitsleistung	
	Lernverhalten	

Oben beschriebene Fragestellungen fordern Hypothesen unterschiedlicher Art, die in Abbildung 7-1 veranschaulicht sind. Es werden somit einerseits Zusammenhangshypothesen (grün), andererseits Unterschiedshypothesen (rot) formuliert. Dabei soll auf Nullhypothesen verzichtet und stattdessen gerichtete Alternativhypothesen herausgearbeitet werden.

7.2.1 Zusammenhangshypothesen

Im Folgenden sind Hypothesen zur Beschreibung des Zusammenhangs zwischen körperlicher Aktivität, Motorik und Kognition formuliert.

Nach Piaget wird über die praktische Bewältigung von Situationen intelligentes Verhalten und so eine Differenzierung der kognitiven Strukturen gefördert (Kapitel 2.2.3). Dazu gehören Mechanismen wie Enkodierung, Generalisierung, Aufbau von Strategien oder Automatismen, die im Laufe der Entwicklung und handelnden Auseinandersetzung zu einer effektiven Verarbeitung von Informationen führen (2.2.4: Informationsverarbeitungsansatz). Darüber hinaus entwickelt das Kind in der Auseinandersetzung mit der Umwelt die sozial vermittelten und individuellen Bewegungsfähigkeiten sowie die ihnen zugrunde liegenden motorischen Steuerungs- und Funktionsprozesse (Baur, 1988). Diese Annahmen führen zu folgenden Hypothesen:

Hypothese 1:

Bei Kindern besteht ein positiver Zusammenhang zwischen motorischen und kognitiven Fähigkeiten.

- a) Kinder mit hohen Leistungen im motorischen Bereich zeigen auch hohe Leistungen im Bereich der nonverbalen Intelligenz.

- b) Kinder mit hohen Leistungen im motorischen Bereich zeigen auch hohe Leistungen im Bereich der verbalen Intelligenz.
- c) Kinder mit hohen Leistungen im motorischen Bereich zeigen auch hohe Leistungen im Bereich der Aufmerksamkeitsleistung.
- d) Kinder mit hohen Leistungen im motorischen Bereich zeigen auch hohe Leistungen im Bereich Lernverhalten.

- e) Kinder mit hohen Leistungen im konditionellen Bereich zeigen auch hohe Leistungen im Bereich der nonverbalen Intelligenz.
- f) Kinder mit hohen Leistungen im konditionellen Bereich zeigen auch hohe Leistungen im Bereich der verbalen Intelligenz.
- g) Kinder mit hohen Leistungen im konditionellen Bereich zeigen auch hohe Leistungen im Bereich der Aufmerksamkeitsleistung.
- h) Kinder mit hohen Leistungen im konditionellen Bereich zeigen auch hohe Leistungen im Bereich Lernverhalten.

Hypothese 2:

Bei Kindern besteht ein positiver Zusammenhang zwischen körperlicher Aktivität und motorischen Fähigkeiten.

- a) Je mehr Schritte das Kind macht, desto höher sind die Leistungen im motorischen Bereich.
- b) Je mehr Schritte das Kind macht, desto höher sind die Leistungen im konditionellen Bereich.
- c) Je mehr Schritte das Kind macht, desto beweglicher ist das Kind.

- d) Je mehr sportlich-ausdauernde Schritte das Kind macht, desto höher sind die Leistungen im motorischen Bereich.
- e) Je mehr sportlich-ausdauernde Schritte das Kind macht, desto höher sind die Leistungen im konditionellen Bereich.
- f) Je mehr sportlich-ausdauernde Schritte das Kind macht, desto beweglicher ist das Kind.

Hypothese 3:

Bei Kindern besteht ein positiver Zusammenhang zwischen körperlicher Aktivität und Aspekten der kognitiven Fähigkeiten.

- a) Je mehr Schritte das Kind macht, desto höher ist die nonverbale Intelligenz.
- b) Je mehr Schritte das Kind macht, desto höher ist die verbale Intelligenz.
- c) Je mehr Schritte das Kind macht, desto höher sind die Leistungen im Bereich Aufmerksamkeitsleistung.
- d) Je mehr Schritte das Kind macht, desto höher wird das Lernverhalten eingeschätzt.

- e) Je mehr sportlich-ausdauernde Schritte das Kind macht, desto höher ist die nonverbale Intelligenz.
- f) Je mehr sportlich-ausdauernde Schritte das Kind macht, desto höher ist die verbale Intelligenz.
- g) Je mehr sportlich-ausdauernde Schritte das Kind macht, desto besser ist die Aufmerksamkeitsleistung.
- h) Je mehr sportlich-ausdauernde Schritte das Kind macht, desto höher wird das Lernverhalten eingeschätzt.

7.2.2 Unterschiedshypothesen

Im Folgenden sind Hypothesen zum Einfluss der Intervention „Active Children – Active Schools“ auf die körperliche Aktivität, Motorik und kognitive Fähigkeiten formuliert.

Nach Piaget haben neben Reifung und dem Streben nach Gleichgewicht aktive Erfahrung und soziale Interaktionen Einfluss auf die kognitive Entwicklung. Nach seinem Verständnis lernt das Kind, indem es mit konkreten wie abstrakten, realen wie symbolischen Gegenständen praktisch und gedanklich operierend umgeht. So folgt aus seiner Vorstellung die Vision von Unterrichtskonzepten, die die spontane Aktivität der Kinder, motorisch wie reflektorisch, fördern, anstatt sie einzuengen.

Wesentliche Einflussfaktoren der Körper- und Bewegungskarriere umfassen nach Baur (1988) subjektbezogene relevante Lebensereignisse, die individuell belastend oder mit positiven Erfahrungen verknüpft sein können. Darunter zählen auch die Kontextverlagerungen im Grundschulalter auf die einsetzende methodische Vermittlung und Förderung von motorischen Fertigkeiten und Fähigkeiten in den neuen Kontexten der Schule (Kapitel 2.2.2.)

Indem sich das Subjekt an Bewegungsaktivitäten beteiligt, wirkt es gleichzeitig auf die Teilbereiche des Umweltsystems, in der vorliegenden Fragestellung auf das Schulleben und den Schulalltag, und hinterlässt dort deutliche „Spuren“ (Baur, 1989).

Aus diesen Möglichkeiten der Einflussnahme auf die motorische und kognitive Entwicklung der Kinder lassen sich folgende Hypothesen formulieren:

Kinder, die an einer schulintegrierten Förderung von Bewegung teilnehmen, profitieren hinsichtlich motorischer und kognitiver Entwicklung und sind körperlich aktiver.

Hypothese 4:

In der Experimentalgruppe verändern sich die Leistungen im motorischen Bereich positiver als in der Kontrollgruppe.

- a) In der Experimentalgruppe verändert sich die motorische Leistung positiver als in der Kontrollgruppe.
- b) In der Experimentalgruppe verändert sich die konditionelle Leistung positiver als in der Kontrollgruppe.
- c) In der Experimentalgruppe verändert sich die Beweglichkeit positiver als in der Kontrollgruppe.

Hypothese 5:

In der Experimentalgruppe verändern sich die Leistungen im kognitiven Bereich positiver als in der Kontrollgruppe (Transfereffekte).

- a) In der Experimentalgruppe verändert sich die Aufmerksamkeitsleistung positiver als in der Kontrollgruppe.
- b) In der Experimentalgruppe verändern sich die Leistungen im Bereich der nonverbalen Intelligenz positiver als in der Kontrollgruppe.
- c) In der Experimentalgruppe verändern sich die Leistungen im Bereich der verbalen Intelligenz positiver als in der Kontrollgruppe.
- d) In der Experimentalgruppe verändert sich das Lernverhalten positiver als in der Kontrollgruppe.

Hypothese 6:

Die Experimentalgruppe ist nach der Intervention körperlich aktiver als die Kontrollgruppe.

- a) Die Experimentalgruppe geht in T2 mehr Schritte als die Kontrollgruppe.
- b) Die Experimentalgruppe geht in T2 mehr sportlich-ausdauernde Schritte als die Kontrollgruppe.

Hypothese 7:

Hinsichtlich oben beschriebener Annahme der Reziprozität der Beziehungen in den Systemen und unter den Systemen (Bronfenbrenner, 1981; Kapitel 2.2.1: Ökologische Systemtheorie nach Bronfenbrenner), wird von einer Nachhaltigkeit von schulintegrierten, schüler- und lehrer(innen)orientierten Bewegungsförderprogrammen ausgegangen. Daraus lässt sich folgende Hypothese ableiten:

Ein schulintegriertes Bewegungsförderprogramm, das auf die Bedürfnisse und Ressourcen der Schule eingeht und von den Lehrkräften implementiert wird, zeigt nachhaltig positive Effekte auf die körperliche Aktivität der Kinder.

Die Experimentalgruppe ist im Vergleich zur Kontrollgruppe auch nach Beendigung der eigentlichen Intervention insgesamt körperlich aktiver.

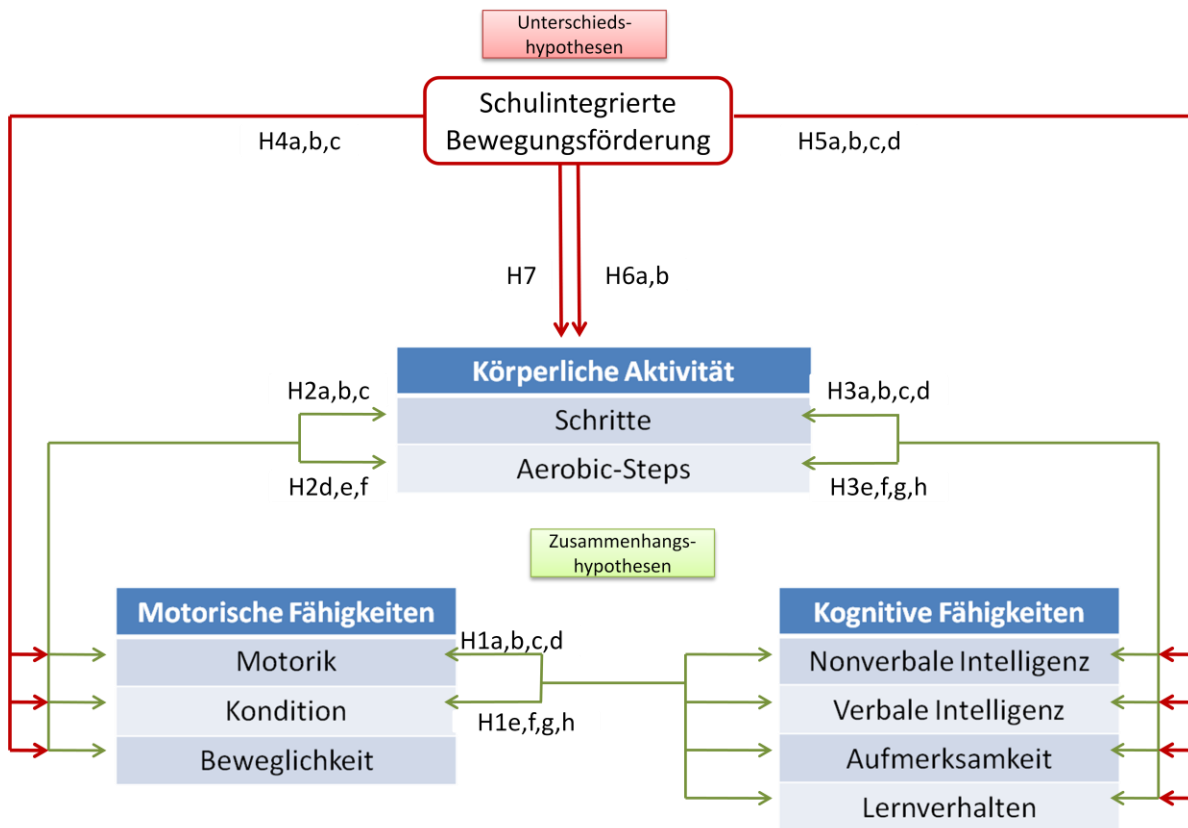


Abbildung 7-1: Schematische Übersicht über die Hypothesen: Zusammenhangs- und Unterschiedshypothesen

8 Methoden

Im Folgenden wird das methodische Vorgehen der vorliegenden Studie beschrieben. Beantwortet wird, welche Indikatoren wann, wie oft, wo (Kapitel 8.1: Untersuchungsdesign), an welchen Objekten (Kapitel 8.2: Untersuchungsstichprobe) und wie (Kapitel 8.3: Testverfahren) erfasst werden sollen. Kapitel 8.4: Intervention beschreibt die Ansatzpunkte, Inhalte und Bausteine der Intervention der Längsschnittstudie, und die Beschreibung der statistischen Verfahren zur Datenanalyse (Kapitel 8.5) bilden den Abschluss dieses Kapitels.

8.1 Untersuchungsdesign

Zur Analyse der Zusammenhänge, wie sie in Hypothese Eins bis Drei formuliert sind, werden Querschnittstudien durchgeführt. Der Faktor Veränderung wird darauf aufbauend innerhalb der Interventionsstudien mit Experimental- und Kontrollgruppen berücksichtigt.

Dabei handelt es sich um eine quasiexperimentelle Felduntersuchung mit einem 2 x 2 x 2 Design. Die unabhängigen Variablen bilden Messzeitpunkt (T1 und T2, für die körperliche Aktivität T3), Geschlecht (männlich, weiblich) und die Interventionsbedingungen (Intervention und Kontrolle).

In einem ersten Schritt wurden in Sondierungsgesprächen mit den Lehrerinnen der Interventionsgruppe der IST-Stand hinsichtlich Vorerfahrungen und Umsetzung von Bewegung in der Schule sowie die Ausstattung an Spiel- und Sportmaterialien erhoben.

In mehreren Gruppendiskussionen und Klassengesprächen mit den Kindern der Experimentalgruppe wurden Interessen im freizeitlichen und sportlichen Bereich erfragt. Es wurden die schulspezifischen Möglichkeiten und Bedürfnisse erfasst, woraufhin, auf der Basis dieser Informationen, das Interventionskonzept und Materialien entworfen wurden (Kapitel 8.4, Abbildung 8-1).

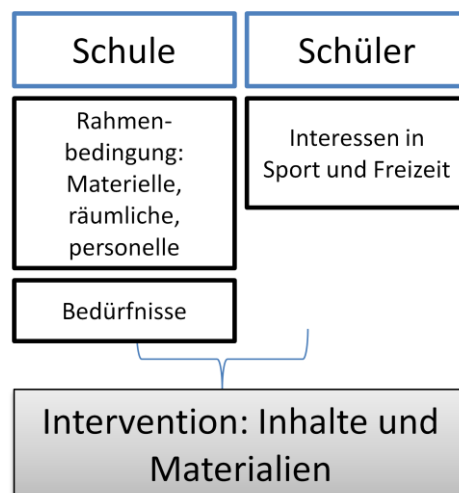


Abbildung 8-1: Informationen, auf deren Basis die Intervention geplant wurde

Die Lehrpersonen der Interventionsgruppe erhielten eine Fortbildung zu Beginn und zwei kleinere Fortbildungen während der Interventionsphase. Inhalte der Fortbildungen waren neben oben beschriebenen theoretischen Grundlagen die praktische Umsetzung der Interventionsbausteine (Kapitel 8.4.2) im Schulalltag und die Verwendung der Materialien. Diese wurden dazu jeweils ausgegeben. Ziel dieser Vorgehensweise ist, die Inhalte nach Situationsbedarf und Lehrkonzept in den Schulalltag zu integrieren, damit die Möglichkeit gegeben ist, die Inhalte langfristig zu implementieren.

Die Lehrerinnen der Kontrollgruppe führten ihren Unterricht wie gewohnt, ohne zusätzliche Bewegungsangebote, fort.

Die erste Testung, zu Beginn der Studie, fand im September 2009 statt. Es folgte eine fünfmonatige Intervention, woraufhin die Posttestung im März 2010 durchgeführt wurde. Acht Wochen später folgte dann die Follow-up-Untersuchung (Abbildung 8-2).

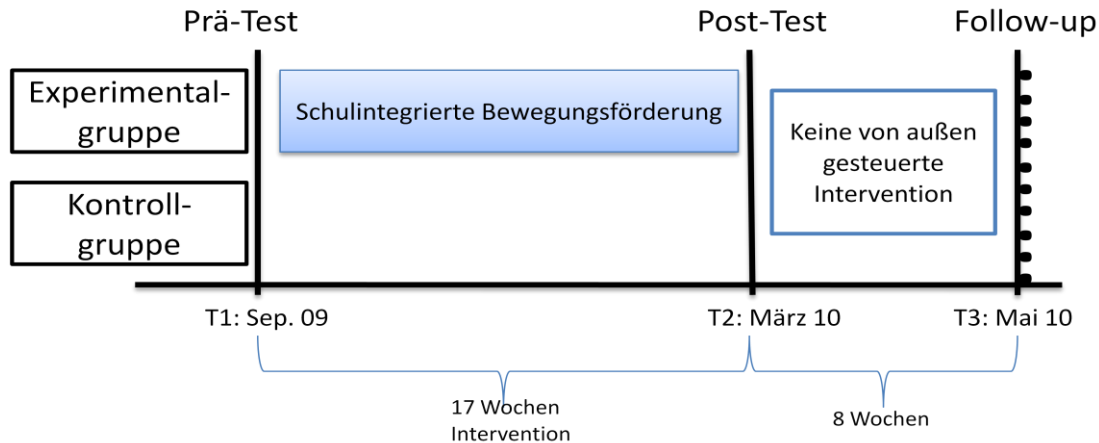


Abbildung 8-2: Studiendesign: Prä-, Post-Test und Follow-up-Untersuchung

8.2 Untersuchungsstichprobe

Die Untersuchungsstichprobe wurde theoriegeleitet ausgewählt.

Zusammenhänge zwischen Motorik und Kognition und die Möglichkeit über Bewegung und körperliche Aktivität motorische und kognitive Fähigkeiten zu fördern, bestehen im Besonderen in der frühen Kindheit und im Übergang zur mittleren Kindheit (Piaget, 2003). Alleine der Eintritt in die Grundschule hat Veränderungen in der motorischen und kognitiven Entwicklung zur Folge (Baur, 1989), was für die vorliegende Studie bedeutet, früh in der Schulzeit, aber erst nach einer sogenannten Eingewöhnungsphase anzusetzen. Als Untersuchungsstichprobe wurden somit die zweiten Jahrgänge der Grundschule ausgewählt.

Erkenntnisse zu exogenen Entwicklungseinflüssen besagen, dass Kinder aus Familien und Gegenden mit Entwicklungsbedarf weniger motorisch und kognitiv leistungsstark und weniger körperlich aktiv sind als Kinder anderer Entwicklungsumge-

bungen (Berk & Aralikatti, 2009). Darüber hinaus haben Studien zu Zusammenhängen zwischen Motorik und Kognition und Fördermöglichkeiten der Entwicklung ergeben, dass im Besonderen bei Kindern mit schwachen oder unterdurchschnittlichen motorischen oder kognitiven Fähigkeiten Zusammenhänge zwischen motorischen und kognitiven Bereichen nachgewiesen werden und diese von Interventionsmaßnahmen in höherem Maße profitieren (u. a. California Department of Education, 2002).

Das bedeutet, je weniger gut die motorischen Fähigkeiten entwickelt sind, desto effektiver sind Förderinterventionen und desto wahrscheinlicher sind Transfereffekte. Bewegungsinterventionen bei Kindern aus Schulen mit Entwicklungsbedarf sind somit einerseits sinnvoller, andererseits effektiver.

Nach einer Stadtteilanalyse im Raum Osnabrück wurden die Grundschulen mit besonderem Entwicklungsbedarf in die nähere Auswahl für die Beteiligung an der Studie genommen.

Ausgewählt wurden letztlich vier Grundschulen, wobei jeweils zwei Schulen die Kontroll- und Experimentalgruppe stellten. Die Kriterien für die Auswahl bezogen sich auf die Vergleichbarkeit der Schulen hinsichtlich Schulform (Halbtags- vs. Ganztagschule), Größe und Anteil der Kinder mit Migrationshintergrund.

Hinsichtlich dieser Kriterien wurden pro Kontroll- und Experimentalgruppe eine Ganztags- und eine Halbtagschule mit einbezogen. Die Größe der Schulen ist mit 200 bis 300 Schüler und Schülerinnen, ca. 18 Lehrkräften und einer kulturell heterogenen Schülerschaft (mehr als 80 % der Schüler und Schülerinnen haben einen Migrationshintergrund, über 15 Ethnien sind repräsentiert) vergleichbar (Tabelle 8-1).

Tabelle 8-1: Projektschulen mit Auswahlkriterien

Auswahlkriterien	Schule 1 (EG)	Schule 2 (EG)	Schule 3 (KG)	Schule 4 (KG)
Schulart	Verlässliche Ganztagschule	Verlässliche Grundschule	Volle Halbtagsgrundschule mit Ganztagsangeboten	Offene Ganztagschule
Größe	220 Schüler/-innen 18 Lehrer/-innen	300 Schüler/-innen 18 Lehrer/-innen	200 Schüler/-innen 17 Lehrer/-innen	250 Schüler/-innen 17 Lehrer/-innen
Prozentualer Anteil der Kinder mit Migrationshintergrund	Mehr als 80, über 15 Ethnien	Mehr als 80, über 15 Ethnien	Mehr als 80, über 15 Ethnien	Mehr als 80, über 15 Ethnien

Die Partizipation an der Studie erfolgte für alle Schüler und Schülerinnen der zweiten Klassenstufe der beteiligten Projektschulen freiwillig. Voraussetzung für die Teilnahme an den Untersuchungen war jedoch das Vorliegen des Einverständnisses der Erziehungsberechtigten.

Die Kontrollgruppe fungierte als Wartegruppe, indem die Lehrerinnen und Lehrer dieser Schulen nach der Follow-up-Erhebung die gleiche Fortbildung und Materialien wie die Experimentalgruppe erhielten.

Leichte Schwankungen bei der Stichprobengröße sind auf fehlende Datensätze bei einzelnen Schülern und Schülerinnen zurückzuführen. Gründe dafür waren Erkrankung während der Testtage oder Wegzug der Kinder innerhalb der Interventionsphase oder aber auch Erkrankungen der Lehrperson. Diese Schwankungen sind jedoch statistisch nicht relevant.

Tabelle 8-2 gibt einen Überblick über die Zusammensetzung der jeweiligen Stichprobe bei den unterschiedlichen Tests.

Nach der ersten Datenerhebung T1 und vor der Einteilung in Experimental- und Kontrollgruppe wurden die Teilstichproben je nach Schule hinsichtlich ihrer Mittelwerte in den erhobenen Parametern geprüft, um sicherzustellen, dass die zu vergleichenden Gruppen mit den gleichen Ausgangswerten in T1 starten.

Tabelle 8-2: Zusammensetzung der jeweiligen Stichprobe bei den unterschiedlichen Tests

	n Experimentalgruppe	n Kontrollgruppe
BOT-2-SF		
Prätest	122	120
Posttest	120	68
Längsschnitt	109	65
6-Min-Lauf		
Prätest	116	115
Posttest	118	69
Längsschnitt	104	62
Sit and Reach		
Prätest	104	113
Posttest	122	72
Längsschnitt	98	59
Verbale Intelligenz		
Prätest	123	120
Posttest	119	70
Längsschnitt	110	67
Nonverbale Intelligenz		
Prätest	122	121
Posttest	122	73
Längsschnitt	112	69
Test bp		
Prätest	115	114
Posttest	115	68
Längsschnitt	104	63
Lernverhalten		
Prätest	107	125
Posttest	107	59
Längsschnitt	84	57
Schrittzähler		
Prätest	104	113
Posttest	117	67
Längsschnitt	50	26

8.2.1 Anthropometrische und weitere Daten

8.2.1.1 Alter

Das durchschnittliche Alter der beteiligten Schülerinnen und Schüler lag zu Untersuchungsbeginn bei 92.52 Monaten ($SD = 5.9$) (Mädchen: $M = 92.54$; $SD = 5.68$; $n = 127$ und Jungen: $M = 92.5$; $SD = 6.13$; $n = 133$) (Tabelle 8-3, Abbildung 8-3).

Tabelle 8-3: Alter in Monaten

Gruppe	M	SD	p	Min	Max	N
EG	92.51	5.926	n.s.	77	115	133
KG	93.52	5.90		81	111	127
m	93.50	6.13	n.s.	81	111	133
w	93.54	5.68		77	115	127
Gesamt	93.52	5.9	-	77	115	260

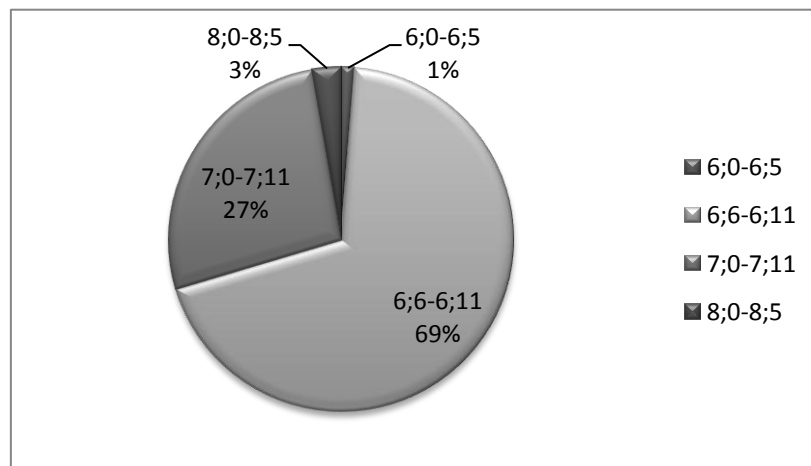


Abbildung 8-3: Prozentuale Altersverteilung der Gesamtstichprobe

8.2.1.2 Geschlecht

Das Verhältnis der Mädchen zu den Jungen war in beiden Gruppen weitgehend ausgeglichen (Tabelle 8-4, Abbildung 8-4).

Tabelle 8-4: Stichprobenverteilung der Probandengruppen

Geschlecht	Experimentalgruppe	Kontrollgruppe	Gesamt
Jungen	n=68	n=68	N=136
Mädchen	n=66	n=62	N=128
Gesamt	n=134	n=130	N=264

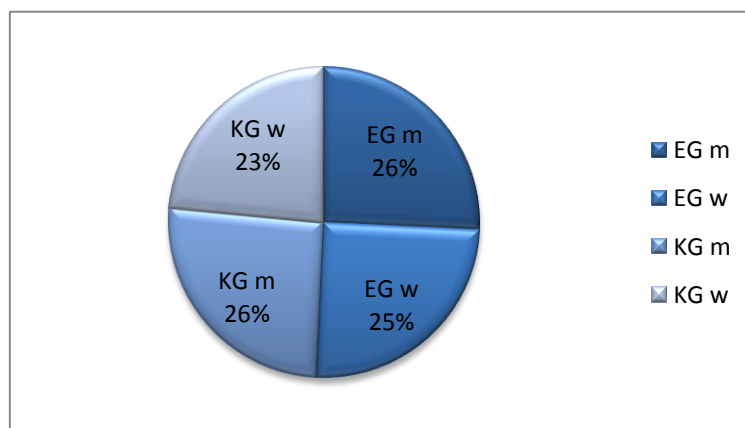


Abbildung 8-4: Prozentuale Geschlechterverteilung der Probandengruppen

8.2.1.3 Körpergröße und Körpergewicht

Die Körpergröße wurde anhand eines an der Wand befestigten Messstabs ermittelt. Alle Kinder wurden vormittags gemessen, sodass Schwankungen der Körpergröße im Verlauf des Tages nicht relevant waren. Mit dem Rücken, Fersen und Hinterkopf an der Wand, mit geschlossenen Fersen ohne Schuhe und mit gerader Körperhaltung wurde der Messschieber auf den Kopf geschoben, so dass die Messzunge auflag ohne durchzubiegen. Notiert wurde die Körpergröße in Zentimeter mit einer Dezimalstelle nach dem Komma.

Im Schnitt waren die Kinder 129.29 cm ($SD = 6.31$) groß (Mädchen: $M = 128.7$, $SD = 6.21$; Jungen: $M = 129.87$, $SD = 6.36$).

Tabelle 8-5: Körpergröße in cm

Gruppe	T1				T2			
	M	SD	n	p	M	SD	n	p
EG	128.99	5.78	123	n.s.	131.27	6.06	122	n.s.
KG	129.62	6.83	116		130.91	6.95	72	
m	129.97	6.36	119	n.s.	131.50	6.70	100	n.s.
w	128.7	6.21	120		130.73	6.04	94	
Gesamt	129.29	6.31	239	-	131.13	6.40	194	-

Das Körpergewicht wurde mit einer auf festem Untergrund stehenden digitalen Waage gemessen. Gewogen wurde ohne Schuhe und Jacke, lediglich mit leichter Kleidung. Das Gewicht wurde in Kilogramm mit zwei Dezimalstellen nach dem Komma notiert (Tabelle 8-6).

Im Schnitt waren die Kinder 28.4 kg ($SD = 5.41$) schwer (Mädchen: $M = 28.21$, $SD = 5.23$; Jungen: $M = 28.59$, $SD = 5.59$). Tabelle 8-7 präsentiert die nach Alter und Geschlecht genormten BMI-Perzentile.

Tabelle 8-6: Körpergewicht in kg

Gruppe	T1				T2			
	M	SD	n	p	M	SD	n	p
EG	28.16	4.87	123	n.s.	30.62	5.91	122	n.s.
KG	28.66	5.94	116		30.63	6.45	72	
m	28.66	5.59	119	n.s.	30.99	6.54	100	n.s.
w	28.14	5.23	120		30.23	5.58	94	
Gesamt	28.4	5.41	239	-	30.62	6.10	194	-

Tabelle 8-7: BMI-Perzentile

Gruppe	Perzentile T1				Perzentile T2			
	M	SD	n	p	M	SD	n	p
EG	59.66	26.81	123	n.s.	65.30	26.51	122	n.s.
KG	58.12	28.67	116		63.14	28.38	70	
m	57.79	28.38	119	n.s.	64.65	26.65	98	n.s.
w	60.07	27.04	120		64.37	27.81	94	
Gesamt	58.93	27.68	239	-	64.51	27.15	192	-

Nach der Arbeitsgemeinschaft Adipositas im Kindes- und Jugendalter (AGA) liegen die Grenzwerte für Übergewicht und Adipositas oberhalb des 90. bzw. 97. Perzentils. Die dritte und zehnte Perzentile wird zur Definition von ausgeprägtem Unterge-

wicht bzw. Übergewicht herangezogen (Kromeyer-Hauschild et al. 2001). Abbildung 8-5 stellt die prozentuale Verteilung der BMI-Perzentile der Gesamtstichprobe zum ersten Messzeitpunkt dar. Demnach sind 5.4 % der Kinder ($n = 13$) untergewichtig und stark untergewichtig, 69 % der Gesamtstichprobe ($n = 165$) normalgewichtig und 25.5 % ($n = 61$) übergewichtig und stark übergewichtig.

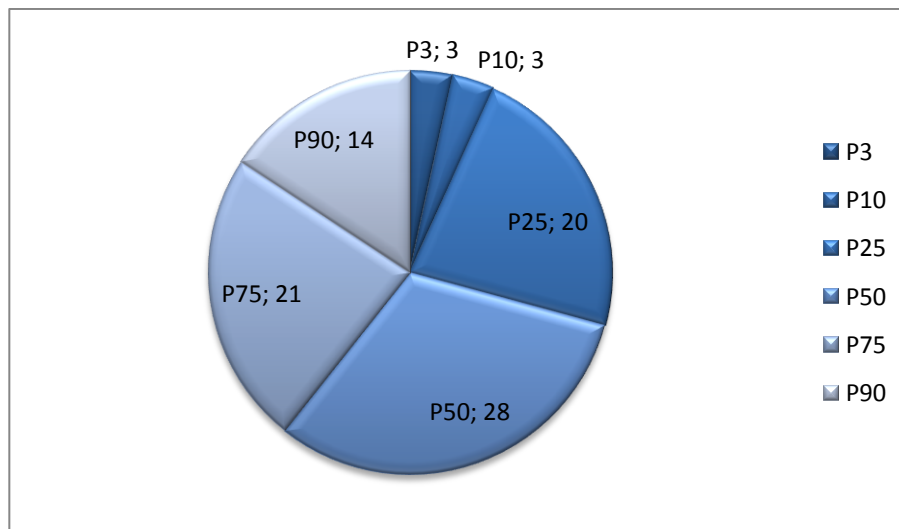


Abbildung 8-5: BMI-Perzentile zum ersten Messzeitpunkt

8.2.2 Zusammenfassung Untersuchungsstichprobe

Bei der vorliegenden Stichprobe handelt es sich um Kinder, die eine Schule mit besonderem Entwicklungsbedarf (früher: „Brennpunktschule“) besuchen.

Die Größen der jeweiligen Untergruppen (Mädchen und Jungen; Kontroll- und Interventionsgruppe) sind vergleichbar. Lediglich die Anzahl der Daten aus den Posttests der Kontrollgruppe unterscheidet sich deutlich. Dieser Unterschied wird in den folgenden statistischen Auswertungen jedoch nicht bedeutsam.

Die Stichprobe stellt sich auch in ihren anthropometrischen Merkmalen sehr homogen dar. Es ergeben sich weder für die Experimentalgruppe noch für die Kontrollgruppe sowohl weder für die Gruppe der Mädchen noch für die der Jungen signifikante Unterschiede hinsichtlich Alter, Körpergröße, -gewicht und BMI-Perzentile.

Deutliche Erhöhungen hinsichtlich des Körpergewichts und der Körpergröße im Verlauf der zwei Messzeitpunkte sind zu erkennen. Diese sind erwartungsgemäß und treten im Rahmen der natürlichen Entwicklung auf. Die Einordnung der Stichprobe in die entsprechenden Perzentile ergibt, dass 69 % der Kinder unter Berücksichtigung von Alter, Größe und Geschlecht zum ersten Messzeitpunkt normalgewichtig sind. Dieser Wert liegt unter der für die Bundesrepublik Deutschland repräsentativen MoMo-Stichprobe, bei der 80 % normalgewichtig sind (Opper, Oberger, Worth & Bös, 2009). Mit 5.4 % untergewichtigen Kindern liegt die vorliegende Stichprobe unter oben zitierter Stichprobe, die 7.6 % untergewichtige Kinder umfasst. 25.5 %

der Kinder der vorliegenden Studie sind übergewichtig (davon sind 11.3 % stark übergewichtig - P97 und mehr). Das stellt einen weitaus höheren Anteil im Vergleich zur MoMo-Stichprobe dar, in der 13.3 % dieser Kategorie zugeordnet werden.

Bei der Betrachtung des zweiten Messzeitpunkts wird im Vergleich zu T1 eine Verschiebung nach oben deutlich. Zum zweiten Messzeitpunkt sind nun lediglich 61.4 % der Kinder normalgewichtig. Weitere 4.7 % lassen sich der Gruppe der Untergewichtigen und 33.9 % der Übergewichtigen zuordnen. Abbildung 8-6 verbildlicht diese Verschiebung der Perzentile von T1 zu T2. Diese Veränderungen sind aufgrund des Einbezugs von Alter, Größe, Gewicht und Geschlecht der Perzentile nicht entwicklungsbedingt.

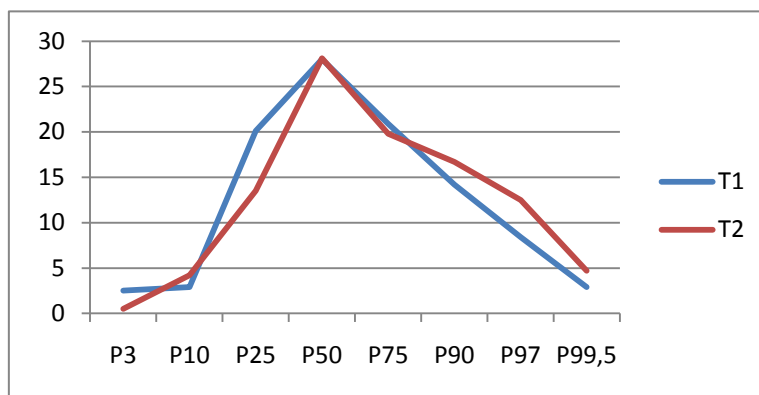


Abbildung 8-6: BMI-Perzentile T1 und T2 im Vergleich

8.3 Testverfahren

Im Folgenden werden die zur Datengewinnung eingesetzten Verfahren beschrieben. Sie decken die im Fokus stehenden Bereiche der motorischen und kognitiven Fähigkeiten ab und erfassen die körperliche Aktivität (Tabelle 8-8). Sie kamen sowohl in der Prä- als auch in der Posttestung zum Einsatz. Im Rahmen der Follow-Up-Testung wurde lediglich die körperliche Aktivität mit Schrittzählern (Pedometer) erfasst.

Tabelle 8-8: Eingesetzte Testverfahren

Motorische Fähigkeiten	Kognitive Fähigkeiten	Körperliche Aktivität
BOT 2-sf	2 Untertests BUEGA	OMRON HJ-720 IT
6-Minuten-Ausdauerlauf	Bp-Aufmerksamkeitstest	
Sit and Reach Test	LSL-Lehrereinschätzliste	

8.3.1 Motorik

Im Bereich der Motorik werden sowohl die koordinativen als auch die konditionellen Fähigkeiten sowie die Beweglichkeit aufgezeichnet.

8.3.1.1 Oseretsky Test of Motor Proficiency

Zur Erfassung der motorischen Leistungsfähigkeit wurde die Kurzform der Bruininks–Oseretsky Test of Motor Proficiency, Second Edition (BOT-2-sf) von Bruininks und Bruininks (2005) eingesetzt. Der BOT-2 ist eine Weiterentwicklung des Bruininks-Oseretsky Test of Motor Proficiency (BOMPT) aus dem Jahr 1978. Es ist eines der bekanntesten und international verbreitetsten Instrumente zur Erfassung motorischer Fähigkeiten bei Kindern im Alter zwischen 4;5 und 14;5 Jahren (Burton & Miller, 1998).

Der BOT-2 beinhaltet 53 Items, die auf acht Subtests verteilt werden können: fine motor precision (7 items), fine motor integration (8 items), manual dexterity (5 items), bilateral coordination (7 items), balance (9 items), running speed and agility (5 items), upper limb coordination (7 items) und strength (5 items). Bei der Kurzform (short form) handelt es sich um ein Screening-Verfahren, das 14 Untertests umfasst, die sich in oben beschriebene Subtests einordnen lassen (Tabelle 8-9). Dabei wurde eine hohe Korrelation zwischen short und long form errechnet ($r = .80$). Die Items der short form wurden auf der Basis folgender Kriterien ausgewählt:

- (1) Erfassung allgemeiner motorischer Leistungsfähigkeit,
- (2) Erfassung des allgemeinen motorischen Entwicklungsstatus,
- (3) Herausstellen bedeutender Aspekte des Motorikverhaltens,
- (4) Differenzierung verschiedener Bereiche der motorischen Leistungsfähigkeit,
- (5) Identifizierung in ihrer motorischen Entwicklung zurückgebliebener Kinder,
- (6) Beachtung der kindlichen sprachlichen Grenzen und
- (7) einfacher Transport der Materialien (Cools et al., 2009).

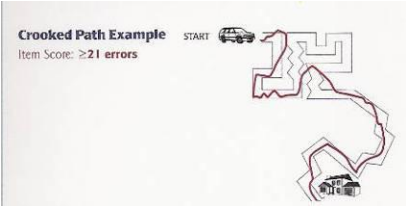
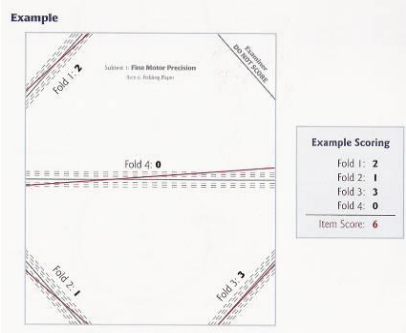
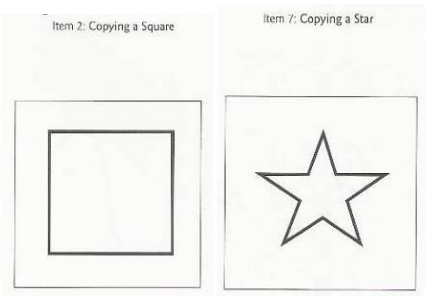
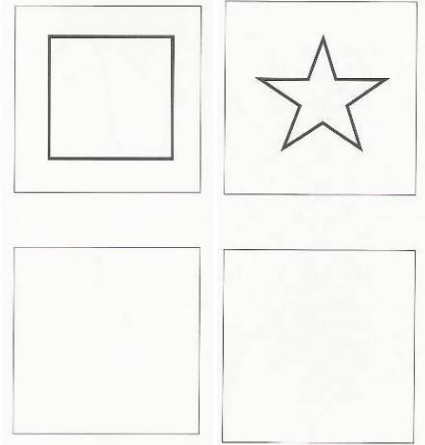
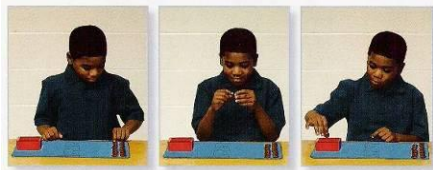
Normiert wurde der Test an einer Stichprobe von 1.520 Kindern im Alter von vier bis 21 Jahren, die in den Jahren 2004 und 2005 in den USA ansässig waren.

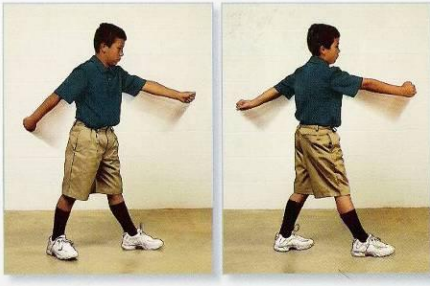
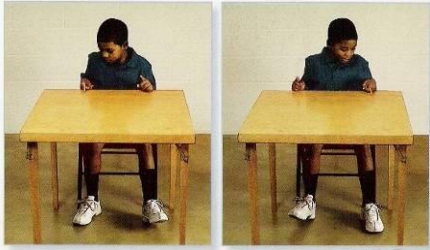


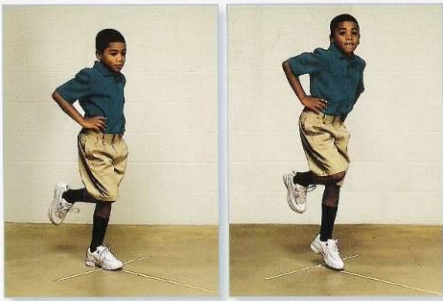
Vor der Testdurchführung fand eine mehrstündige Schulung hinsichtlich Testdurchführung und Testinstruktionen statt. Dem Test liegen exakte Durchführungs- und Auswertungsanweisungen und Vorgaben für Instruktionen vor, sodass bei Einhaltung derer, von einer sehr hohen Durchführungs- bzw. Auswertungsobjektivität auszugehen ist.

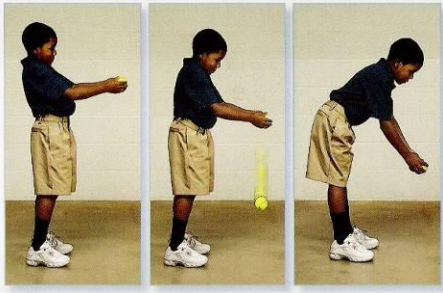

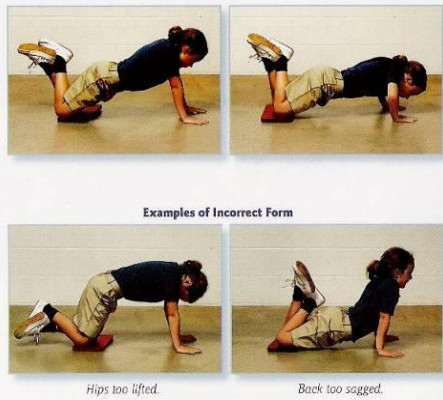
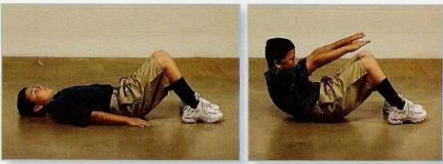
Die Test-Retest-Reliabilität liegt für die short form bei $r = .80$. Die Konstruktvalidität, getestet über Ergebnisse anderer Motoriktests, wird mit Korrelationskoeffizienten für die konvergente Validität zwischen .45 und .73 als gut eingeschätzt.

Der Test beinhaltet spielerische Aufgaben mit großem Aufforderungscharakter und die Aufgaben erfordern keine komplexen verbalen Anweisungen. Dabei dauert die Testdurchführung der short form im Schnitt zwischen 15 und 20 Minuten. Es handelt sich somit um ein valides, reliables und ökonomisches Instrument zur Erfassung der motorischen Leistungsfähigkeit (Bruininks & Bruininks, 2005).

Tabelle 8-9: Untertests des BOT 2 -sf

Subtest I: Feinmotorische Präzision		
1		Linie durch einen eckigen (zig-zag) Weg nachfahren
2		Papier falten
Subtest II: Feinmotorische Integration		
3		Abzeichnen eines Vierecks
4		Abzeichnen eines Sterns
Subtest III: Handgeschicklichkeit		
5		Münzen Transportieren

Subtest IV: Bilaterale Koordination		
6		Springen auf der Stelle-seitensynchron
7		Füße und Zeigefinger tappen
Subtest V: Gleichgewichtsfähigkeit		
8		Vorwärtsbalancieren
9		Einbeinstand
Subtest VI: Laufgeschwindigkeit und Flexibilität		
10		Ein-Bein-Hüpfen

Subtest VII: Oberkörper Koordination		
11		Fallen lassen und Fangen eines Balles
12		Prellen eines Balles mit Kreuzen der Hände
Subtest VIII: Kraft		
13	 <p style="text-align: center; font-size: small;">Examples of Incorrect Form</p> <p style="text-align: center; font-size: x-small;"><i>Hips too lifted.</i> <i>Back too sagged.</i></p>	Knieliegestütz
14		Sit-ups

8.3.1.2 6-Minuten-Ausdauerlauf

Zur Bestimmung der Ausdauerleistungsfähigkeit standen für die vorliegende Studie der 6-Minuten-Ausdauerlauf (Bös & Mechling, 1983) und der Shuttle Run Test von Léger et al. (1988) zur Verfügung.

Beide Verfahren zur Beurteilung der kardiopulmonalen Fitness sind weit verbreitet und einfach durchzuführen. Sie sind Bestandteil allgemeiner sportmotorischer Test-

batterien und nach den Ergebnissen von Faude, Nowacki und Urhausen (2004) sind auch beide Verfahren zur Durchführung mit Kindern zu empfehlen. Für den Vergleich der Maximalleistung im 6-Minuten-Lauf und im Shuttle Run Test ergaben sich signifikante, hohe Korrelationen ($r = 0.83$, $p < .01$). Deshalb wurde aus ökonomischen Gründen der 6-Minuten-Lauf für die vorliegende Studie ausgewählt.

Im Rahmen des Deutschen Motorik Tests 6-18 (Bös et al. 2009) wurde der Unter-test 6-Minuten-Ausdauerlauf neu für Kinder im Alter von sechs bis 18 Jahren normiert. Die Objektivität des Tests ist mit einem Koeffizienten von .87, als untere Abschätzung für die Durchführungsobjektivität, als gut einzuschätzen (Bös & Mechling, 1983), auch signalisiert die Test-Retest-Reliabilität ($r = .87$) eine gute Testzuverlässigkeit. Außerdem lässt sich die kriterienbezogene Validität, indem das Ergebnis mit Kriterien wie Sportvereinszugehörigkeit und Lehrer(innen)einschätzung ($r = .66$) verglichen wurde, als gut einschätzen (Bös et al., 2009).

Die Schüler und Schülerinnen haben die Aufgabe, innerhalb von sechs Minuten eine möglichst große Strecke zurückzulegen, indem sie um ein Volleyballfeld (1 Runde = 54m) laufen (Abbildung 8-7). Die Kinder dürfen rennen, laufen oder gehen, aber nicht stehen bleiben. Auf ein Zeichen nach sechs Minuten müssen die Kinder anhalten und es wird die zurückgelegte Strecke als Maß für die allgemeine, aerobe Ausdauer festgehalten. Ausgebildete Sportlehrerinnen und -lehrer und erfahrene Testleiter und Testleiterinnen wurden hinsichtlich Durchführungsinstruktionen und Auswertungen geschult und führten den Test in Gruppen klassenweise durch.

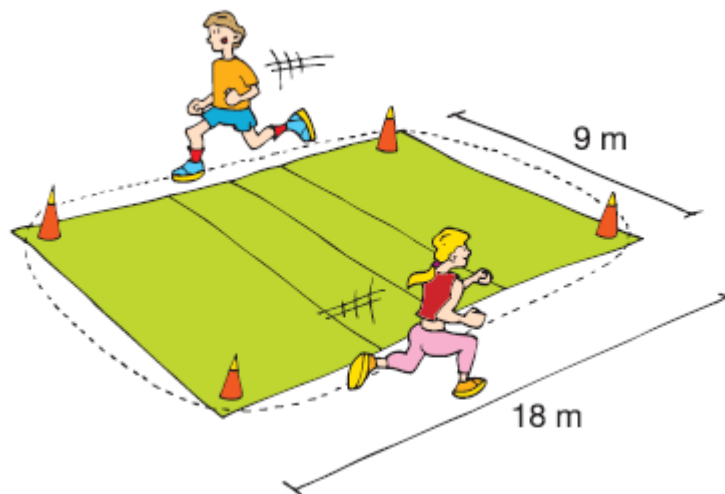


Abbildung 8-7: 6-Minuten-Lauf nach Bös & Mechling (1993) (Bildquelle: www06)

8.3.1.3 Sit and Reach-Test

Zur Bestimmung der allgemeinen Beweglichkeit wurde der Sit and Reach-Test (Wells & Dillon, 1952) eingesetzt. Er ist ein universeller Test zur Erfassung der Rumpfbeugefähigkeit, die als Kombination der ischiocruralen Muskulatur und der

Flexionsbeweglichkeit der Wirbelsäule angesehen wird. Er wird in vielen Testverfahren zur Beurteilung der motorischen Fitness eingesetzt (Bös et al., 2001).

Im Rahmen des Dordel-Koch-Tests (www07) wurde der Sit and Reach-Test als ein Untertest für Kinder zwischen sechs und 16 Jahren neu normiert. Es werden in den Normtabellen Noten von Eins bis Sechs angegebenen, die dem Schul-Notensystem (1 = ‚sehr gut‘, 2 = ‚gut‘ etc.) entsprechen.

Bös (2001) fasst die Angaben zur Objektivität und Reproduzierbarkeit des Tests, zusammen und berichtet von einem Reliabilitätskoeffizienten mit $r > .97$. Die Validität wurde mit Dehnfähigkeitstests der ischiocruralen Muskulatur ($.64 < r < .89$) sowie Beweglichkeitstests der Lendenwirbelsäule ($.28 < r < .59$) getestet. Diese Untersuchungen zeigen, dass in erster Linie die Dehnfähigkeit der ischiocruralen Muskulatur erfasst wird, gleichwohl aber die Beweglichkeit der Lendenwirbel als konfundierende Einflussgröße beachtet werden muss (Bös, 2001). Die leichte Durchführbarkeit und die gute Reliabilität machen den Sit and Reach-Test zu einem ökonomisch nutzbaren Instrument im Rahmen von Untersuchungen zur Erfassung der allgemeinen Fitness (ebd.).

Die Testperson sitzt ohne Schuhe im Langsitz und versucht den Oberkörper bei gerade gehaltenen Beinen so weit wie möglich nach vorne zu beugen.

Die Füße sind rechtwinklig gegen die Apparatur gestellt und die Messskala ist so angelegt, dass sich der Nullpunkt in Höhe der Zehen, die Pluskalierung in Verlängerung der Beine/Füße, die Minusskalierung in Höhe der Unterschenkel befindet. Der Abstand der Fingerspitzen von den Zehen wird gemessen, dabei muss die maximal erreichbare Dehnposition, die gewertet wird, mindestens zwei Sekunden gehalten werden (Abbildung 8-8).



Abbildung 8-8: Der Sit and Reach-Test (entnommen aus Dordel & Koch, o.A.)

8.3.2 Kognition

Wie oben beschrieben worden ist, wird hinsichtlich der Zusammenhänge zwischen Motorik und Kognition insbesondere den Aspekten der Intelligenz und der Aufmerksamkeitsleistung eine wichtige Rolle zugeschrieben. In der vorliegenden Studie wurden aufgrund theoretischer Überlegungen die verbale und nonverbale Intelligenz herausgegriffen. Das Lernverhalten wird als eine sichtbare und schulrelevante Folge von Aufmerksamkeits- und Konzentrationsfähigkeit erfasst.

8.3.2.1 Verbale und nonverbale Intelligenz

Die Tests zur verbalen und nonverbalen Intelligenz stellen Untertests in der Basisdiagnostik umschriebener Entwicklungsstörungen im Grundschulalter (BUEGA, Esser, Wyschkon & Ballaschk, 2008) dar.

Zur Erfassung der verbalen Intelligenz wurde der Untertest „Analogien“ des Potsdam-Illinois Test of Psycholinguistic Abilities (P-ITPA) von Esser & Wyschkon (in Vorb.) eingesetzt. Beim P-ITPA handelt es sich um eine deutsche Adaptation des Illinois Test of Psycholinguistic Abilities (ITPA-3) von Hammill et al. (2001). Er dient der Erfassung sprachlicher und schriftsprachlicher Fähigkeiten und Fertigkeiten und ist für den Altersbereich vier bis 11;5 Jahre konzipiert.

Der Untertest „Analogien“ erfasst das sprachlich-schlussfolgernde Denken. Das Kind soll einen Satz ergänzen, indem eine Analogie gebildet werden muss. Dies erfordert vom Kind eine gewisse Sprachkenntnis und die Fähigkeit, beziehungsstiftende Wörter verbinden zu können, was weit über bloßes Wortverständnis hinausgeht (z. B. Item 12: Ein Affe klettert, ein Känguru ...; Item 30: Lehrer haben Schüler, Ärzte haben ...) (Esser, Wyschkon & Ballaschk, 2008). Normen liegen für den Altersbereich vier bis 11;5 Jahre vor.

Die Items sind nach Schwierigkeitsgrad gereiht, wobei die Aufgabenschwierigkeiten den gesamten Leistungsbereich abdecken: Das leichteste Item wird lediglich von 0.3 % der Kinder der Normstichprobe nicht gelöst, das schwierigste Item schaffen noch 1.6 % der untersuchten Kinder. Die Schwierigkeit der Items nimmt mit zunehmendem Alter ab, weshalb Kinder ab dem Alter von sieben Jahren mit dem Item 20 beginnen. Diese wird von 90.2 % der 7-Jährigen korrekt gelöst. Die ermittelten Trennschärfen fallen in den extremen Schwierigkeitsbereichen, insbesondere im unteren Leistungsbereich niedrig aus und erreichen ihr Maximum im Bereich mittlerer Aufgabenschwierigkeit, wobei der Untertest deutlich mehr Items beinhaltet, die im unteren Leistungsbereich differenzieren (Esser, Wyschkon & Ballaschk, 2008).

Die nonverbale Intelligenz wurde anhand des Untertests „Matrizen“ aus dem Potsdamer Intelligenztest (PIT) von Esser und Ballaschk (in Vorb.) erfasst. In Form von Matrizen wird damit das von der Sprache unabhängige logisch-schlussfolgernde Denken aufgezeichnet. Das Verfahren untersucht anhand von kindgerechtem Bildmaterial die Fähigkeit des Kindes, bestimmte Gesetzmäßigkeiten zu erkennen und formal-logische sowie inhaltliche Denkprobleme mit unterschiedlichem Komplexi-

tätsgrad zu lösen. Dabei hat das Kind die Aufgabe, Matrizen durch eine der vorgegebenen Abbildungen sinnvoll zu ergänzen. Dabei müssen Formen, Farben und Strukturen und deren Zusammenhänge erkannt werden, wobei sich die Zahl der Direktoren von vier bis auf sieben erhöht (Esser, Wyschkon & Ballaschk, 2008). Abbildung 8-9 zeigt die Items 5 und 27. Altersnormen liegen auch hier für 6- bis 11;5-jährige Kinder vor. Die Items sind nach Schwierigkeitsgrad gereiht, was durch eine Aufgabenanalyse weitestgehend bestätigt wurde.

Vor der Testdurchführung fand eine mehrstündige Schulung der Testleiter hinsichtlich Testdurchführung und Testinstruktionen statt. Beiden Untertests liegen exakte Durchführungs- und Auswertungsanweisungen und Vorgaben für Instruktionen vor, sodass bei deren Einhaltung von einer sehr hohen Durchführungs- bzw. Auswertungsobjektivität auszugehen ist (Esser, Wyschkon & Ballaschk, 2008).

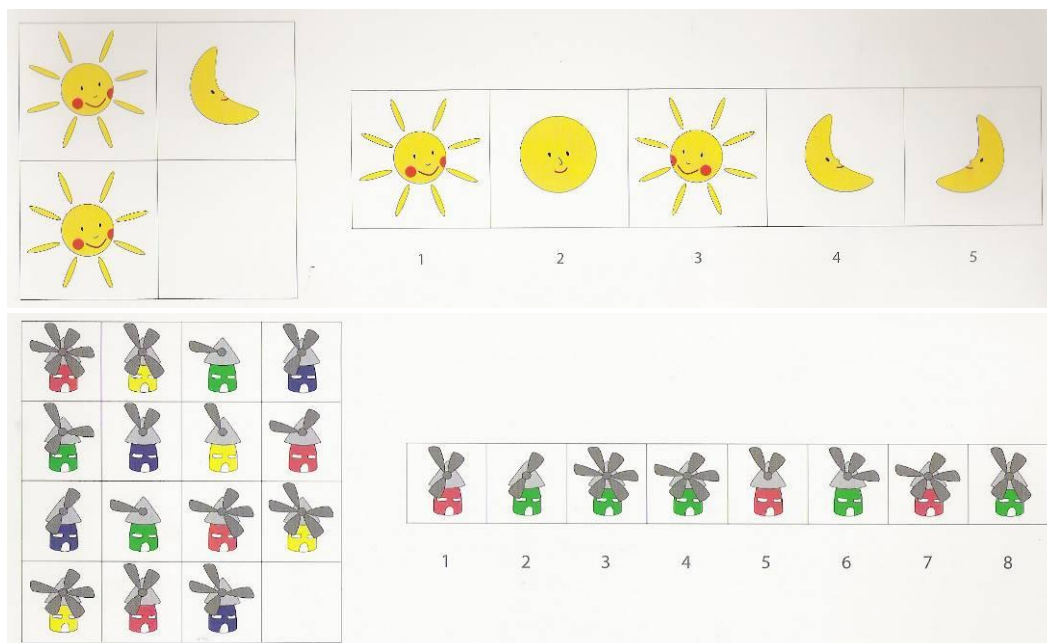


Abbildung 8-9: Item 5 und Item 27 des Untertests nonverbale Intelligenz aus dem PIT von Esser und Ballaschk (in Vorb.)

Hinsichtlich der Retestreliaibilität nach einem Intervall von sechs Monaten fallen die korrigierten als auch die nicht korrigierten Schätzungen der verbalen und nonverbalen Intelligenz gut bis befriedigend aus. Die innere kriterienbezogene Validität wurde für die verbale Intelligenz mit dem Untertest „Gemeinsamkeitsfinden“ des HAWIK III von Tewes et al. (2002) und für die nonverbale Intelligenz mit den Coloured Progressive Matrices (CPM von Raven, 2002) getestet. Die Korrelationsrechnungen werden für beide Untertests statistisch signifikant und nehmen einen Korrelationskoeffizienten von $r = .44$ (verbale Intelligenz) und $r = .529$ (nonverbale Intelligenz) an. Auch hinsichtlich der externen Validität wurden mit Hilfe des Lehrer(innen)urteils sehr zufriedenstellende Korrelationen errechnet (Esser, Wyschkon & Ballaschk, 2008).

Vor der Testdurchführung fand eine mehrstündige Schulung hinsichtlich Testdurchführung und Testinstruktionen statt. Den Untertests liegen exakte Durchführungs- und Auswertungsanweisungen und Vorgaben für Instruktionen vor, sodass bei deren Einhaltung von einer sehr hohen Durchführungs- bzw. Auswertungsobjektivität auszugehen ist (Esser, Wyschkon & Ballaschk, 2008).

8.3.2.2 Aufmerksamkeit

Für die Erfassung der Aufmerksamkeitsleistung wurde ein psychologischer Aufmerksamkeits-Belastungstest gewählt. Geht man von der Definition „Aufmerksamkeit ist Selektion“ (Rützel, 1977) aus, und sieht man die Konzentration als einen zwingenden Aspekt der Aufmerksamkeit, bietet sich der weit verbreitete "Test d2" von Brickenkamp (2002) an. Der „d2“-Test folgt dem Prinzip der Konzentrationsleistungstests: Zu bearbeiten sind kognitiv einfach strukturierte Aufgaben, die durch Zusatzbedingungen erschwert werden und deren Bearbeitung deshalb Konzentration erfordert. Bei dieser Aufgabenstellung wird die selektive oder fokussierte Aufmerksamkeit beansprucht.

Zur Gruppe der Durchstreichtests mit Buchstaben gehörend, erfordert dieses Instrumentarium keine speziellen Fähigkeiten oder Fertigkeiten, sondern es bedarf lediglich allgemeiner Voraussetzungen zur Erzielung von Leistungen, wie der Aufmerksamkeit und der Konzentration. Schmidt-Atzert et al. (2006) sprechen daher von einem Test mit hoher Ladung auf dem Konzentrationsfaktor. Der Test gilt als das am meisten benutzte Verfahren zur Messung der Aufmerksamkeits- und Konzentrationsleistung. Ein entscheidender Vorteil dieses psychologischen Tests liegt in seiner Testökonomie und der kurzen Bearbeitungszeit. Die Durchführungsdauer umfasst netto vier Minuten und brutto sieben bis acht Minuten. Somit ist er relativ unproblematisch im laufenden Lehrbetrieb des Schulalltags einsetzbar. Gruppenausführungen sind möglich, was eine Testung der gesamten Klasse gestattet.

Der "Test d2" erfüllt laut Testhandbuch (Brickenkamp 2002) die allgemeingültigen Kriterien (Hauptgütekriterien) wissenschaftlicher Tests. Bei Beachtung aller Anweisungen, sind die Durchführungs-, Auswertungs- und Interpretationsobjektivität als gesichert anzusehen. Da jedoch das Einsatzalter zwischen neun bis 59 Jahren liegt, ist er für den Einsatz in zweiten Klassenstufen nicht geeignet. Esser & Geisel (1978) konzipierten deshalb für die Altersgruppe von sechs bis elf Jahren den geringfügig vereinfachten bp-Test. Dieser unterscheidet sich lediglich dahin gehend, dass anstatt nach d mit zwei Strichen, nun nach b und p gesucht wird. Aufgrund identischer Konzeption und Durchführung, lassen sich die Gütekriterien des "Test d2" auf den bp-Test übertragen.

Vor der Durchführung des Tests benötigt es eine klare Instruktion. Besonders bei Kindern und Jugendlichen sind klare Arbeitsaufträge und ein Probedurchlauf wichtig.

Alle Tests wurden von der gleichen Testleiterin durchgeführt. Es wurden Tafelbilder zum besseren Verständnis seitens der Kinder entworfen, welche bei der Einführung

in den Klassen an die Tafel gehängt wurden. Mit vorformulierten Stimuli wurde dann eine kurze Einweisung vorgenommen. Somit konnte die Durchführungsobjektivität gewährleistet werden.

Der „bp“-Test besteht aus mehreren Buchstaben (b, p, q, d, h), die in zufälliger Reihenfolge in insgesamt zwölf Reihen stehen. Aufgabe ist jedes b und p durchzustreichen. Es darf aber kein anderer Buchstabe durchgestrichen werden. Die Auswertung erfolgt durch die Ermittlung des Arbeitstempos (quantitative Konzentrationsleistung = Anzahl der richtig markierten Zeichen [R]) und der Arbeitsgenauigkeit (Bearbeitungssorgfalt = Anzahl der Fehler in den bearbeiteten Abschnitten). Es werden dabei sowohl die ausgelassenen (F1) als auch die fälschlicherweise durchgestrichenen Zeichen (F2) berücksichtigt und gleichgewichtig addiert. Es soll deshalb so schnell wie möglich gearbeitet werden ohne viele Fehler zu machen. Der bp-Test liegt in zwei Versionen vor: Selbststeuerung und Fremdsteuerung (Esser, Wyschkon & Ballaschk, 2008). Bei der Durchführungsart Fremdsteuerung stehen für die Bearbeitung jeder Zeile (50 Zeichen) 20 Sekunden zur Verfügung (insgesamt vier Minuten). Diese Version stellt die klassische Art der Durchführung, analog zum Vorgehen beim d2-Test, dar. Neben den altersnormierten Kennwerten Arbeitstempo und Arbeitsgenauigkeit kann ein Gesamtwert der Konzentrationsleistung (Fehlerprozent: $[(\text{Fehler}+1)/\text{Richtige}] \times 100$) errechnet werden. Im Folgenden ist die Testvorderseite und -rückseite mit einem Auswertungsbeispiel zu sehen (Abbildung 8-10).

bp

	R	F1	F2
1. d g q p q h p g d b q p p h d p b b q q d h b h g h d b q g d b g q g b d p q g q d h p q d b h	8	2	/
2. b d q h p b d b q h g g h d p g q p q d q p g h d q p p q g p h b d g h b b b d q q p h g b d h p g	10	1	/
3. p q g p q h p d q p d h p g d d h p p g h p d q h d b q p g g h h g q g p h d p h d p b b q g h b p	10	2	/
4. d p g h q q p h d h g b d b q g p h h g p p h g d p p b g h g h p h b g h q h b q g d p d b d q p q	13	/	/
5. q d b g g d d g h p h q p h p h p q p h g d b q g p p q g b d b q g b d g d q g h b d q p p d g	12	/	/
6. p g d p h h q b p p q h d p q b p p g h p p q b p h g d g h b d q h g g h q b q d b p q g q d p h g	12	/	/
7. d b d q d d p q g h h p h b p p b q d g h g h p b d q b p d b q p b d g h q d g d b d q d g h b	14	/	/
8. h h q d d d b q p d b p h g d d h h q p h p q d b p q d q h q p q d q p p g h b d b p q p d h g b d	13	/	/
9. h b d q p h d q p q p d b g q g b d g q b d h g h b b d q q b g p d p p q b d g p h q p q g d b h	13	2	/
10. p b h g q b b p d h p d h p g q g h h g g p q b d h q d b h g p p h d d g p h d p q d b h q p g q p	11	1	/
11. g b p p q d b h g q d g d b g p h d b g p p q g p b d g h b q p p h p b g p h p h g d d g g b d q	14	/	/
12. g p q h p h p h g d p q d b d d q q p d p g q d b d d p q p b d d p d d q g h b p h p q g g b g h	9	/	/
Zwischensumme:		8	/
Gesamt:	139	8	

Richtige Fehler

70:6075

Esser & Geisel

bp-Test

Name, Vorname: [REDACTED]

- Durchführungsart: Selbststeuerung (Version A): 4 Minuten (240 Sekunden) ohne Unterbrechung
 Fremdsteuerung (Version B): 20 Sekunden/Zeile

Ergebnisse:

	Richtige	Fehler gesamt (F1 + F2)	Fehlerprozent: ((Fehler + 1) / Richtige) · 100
Rohwert			

bp

Übungszeile: d h g ~~b d p q p h b g h p p q g b b d h p q g p q h b h g p b~~

Abbildung 8-10: bp-Test, Vorder- und Rückseite

8.3.2.3 Lernverhalten

Um das Lernverhalten als eine beobachtbare Folge von Konzentrationsfähigkeit und Aufmerksamkeitsleistungen zu erfassen, wurde die Lehrereinschätzliste für Sozial- und Lernverhalten (LSL) von Petermann und Petermann (2006) eingesetzt.

Sie ist ein Beurteilungsbogen für Lehrerinnen und Lehrer zur differenzierten Erfassung schulbezogenen Sozial- und Lernverhaltens von Schülerinnen und Schülern im Alter von sechs bis 19 Jahren.

Unter Arbeitsverhalten wird dabei das Lernverhalten eines Schülers (Leistungsbereitschaft, Sorgfalt beim Lernen und Ähnliches), seine Fähigkeit, eigene Lernprozesse zu organisieren, und seine Möglichkeiten, ein differenziertes Problemlöseverhalten zu zeigen, verstanden (Petermann & Petermann 2006). Das Sozialverhalten spielt im Zusammenhang mit dem Aufbau von Arbeitsverhalten insofern eine bedeutsame Rolle, als dass soziale Fähigkeiten eine wichtige Voraussetzung für den Aufbau eines optimalen Managements von Lernanforderungen darstellen (Petermann, Petermann & Krummrich, 2007).

Die Einschätzliste LSL ermöglicht Aussagen zu zwei übergeordneten, schulbezogenen Skalen: Sozialverhalten und Lernverhalten. Der Aussagenbereich Sozialverhalten umfasst folgende sechs Teilbereiche: Kooperation, Selbstwahrnehmung, Selbstkontrolle, Einfühlungsvermögen und Hilfsbereitschaft, angemessene Selbstbehauptung sowie Sozialkontakt. Die Skala Lernverhalten beinhaltet die vier Teilbereiche Anstrengungsbereitschaft und Ausdauer, Konzentration, Selbständigkeit beim Lernen sowie Sorgfalt beim Lernen. In Tabelle 8-10 wird deutlich, dass jeder Teilbereich fünf Items enthält. Insgesamt umfasst der Beurteilungsbogen 50 Aussagen.

Die zu erfassenden Aussagenbereiche sind an den Ressourcen des Schülers, das heißt, den im Schulalltag direkt beobachtbaren Kompetenzen, orientiert und fokussieren nicht, wie in anderen Verfahren, auf die Defizite der Kinder (Petermann & Petermann, 2006).

**Tabelle 8-10: Beispielaussagen für die Teilbereiche der LSL
(entnommen aus Petermann, Petermann & Krummrich, 2008)**

Teilbereich	Beispielaussagen
Lernverhalten	
Anstrengungsbereitschaft	Bearbeitet Aufgaben mit Ausdauer, selbst wenn diese uninteressant sind. Strengt sich an, um die Aufgabe zu lösen.
Konzentration	Sieht bei Anforderungen genau hin. Hört bei Anforderungen genau zu.
Selbständigkeit beim Lernen	Setzt sich erreichbare Ziele. Geht gezielt vor.
Sorgfalt beim Lernen	Erledigt die Hausaufgaben sorgfältig. Geht mit Heften ordentlich um.

Jedes der 50 Items wird anhand einer Viererskala von 0 (= Verhalten tritt nie auf) bis drei (= Verhalten tritt häufig auf) von den Klassenlehrerinnen beurteilt. Für jeden der zehn Teilbereiche werden die Rohwerte der jeweils fünf Items addiert und anschließend mithilfe der Normtabellen die entsprechenden Prozentränge und T-Werte ermittelt. Es liegen geschlechts- und altersspezifische Normen vor, die an 1480 Schülern und Schülerinnen aus Grund-, Haupt-, Real-, Gesamt- und Sonderschulen ermittelt wurden.

Es werden geschlechtsspezifische Normwerte in vier Altersgruppen (6–8, 9–10, 11–14, 15–19) aufgeführt. Für die zehn Aussagenbereiche liegt die Reliabilität (Cronbachs α) zwischen 0.82 und 0.95; dies weist auf sehr homogene Aussagenbereiche hin. Das Lern- und Sozialverhalten eines Schülers oder einer Schülerin steht in engem Zusammenhang mit seinem Leistungsverhalten, aus diesem Grund wurden die Aussagenbereiche der LSL mit der Deutsch-, der Mathematiknote und dem Notendurchschnitt des letzten Zeugnisses als Maß für die schulische Leistungsfähigkeit korreliert. Es zeigen sich durchgehend signifikante Zusammenhänge zwischen der Deutsch- bzw. der Mathematiknote und den einzelnen Skalen, wobei die Korrelationen zwischen den Aussagenbereichen des Lernverhaltens und den Schulnoten erwartungsgemäß enger (zwischen -0.33 und -0.47, durchgängig signifikant für $p < .01$) ausfallen als die Korrelationen zwischen den Aussagenbereichen des Sozialverhaltens und den Schulnoten (zwischen -0.10 und -0.36, $p < .05$). Mit der Einschätzliste LSL liegt nach Gienger (2006) ein sehr ökonomisches und flexibel anwendbares Screeningverfahren für den schulischen Einsatz vor, das vielfältige Anwendungsmöglichkeiten bietet. Für die vorliegende Studie sind lediglich die Teilbereiche des Lernverhaltens (Anstrengungsbereitschaft und Ausdauer, Konzentration, Selbständigkeit beim Lernen und Sorgfalt beim Lernen) relevant.

8.3.3 Körperliche Aktivität

Die vorliegenden Fragstellungen beziehen sich auch auf die allgemeine körperliche Aktivität. Deshalb werden über die Daten der Pedometrie hinaus weitere Aspekte der körperlichen Aktivität wie Schwimmen, Fahrradfahren und allgemeines Interesse am Sport per Interview erfragt. Diese Informationen werden mit den Daten der Schrittzähler abgeglichen, um eine richtige Einstufung in Aktivitätsniveaus zu gewährleisten.

8.3.3.1 Pedometrie



**Abbildung 8-11: OMRON HJ-720 IT
(Walking Style Pro)**

Zur Erfassung der körperlichen Aktivität wurde der OMRON HJ-720 IT (Walking Style Pro) eingesetzt.

Der OMRON HJ-720 IT (Walking Style Pro) kann für den Zeitraum von 41 Tagen Informationen über die Anzahl der Schritte, die Anzahl der Aerobic-Steps, die Dauer eines gleichmäßigen (aeroben) Gehens, die verbrauchten Kalorien, die verbrauchten Fettreserven und die zurückgelegten Strecken speichern. Dabei sind Aerobic-Steps sportlich-kontinuierliche Schritte, die in einer Geschwindigkeit von mindestens 60 Schritten pro Minute und einer Dauer von mindestens zehn Minuten kontinuierlich gegangen wurden.

Die Daten werden stündlich über 24 Stunden erfasst und auf dem Gerät bis zu sieben Tagen direkt abrufbar dargestellt.

Der OMRON HJ-720 IT besitzt zwei piezoelektrische Sensoren und arbeitet nach der „multiple-positions sensing system technology“. Dabei wird basierend auf der Größe und Form des Schwingungsverlaufs die Beschleunigungsfrequenz von beiden Sensoren übermittelt. Ein Algorithmus bestimmt dabei den Sensor, der die Schritte zählt. Ein Vorteil dabei ist, dass das Gerät nicht unbedingt genau senkrecht zum Boden und aufrecht an der Hüfte getragen werden muss, um eine genaue Schrittzählung zu gewährleisten. Dies ist ein wichtiges Kriterium bei der Anwendung von Schrittzählern bei Kindern und Jugendlichen. Holbrock et al. (2009) und Hasson et al. (2009) berichten von hoher Validität und Reliabilität in mehreren Tragepositionen unter verschiedenen Bedingungen (vorgeschriebene oder selbst bestimmte Gegebenheiten, kontinuierliche oder wechselnde Geschwindigkeit) bei gesunden und adipösen Personen.

Befestigt wird die Halterung mit dem Hauptgerät mit dem Clip am Bund oder Gürtel der Hose. Doppelt gesichert und befestigt wird der Schrittzähler mit einem Band durch die Gürteltasche und einem Clip. Die Geräte sind bequem zu tragen, klein und leicht (Gewicht ca. 34 g mit Batterie; Größe: 7.3 cm x 5.2 cm x 1.9 cm).

Das Gerät kann nicht ausgeschaltet werden und wird nach 00:00 Uhr auf 0 Schritte zurückgesetzt. Bezüglich der Gütekriterien von Pedometern wird in Kapitel 5.5.4 detailliert eingegangen. Hinsichtlich der Validität und Reliabilität des hier eingesetzten Geräts der Marke OMRON stufen Giannakidou et al. (2008) den OMRON HJ-720 IT

(Walkling Style Pro) als ein gutes Instrument ein, körperliche Aktivität zu messen. Das Gerät „did not differ a lot from actual steps and any speed ($p > 0.05$)“ (Giannakidou et al., 2008, S. 54).

Allerdings können Schrittzähler aufgrund des Aufforderungscharakters zu einem Aktivitätsniveau führen, das oberhalb des eigentlichen normalen Niveaus körperlicher Aktivität liegt.

Die Kinder trugen den Schrittzähler an sieben aufeinander folgenden Tagen (fünf Wochentage, zwei Wochenendtage). Bei der ersten Ausgabe der Geräte wurden wichtige Informationen zum Gerät und dessen Anwendung in der Klasse und per Elterninformation weitergegeben.

8.3.3.2 Weitere Aspekte der körperlichen Aktivität

Es ist zu beachten, dass Schrittzähler beispielsweise bei Bewegungen wie Fahrradfahren, Schwimmen, Rudern oder Gerätetraining an ihre Grenzen stoßen. Aufgrund der Befestigung am Becken, führen diese Bewegungsformen nicht zu nennenswerten Signalen, sodass sie schlecht bzw. gar nicht erfasst werden können (Müller, Winter & Rosenbaum, 2010). Kinder mit diesen Hobbys wurden aus der Gesamtstichprobe heraus gerechnet.

Außer die Einschätzungen zum Lernverhalten (LSL) wurden sämtliche Daten von geschulten Testleitern erhoben.

8.4 Intervention

Folgende Ziele, Inhalte und Bausteine der Intervention folgen den in Kapitel 6.5 erarbeiteten Forderungen. Der Schwerpunkt liegt dabei auf der Förderung koordinativer und konditioneller Fähigkeiten sowie auf Übertragbarkeit der Übungen in den kindlichen Alltag. Ansatzpunkte der für die vorliegende Arbeit konzipierten Intervention können sowohl auf der Seite Schüler und Schülerinnen als auch auf der Seite der Lehrer und Lehrerinnen beschrieben werden:

8.4.1 Ansatzpunkte

Seitens der Schülerinnen und Schüler setzt die Intervention an folgenden Punkten an:

- (1) Aufmerksamkeit auf den eigenen kindlichen Bewegungsdrang und Verantwortung dafür übernehmen (Bewegungskind),
- (2) Interesse und Motivation an Bewegung (kindgerechte, interessenorientierte Aktivitäten),
- (3) Ideen und Anregungen für eine aktive Tagesgestaltung (Aktivitäten ohne zusätzliche Materialien, die in die Freizeit übertragbar sind),
- (4) Allgemeine Erhöhung körperlicher Aktivität in der Schule,
- (5) Förderung der Ausdauer und Koordination (Inhalte im Sportunterricht, die auf dem Schulhof, zu Hause weitergeführt werden),

(6) Langfristige Effekte des aktiven Schulalltags auf einen aktiven Nachmittag hin zu einer aktiven Freizeitgestaltung.

Seitens der Lehrkräfte lassen sich folgende Richtungspunkte formulieren:

- (1) Wissen um die Wichtigkeit von Bewegung für die kindliche Entwicklung und das Lernen,
- (2) Sensibilisierung hinsichtlich Bewegung und Aktivität,
- (3) Ideen und Materialien zur einfachen Umsetzung von Bewegung im Schulalltag,
- (4) Eigene Gestaltung und Erfahrungssammlung von Bewegung im Schulalltag,
- (5) Langfristige Implementation von Bewegung und Aktivität im Schulalltag.

Es wurde versucht, diese Anforderungen durch die im folgenden aufgeführten Bausteine zu erreichen.

8.4.2 Bausteine

Die konkreten Umsetzungsbausteine der vorliegenden Studie lehnen teilweise an Bausteine der „Bewegten Schule“ an, wie sie in Deutschland in unterschiedlicher Form je nach Bundesland eingeführt wurde, und internationalen Projekten zur schulintegrierten Bewegungsförderung (Kapitel 6.4).

Die folgenden Bausteine lassen sich je nach Schule, Lehrperson und Schülerinnen und Schüler situationsspezifisch kombinieren und einsetzen.

(1) Aktivitätsplakat

Jede Projektklasse bekommt zu Beginn der Intervention ein Aktivitätsplakat, das auf der einen Seite für die Kinder Aufforderungscharakter hat, auf der anderen Seite zur Dokumentation und zur Kontrolle dienen soll. Es wird neben die Tafel oder an die Klassentür gehängt, sodass es an die Bewegung erinnert. Jedes Kind der Klasse sucht sich einen oder mehrere Tage, an dem es Bewegungskind sein will, aus und schreibt seinen Namen in die entsprechende Zeile. Bewegungskind zu sein hieß, darauf zu achten, dass im Sinne des Projekts, aber auch den Bedürfnissen den Kindern entsprechend, Bewegung in den Schulalltag integriert wird. Damit ist das Bewegungskind für die Erinnerung, Auswahl, Durchführung und Dokumentation der Bewegung auf dem Plakat verantwortlich. Folgende Aspekte sind auf dem Plakat aufgeführt:

(2) Bewegungs-CD

Jede Projektklasse bekommt eine CD mit Bewegungsliedern. Die Lieder geben zum Teil die Bewegungen vor, zum Teil lassen sie großen Spielraum für Kreativität. Das Bewegungskind sucht sich an seinem Bewegungstag ein Lied aus und macht die Bewegungen zur Musik vor, wahlweise mit Partner und die gesamte Klasse tanzt mit.

Der Einsatz einer CD macht die Integration von Bewegung in den Schulalltag sehr leicht, er benötigt keine Planung und motiviert. Dadurch, dass die Schüler und

Schülerinnen selbst auswählen, zu welchem Lied sie sich bewegen, werden die Partizipation und die Motivation gefördert. Die CD wird nach Beendigung des Projekts in den Klassen bleiben und kann somit dauerhaft eingesetzt werden.

(3) Puschenpause

Nach der Umstrukturierung des Zeitplans in den Grundschulen, vom 45 Minuten-Takt hin zu 90 Minuten-Blöcken, ist die Lehrperson gezwungen, selbst schüler-, inhalts- und situationsangepasst eine oder mehrere Pausen einzulegen. Sind diese nicht angeleitet, so zeigt die Praxis, sitzen die Schüler auch in diesen Pausen auf ihren Plätzen und bewegen sich kaum. Dem entgegenzuwirken ist die Funktion der Puschenpause, einer bewegten Pause in einem 90-Minuten-Block. Die Puschen (Kinder haben während der Schulzeit Hausschuhe im Klassenzimmer an) haben Pause und ein mit den Schülerinnen und Schülern erarbeiteter Schulhofparcours wird zum bewegten Pausenerlebnis. Nach einmaliger Planung und Erkundung des Parcours können auch hier die Kinder selbständig und ohne Anleitung der Lehrperson ihre kurze Pause an der frischen Luft bewegt erleben.

(4) Bewegungspause

Konzentrationsphasen können im Grundschulalter maximal 15 bis 20 Minuten aufrecht erhalten bleiben, bis das kindliche Gehirn und der Körper ein Phasenwechsel benötigt (Klimt, 1981). Den Projektclassen stehen dafür Karteikarten mit Bewegungspausen zur Verfügung. Diese sind hinsichtlich Dauer der Pause (ein bis zwei Minuten bis zehn Minuten) und Art (Aktivierung, Koordination, Kraft, Ausdauer, Entspannung) sortiert. In den ersten Wochen werden die verschiedenen Formen der Bewegungspausen vorgestellt und ausprobiert, daraufhin kann das Bewegungskind selbst Bewegungspausen aus dem Sortiment wählen, durchführen und moderieren. Die Lehrperson gibt lediglich Dauer und Art vor. Bei der Auswahl der Bewegungspausen wird darauf geachtet, dass sie einfach in der Realisierung und ohne Materialien durchzuführen sind. Durch diese Einfachheit und Wiederholung der Pausen werden Schüler, Schülerinnen und Lehrer, Lehrerinnen darin geschult, diese Bewegungspausen auch außerhalb und nach Ablauf des Projektes durchzuführen.

(4) Bewegungshausaufgaben

Ein Ansatzpunkt der vorliegenden Intervention ist der Übertrag eines bewegteren Schulalltags in die Freizeit außerhalb der Schule. Bewegungshausaufgaben oder bewegte Hausaufgaben sind Aufgaben, die die Kinder zusätzlich zu den Hausaufgaben oder in Verbindung mit den Inhalten der Hausaufgaben zu Hause durchführen. Das sind überwiegend kleine Aufgaben, die Spaß machen und motivieren. Ziel ist die Integration von Bewegung im Freizeitbereich, um die Bewegungsaktivität außerhalb der Schule zu erhöhen, die motorischen Fähigkeiten zu verbessern und bestenfalls die Eltern zu integrieren.

(5) Sportunterricht

Die Schwerpunkte des Sportunterrichts liegen auf den Bereichen Ausdauer (Ausdauerspiele auch für die Freizeit), Koordination (Spiele aus dem Alltag der Kinder), Freizeit- und Pausenhofaktivitäten. Es werden Elemente eingebaut, die die Schüler und Schülerinnen direkt in ihren außerunterrichtlichen und außerschulischen Freizeitbereich übertragen können, entweder unter Einbezug der in der Schule und in den Pausen vorhandenen Materialien, oder unter Einbezug der unmittelbaren Umgebung, wie der Pausenhof oder Sportplatz um die Ecke. Dazu gehören beispielsweise die Erarbeitung eines Schulhofparcours, das Kennenlernen von Hüpfspielen auf dem Schulhof und die Erlangung eines Hüpfseildiploms, für das in den Pausen und am Nachmittag geübt werden kann. Diese Elemente führen automatisch zu einer bewegten Pause.

(6) Motivierende Ziele

Im Interventionszeitraum wurden diverse kleine Ziele gesetzt, die jede Klasse für sich aufgestellt hat. Beispielsweise zählen hierzu die Durchführung einer „Prüfung“ zur Erlangung eines Springseildiploms, die Sammlung der gelaufenen und mit dem Schrittzähler gezählten Schritte der ganzen Klasse an einem Tag (in einer Woche), Modifikationen des Schulhofparcours, Gestaltung des Schulwegs u. a. Durch diese für Kinder interessanten Bewegungsideen und selbst festgesetzten Ziele sollen die Freude an der Bewegung und die Motivation zur Bewegung gesteigert werden.

(7) Weitere Bausteine

Ein weiterer Baustein stellt der Bewegungs-Adventskalender dar. Er beinhaltet, wie ein gewöhnlicher Adventkalender, täglich einen kleinen Gegenstand in Form von Bewegungsmaterialien. Zu nennen sind hier beispielsweise Gummitwist-Seile, ein Twister-Spielfeld, Seile, Bälle u. a. Diese Materialien werden in einer Box gesammelt, die nach Weihnachten zur Aktivitätsbox der Klasse für Bewegungspausen, eine bewegte Gestaltung der Pausen oder für Regenspauzen genutzt wird.

(8) Informationen an die Eltern

Die schriftlichen Informationen an die Eltern in Form von Infobrief und Flyer zu verschiedenen Bereichen der Bewegungsförderung soll für das Thema sensibilisieren und motivieren, auch zu Hause im Kreise der Familie, das Schulkind bei seinen Bewegungshausaufgaben zu unterstützen. Hierfür sind ein Teil der Bewegungshausaufgaben direkt als Partner- oder Gruppenübung konzipiert.

8.5 Statistische Verfahren und Datenanalyse

Die Auswertung des Datenmaterials erfolgte mit dem Softwareprogramm SPSS Statistics 17.0 (Statistical Package for the Social Science). Folgende statistische Verfahren fanden Anwendung:

Deskriptive Statistik

Deskriptiv wurden in einem ersten Schritt für die als Standardwerte der vorliegenden Daten Mittelwertberechnungen mit Standardabweichung und dazugehöriger Gruppengröße differenziert nach Experimental-, Kontrollgruppe und Geschlecht durchgeführt.

Zur Beschreibung und Lage von Rohdaten, d. h. Daten für die keine Normen verfügbar sind, dienen Median, Minimum und Maximum.

Des Weiteren wurden Altersunterschiede bei Mädchen und Jungen anhand des Kruskal-Wallis-Test (mehr als zwei Gruppen) analysiert. Da keine Altersunterschiede erkennbar sind, jedoch Geschlechtsunterschiede, müssen bei Rechnungen mit Rohdaten Mädchen und Jungen getrennt voneinander betrachtet werden.

Zur Veranschaulichung der Veränderungen der Experimental- und Kontrollgruppe wurden Differenzwerte gebildet. Dazu wurden die Werte des 1. Messzeitpunkts von den Werten des 2. Messzeitpunkte subtrahiert. Die Bildung von einfachen Differenzwerten stellt in der quasiexperimentellen Überprüfung von Veränderungshypothesen sinnvolle, unverzerrte und wahre Veränderungen dar (Bortz & Döring, 2002).

Korrelationsrechnungen

In einem zweiten Schritt wurden Korrelationen berechnet. Korrelationen zwischen zwei intervall-skalierten normalverteilten Variablen wurden nach Pearson (r) berechnet. Sofern bei einer oder beiden intervall-skalierten Variablen keine Normalverteilung vorlag, erfolgte die Berechnung non-parametrisch nach Spearman (r_s) (Bortz 1989). In Abhängigkeit von den Hypothesen werden die Analysen zweiseitig durchgeführt.

Zur Interpretation der Höhe der Korrelationskoeffizienten wird Cohen (1988) zitiert:

$r = 0.10 \rightarrow$ kleiner Effekt

$r = 0.30 \rightarrow$ mittlerer (moderater) Effekt

$r = 0.50 \rightarrow$ starker Effekt

Darüber hinaus wurden bei ausgewählten Variablen Extremgruppenvergleiche mittels t-Tests bei unabhängigen Stichproben durchgeführt.

Inferenzstatistik

Die Effektwirkung der Intervention und die Veränderung über die Zeit wurden in einem dritten Schritt mit dreifaktoriellen Varianzanalysen mit Messwiederholung (gemischtes Design) überprüft. Der Messzeitpunkt, die Gruppenzugehörigkeit und das Geschlecht wurden als Zwischensubjektfaktoren eingefügt. Dabei wurden lineare und quadratische Veränderungen und deren Wechselwirkung mit der Gruppenzugehörigkeit geprüft.

Bei den signifikanten Haupteffekten Gruppe oder Geschlecht werden diese in Kapitel 9.1 (deskriptive Statistik) aufgenommen und die Ergebnisse der Post-hoc-Tests (α -Adjustierung nach Bonferroni) berichtet.

Es wird zwischen

5%igem Signifikantsniveau (signifikant *),

1%igem Signifikanzniveau (sehr signifikant **) und 0.1%igem Signifikanzniveau (hoch signifikant ***) unterschieden (Köhler, 2004).

Bonferroni- α -adjustiert wird das Ergebnis erst bei einem Niveau von $p < .025$ signifikant.

Die Größe des Effekts wird angelehnt an Bortz & Döring (2003) wie folgt interpretiert:

$\eta^2 \rightarrow .01$ kleiner Effekt

$\eta^2 \rightarrow .06$ mittlerer Effekt

$\eta^2 \rightarrow .14$ starker Effekt

Varianzanalysen setzen Normalverteilung und Varianzhomogenität in den zu vergleichenden Gruppen voraus. Bei einer Verletzung der Normalverteilung (Kolmogorov-Smirnov-Test), der Varianzhomogenität (Levene-Test) oder der Sphärizität (Mauchly-Test) empfehlen Bortz (1989) und Bühner et al. (2006) die Anwendung eines verteilungsfreien Verfahrens. Daher wurde für den Vergleich der Gruppen bei Verletzung einer oder beider Voraussetzungen mit einem verteilungsfreien Verfahren (U-Test und Friedman-Test) analysiert. Bei signifikanten Mittelwertunterschieden wurden diese ebenso in Kapitel 9.1 (deskriptive Statistik) berichtet. Darüber hinaus wurden die jeweiligen Effektstärken (r und w) errechnet. Dabei gilt nach Cohen (1988) für die Effektstärke des U-Tests ($r = z/\sqrt{N}$):

$r = 0.10 \rightarrow$ kleiner Effekt

$r = 0.30 \rightarrow$ mittlerer (moderater) Effekt

$r = 0.50 \rightarrow$ starker Effekt

und nach Bühner & Ziegler (2009) für die Effektstärke des Friedman-Tests:

$w = .10 \rightarrow$ kleiner Effekt

$w = .30 \rightarrow$ moderater Effekt

$w = .50 \rightarrow$ starker Effekt

Auch hier wurden bei ausgewählten Variablen Extremgruppenvergleiche mit dreifaktorieller Varianzanalyse mit Messwiederholung (gemischtes Design) durchgeführt.

Zur vereinfachenden Darstellung der Ergebnisse wurden folgende Abkürzungen vorgenommen:

EG = Experimentalgruppe

KG = Kontrollgruppe

m = männlich

w = weiblich

Gesamt = Gesamtstichprobe

T1 = Testzeitpunkt 1

T2 = Testzeitpunkt 2

T3 = Testzeitpunkt 3

M = Mittelwert

Mdn = Median

SD = Standardabweichung

Min = Minimum

Max = Maximum

n = Größe der Stichprobe

p = Signifikanzniveau

r_p = Korrelationskoeffizient nach Pearson

rs_p = Korrelationskoeffizient nach Spearman

9 Ergebnisdarstellung und -interpretation

Die Ergebnisdarstellung und -interpretation erfolgt in einem Dreischritt. Zunächst werden die Daten deskriptiv dargestellt (Kapitel 9.1). Daraufhin folgt die Überprüfung der Hypothesen über korrelative Zusammenhänge (Kapitel 9.2) und schließlich über inferenzstatistische Effekte (Kapitel 9.3). Am Ende eines jeden Kapitels werden die Ergebnisse zusammengefasst, diskutiert und interpretiert. In jedem der Kapitel werden die Ergebnisse in der Reihenfolge Motorik, Kognition und körperliche Aktivität vorgestellt. Tabelle 9-1 zeigt die unterschiedlichen Verfahren dieser drei Variablen.

Tabelle 9-1: Eingesetzte Testverfahren

Motorische Fähigkeiten	Kognitive Fähigkeiten	Körperliche Aktivität
BOT 2-sf	2 Untertest BUEGA	OMRON HJ-720 IT
6-Minuten-Ausdauerlauf	Bp-Aufmerksamkeitstest	
Sit and Reach Test	LSL-Lehrereinschätzliste	

9.1 Deskriptive Statistik

Die folgenden Tabellen zeigen die geschlechts- und gruppenweisen Mittelwerte (Normwerte) und Standardabweichungen mit den jeweiligen Stichprobengrößen (n). Sofern die Haupteffekte Geschlecht und Gruppe der dreifaktoriellen Varianzanalysen in Kapitel 9.3 signifikant werden, werden die Signifikanzen und Effektstärken in folgenden Tabellen berichtet. Dafür wurden post hoc t-Tests gerechnet. Um dem Problem der α -Fehler-Inflation entgegen zu wirken, wurde das Signifikanzniveau nach Bonferroni adjustiert. Erreicht wird das Signifikanzniveau dann bei $p < .025$. Für die Mittelwertunterschiede bei den Rohwerten (Anzahl der Schritte und Aerobic-Steps) kommen Mann-Whitney-U-Tests mit Bonferroni-Adjustierung zur Anwendung.

9.1.1 Motorische Fähigkeiten

Motorische Fähigkeiten werden in der vorliegenden Studie durch die motorischen Leistungen im Bruininks-Oseretsky-Test, der Ausdauerleistung im 6-Minuten-Lauf und der Beweglichkeit, gemessen mit dem Sit and Reach-Test repräsentiert.

9.1.1.1 BOT 2-sf

Für die Erfassung der motorischen Leistung wurde das Screening-Verfahren des BOT 2 von Bruininks und Bruininks (2005) eingesetzt. Er umfasst 14 Testitems, die sich auf acht Subtests verteilen lassen: fine motor precision, fine motor integration, manual dexterity, bilateral coordination, balance, running speed and agility, upper

limb coordination und strength. Für die Datenauswertung wurden die Normen der Gesamtleistung verwendet, sodass für jedes an der Studie teilnehmende Kind ein T-Wert der allgemeinen motorischen Leistung errechnet werden konnte. Diese werden in Tabelle 9-2 nach Kontroll- und Experimentalgruppe und Mädchen und Jungen differenziert für T1 und T2 dargestellt.

Tabelle 9-2: Motorische Leistung BOT 2-sf (T-Werte)

	T1				T2			
	M	SD	n	p	M	SD	n	p
EG	49.56	8.53	122	n.s.	49.53	7.08	120	n.s.
KG	50.74	8.45	120		48.43	7.34	68	
m	51.53	8.33	121	n.s.	48.96	6.79	98	n.s.
w	48.76	8.46	121		49.32	7.60	90	
Gesamt	50.14	8.49	242	-	49.13	7.17	188	-

Die Gesamtstichprobe startet in T_1 mit einem mittleren Wert von $M = 50.14$ ($SD = 8.49$) und verschlechtert sich geringfügig zu T_2 ($M = 49.13$, $SD = 7.17$). Die Experimentalgruppe hält ihren Ausgangswert über beide Messzeitpunkte betrachtet nahezu konstant (T_1 : $M = 49.56$, $SD = 8.53$; T_2 : $M = 49.53$, $SD = 7.08$). Die Kontrollgruppe hingegen startet mit einem geringfügig höheren Leistungswert als die Experimentalgruppe ($M = 50.74$; $SD = 8.45$) und verschlechtert sich zu T_2 ($M = 48.43$, $SD = 7.34$) (Abbildung 9-1). Der Haupteffekt Gruppe wird in der Varianzanalyse (Kapitel 9.3) jedoch nicht statistisch signifikant, sodass die Gruppenunterschiede sowohl in T_1 wie auch in T_2 als nicht bedeutsam gewertet werden können.

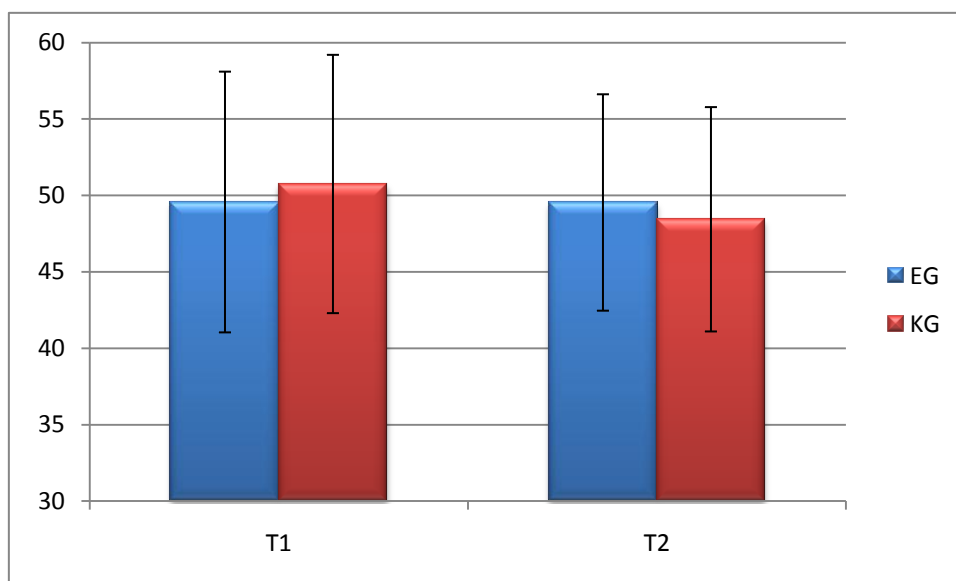


Abbildung 9-1: Motorische Fähigkeiten BOT 2-sf der Kontroll- und Experimentalgruppe in T1 und T2

Zu T₁ weisen die Jungen ($M = 51.53$, $SD = 8.33$) einen leicht höheren Leistungswert auf als die Mädchen ($M = 48.76$, $SD = 8.46$). Zum zweiten Messzeitpunkt können sich die Mädchen leicht verbessern ($M = 49.32$, $SD = 7.60$), während sich die Jungen leicht verschlechtern ($M = 48.96$, $SD = 6.79$). Der Unterschied zwischen Mädchen und Jungen ist somit in T2 kleiner (Abbildung 9-2). Der Haupteffekt Geschlecht wird varianzanalytisch nicht signifikant (Kapitel 9.3), sodass es keine bedeutsamen Leistungsunterschiede zwischen Mädchen und Jungen gibt.

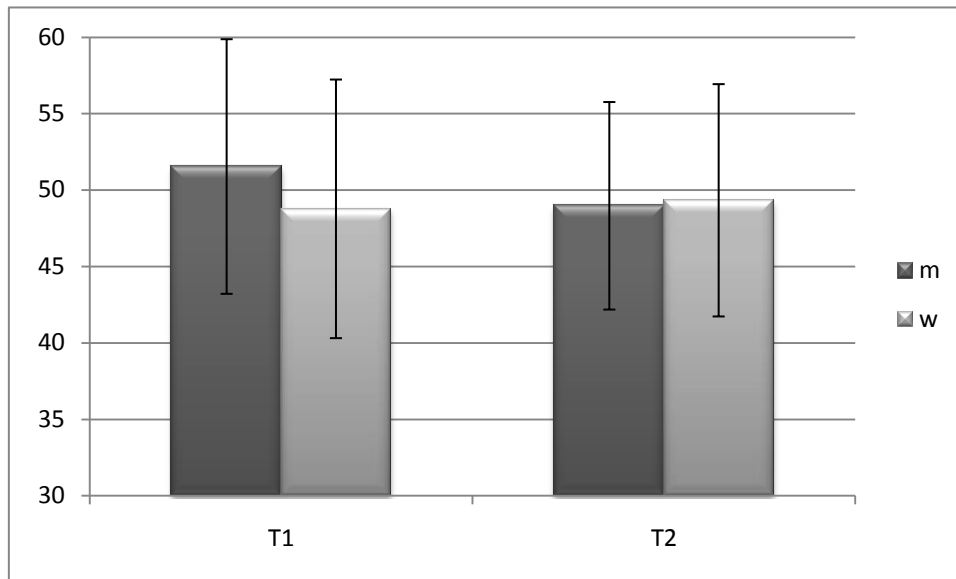


Abbildung 9-2: Motorische Fähigkeiten BOT 2-sf der Mädchen und Jungen in T1 und T2

9.1.1.2 6-Minuten-Ausdauerlauf

Zur Bestimmung der Ausdauerleistungsfähigkeit wurde der 6-Minuten-Ausdauerlauf von Bös und Mechling (1983) durchgeführt. Für die Datenauswertung wurden die Normen von Bös et al. (2009) herangezogen, dabei wurden die Z-Werte verwendet. In Tabelle 9-3 sind die Z-Werte nach Gruppe, Geschlecht und Messzeitpunkt differenziert aufgeführt.

Tabelle 9-3: Ausdauerleistungsfähigkeit 6-Minuten-Lauf (Z-Werte)

	T1				T2			
	M	SD	n	p	M	SD	n	p
EG	105.89	9.91	116	.000	94.48	14.56	118	n.s.
KG	95.32	10.21	115		97.17	8.13	69	
m	100.34	11.54	120	n.s.	94.15	16.03	100	n.s.
w	100.94	11.18	111		96.99	6.64	87	
Gesamt	100.63	11.35	231	-	95.47	12.62	187	-

Die Gesamtstichprobe liegt zum ersten Messzeitpunkt mit einem Mittelwert von 100.63 ($SD = 11.35$) im mittleren Bereich und verschlechtert sich zum zweiten Messzeitpunkt ($M = 95.47$, $SD = 12.62$) um eine halbe Standardabweichung.

Im Gruppenvergleich wird deutlich, dass die Experimentalgruppe ($M = 105.89$, $SD = 9.91$) mit einer besseren Ausdauerleistungsfähigkeit in T_1 im Vergleich zur Kontrollgruppe ($M = 95.32$, $SD = 10.21$) startet. Während sich die Kontrollgruppe in T_2 verbessert ($M = 97.17$, $SD = 8.13$), bricht die Leistung der Experimentalgruppe in T_2 ein ($M = 94.84$, $SD = 14.56$).

Der Haupteffekt Gruppe wird in der Varianzanalyse signifikant (Kapitel 9.3), sodass durch post-hoc-Vergleiche die Mittelwertsunterschiede in T_1 und T_2 überprüft wurden. Um den α -Fehler zu umgehen, wurde eine Bonferroni-Adjustierung vorgenommen, sodass das Ergebnis bei einem $p < .025$ die Signifikanzstufe erreicht. In T_1 erreicht der T-Test ebenfalls das Signifikanzniveau ($t(229) = 7.98$, $p < .000$), in T_2 ist der Mittelwertunterschied der Experimental- und Kontrollgruppe nicht mehr signifikant ($t(185) = -1.41$, $p = .16$) (Abbildung 9-3)

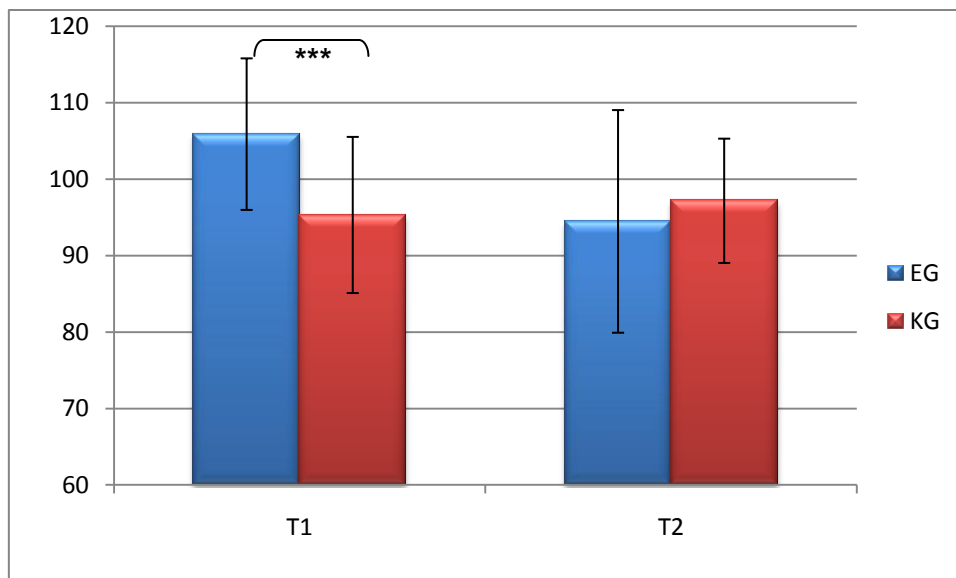


Abbildung 9-3: Ausdauerleistungsfähigkeit 6-Minuten-Lauf der Experimental- und Kontrollgruppe in T1 und T2

Die Ausdauerleistungen der Jungen ($M_{T1} = 100.34$, $SD_{T1} = 11.54$; $M_{T2} = 94.15$; $SD_{T2} = 16.03$) und der Mädchen ($M_{T1} = 100.94$, $SD_{T1} = 11.18$; $M_{T2} = 96.99$, $SD_{T2} = 6.64$) unterscheiden sich nicht signifikant. In T_2 liegen beide Geschlechtergruppen unter den Werten von T_1 (Abbildung 9-4). Die Gruppe der Jungen verliert dabei deutlicher an Leistung.

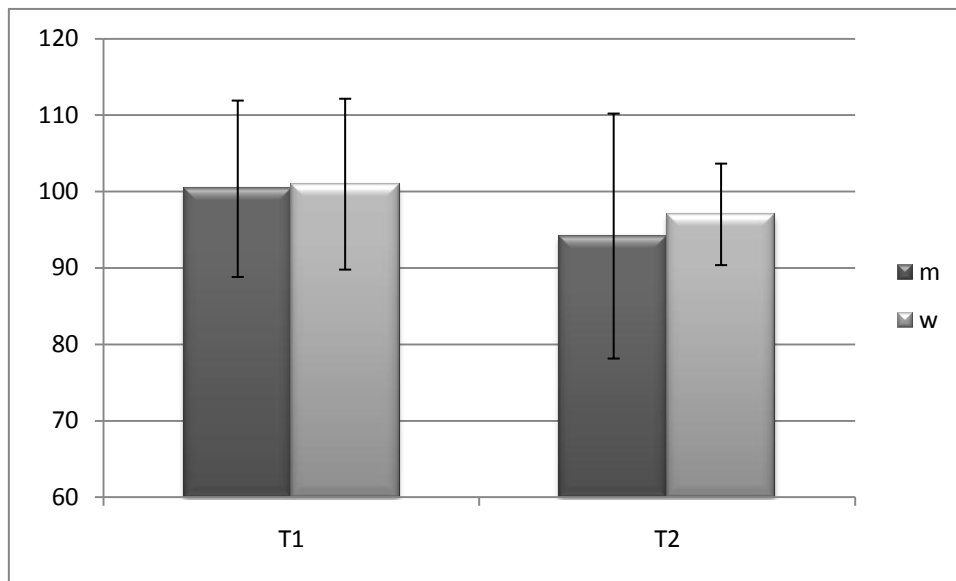


Abbildung 9-4: Ausdauerleistungsfähigkeit 6-Minuten-Lauf der Mädchen und Jungen in T1 und T2

9.1.1.3 Sit and Reach-Test

Zur Bestimmung der allgemeinen Beweglichkeit wurde der Sit and Reach-Test (Wells & Dillon, 1952) eingesetzt. Die Normen des Dordel-Koch-Tests, die in Noten von Eins bis Sechs angegebenen sind, dienen zur Datenauswertung. Die Gruppenmittelwerte sind in Tabelle 9-4 aufgeführt.

Tabelle 9-4: Beweglichkeit Sit and Reach-Test

	T1				T2			
	M	SD	n	p	M	SD	n	p
EG	3.76	1.14	104	n.s.	3.52	1.21	122	n.s.
KG	3.59	1.32	113		3.39	1.10	72	
m	3.83	1.24	108	n.s.	3.43	1.20	102	n.s.
w	3.51	1.21	109		3.53	1.14	92	
Gesamt	3.67	1.24	217	-	3.48	1.173	193	-

Anm.: niedrige Werte bedeuten eine hohe Ausprägung des Merkmals (Skalierung: 1 = sehr gut bis 6 = ungenügend)

Die Gesamtstichprobe erreicht in T1 eine Note von 3.67 ($SD = 1.24$) und in T2 eine 3.48 ($SD = 1.17$). Sie verbessert ihre Dehnfähigkeit somit marginal von T1 zu T2. Dieses Ergebnis zeichnet sich auch im Gruppenvergleich ab. Die Dehnfähigkeit der Experimentalgruppe in T1 ($M = 3.76$, $SD = 1.14$) und in T2 ($M = 3.52$, $SD = 1.12$) verhält sich parallel zur Dehnfähigkeit der Kontrollgruppe in T1 ($M = 3.59$, $SD = 1.23$) und T2 ($M = 3.39$; $SD = 1.10$), wobei die Kontrollgruppe stets minimal bessere Noten erzielt (Abbildung 9-5).

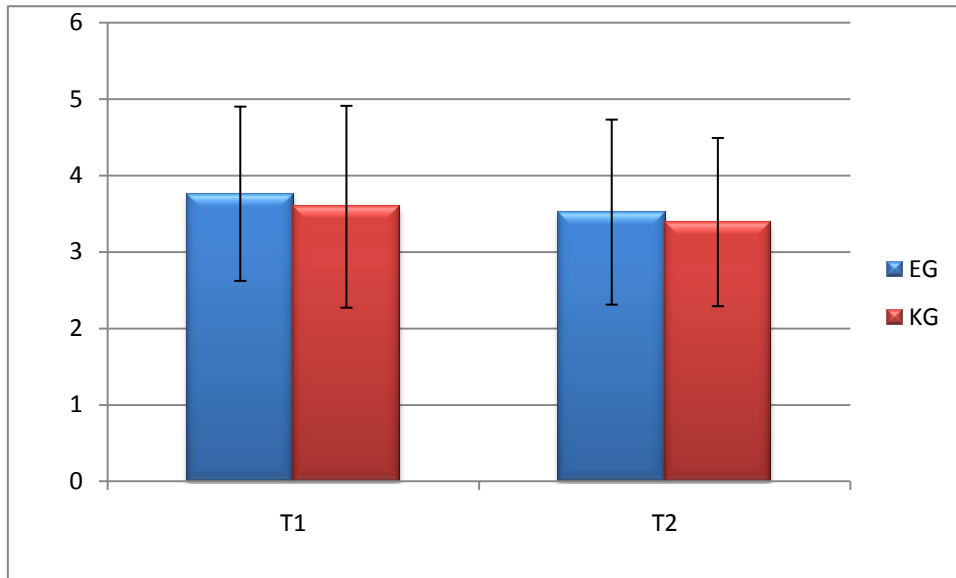


Abbildung 9-5: Beweglichkeit Sit and Reach-Test der Experimental- und Kontrollgruppe in T1 und T2

Auch die mittlere Note der Jungen verbessert sich minimal von T1 zu T2 ($M_{T1} = 3.83$, $SD_{T1} = 1.24$; $M_{T2} = 3.43$, $SD_{T2} = 1.20$), während die Beweglichkeit der Mädchen in T1 und T2 konstant bleibt ($M_{T1} = 3.51$, $SD_{T1} = 1.21$; $M_{T2} = 3.53$, $SD_{T2} = 1.14$) (Abbildung 9-6). Varianzanalytisch hat weder die Gruppenzugehörigkeit noch das Geschlecht einen signifikanten Effekt.

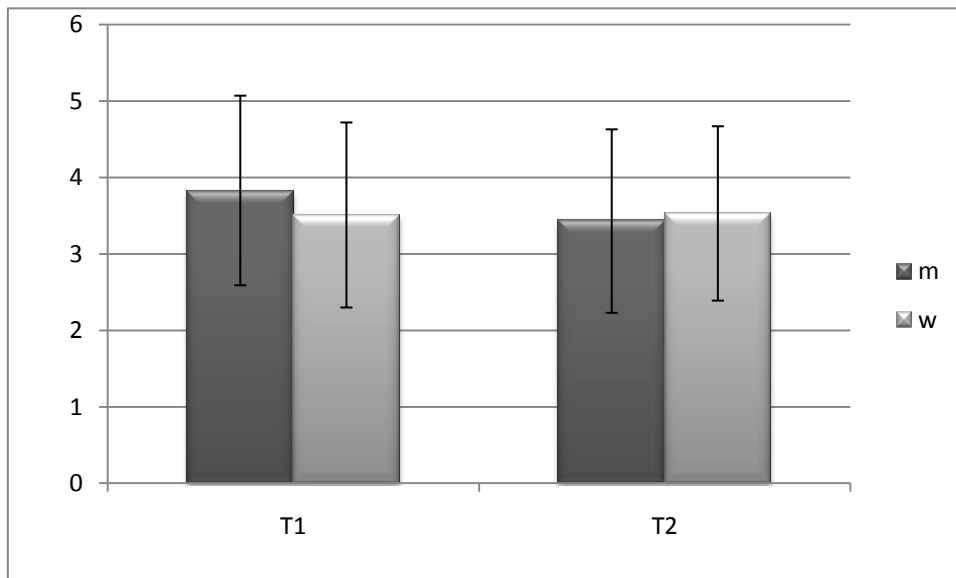


Abbildung 9-6: Beweglichkeit Sit and Reach-Test der Mädchen und Jungen in T1 und T2

9.1.2 Kognitive Fähigkeiten

Die kognitiven Fähigkeiten werden in der vorliegenden Studie über die nonverbale und verbale Intelligenz, über die Aufmerksamkeitsleistung und über das Lernverhalten repräsentiert.

9.1.2.1 Verbale Intelligenz

Zur Erfassung der verbalen Intelligenz und zur Auswertung der Daten wurden der Untertest „Analogien“ des Potsdam-Illinois Test of Psycholinguistic Abilities (P-ITPA) von Esser & Wyschkon (in Vorb.) eingesetzt. Die Ergebnisse sind in T-Werten in Tabelle 9-5 dargestellt.

Tabelle 9-5: Verbale Intelligenz (T-Werte)

	T1				T2			
	M	SD	n	p	M	SD	n	p
EG	42.35	12.15	123	n.s.	44.77	11.43	119	.009
KG	43.07	12.03	120		40.39	10.19	70	
m	42.62	13.23	122	n.s.	44.41	11.51	97	n.s.
w	42.79	10.83	121		41.82	10.70	92	
Gesamt	42.70	12.07	243	-	43.15	11.17	189	-

Die Gesamtstichprobe liegt mit ihren Leistungen im unteren durchschnittlichen Bereich und zeigt eine minimale Verbesserung von T1 ($M = 42.70$, $SD = 12.07$) zu T2 ($M = 43.15$, $SD = 11.17$).

Während die Experimental- und Kontrollgruppe zum ersten Messzeitpunkt auf gleichem Leistungsniveau starten ($M_{EG} = 42.35$, $SD_{EG} = 12.15$; $M_{KG} = 43.07$, $SD_{KG} = 12.03$), kann die Experimentalgruppe ihre Leistung in T2 im Gegensatz zur Kontrollgruppe verbessern ($M_{EG} = 44.77$, $SD_{EG} = 11.43$; $M_{KG} = 40.39$, $SD_{KG} = 10.19$). Der Haupteffekt Gruppe wird in der Varianzanalyse in Kapitel 9.3 signifikant, sodass post-hoc geklärt werden muss, welchen Messzeitpunkt dies betrifft. Mit t-Tests und Bonferroni- α -Adjustierung wird deutlich, dass sich die Mittelwerte beider Gruppen in T1 nicht, in T2 jedoch zu Gunsten der Experimentalgruppe signifikant unterscheiden ($t(187) = 2.65$, $p < .005$) (Abbildung 9-7).

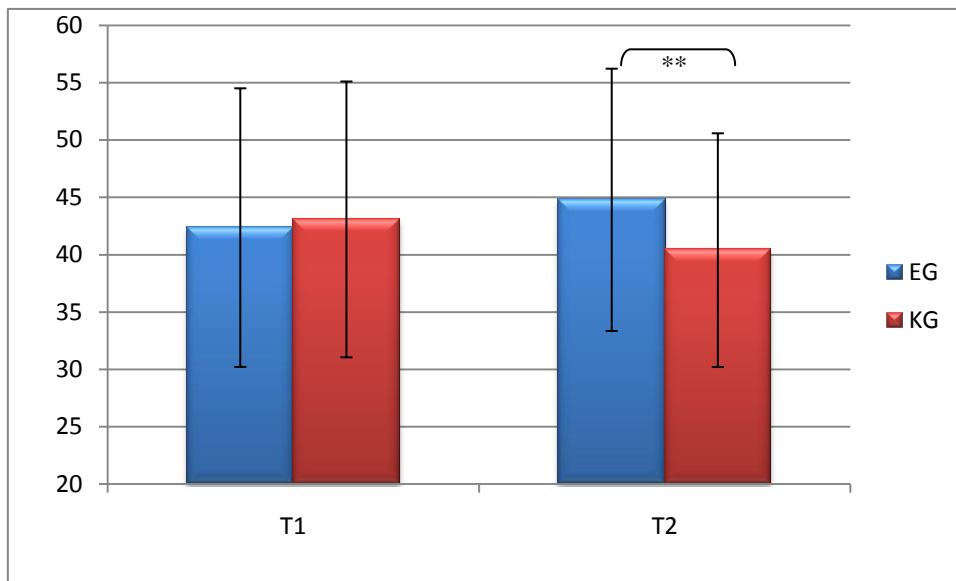


Abbildung 9-7: Verbale Intelligenz der Experimental- und Kontrollgruppe in T1 und T2

Im Geschlechtervergleich zeigt sich bei den Jungen eine geringe Verbesserung von T1 zu T2 ($M_{T1} = 42.62$, $SD_{T1} = 13.23$; $M_{T2} = 44.41$, $SD_{T2} = 11.51$). Gleichzeitig verschlechtern sich die Mädchen geringfügig ($M_{T1} = 42.79$, $SD_{T1} = 10.83$; $M_{T2} = 41.82$, $SD_{T2} = 10.70$). Für das Geschlecht stellt sich jedoch kein signifikanter Haupteffekt dar (Abbildung 9-8).

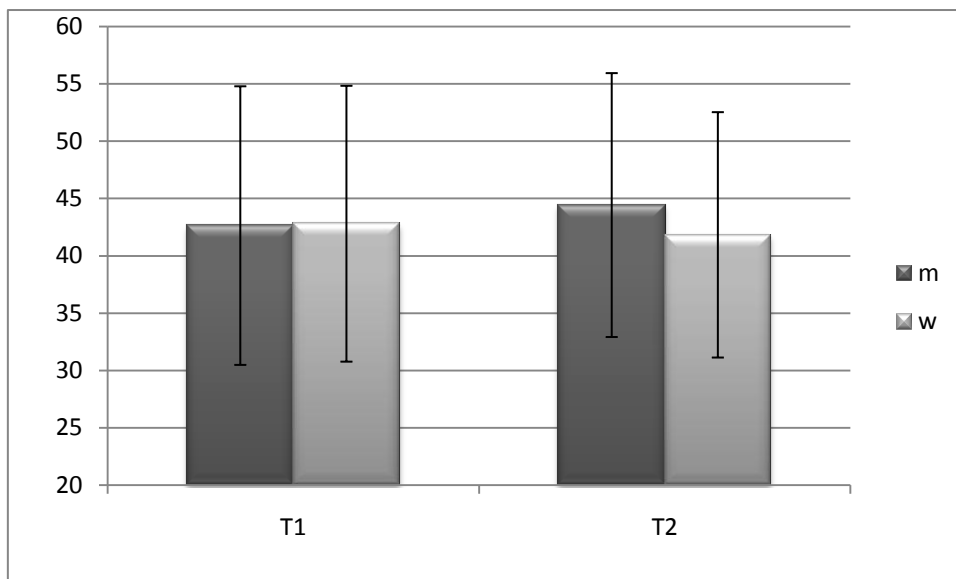


Abbildung 9-8: Verbale Intelligenz der Mädchen und Jungen in T1 und T2

9.1.2.2 Nonverbale Intelligenz

Die nonverbale Intelligenz wurde mittels des Untertests „Matrizen“ aus dem Potsdamer Intelligenztest (PIT) von Esser und Ballaschk (in Vorb.) erfasst. Auch hier wurden zur Datenauswertung die Normen von ebd. herangezogen. Die T-Werte sind nach Gruppe und Geschlecht differenziert für den ersten und zweiten Messzeitpunkt dargestellt (Tabelle 9-6).

Tabelle 9-6: Nonverbale Intelligenz (T-Werte)

	T1				T2			
	M	SD	n	p	M	SD	n	p
EG	48.92	9.92	122	n.s.	51.09	10.19	122	n.s.
KG	51.86	10.46	121		51.17	10.19	73	
m	49.86	10.47	122	n.s.	50.67	10.18	102	n.s.
w	50.89	10.10	122		51.62	10.18	93	
Gesamt	50.38	10.23	244	-	51.12	10.16	195	-

Die Gesamtstichprobe lässt sich hinsichtlich ihrer nonverbalen Intelligenz im Mittel in den Durchschnitt einordnen. Die Daten präsentieren eine leichte Verbesserung der Leistung von T1 ($M = 50.38$, $SD = 10.23$) zu T2 ($M = 51.12$, $SD = 10.16$). Im Gruppenvergleich zeigen die Durchschnittswerte eine bessere Ausgangslage der Kontrollgruppe im Vergleich zur Experimentalgruppe. Zum Testzeitpunkt zwei verbessert sich die Experimentalgruppe und verschlechtert sich die Kontrollgruppe (Abbildung 9-9). Der Haupteffekt Gruppe wird varianzanalytisch jedoch nicht signifikant.

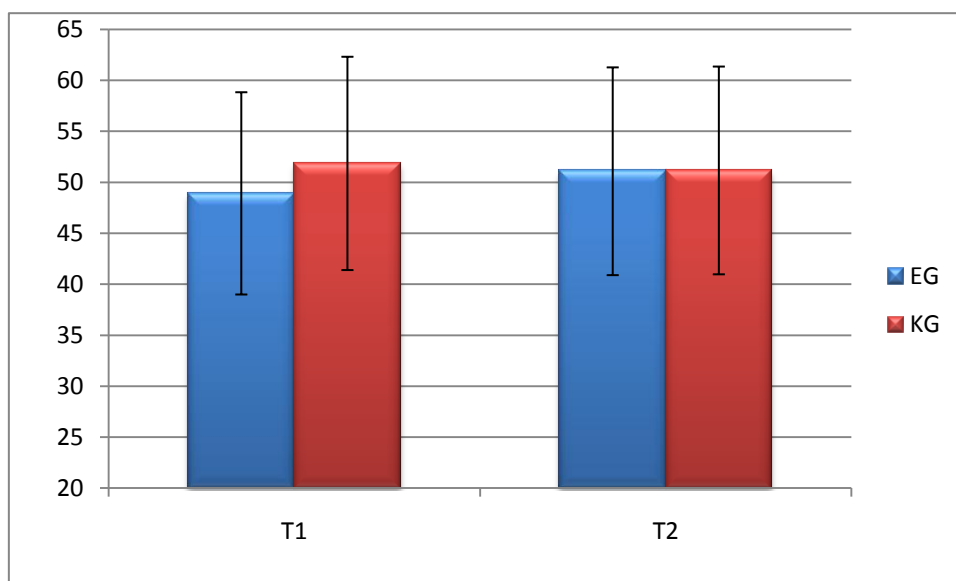


Abbildung 9-9: Nonverbale Intelligenz der Experimental- und Kontrollgruppe in T1 und T2

Der Geschlechtervergleich zeigt keine Mittelwertunterschiede zwischen Jungen ($M_{T1} = 49.86$, $SD_{T1} = 10.47$; $M_{T2} = 50.67$, $SD_{T2} = 10.18$) und Mädchen ($M_{T1} = 50.89$, $SD_{T1} = 10.10$; $M_{T2} = 51.62$, $SD_{T2} = 10.18$), weder zum ersten noch zum zweiten Messzeitpunkt. Beide Gruppen verbessern die durchschnittliche Leistung minimal (Abbildung 9-10).

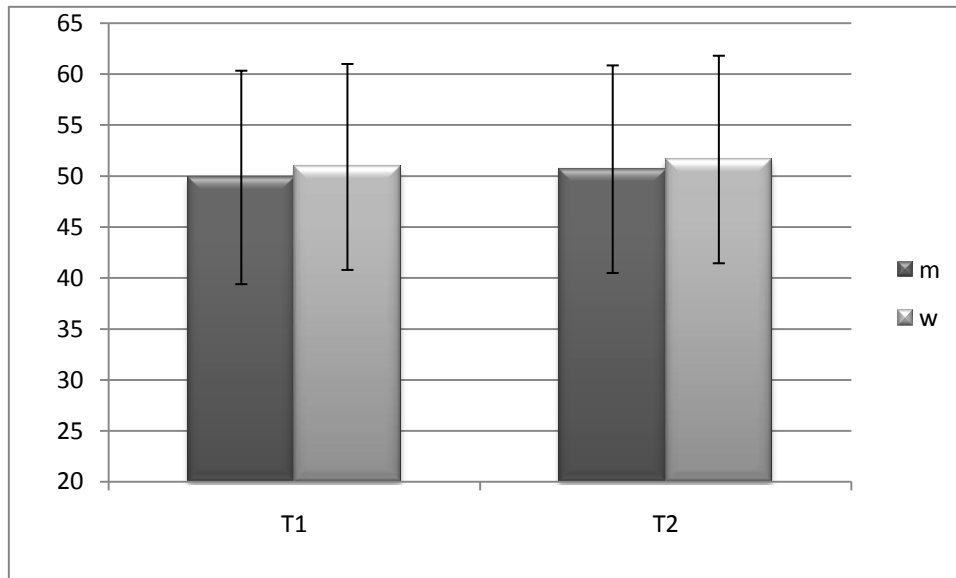


Abbildung 9-10: Nonverbale Intelligenz der Mädchen und Jungen in T1 und T2

9.1.2.3 bp-Aufmerksamkeitstest

Für die Erfassung der Aufmerksamkeitsleistung wurde der bp-Test von Esser und Geisel (1978) eingesetzt. Auch hier stehen Normen zur Verfügung, die für die Datenauswertung Verwendung gefunden haben. Tabelle 9-7 veranschaulicht die T-Werte und Standardabweichungen der Aufmerksamkeitsleistung differenziert nach Gruppe, Geschlecht und Testzeitpunkt.

Tabelle 9-7: Aufmerksamkeitsleistung bp-Test (T-Werte)

	T1				T2			
	M	SD	n	p	M	SD	n	p
EG	47.92	12.89	115	n.s.	51.83	10.53	115	n.s.
KG	49.91	11.19	114		53.41	11.67	68	
m	48.18	12.39	114	n.s.	51.70	10.15	96	n.s.
w	49.63	11.80	115		53.22	11.80	87	
Gesamt	48.91	12.09	229	-	52.42	10.96	183	-

Die mittleren Werte der Gesamtstichprobe sowie aller Untergruppen liegen im durchschnittlichen Bereich und zeigen deutliche Verbesserungen vom ersten zum zweiten Messzeitpunkt. Weder der Haupeffekt Gruppe noch Geschlecht werden varianzanalytisch signifikant (Abbildung 9-11, Abbildung 9-12).

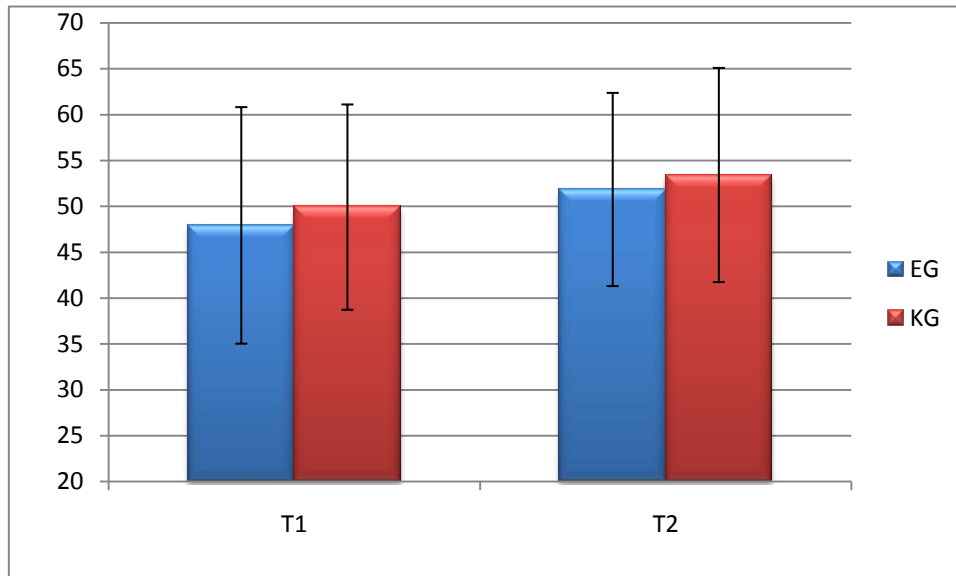


Abbildung 9-11: Aufmerksamkeitsleistung der Experimental- und Kontrollgruppe in T1 und T2

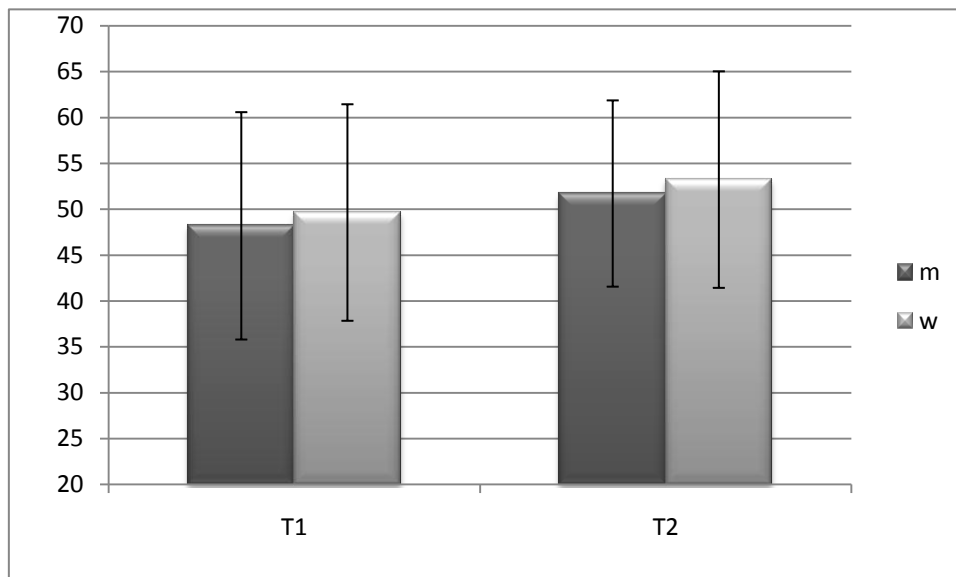


Abbildung 9-12: Aufmerksamkeitsleistung der Mädchen und Jungen in T1 und T2

9.1.2.4 LSL - Lehrereinschätzliste Lernbereitschaft

Zur Erfassung der Lernbereitschaft wurde die Lehrereinschätzliste für Sozial- und Lernverhalten (LSL) von Petermann und Petermann (2006) eingesetzt. In der vorliegenden Studie werden lediglich die Teilbereiche des Lernverhaltens (Anstren-

gungsbereitschaft, Konzentration, Selbständigkeit und Sorgfalt beim Lernen) berücksichtigt. Auch hier liegen geschlechts- und altersspezifische Normen vor, so dass in den folgenden Tabellen die T-Werte und Standardabweichungen des jeweiligen Bereichs des Lernverhaltens geschlechts- und gruppenspezifisch in T1 und T2 dargestellt sind.

Anstrengungsbereitschaft

Die Anstrengungsbereitschaft der Gesamtstichprobe lässt sich zum ersten und zweiten Testzeitpunkt in den mittleren Bereich einstufen. Eine leichte Verbesserung ist von T1 ($M = 50.10$, $SD = 9.25$) zu T2 ($M = 51.09$, $SD = 7.66$) zu beobachten.

Tabelle 9-8: Anstrengungsbereitschaft - Lehrereinschätzliste (T-Werte)

	T1				T2			
	M	SD	n	p	M	SD	n	p
EG	49.42	9.42	107	n.s.	51.39	8.05	107	n.s.
KG	50.68	9.09	125		50.54	6.92	59	
m	51.72	8.23	119	.003	52.19	7.81	90	.02
w	48.39	9.96	113		49.78	7.32	76	
Gesamt	50.10	9.25	232	-	51.09	7.66	166	-

Diese leichte Verbesserung zeichnet sich auch in der Experimentalgruppe ($M_{T1} = 49.42$, $SD_{T1} = 9.42$; $M_{T2} = 51.39$, $SD_{T2} = 8.05$) ab. Die Kontrollgruppe hingegen hält ihr Niveau ($M_{T1} = 50.68$, $SD_{T1} = 9.09$; $M_{T2} = 50.54$, $SD_{T2} = 6.92$) (Abbildung 9-13).

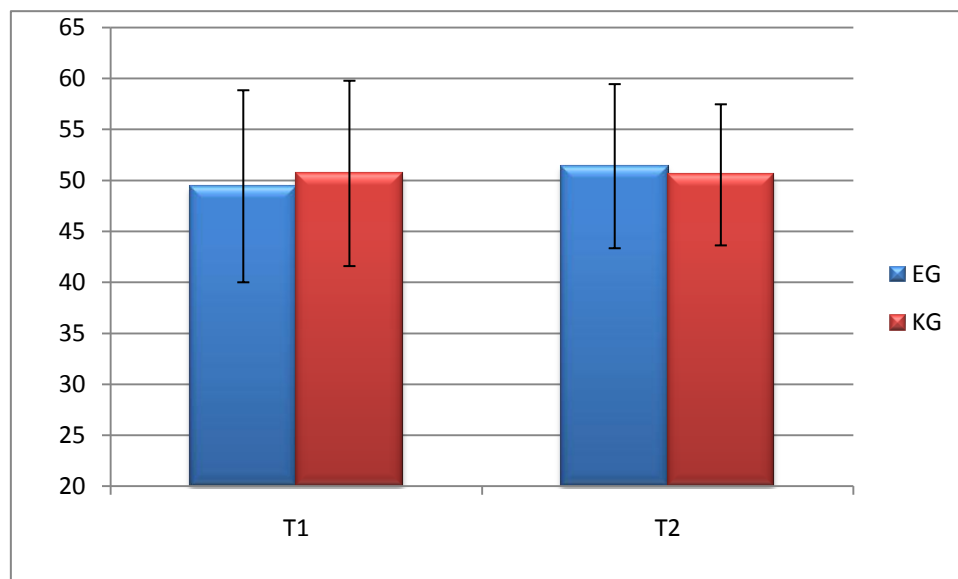


Abbildung 9-13: Anstrengungsbereitschaft (Lehrereinschätzliste) der Experimental- und Kontrollgruppe in T1 und T2

Ein positiver Trend lässt sich auch bei den Mädchen von T1 ($M = 48.39$, $SD = 9.96$) zu T2 ($M = 49.78$, $SD = 7.32$) und bei den Jungen von T1 ($M = 51.72$, $SD = 8.23$) zu T2 ($M = 52.19$, $SD = 7.81$) beobachten. Die Jungen werden dabei im Vergleich zu den Mädchen als anstrengungsbereiter eingeschätzt. Dies zeigt der signifikante Haupteffekt Geschlecht der Varianzanalyse (Kapitel 9.3). Post-hoc ergibt sich ein bedeutsamer Mittelwertunterschied in T1 ($F(1.239) = 2.96$, $p < .005$) und T2 ($F(1.164) = 2.35$, $p < .025$) zugunsten der Jungengruppe (Abbildung 9-14).

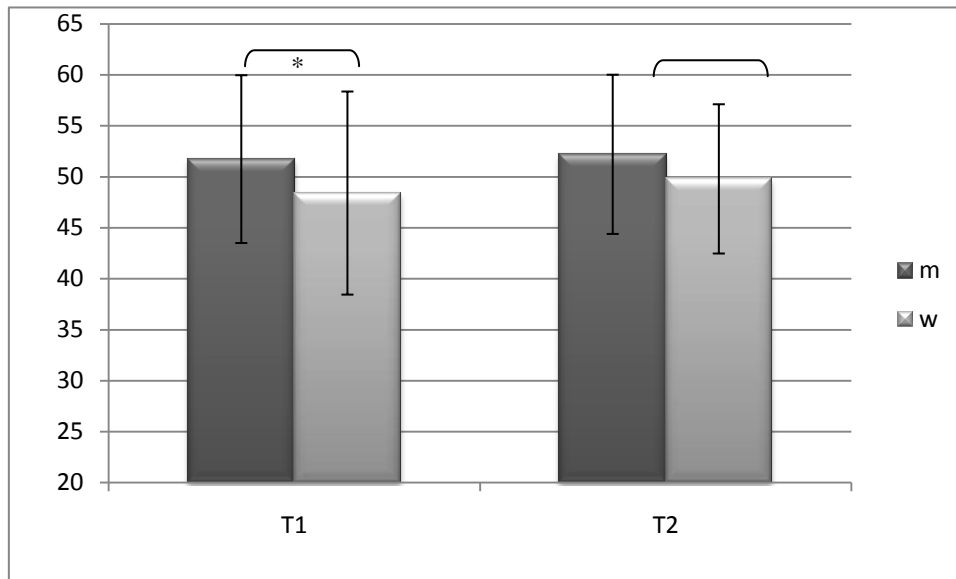


Abbildung 9-14: Anstrengungsbereitschaft (Lehrereinschätzliste) der Mädchen und Jungen in T1 und T2

Konzentration

Die Gesamtstichprobe wird auch hier im Mittel als durchschnittlich bzgl. ihrer Konzentrationsleistung bewertet, wobei die Konzentration zum zweiten Messzeitpunkt ($M = 50.07$, $SD = 8.04$) etwas höher als zum ersten Messzeitpunkt ($M = 49.21$, $SD = 9.52$) eingeschätzt wird (Tabelle 9-9).

Tabelle 9-9: Konzentration - Lehrereinschätzliste (T-Werte)

	T1				T2			
	M	SD	n	p	M	SD	n	p
EG	48.15	9.80	107	n.s.	50.24	8.27	106	n.s.
KG	50.13	9.21	125		49.74	7.67	59	
m	49.91	10.41	119	n.s.	51.33	8.14	90	n.s.
w	48.48	8.46	113		58.54	7.71	75	
Gesamt	49.21	9.52	232	-	50.07	8.04	165	-

Bei der Experimentalgruppe zeigt sich eine deutlichere Verbesserung von T1 ($M = 48.15$, $SD = 9.80$) zu T2 ($M = 50.24$, $SD = 8.27$), während die Kontrollgruppe minimal in ihrer Bewertung abgestuft wird ($M_{T1} = 50.13$, $SD_{T1} = 9.21$; $M_{T2} = 49.74$, $SD_{T2} = 7.67$). Zum zweiten Messzeitpunkt wird die Experimentalgruppe im Vergleich zur Kontrollgruppe besser eingestuft (Abbildung 9-15). Die Varianzanalysen in Kapitel 9.3 ergeben jedoch für den Haupteffekt Gruppe keine Signifikanz.

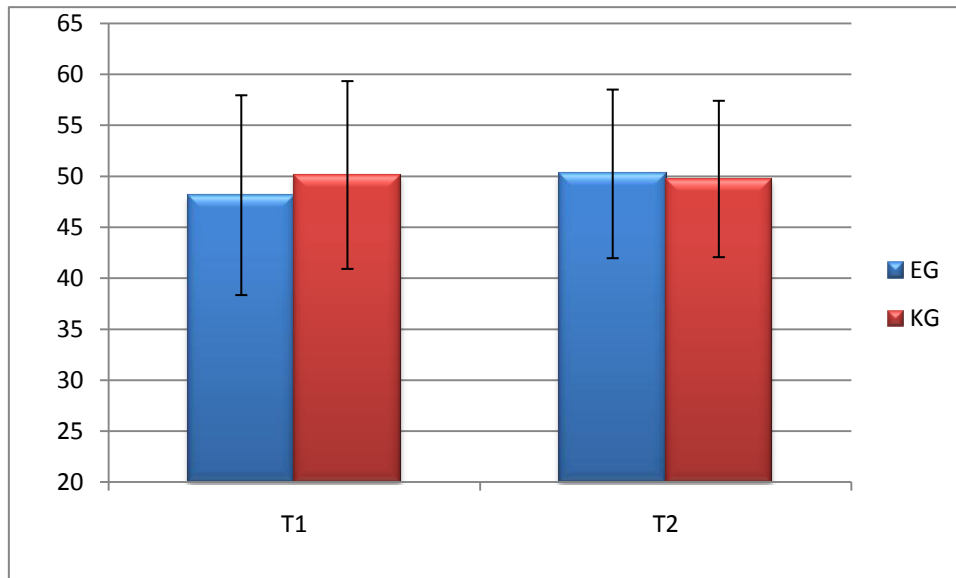


Abbildung 9-15: : Konzentration (Lehrereinschätzliste) der Experimental- und Kontrollgruppe in T1 und T2

Im Geschlechtervergleich wird deutlich, dass zum ersten Messzeitpunkt die Gruppe der Mädchen ($M = 48.48$, $SD = 8.46$) leicht unter der der Jungen ($M = 49.91$, $SD = 10.41$) liegt. Ihre Konzentrationsleistung wird zum zweiten Messzeitpunkt jedoch deutlich besser als die der Jungen eingeschätzt ($M_w = 58.54$, $SD_w = 7.71$; $M_m = 51.33$, $SD_m = 8.41$) (Abbildung 9-16). Varianzanalytisch wird dieser Effekt jedoch nicht signifikant.

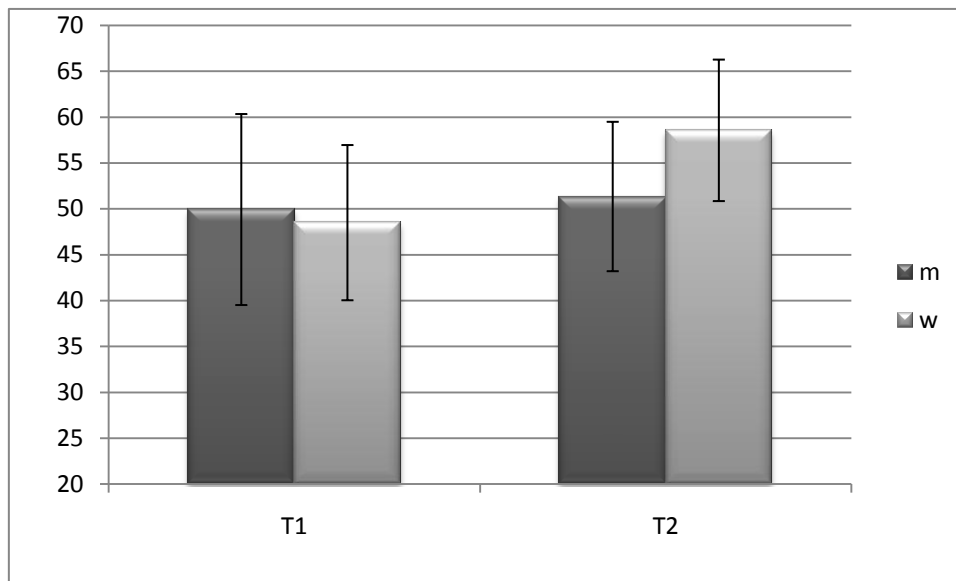


Abbildung 9-16: Konzentration (Lehrereinschätzliste) der Mädchen und Jungen in T1 und T2

Selbständigkeit

Die Gesamtstichprobe wird hinsichtlich ihrer Selbständigkeit im Mittel als durchschnittlich eingeschätzt und verbessert sich von T1 ($M = 48.94$, $SD = 8.65$) zu T2 ($M = 49.97$, $SD = 8.19$) geringfügig (Tabelle 9-10).

Tabelle 9-10: Selbständigkeit - Lehrereinschätzliste (T-Werte)

	T1				T2			
	M	SD	n	p	M	SD	n	p
EG	47.71	8.97	107	n.s.	49.95	8.55	107	n.s.
KG	50.00	8.25	125		50.02	7.57	60	
m	49.51	7.41	119	n.s.	50.21	7.57	90	n.s.
w	48.35	9.34	113		49.70	8.90	77	
Gesamt	48.94	8.65	232	-	49.97	8.19	167	-

Abbildung 9-17 zeigt deutlich, dass die Experimentalgruppe zum ersten Testzeitpunkt hinter der Kontrollgruppe liegt. Während die Selbständigkeit der Kontrollgruppe zum zweiten Testzeitpunkt konstant bleibt ($M_{T1} = 50.00$, $SD_{T1} = 8.25$; $M_{T2} = 50.02$, $SD_{T2} = 7.57$) kann sich die Experimentalgruppe verbessern ($M_{T1} = 47.71$, $SD_{T1} = 8.97$; $M_{T2} = 49.95$, $SD_{T2} = 8.55$). Varianzanalytisch wird der Haupteffekt Gruppe nicht signifikant. (Kapitel 9.3).

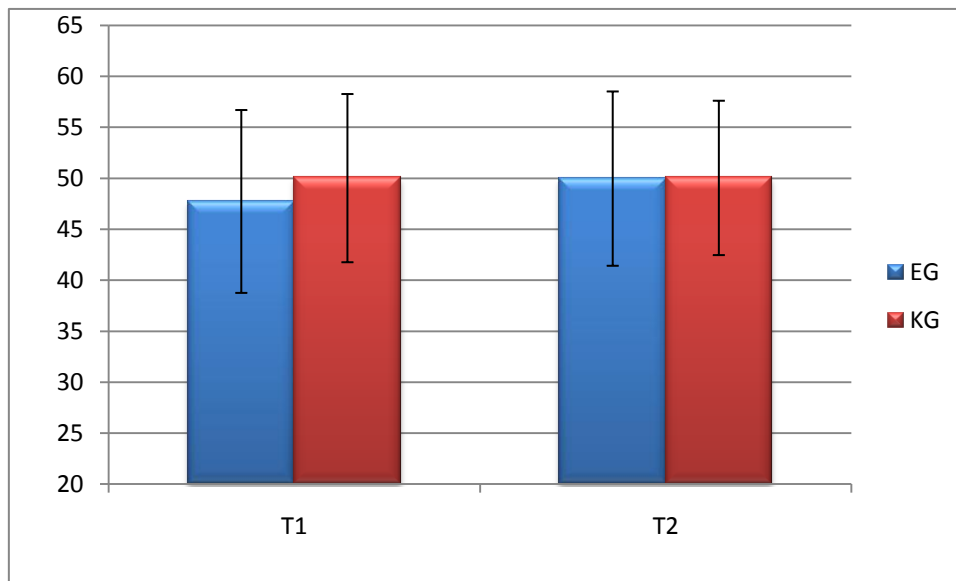


Abbildung 9-17: Selbständigkeit (Lehrereinschätzliste) der Experimental- und Kontrollgruppe in T1 und T2

Geschlechterunterschiede sind nicht zu berichten. Sowohl die Mädchen ($M_{T1} = 49.51$, $SD_{T1} = 7.41$; $M_{T2} = 50.21$, $SD_{T2} = 7.57$) als auch die Jungen ($M_{T1} = 48.35$, $SD_{T1} = 9.34$; $M_{T2} = 49.70$, $SD_{T2} = 8.90$) verbessern sich von T1 zu T2 geringfügig. Im Schnitt liegen die Jungen dabei leicht über den Mädchen. Varianzanalytisch hat das Geschlecht jedoch keinen Effekt (Abbildung 9-18).

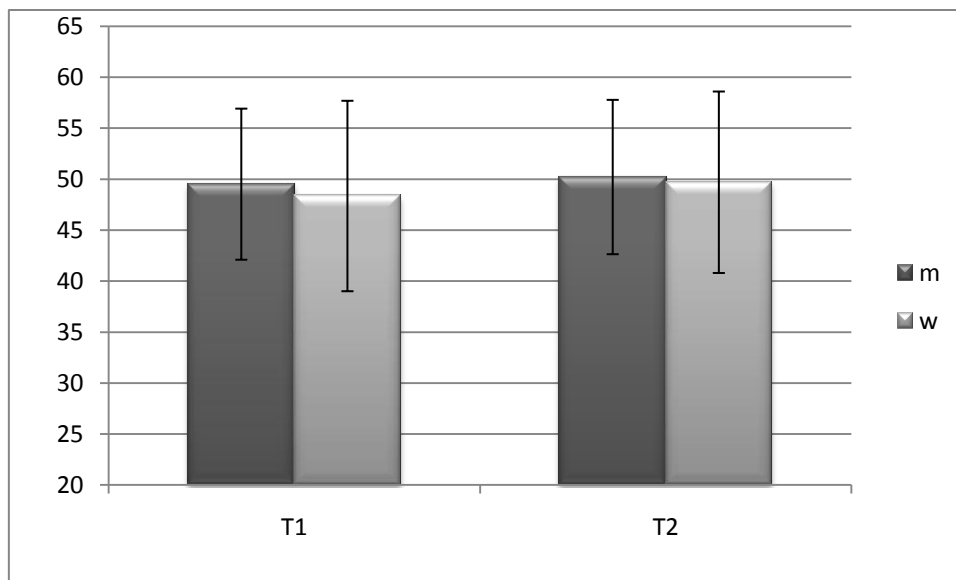


Abbildung 9-18: Selbständigkeit (Lehrereinschätzliste) der Mädchen und Jungen in T1 und T2

Sorgfalt

Auch hinsichtlich der Sorgfalt lässt sich die Gesamtstichprobe in ein mittleres Feld einordnen und verbessert ihre Werte von T1 ($M = 46.50$, $SD = 8.19$) zu T2 ($M = 47.99$, $SD = 7.15$) minimal (Tabelle 9-11).

Tabelle 9-11: Sorgfalt - Lehrereinschätzliste (T-Werte)

	T1				T2			
	M	SD	n	p	M	SD	n	p
EG	45.67	8.81	107	n.s.	49.20	7.17	107	n.s.
KG	47.20	7.57	125		45.87	6.64	60	
m	47.70	7.41	119	.01	49.58	7.40	90	.001
w	45.22	8.78	113		46.08	6.37	75	
Gesamt	46.50	8.19	232	-	47.99	7.15	165	

Deutliche Gruppenunterschiede zeichnen sich in T2 zugunsten der Experimentalgruppe ab. Während der Gruppenunterschied in T1 klein ist ($M_{EG} = 45.67$, $SD_{EG} = 8.81$; $M_{KG} = 47.20$, $SD_{KG} = 7.57$), verbessert sich die Experimentalgruppe um knapp eine halbe Standardabweichung während die Kontrollgruppe an Punkten verliert. (vgl. Abbildung 9-19). Der varianzanalytische Effekt Gruppe wird nicht signifikant.

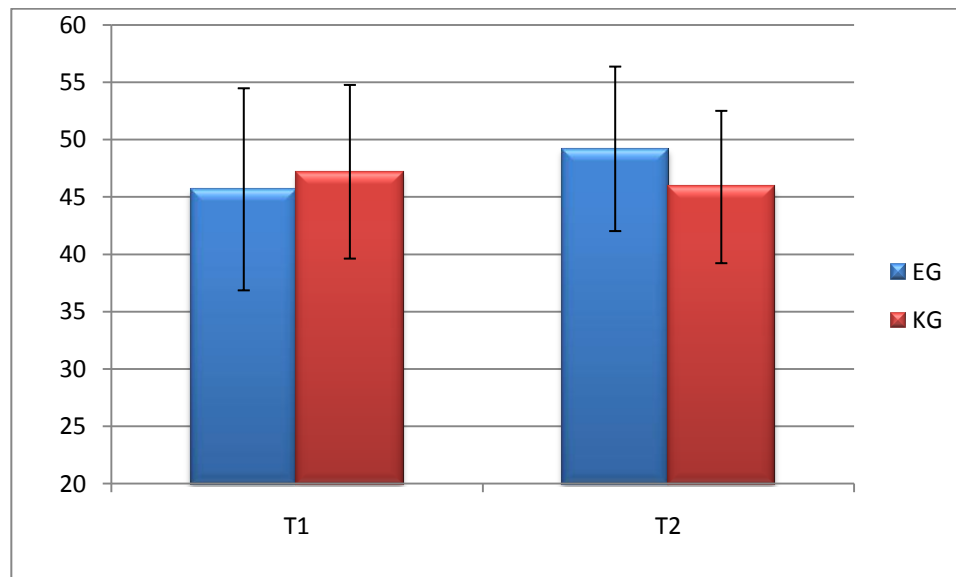


Abbildung 9-19: Sorgfalt (Lehrereinschätzliste) der Experimental- und Kontrollgruppe in T1 und T2

Im Geschlechtervergleich zeigt sich, dass die Gruppe der Jungen sowohl in T1 ($M_m = 47.70$, $SD_m = 7.41$; $M_w = 45.22$, $SD_w = 8.78$) als auch in T2 ($M_m = 49.58$, $SD_m = 7.40$; $M_w = 46.08$, $SD_w = 6.37$) vor der der Mädchen liegt (Abbildung 9-20).

Varianzanalytisch erreicht der Haupeffekt Geschlecht das Signifikanzniveau und Post-hoc-Vergleiche verdeutlichen, dass dies sowohl für den ersten als auch für den zweiten Messzeitpunkt bedeutsam ist (T1: $t(230) = 2.582, p < .01$; T2: $t(163) = 3.574, p < .001$).

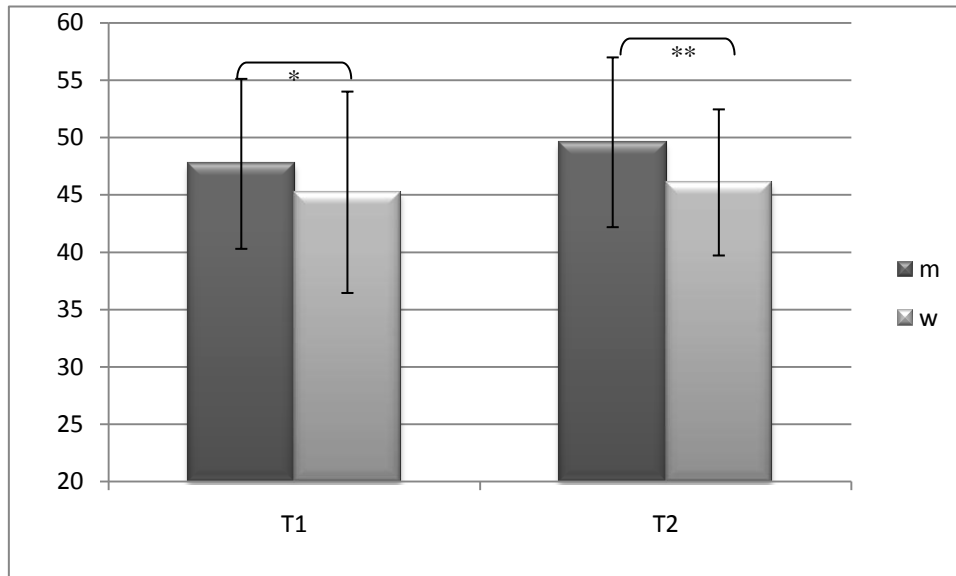


Abbildung 9-20: Sorgfalt (Lehrereinschätzliste) der Mädchen und Jungen in T1 und T2

9.1.3 Körperliche Aktivität

Im Folgenden wird die körperliche Aktivität der Kinder zu den drei Testzeitpunkten beschrieben. Dabei ist der dritte Messzeitpunkt die in Kapitel 8.1: Untersuchungsdesign beschriebene Follow-up-Untersuchung.

Operationalisiert wird die körperliche Aktivität durch die Schritte und Aerobic-Steps an den Wochentagen, Wochenendtagen und die gesamte Woche.

Signifikante Ergebnisse der inferenzstatistischen Rechnungen aus Kapitel 9.3: Inferenzstatistische Hypothesenprüfung werden in folgenden Tabellen vorab berichtet, um Mittelwertunterschiede zwischen Kontroll- und Experimentalgruppe zu den bestimmten Messzeitpunkten zu klären. Darüber hinaus werden Mittelwertunterschiede der Geschlechter auf ihre Signifikanz geprüft.

Bei den vorliegenden Daten (Anzahl der Schritte und Aerobic-Steps) handelt es sich um Rohdaten, die nicht normal verteilt sind (Kolmogorov-Smirnov-Test). Somit werden in nonparametrische Tests herangezogen, bei denen die Annahme, dass die Messwerte der abhängigen Variable (AV) aus einer normalverteilten Grundgesamtheit stammen, keine Voraussetzung darstellt (Bühner & Ziegler, 2009).

Die Mittelwertunterschiede werden zu den drei Messzeitpunkten mit dem Mann-Whitney-U-Test und der dazugehörigen Effektstärke (r) errechnet. Dieser Test dient dem Vergleich zweier unabhängiger Stichproben auf Rangplatzunterschiede in der abhängigen Variablen. Um die α -Fehler-Kumulierung zu vermeiden, wurde die Bon-

ferroni-Adjustierung vorgenommen, sodass das Ergebnis bei einem $p < .025$ die Signifikanzstufe erreicht.

Da bei diesem Verfahren nicht mit den Messwerten selbst, sondern mit den Rangplätzen der Messwerte gerechnet wird, werden als Kennwerte Median (*Mdn*), Minimum (*Min*) und Maximum (*Max*) angegeben. Auch werden keine Säulendiagramme zur Veranschaulichung der Daten verwendet, vielmehr eignen sich hier Boxplots, die den Median, sowie Minimum, Maximum und Ausreißer- bzw. Extremwerte aufzeigen. Darüber hinaus lässt sich anhand der Box und der Länge der Haarlinien erkennen, ob die Verteilung der Werte symmetrisch ist. Allerdings eignen sie sich nicht für eine Veranschaulichung der Unterschiede von T1 zu T2. Aus diesem Grunde dient hier zusätzlich jeweils ein Säulendiagramm mit dem Kennwert Median zur Veranschaulichung der körperlichen Aktivität zu allen drei Messzeitpunkten, differenziert nach Experimental- und Kontrollgruppe.

9.1.3.1 Anzahl der Schritte an Wochentagen

Der Median der Anzahl der Schritte an Wochentagen der Gesamtstichprobe zum ersten Messzeitpunkt liegt bei 10 172 Schritten (*Min* = 421, *Max* = 27 800). Im Vergleich zu T2 (*Mdn* = 7 934, *Min* = 418, *Max* = 37 060) und T3 (*Mdn* = 7 153, *Min* = 440, *Max* = 17 473) legt die Gesamtstichprobe zum ersten Messzeitpunkt damit die meisten Schritte zurück.

Tabelle 9-12: Anzahl der Schritte an Wochentagen (Schritte)

	T1					T2				
	Median	Min	Max	n	p	Median	Min	Max	n	p
EG	10 488	2 981	27 800	104	n.s.	8 228	801	37 060	117	n.s.
KG	10 035	421	22 772	113		7 174	418	15 043	67	
m	11 314	1 160	27 800	109	.008	7 808	801	37 060	99	
w	9 659	421	17 535	108	r = -.179	7 999	418	20 049	85	n.s.
Gesamt	10 172	421	27 800	217	-	7 934	418	37 060	184	-

	T3				
	Median	Min	Max	n	p
EG	6 760	440	17 473	56	n.s.
KG	7 414	834	16 023	28	
m	8 251	834	17 473	43	
w	6 449	440	15 238	41	n.s.
Gesamt	7 153	440	17 473	84	-

Die Boxplots der Schritte an Wochentagen, differenziert nach Experimental- und Kontrollgruppe, machen deutlich, dass zu Beginn der Studie beide Gruppen auf gleichem Niveau starten. Die Länge der Haarlinien ($Min_{EG} = 2 981$, $Max_{EG} = 27 800$;

$Min_{KG} = 421$, $Max_{KG} = 22\ 772$) und die Lage des Medians ($Mdn_{EG} = 10\ 488$; $Mdn_{KG} = 10\ 035$) machen eine symmetrische Verteilung der Werte deutlich. Dabei liegt die Kontrollgruppe leicht unter der Experimentalgruppe und weist eine höhere Streuung auf (Abbildung 9-21).

Zum zweiten Testzeitpunkt liegt die zentrale Tendenz gelaufener Schritte der Kontroll- als auch der Experimentalgruppe unter der des ersten Messzeitpunkts, wobei die Kontrollgruppe deutlich weniger Schritte als die Experimentalgruppe geht. Der Median der Kontrollgruppe liegt in T2 nicht in der Mitte der Box, was auf eine asymmetrische Verteilung hindeutet. In T3 legen beide Gruppen weniger Schritte zurück als in T2 ($Mdn_{EG} = 6\ 760$; $Mdn_{KG} = 7\ 414$). Dabei liegt die zentrale Tendenz der Kontrollgruppe leicht höher als die der Experimentalgruppe. Die Lage des Medians in der Box verdeutlicht in beiden Gruppen eine asymmetrische Verteilung der Daten. Signifikante Gruppenunterschiede sind weder in T1, T2 noch in T3 zu verzeichnen. Abbildung 9-22 verdeutlicht den Verlauf der zentralen Tendenz von T1 zu T3 in einem Säulendiagramm.

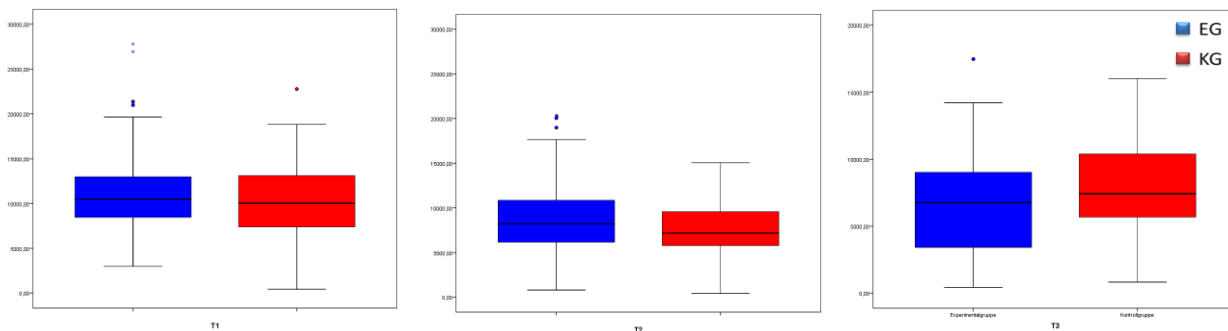


Abbildung 9-21: Zentrale Tendenz und Streuung der Schritte an Wochentagen der Experimental- und Kontrollgruppe in T1, T2 und T3

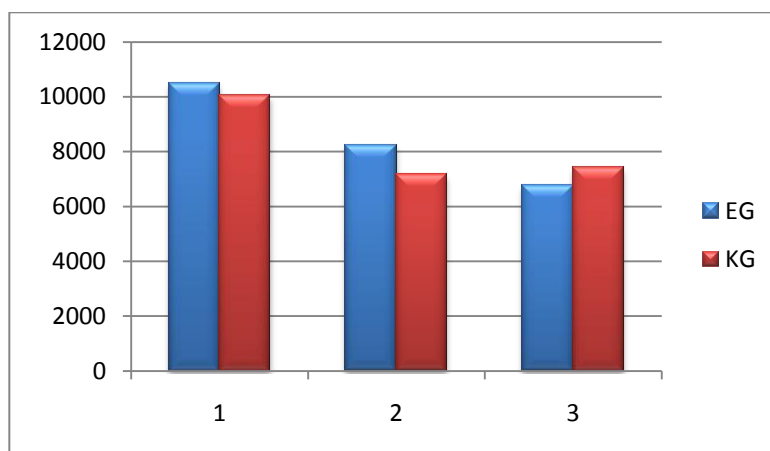


Abbildung 9-22: Schritte an Wochentagen der Experimental- und Kontrollgruppe in T1, T2 und T3

Im Geschlechtervergleich wird deutlich, dass der Median ($Mdn_m = 11\ 314$; $M_w = 9\ 659$) der Schritte an Wochentagen der Jungen in T1 signifikant ($U(1) = 4.45$,

$p < .008$, $r = -.179$) über dem der Mädchen liegt und die Streuung höher einzuschätzen ist ($Min_m = 1\ 160$, $Max_m = 27\ 800$; $Min_w = 421$, $Max_w = 17\ 535$).

In T2 liegen Mädchen und Jungen unter dem Ausgangsniveau, wobei sich die beiden Gruppen nicht mehr bedeutsam unterscheiden ($Mdn_m = 7\ 808$, $Min_m = 801$, $Max_m = 37\ 060$; $Mdn_w = 7\ 999$, $Min_w = 418$, $Max_w = 20\ 049$). Zum dritten Messzeitpunkt legen die Jungen wieder mehr Schritte in der Woche zurück als in T2 ($Mdn = 8\ 251$). Bei den Mädchen liegt die zentrale Tendenz der gegangenen Schritte der in T3 allerdings unter der aus T2 ($Mdn = 6\ 449$). Der Unterschied zwischen Mädchen und Jungen erreicht auch hier nicht das Signifikanzniveau.

Die Lage des Medians in der Box weist auf eine asymmetrische Verteilung der Schritte sowohl bei den Mädchen als auch bei den Jungen hin (Abbildung 9-23).

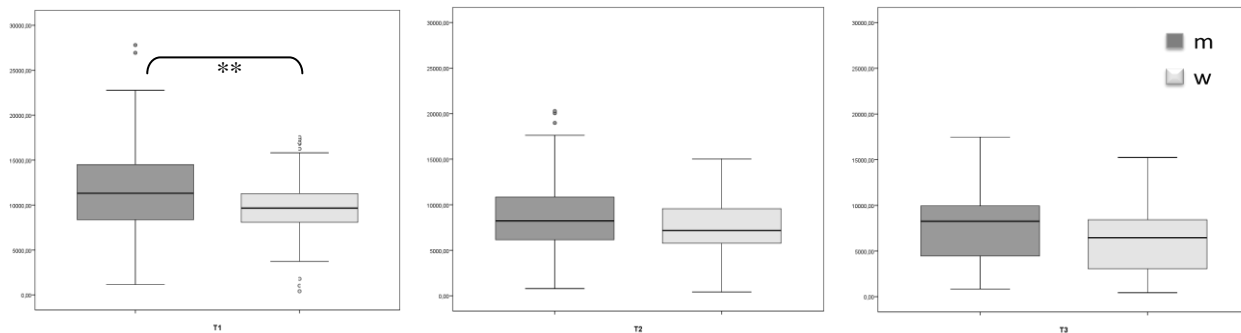


Abbildung 9-23: Zentrale Tendenz und Streuung der Schritte an Wochentagen der Mädchen und Jungen

9.1.3.2 Anzahl der Schritte an Wochenendtagen

Auch die Anzahl der Schritte der Gesamtstichprobe an den Wochenendtagen nimmt von T1 ($Mdn = 5\ 792$) zu T2 ($Mdn = 4\ 355$) ab. Zum dritten Messzeitpunkt ($Mdn = 4\ 435$) liegt das Aktivitätsniveau hinsichtlich der Schritte an den Wochenendtagen wieder geringfügig über dem aus T2.

Tabelle 9-13: Anzahl der Schritte an Wochenendtagen (Schritte)

	T1					T2				
	Median	Min	Max	n	p	Median	Min	Max	n	p
EG	6 984	10	22 114	104	n.s.	4 572	39	15 127	109	.023, r=- .197
KG	4 781	22	20 620	113		3 668	42	14 537	61	
m	6 374	10	22 114	109	n.s.	3 793	39	15 127	91	n.s.
w	5 520	35	20 620	108		4 356	42	14 537	79	
Gesamt	5 792	10	22 114	193	-	4 355	39	15 127	153	-

	T3				
	Median	Min	Max	n	p
EG	4 103	0	19 574	82	n.s.
KG	5 460	0	21 328	28	
m	5 725	0	19 573	54	.017
w	2 589	0	21 327	56	r = -.188
Ges	4 435	0	21 328	110	-

Bei einer differenzierten Betrachtung der Experimental- und Kontrollgruppe zeigen sich Unterschiede in der zentralen Tendenz, wobei diese zum zweiten Messzeitpunkt das Signifikanzniveau mit einer kleinen Effektstärke erreicht ($U(1) = 4.55$, $p < .025$, $r = -.197$). Während die Experimentalgruppe in T1 und T2 im Vergleich zur Kontrollgruppe tendenziell mehr Schritte an den Wochenendtagen zurücklegt (T1: $M_{EG} = 6984$, $M_{KG} = 4781$; T2: $M_{EG} = 4572$, $M_{KG} = 3668$), liegt der Median der Experimentalgruppe zum dritten Messzeitpunkt unterhalb des Medians der Kontrollgruppe ($Mdn_{EG} = 4\ 103$; $Mdn_{KG} = 5\ 460$). In T3 wird das Signifikanzniveau allerdings verfehlt.

Die Lage des Medians und die ungleichen Längen der Haarlinien oberhalb- und unterhalb der Box weisen auf eine asymmetrische Verteilung der Daten hin (Abbildung 9-24).

Abbildung 9-25 verdeutlicht nochmals den Verlauf der zentralen Tendenz der Anzahl an Wochentagen zurückgelegter Schritte von T1 zu T3 differenziert nach Experimental- und Kontrollgruppe in einem Säulendiagramm.

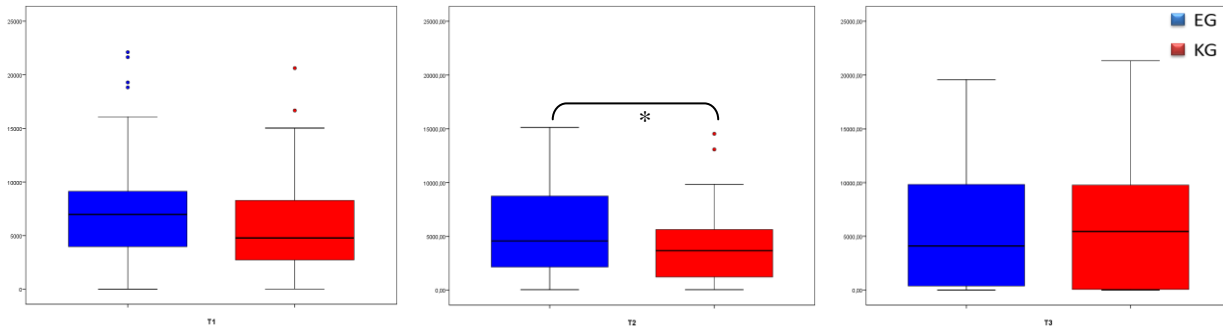


Abbildung 9-24: Zentrale Tendenz und Streuung der Schritte an Wochenendtagen der Experimental- und Kontrollgruppe

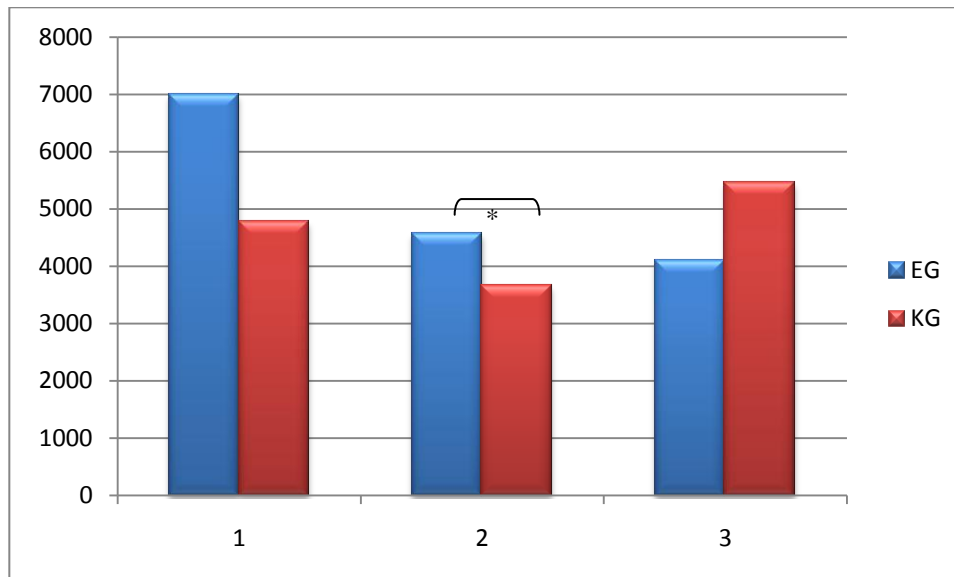


Abbildung 9-25: Schritte an Wochenendtagen der Experimental- und Kontrollgruppe in T1, T2 und T3

Bei den Mädchen und Jungen lässt sich ein leichter Rückgang der zurückgelegten Schritte vom ersten ($Mdn_m = 6\,374$; $Mdn_w = 5\,520$) zum zweiten Messzeitpunkt ($Mdn_m = 3\,794$; $Mdn_w = 4\,357$) festmachen. Dabei ist der Rückgang der zurückgelegten Schritte von T1 zu T2 bei den Jungen deutlich größer als der der Mädchen. Somit liegt der Median der gelaufenen Schritte am Wochenende der Jungen in T1 über und in T2 unter dem der Mädchen. Während die Jungen in T3 wieder aktiver sind, zeigen die Lagemaße bei den Mädchen einen weiteren deutlichen Rückgang von T2 zu T3 ($Mdn_m = 5\,725$; $Mdn_w = 2\,589$). Der Geschlechterunterschied erreicht in T3 das Signifikanzniveau mit kleiner Effektstärke ($U(1) = 3.89$, $p < .025$, $r = -.188$). Die Lage des Medians in der Box sowie die Längen der Haarlinien zu allen drei Messzeitpunkten bei den Mädchen und bei den Jungen weisen auf eine asymmetrische Verteilung der Werte hin (Abbildung 9-26).

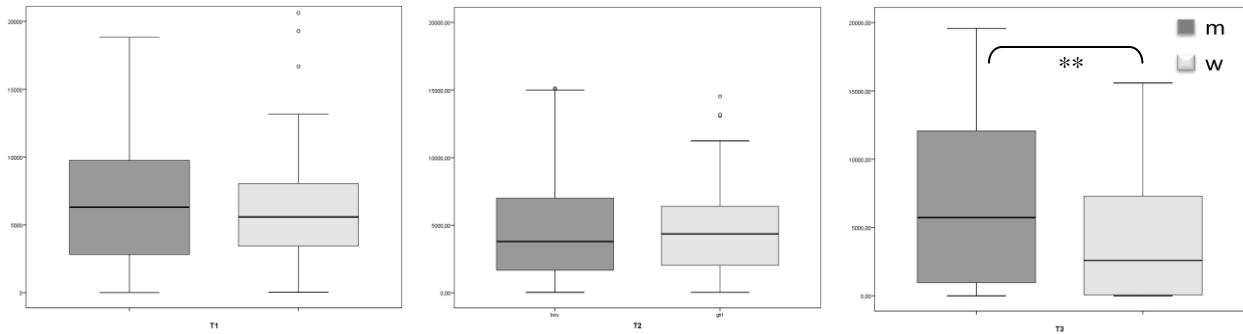


Abbildung 9-26: Zentrale Tendenz und Streuung der Schritte an Wochenendtagen der Mädchen und Jungen

9.1.3.1 Anzahl der Schritte gesamt

Die Betrachtung der Gesamtstichprobe zeigt eine Abnahme der Schritte gesamt von T1 ($Mdn = 9\,309$), T2 ($Mdn = 7\,313$) zu T3 ($Mdn = 6\,730$).

Tabelle 9-14: Anzahl der Schritte gesamt (Schritte)

	T1					T2				
	Median	Min	Max	n	p	Median	Min	Max	n	p
EG	9 404	2 228	25 425	96	n.s.	7 888	583	26 948	94	.003, r=- .303
KG	9 029	1 022	20 252	33		6 403	312	13 657	54	
m	10 669	1 022	25 425	97	.003	7 393	583	26 948	78	n.s.
w	8 819	1 187	17 189	96	r = .098	7 302	312	15 328	58	
Ges	9 309	1 022	25 425	193	-	7 313	312	26 948	148	-

	T3				
	Median	Min	Max	n	p
EG	6 294	334	15 535	56	n.s.
KG	6 813	649	16 978	28	
m	8 204	649	15 535	43	.005
w	5 825	334	16 978	41	r = .088
Ges	6 730	334	16 978	84	-

Dieser negative Trend zeigt sich auch in den beiden Gruppen Experimentalgruppe ($Mdn_{T1} = 9\,404$; $Mdn_{T2} = 7\,888$; $Mdn_{T3} = 6\,294$) und Kontrollgruppe von T1 zu T2. In T3 steigert sich die Kontrollgruppe minimal ($Mdn_{T1} = 9\,029$; $Mdn_{T2} = 6\,403$; $Mdn_{T3} = 6\,813$) im Gegensatz zur Experimentalgruppe.

Während die Experimentalgruppe im Vergleich zur Kontrollgruppe in T1 und T2 mehr Schritte zurücklegt, dreht sich das Verhältnis zum dritten Messzeitpunkt um.

Hier zeigt sich die Kontrollgruppe aktiver (Abbildung 9-27). Der Gruppenunterschied wird in T2 mit einem moderaten Effekt zugunsten der Experimentalgruppe signifikant ($U(1) = 9.12, p < .005, r = .303$).

Abbildung 9-28 verdeutlicht den Verlauf der zentralen Tendenz der Anzahl zurückgelegter Schritte von T1 zu T3 differenziert nach Experimental- und Kontrollgruppe in einem Säulendiagramm.

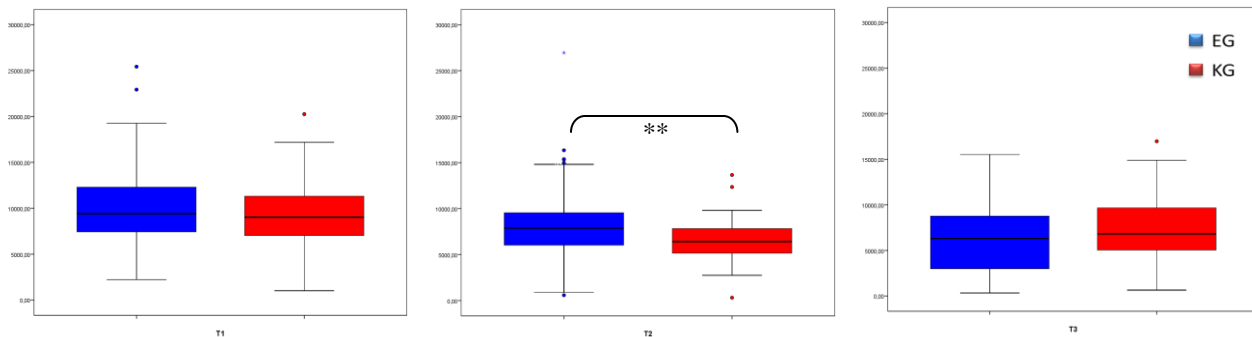


Abbildung 9-27: Zentrale Tendenz und Streuung der Schritte gesamt der Experimental- und Kontrollgruppe in T1, T2 und T3

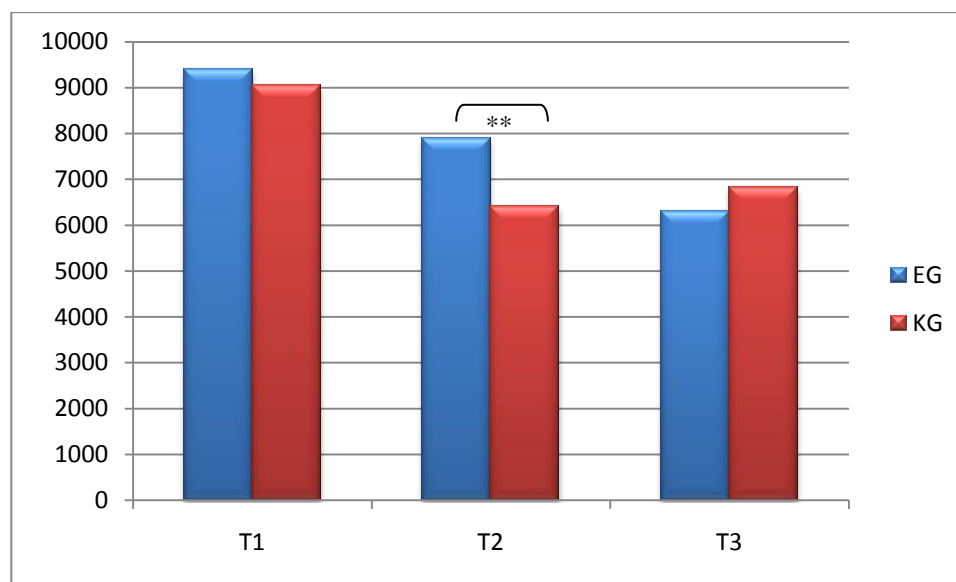


Abbildung 9-28: Schritte gesamt der Experimental- und Kontrollgruppe in T1, T2 und T3

Im Geschlechtervergleich zeigen sich signifikante Unterschiede zum ersten Messzeitpunkt ($U(1) = 4.55, p < .005, r = .098$), bei geringer Effektstärke. Die Jungen zeigen sich aktiver im Vergleich zu den Mädchen ($Mdn_m = 10\ 669; Mdn_w = 8\ 819$), was sich zum zweiten Messzeitpunkt aufhebt. Hier liegen beide Geschlechtergruppen nahezu auf dem gleichen Aktivitätsniveau ($Mdn_m = 7\ 393; Mdn_w = 7\ 302$). Während sich die mittlere Schrittzahl gesamt der Jungen zum dritten Messzeitpunkt erhöht ($Mdn = 8\ 204$), sinkt das Niveau der Mädchen weiterhin ($Mdn = 5\ 825$). Zum dritten Messzeitpunkt legen die Mädchen im Mittel signifikant weniger Schritte ge-

samt zurück als die Jungen ($U(1) = 3.78, p < 005, r = .113$). Bei der Betrachtung der Daten wird deutlich, dass die Werte asymmetrisch verteilt sind (Abbildung 9-29).

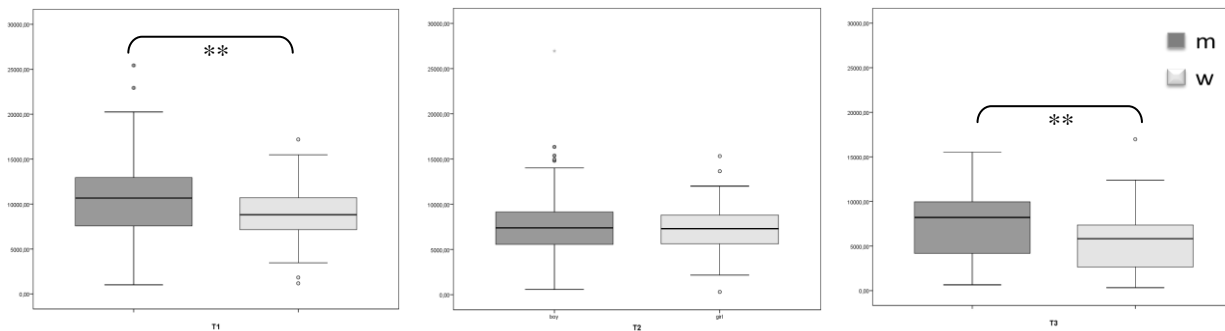


Abbildung 9-29: Zentrale Tendenz und Streuung der Schritte gesamt der Mädchen und Jungen in T1, T2 und T3

9.1.3.1 Anzahl der Aerobic-Steps gesamt

Die Anzahl der Aerobic-Steps beschreibt die ausdauernd-sportlich zurückgelegten Schritte. Hier wird die deskriptive Auswertung lediglich für den Gesamtwert der Aerobic-Steps vorgenommen, da am Wochenende zu wenige Aerobic-Steps gelaufen wurden, sodass zu wenig aussagekräftige Daten vorliegen, um diese deskriptiv auswerten und veranschaulichen zu können.

Die negative Tendenz zeigt sich auch bei der Betrachtung der Gesamtstichprobe hinsichtlich zurückgelegter Aerobic-Steps von T1 zu T2. ($Mdn_{T1} = 871$; $Mdn_{T2} = 367$). In T3 liegt der Median minimal höher im Vergleich zu T2 ($Mdn = 378$).

Tabelle 9-15: Anzahl der Aerobic-Steps gesamt (Schritte)

	T1					T2				
	Median	Min	Max	n	p	Median	Min	Max	n	p
EG	799	0	6 407	104	n.s.	493	0	4 252	118	.011,
KG	948	0	4 737	113		213	0	1 977	69	
m	1 164	0	6 406	109	.000	453	0	4 251	101	n.s.
w	695	0	3 458	108	r=-.345	287	0	4 253	86	
Gesamt	871	0	6 406	217		367	0	4 354	187	-

	T3				
	Median	Min	Max	n	p
EG	450	0	2 788	56	n.s.
KG	231	0	4 787	28	
m	911	.00	4 787	43	.000
w	0	.00	3 327	41	r=-.245

Ges | 378 | 0 | 4 787 | 84 | -

Eine differenzierte Betrachtung bestätigt diese Tendenz sowohl in der Experimentalgruppe als auch in der Kontrollgruppe. Allerdings lassen sich hier Gruppenunterschiede feststellen. Während in T1 die Kontrollgruppe mit $M = 948$ minimal über der Experimentalgruppe liegt ($M = 799$), dreht sich das Verhältnis in T2 ($Mdn_{EG} = 493$; $Mdn_{KG} = 213$) um. Hier zeigt sich die Kontrollgruppe signifikant ($U(1) = 6.34$, $p < .05$, $r = -.232$) inaktiver als die Experimentalgruppe. Gleiches gilt für T3 ($Mdn_{EG} = 450$; $Mdn_{KG} = 231$), wobei hier das Signifikanzniveau verfehlt wird. Zu allen Testzeitpunkten deuten die Lage des Medians in der Box sowie die unterschiedlichen Längen der Haarlinien ober- und unterhalb der Box auf eine asymmetrische Verteilung hin (Abbildung 9-30).

Abbildung 9-31 verdeutlicht den Verlauf der zentralen Tendenz der Anzahl zurückgelegter Aerobic-Steps von T1 zu T3 differenziert nach Experimental- und Kontrollgruppe in einem Säulendiagramm.

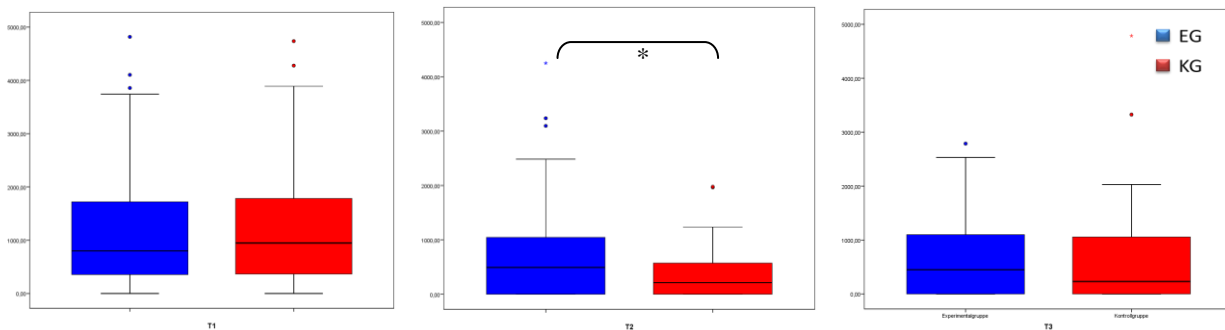


Abbildung 9-30: Zentrale Tendenz und Streuung der Aerobic-Steps gesamt der Experimental- und Kontrollgruppe in T1, T2 und T3

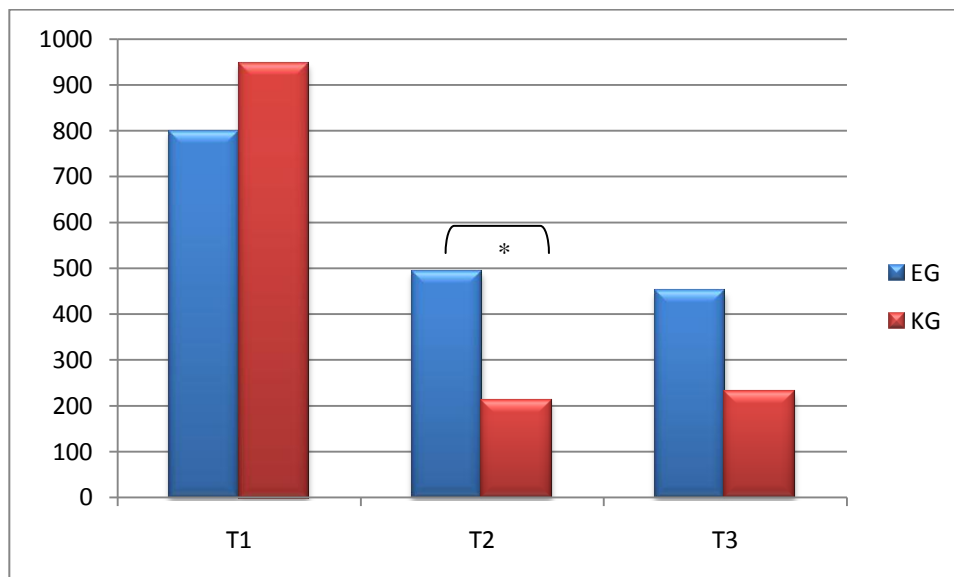


Abbildung 9-31: Aerobic-Steps gesamt der Experimental- und Kontrollgruppe in T1, T2 und T3

Im Geschlechtervergleich wird deutlich, dass sich hinsichtlich ausdauernd-sportlich zurückgelegter Schritte die beiden Gruppen zu jedem Messzeitpunkt unterscheiden. Stets zeigen sich die Jungen ($Mdn_{T1} = 1\ 164$; $Mdn_{T2} = 453$; $Mdn_{T3} = 450$) aktiver als die Mädchen ($Mdn_{T1} = 695$; $Mdn_{T2} = 287$; $Mdn_{T3} = 0$). In T1 ($U(1) = 5.78$, $p < .001$, $r = -.345$) und in T3 wird das Signifikanzniveau erreicht ($U(1) = 4.56$, $p < .001$, $r = -.245$) (Abbildung 9-32).

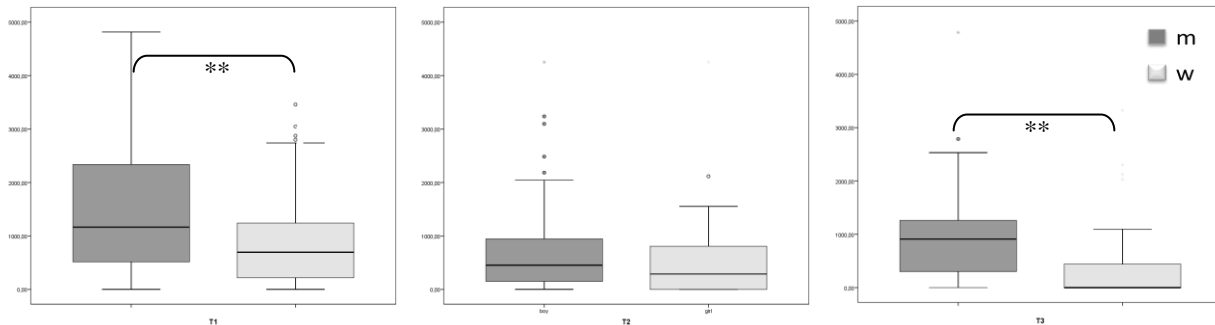


Abbildung 9-32: Zentrale Tendenz, Streuung und Schiefe der Aerobic-Steps gesamt der Mädchen und Jungen in T1, T2 und T3

9.1.4 Zusammenfassung und Interpretation der Ergebnisse

Die Ergebnisse der deskriptiven Statistik, bezogen auf motorische und kognitive Leistungen und der körperlichen Aktivität, können wie folgt zusammengefasst werden:

Die Standardwerte ermöglichen es, die vorliegende Stichprobe hinsichtlich ihrer Leistungen mit der Norm des jeweiligen Tests zu vergleichen. Mit einer motorischen Gesamtleistung von $M = 50.14$ (T-Wert) in T1 liegt die Gesamtstichprobe genau im Durchschnitt. Kontroll- und Experimentalgruppe unterscheiden sich kaum.

Auch liegt die Gesamtstichprobe im 6-Minuten-Lauf mit $M = 100.63$ (Z-Wert) genau im mittleren Feld. Hier fallen die Gruppenunterschiede in T1 auf. Die Experimentalgruppe schneidet in T1 deutlich besser ab im Vergleich zur Kontrollgruppe. Dies kann an den unterschiedlichen räumlichen Bedingungen in den Sportstätten, in der der Lauf durchgeführt wurde, liegen. Die Größe der Turnhallen unterschied sich massiv. In den Experimentalschulen mit großer Sporthalle hatten die Kinder viel Platz und Möglichkeit, von der Optimallinie des Laufs abzuweichen. Sie liefen also vermutlich pro Runde mehr Meter als die Kinder anderer Schulen, in denen die Hallen eher klein waren und die Kinder somit sehr eng an der Feldlinie laufen mussten. Diese Schulunterschiede werden mit zweifaktorieller Varianzanalyse statistisch bestätigt ($F(4) = 16.57$, $p < .001$, partielles $\eta^2 = .345$). Zum zweiten Messzeitpunkt hin wurde versucht, die Durchführungsbedingungen durch Einschränkung der Laufwege in der großen Halle zu optimieren. Die Schulunterschiede in T2 erreichen damit das Signifikanzniveau nicht mehr ($F(3) = 2.59$, $p = .055$). Erfasste Daten lassen jedoch darauf schließen, dass diese Veränderung eher zu Irritationen und schlechteren Ergebnissen führten: Während sich die Kontrollgruppe leicht verbesserte, verlor

die Experimentalgruppe um knapp eine Standardabweichung an Leistung. Die Umgebungsbedingung, genauer die Räumlichkeit, in der der Lauf stattfand, muss hier somit als Störvariable benannt werden, die auf das Ergebnis des 6-Minuten-Laufs deutlich Einfluss nimmt.

Hinsichtlich der Beweglichkeit, deren Ergebnisse in Noten ausgedrückt werden, lässt sich die Gesamtstichprobe mit einer Durchschnittsnote von 3.67 in das untere Mittelfeld einordnen.

Im Bereich der verbalen Intelligenz wird erkennbar, dass die Gesamtstichprobe sowie alle Untergruppen zwar noch im Normalbereich, jedoch knapp eine Standardabweichung unter der Norm liegen. Es kann trotzdem von einer Normalverteilung ausgegangen werden, die sich lediglich auf dem Leistungsspektrum nach links verschoben hat. Diese Verschiebung lässt sich mit der Auswahl der Stichprobe erklären. Das vorliegende Projekt wurde an Schulen mit besonderem Entwicklungsbedarf und ethnischer Vielfalt durchgeführt. Ein Großteil der Kinder lernt und spricht Deutsch als Zweitsprache. Somit ist die unterdurchschnittliche verbale Leistung erwartungskonform. In der zweiten Testung schneidet die Experimentalgruppe signifikant besser ab als die Kontrollgruppe.

Die Gesamtstichprobe liegt im nonverbalen Test mit einem Mittelwert von $T = 50.38$ wieder genau im Mittel.

Die Aufmerksamkeitsleistung liegt insgesamt ein Punkt unter dem Mittelwert der Normstichprobe.

Genauso verhält es sich mit der Lehrereinschätzung in den drei Dimensionen Anstrengungsbereitschaft, Konzentration und Selbständigkeit. Was die Sorgfalt angeht, werden die Kinder der Gesamtstichprobe mit knapp einer halben Standardabweichung deutlich schlechter als die Norm eingeschätzt, wobei hier die Mädchen 2.5 Punkte signifikant unter dem Schnitt der Jungen liegen. Auch hinsichtlich der Anstrengungsbereitschaft werden die Jungen in T1 besser als die Mädchen eingeschätzt. Möglicherweise lässt sich auch dieses Phänomen mit der Stichprobenauswahl, der sozialen Herkunft der Kinder und darauf basierender Vorurteile erklären.

Die mit Schrittzählern erfasste körperliche Aktivität lässt sich mit der in Kapitel 5.2 beschriebenen Guideline vergleichen. Hier empfiehlt das President's Council on Physical Fitness and Sports (2001) bei der Aktivitätsmessung mittels Schrittzähler oder Accelerometer für Mädchen mindestens 11.000 Schritte und für Jungen mindestens 13.000 Schritte pro Tag zur Gesunderhaltung.

Mit durchschnittlich 11 314 und 9 659 Schritten liegen sowohl die Jungen als auch die Mädchen deutlich unter den empfohlenen Richtlinien. Zum zweiten Testzeitpunkt wird die Soll-Ist-Wert-Differenz noch größer. Lediglich 24 % der Jungen und 20 % der Mädchen der Gesamtstichprobe erreichen diese empfohlene Schrittzahl. Werden die auf Basis erhobenen Daten zu erwartenden Schritte herangezogen, so

gehen beispielsweise nach Rowlands et al. (1999) 8- bis 10-Jährige im Schnitt 10 500 bis 15 000 Schritte pro Tag. In einer Studie von Vincent und Pangrazi (2002) legen 6- bis 12-jährige Kinder durchschnittlich zwischen 12 000 und 16 000 Schritte zurück. Auch in diesem Vergleich schneidet die vorliegende Stichprobe deutlich inaktiver ab.

Als Hauptgründe dieser vermeintlichen Inaktivität sind hier wohl Jahreszeit und Wetter zu nennen. Chan, Ryan & Tudor-Locke (2006) berichten, dass Unterschiede in Witterungsbedingungen bei Personen mit durchschnittlichem Aktivitätsniveau von ca. 10 000 Schritten pro Tag bis zu 20 % ausmachen können. So ergeben sich bei Duncan et al. (2008) an Wochentagen für die Jungen 16 100 +/- 5 000 und für die Mädchen 14 200 +/- 4 200 Schritte pro Tag. An Wochenendtagen kann der Einfluss des Wetters noch bedeutender sein. Für die Jungen ergeben sich 12 900 +/- 5 900, für die Mädchen 11 300 +/- 4 800 Schritte pro Wochenendtag. Da die vorliegende Studie neben der Bearbeitung oben genannter Forschungsfragen das Ziel hatte, Kinder in bewegungsarmen Zeiten zur Bewegung zu motivieren, wurde bewusst die bewegungsarme Jahreszeit Winter gewählt. Die ersten Datenerhebungen fanden im Spätherbst statt, in dem die Temperatur und die jahreszeitlich bedingten Niederschläge eher von Outdoor-Aktivitäten abhalten. In T2 waren die Witterungen während der Testwoche noch winterlicher, was möglicherweise auch das in T2 noch niedrigere Aktivitätsniveau in allen Stichprobengruppen erklärt.

Auch der Faktor Wohnumfeld übt möglicherweise einen Einfluss auf die Schrittfrequenz aus. Alle Projektschulen liegen im Stadtgebiet, das im Vergleich zu ländlichen Gebieten eher bewegungsarm ist (Behnken & Zinnecker, 2001; Dordel, 1993; Bös et al., 2006).

Eine weitere Argumentationslinie kann auf soziodemographischen Variablen fußen. Die Projektschulen wurden bewusst mit dem Kriterium „Schule mit besonderem Entwicklungsbedarf“ ausgewählt. Das bedeutet, dass der Stadtteil im Allgemeinen einen hohen Migrationsanteil aufweist und seine Einwohner in der Regel einen niedrigen Sozialstatus haben. Dass Kinder mit diesem Hintergrund im Schnitt weniger aktiv sind, zeigten die Studien von Bös (2009) und Canadian Fitness & Lifestyle Research Institute (2007). Der Zusammenhang lässt sich hier jedoch nicht prüfen, da Daten des sozioökonomischen Status' der Kinder und Familien nicht vorliegen.

Es hängen sehr viele Parameter von soziodemographischen Variablen ab, sodass der BMI, wie häufig belegt worden ist, eine davon abhängige Variable ist und zugleich Moderatorvariable für die körperliche Aktivität darstellen kann.

Die vorliegende BMI-Verteilung könnte beispielsweise in diesem Zusammenhang genannt werden. Korrelationsberechnungen nach Spearman ergeben für die BMI-Perzentile und die zurückgelegten Schritten gesamt einen kleinen aber signifikanten Zusammenhang ($p < .005$, $r = .221$). Diese Ergebnisse sind jedoch mit Vorsicht zu behandeln, denn wie in Kapitel 5.4: Einflussfaktoren körperlicher Aktivität beschrieben worden ist, ist der Einfluss des Gewichts auf die körperliche Aktivität unklar (Hovel et al., 1999; Sallis et al., 2000; Vincent et al., 2003; Bulton et al., 2010).

Diese Verteilung des BMI mit dem ethnischen Umfeld der Stichprobe zu begründen fußt ebenfalls auf schwachen Beinen, denn auch hier ist die Forschungslage unklar (Sallis et al., 1996; Sallis et al., 2000; Vincent et al., 2003).

Erwartungsgemäß sind die Kinder an Wochentagen aktiver als am Wochenende (Falgairette, 1996, Gavarry, 2003; Duncan et al., 2006; Duncan, Dunkan & Schofield, 2008). Gründe dafür sind in Kapitel 5.4 beschrieben worden. Darüber hinaus liegt die körperliche Aktivität der Mädchen erwartungsgemäß und mit in Kapitel 6 beschriebenen Studien vergleichbar, durchgehend unterhalb derer der Jungen (u. a. Sallis et al., 1996; Bös, Opper & Woll, 2002; Brettschneider & Kleine, 2002).

Zusammenfassend sind in Tabelle 9-16 die Veränderungen vom ersten zum zweiten Messzeitpunkt für die Experimentalgruppe sowie für die Kontrollgruppe aufgeführt. Es zeigt sich, dass es sich im Bereich Motorik bei der Experimentalgruppe um Stagnationen hinsichtlich motorischer Gesamtleistung handelt, während sich die Kontrollgruppe leicht verschlechtert. Im Bereich der Beweglichkeit handelt es sich bei beiden Gruppen um Verbesserungen. Der große Leistungsverlust der Experimentalgruppe in der Ausdauerleistungsfähigkeit wurde oben mit veränderten Testbedingungen begründet.

Bei den kognitiven Leistungsveränderungen der Experimentalgruppe handelt es sich erwartungsgemäß um Leistungsverbesserungen. Die Kontrollgruppe hingegen stagniert (nonverbale Intelligenz, Anstrengungsbereitschaft, Konzentration, Selbstständigkeit) oder verschlechtert sich (verbale Intelligenz, Sorgfalt). Lediglich die Aufmerksamkeitsleistung verbessert sich in beiden Gruppen.

Hinsichtlich der körperlichen Aktivität lassen sich deutliche Rückgänge in allen Untersuchungsgruppen und Dimensionen (Schritte und Aerobic-Steps, in der Woche, am Wochenende und gesamt) erkennen. Möglicherweise handelt es sich hierbei um Witterungseffekte (s. o.). Bei der differenzierten Betrachtung der Experimental- und Kontrollgruppe lässt sich außer bei den zurückgelegten Schritten am Wochenende ein deutlich stärkerer Abfall der Aktivität der Kontrollgruppe von T1 zu T2 beobachten. Während die Kontrollgruppe sich zum dritten Messzeitpunkt wieder aktiver präsentiert, stagniert oder nimmt die Aktivität der Kinder der Experimentalgruppe weiter ab. Dieses Phänomen lässt sich möglicherweise mit amotivationalen Effekten erklären. Ob das bloße Tragen eines Schrittzählers zur Motivierung des Probanden, der Probandin zur vermehrten körperlichen Aktivität führt und ob diese Motivation mit dem wiederholten Tragen nachlässt, ist bislang zwar nicht geklärt (Behrens & Dinger, 2007; Butcher et al., 2007), allerdings lässt sich erkennen, dass die Motivation, die Schrittzähler zu tragen, im Besonderen in der Experimentalgruppe von Testzeitpunkt zu Testzeitpunkt nachlässt. Da während der Interventionsphase in der Experimentalgruppe mit den Schrittzählern gearbeitet wurde, wäre es möglich, dass zum dritten Messzeitpunkt die Motivation in der Experimentalgruppe sank, während bei den Kontrollschülern und -schülerinnen die Schrittzähler noch

oder wieder motivierend wirkten, obwohl die von Müller, Winter und Rosenbaum (2010) empfohlene Mindesttragedauer von sieben Tagen eingehalten wurde.

Tabelle 9-16: Veränderungen von T1 und T2 bzw. T1 und T3 der Experimental- und Kontrollgruppe in den untersuchten Bereichen Motorik, Kognition und körperliche Aktivität

	T1-T2			
	EG	KG		
Motorik				
BOT 2-sf (T-Werte)	-0.03	-2.31		
6-Min Lauf (Z-Werte)	-11.41	+1.85		
Sit and Reach (Noten)	+0.24	+0.2		
Kognition (T-Werte)				
Verbale Intelligenz	+2.42	-2.68		
Nonverbale Intelligenz	+2.17	-0.69		
Aufmerksamkeitsleistung	+3.91	+3.5		
LSL-Anstrengungsbereitschaft	+1.97	-0.14		
LSL-Konzentration	+2.09	-0.38		
LSL-Selbständigkeit	+2.24	+0.02		
LSL-Sorgfalt	+3.53	-1.33		
Körperliche Aktivität (Schritte)				
	T1-T2		T1-T3	
	EG	KG	EG	KG
Schritte W	-2 260	-2 861	-3 728	-2 621
Schritte WE	-2 412	-1 113	-2 881	+679
Schritte gesamt	-1 516	-2 626	-3 110	-2 216
Aerobic-Steps gesamt	-306	-735	-349	-717

Anm: Abnahme ist rot, Zunahme ist fett und Stagnation nicht gekennzeichnet

9.2 Korrelationen zwischen Motorik, Kognition und körperlicher Aktivität

Dieses Kapitel umfasst die Ergebnisse der Korrelationsberechnungen zu Motorik, Kognition und körperlicher Aktivität nach Pearson (Normwerte) und Spearman (Rohdaten: Schritte und Aerobic-Steps) für T1.

Da zunächst mit Normwerten gerechnet wird, werden im Folgenden altersunabhängige Korrelationsrechnungen durchgeführt. Systematische Geschlechtsunterschiede liegen nicht vor, jedoch werden die Geschlechter in zwei Dimensionen des Lernverhaltens bedeutsam unterschiedlich bewertet. (Kapitel 9.1). Die Alters- und Ge-

schlechtsunterschiede bzgl. der Anzahl der Schritte ($\chi^2(3) = 6.60, p = .08$) und Aerobic-Steps ($\chi^2(3) = 5.73, p = .125$) wurden mit dem Kruskal-Wallis-Test (mehr als zwei Gruppen) geprüft. Altersunterschiede können ausgeschlossen werden, Geschlechtsunterschiede liegen jedoch, wie auch in der deskriptiven Analyse ersichtlich, vor. Deshalb werden alle Korrelationsberechnungen im Folgenden für die Gesamtstichprobe und auch nach Geschlecht differenziert aufgeführt.

9.2.1 H1: Zusammenhänge zwischen motorischen und kognitiven Fähigkeiten

Zusammenhänge zwischen Motorik und Kognition wurden neurophysiologisch immer wieder belegt (Kapitel 6.1.1) und die Übertragbarkeit in das Anwendungsfeld wird aktuell erforscht. Es wird verstärkt die Meinung vertreten, dass die Zusammenhänge im Besonderen bei Kindern und Jugendlichen vorhanden und nachzuweisen sind (Etnier et al., 1997). Dabei wurde eine Aufgabenabhängigkeit aufgezeigt, die u. a. zugunsten von IQ-Tests, allgemeine Leistungstests und Tests zur verbalen Intelligenz ausfiel (Sibley & Etnier, 2003). Hinsichtlich der Variablen Motorik wird zwischen grob- und feinkoordinativen und konditionellen Fähigkeiten differenziert. Wobei in der bisherigen Forschung den koordinativen Fähigkeiten ein höherer Zusammenhang mit kognitiven Fähigkeiten zugestanden wurde als den konditionellen Fähigkeiten (Trudeau & Shephard, 2008).

Daher wird im Folgenden der Hypothese 1 nachgegangen:

Bei Kindern besteht ein positiver Zusammenhang zwischen motorischen und kognitiven Leistungen. Die Hypothese untergliedert sich in Zusammenhang zwischen motorischer Leistung und

- a) nonverbaler Intelligenz (NVI)
- b) verbaler Intelligenz (VI)
- c) Aufmerksamkeitsleistung
- d) Lernverhalten

und dem Zusammenhang zwischen konditionellen Fähigkeiten und

- e) nonverbaler Intelligenz (NVI)
- f) verbaler Intelligenz (VI)
- g) Aufmerksamkeitsleistung
- h) Lernverhalten.

Aus Gründen der Übersichtlichkeit erfolgt zunächst die Darstellung der Zusammenhänge zwischen motorischen und konditionellen Leistungen mit der Aufmerksamkeitsleistung und den beiden Aspekten der Intelligenz. Anschließend werden die Zusammenhänge der motorischen und konditionellen Leistungen mit dem Lernverhalten dargestellt.

Tabelle 9-17 zeigt die normierte Aufmerksamkeitsleistung, verbale und nonverbale Intelligenz in Bezug zur motorischen Leistung und der Ausdauerleistung der Ge-

samtstichprobe und differenziert nach Geschlecht. Die motorische Leistung der Gesamtstichprobe korreliert signifikant sowohl mit der nonverbalen ($r_p = .28, p < .001$) und verbalen ($r_p = .24, p < .001$) Intelligenz als auch mit der Aufmerksamkeitsleistung ($r_p = .16, p < .05$). Dabei sind die Korrelationshöhen moderat bzw. niedrig. Diese Zusammenhänge zeigen sich außer in der Aufmerksamkeitsleistung bei den Jungen auch bei beiden Geschlechtergruppen.

Bei einer differenzierten Betrachtung der Zusammenhänge zwischen den einzelnen Untertests des Motoriktests und den Variablen verbale und nonverbale Intelligenz wird deutlich, dass im Besonderen die feinmotorische Präzision (VI: $r_p = .19, p < .005$; NVI: $r_p = .27, p < .001$) und die bilaterale Koordination (VI: $r_p = .14, p < .05$; NVI: $r_p = .20, p < .001$) mit den Aspekten der Intelligenz korrelieren.

Bei differenzierter Betrachtung qualitativer und quantitativer Aspekte der Aufmerksamkeitsleistung stellt sich heraus, dass lediglich die Auslassungsfehler, also der qualitative Aspekt von Aufmerksamkeit, mit zwei Untertests aus dem Bereich feinmotorische Integration (Abzeichnen eines Vierecks: $r_p = .16, p < .05$ und Abzeichnen eines Sterns: $r_p = .27, p < .001$) und einem Test der Laufgeschwindigkeit ($r_p = .13, p < .05$) signifikant miteinander korrelieren. Auch diese Korrelationskoeffizienten sind in ihrer Höhe zwischen moderat und klein einzustufen.

Im Bereich der Ausdauerleistung zeigen sich keine signifikanten Zusammenhänge.

Tabelle 9-17: Zusammenhänge zwischen motorischen und konditionellen Fähigkeiten und Aspekten der Kognition (Aufmerksamkeitsleistung, verbale und nonverbale Intelligenz) (Pearson)

Aspekte der Kognition	Koordinative und konditionelle Fähigkeiten						
	BOT 2-sf			6 Min-Lauf			
	Gesamt	m	w	Gesamt	m	w	
NVI	r_p	.29(**)	.29(**)	.30(**)	-.01	.06	-.10
	p	.000	.001	.001	.855	.501	.300
	n	242	121	121	227	117	110
VI	r_p	.24(**)	.24(**)	.25(**)	.10	.07	.14
	p	.000	.007	.006	.142	.444	.151
	n	.242	.121	.121	.226	.117	.109
Aufmerksamkeitsleistung	r_p	.16(*)	.12	.23(*)	.03	.03	-.10
	p	.014	.217	.013	.675	.759	.316
	n	225	112	113	214	111	103

* Die Korrelation ist auf dem Niveau von 0.05 und ** 0.01 (2-seitig) signifikant

In Tabelle 9-18 sind die Korrelationen zwischen den vier Items des Lernverhaltens (Anstrengungsbereitschaft, Konzentration, Selbständigkeit und Sorgfalt) und der motorischen Leistung und Ausdauerleistung aufgelistet. Die Motorikleistung der Gesamtgruppe korreliert mit allen vier Items des Lernverhaltens signifikant und in ihrer Korrelationshöhe zwischen klein und moderat (Anstrengungsbereitschaft: $r_p = .29$,

$p < .001$; Konzentration: $r_p = .19$, $p < .005$; Selbständigkeit: $r_p = .30$, $p < .001$; Sorgfalt: $r_p = .24$, $p < .001$). Diese Zusammenhänge zeigen sich auch bei differenzierter Betrachtung der Geschlechter. Hierbei fällt der Zusammenhang zwischen motorischer Leistung und Anstrengungsbereitschaft bei den Jungen am größten aus ($r_p = .35$, $p < .001$).

Bei Betrachtung der Zusammenhänge zwischen den Untertests des Motoriktests und dem Lernverhalten zeigen sich Zusammenhänge lediglich in den Bereichen feinmotorische Integration (Konzentration: $r_p = .16$, $p < .01$; Selbständigkeit: $r_p = .15$, $p < .05$) und Kraft (Anstrengungsbereitschaft: $r_p = .21$, $p < .01$; Konzentration: $r_p = .25$, $p < .001$; Selbständigkeit: $r_p = .26$, $p < .001$; Sorgfalt: $r_p = .18$, $p < .01$). Die Korrelationskoeffizienten erreichen hier einen niedrigen Effekt.

Hinsichtlich der Ausdauerleistung werden lediglich die Zusammenhänge zur Lernbereitschaft bei den Jungen signifikant (Anstrengungsbereitschaft: $r_p = .28$, $p < .005$; Konzentration: $r_p = .22$, $p < .05$; Selbständigkeit: $r_p = .21$, $p < .05$; Sorgfalt: $r_p = .25$, $p < .01$). In der Gesamtstichprobe und in der Gruppe der Mädchen sind keine signifikanten Zusammenhänge zwischen Ausdauerleistung und Lernbereitschaft zu verzeichnen.

Tabelle 9-18: Zusammenhänge zwischen motorischen und konditionellen Fähigkeiten und Aspekten der Kognition (Lernverhalten) (Pearson)

Lernverhalten	Koordinative und konditionelle Fähigkeiten						
	BOT 2-sf			6 Min-Lauf			
		Gesamt	m	w	Gesamt	m	w
Anstrengungs-Bereitschaft	r_p	.29^(**)	.35^(**)	.21^(*)	.12	.28^(**)	-.00
	p	.000	.000	.029	.087	.004	.992
	n	223	111	112	212	110	102
Konzentration	r_p	.19^(**)	.19^(*)	.16	.12	.22^(*)	.03
	p	.005	.042	.103	.087	.024	.786
	n	223	111	112	212	110	102
Selbständigkeit	r_p	.30^(**)	.33^(**)	.27^(**)	.12	.21^(*)	.04
	p	.000	.000	.004	.079	.025	.682
	n	223	111	112	212	110	102
Sorgfalt	r_p	.24^(**)	.21^(*)	.23^(*)	.12	.25^(*)	.02
	p	.000	.024	.016	.086	.010	.810
	n	223	111	112	212	110	102

* Die Korrelation ist auf dem Niveau von 0.05 und ** 0.01 (2-seitig) signifikant

9.2.2 H2: Zusammenhänge zwischen körperlicher Aktivität und motorischen Fähigkeiten

Eindrucksvoll zeigt die Sichtung der Forschungsergebnisse, dass zwischen körperlicher und sportlicher Aktivität und der motorischen Leistungsfähigkeit ein positiver Zusammenhang besteht (Kapitel 6.2). Deutlich wird dabei, dass im Besonderen Zusammenhänge mit der Ausdauerleistung bestätigt werden (Morrow & Freedson, 1994). Über die anderen Teilbereiche motorischer Leistungsfähigkeit, beispielsweise Kraft, Beweglichkeit, Schnelligkeit und Koordination und deren Zusammenhänge mit der körperlichen Aktivität, wird weniger differenziert berichtet, es zeigen sich jedoch Zusammenhänge mit dem Gesamtergebnis von Motoriktests. Daher wird im Folgenden der Hypothese 2 nachgegangen:

Bei Kindern besteht ein positiver Zusammenhang zwischen körperlicher Aktivität und motorischen und konditionellen Leistungen. Hierbei wird differenziert der Zusammenhang zwischen der Anzahl der Schritte und

- a) motorischer Leistung
- b) konditionellen Fähigkeiten
- c) Beweglichkeit

und der Zusammenhang zwischen der Anzahl der Aerobic-Steps und

- d) motorischer Leistung
- e) konditionellen Fähigkeiten sowie
- f) Beweglichkeit

betrachtet.

Tabelle 9-19 stellt die Zusammenhänge zwischen der körperlichen Aktivität, operationalisiert durch gegangene Schritte und Aerobic-Steps in der Woche, am Wochenende und gesamt, und der motorischen und konditionellen Leistung dar.

Im Bereich der Motorikleistung zeigen sich lediglich in der Gesamtstichprobe und bei den Mädchen signifikante aber niedrige Zusammenhänge mit den zurückgelegten Aerobic-Steps in der Woche (Ges.: $rs_p = .19$, $p < .005$; w: $rs_p = .23$, $p < .05$) und der Gesamtanzahl der Aerobic-Steps (Ges.: $rs_p = .14$, $p < .05$; w: $rs_p = .20$, $p < .05$). Im Bereich der Ausdauerleistung zeigen sich signifikante kleine bis moderate Korrelationen in der Gesamtstichprobe mit den gegangenen Schritten in der Woche ($rs_p = .32$, $p < .001$) und am Wochenende ($rs_p = .14$, $p < .05$), den Schritten insgesamt ($rs_p = .31$, $p < .001$), den zurückgelegten Aerobic-Steps in der Woche ($rs_p = .17$, $p < .05$) und am Wochenende ($rs_p = .17$, $p < .05$) und den Aerobic-Steps gesamt ($rs_p = .18$, $p < .05$). Nach Geschlecht differenziert betrachtet, werden lediglich die Zusammenhänge zwischen Ausdauerleistung und den gegangenen Schritten (in der Woche: $rs_p = .28$, $p < .005$, am Wochenende: $rs_p = .24$, $p < .05$ und insgesamt: $rs_p = .30$, $p < .05$) bei den Jungen signifikant.

Nach genauer Betrachtung der Zusammenhänge zwischen den einzelnen Untertests und der körperlichen Aktivität wurden lediglich Zusammenhänge zwischen Aufgaben im Bereich der Oberkörperkoordination (Schritte an Wochentagen: $r_{sp} = .18, p < .005$, Aerobic-Steps an Wochenendtagen: $r_{sp} = .16, p < .05$) sowie Kraft (Liegestütz) (Schritte gesamt: $r_{sp} = .16, p < .05$) signifikant. Das Korrelationsniveau bleibt hierbei niedrig.

Im Bereich Beweglichkeit konnten keine Zusammenhänge beobachtet werden.

Tabelle 9-19: Zusammenhänge zwischen körperlicher Aktivität und motorischen Fähigkeiten (Spearman)

Körperliche Aktivität	Koordinative und konditionelle Fähigkeiten									
		BOT 2-sf			6 Min-Lauf			Beweglichkeit		
		Gesamt	m	w	Gesamt	m	w	Gesamt	m	w
Schritte an Wochentagen	r_{sp}	.08	.02	.09	.32^(**)	.28^(**)	.18	-.06	-.01	-.03
	p	.232	.827	.342	.000	.004	.073	.447	.958	.772
	n	212	106	106	201	104	97	185	92	93
Schritte an Wochenendtagen	r_{sp}	.06	-.03	.16	.17^(*)	.24^(*)	.04	-.06	-.03	.12
	p	.436	.762	.128	.020	.021	.743	.464	.771	.278
	n	190	95	95	179	94	85	166	84	82
Schritte gesamt	r_{sp}	.08	.01	.14	.31^(**)	.30^(**)	.12	-.06	-.01	-.01
	p	.248	.956	.181	.000	.003	.279	.418	.941	.915
	n	190	95	95	179	94	85	166	84	82
Aerobic-steps an Wochentagen	r_{sp}	.19^(**)	.11	.23^(*)	.17^(*)	.17	-.05	-.01	-.01	-.16
	p	.006	.277	.016	.016	.088	.616	.874	.893	.135
	n	212	106	106	201	104	97	185	92	93
Aerobic-steps an Wochenendtagen	r_{sp}	.00	-.09	.06	.17^(*)	.11	.10	-.08	-.04	.089
	p	.972	.372	.546	.020	.271	.321	.279	.733	.408
	n	212	106	106	201	104	97	185	92	93
Aerobic-steps gesamt	r_{sp}	.14^(*)	.05	.20^(*)	.18^(*)	.15	-.02	-.03	-.01	-.13
	p	.042	.634	.039	.012	.119	.881	.681	.896	.203
	n	212	106	106	201	104	97	185	92	93

* Die Korrelation ist auf dem Niveau von 0.05 und ** 0.01 (2-seitig) signifikant

Um der Frage nachzugehen, ob sich die körperliche Aktivität zwischen den Extremgruppen in der motorischen Leistung unterscheidet, wurde ein t-Test für unabhängige Stichproben durchgeführt, in dem überprüft wurde, ob sich die Extremgruppen hinsichtlich motorischer Leistung unterscheiden. Es ergaben sich signifikante Unterschiede zwischen den Gruppen bei den Aerobic-Steps in der Woche ($t(77) = -2.64, p < .01$). Deskriptiv heißt das, dass die motorisch ungeschicktesten Teilnehmer und Teilnehmerinnen der Gesamtstichprobe ($n = 44$) mit durchschnitt-

lich 952 Aerobic-Steps ($SD = 1064$) an Wochentagen statistisch bedeutsam weniger aktiv sind als die motorisch geschicktesten dieser Stichprobe ($n = 44$), die im Mittel täglich rund 1730 sportlich-ausdauernde Schritte zurücklegen ($SD = 1552$). Hinsichtlich der zurückgelegten Schritte unterscheiden sich die beiden Motorikgruppen jedoch nicht signifikant.

Andersherum unterscheiden sich erwartungsgemäß die Motorikleistungen bei einem Extremgruppenvergleich der Aktivitätsgruppen (Aerobic-Steps gesamt) signifikant ($t(83) = -2.02, p < .05$). Dabei erreichen die inaktiven Kinder im Schnitt eine Gesamtmotorikleistung von $M = 48.19$ ($SD = 8.99$) im Vergleich zur Leistung der aktiven Kinder ($M = 52.19, SD = 9.30$). Beim Extremgruppenvergleich der Aktivitätsgruppen hinsichtlich der Schritte gesamt, unterscheiden sich die mittleren Motorikleistungen nicht voneinander.

9.2.3 H3: Zusammenhänge zwischen körperlicher Aktivität und kognitiven Fähigkeiten

Auswirkungen und Effekte körperlicher Aktivität wurden grundlagenorientiert breitgefächert untersucht. Aus neurophysiologischen Studien wurde deutlich, dass körperliche Aktivität beispielsweise eine Erhöhung der zerebralen Durchblutung und dadurch eine erhöhte Sauerstoffzufuhr für das Gehirn zur Folge hat, die Effizienz der neuronalen Verarbeitung steigert oder die Neubildung von Neuronen anregt (Kapitel 6.1.1). Anwendungsorientiert erforscht wurde dies bislang im Besonderen operationalisiert durch motorische Leistungsfähigkeit und weniger durch effektive körperliche Aktivität.

Daher wird im Folgenden der Hypothese 3 nachgegangen:

Bei Kindern besteht ein positiver Zusammenhang zwischen körperlicher Aktivität und der erfassten kognitiven Fähigkeiten. Unterschieden wird dabei zwischen dem Zusammenhang der Anzahl der Schritte und

- a) nonverbaler Intelligenz
- b) verbaler Intelligenz
- c) Aufmerksamkeitsleistung
- d) Lernverhalten

und dem Zusammenhang zwischen der Anzahl der Aerobic-Steps und

- e) nonverbaler Intelligenz
- f) verbaler Intelligenz
- g) Aufmerksamkeitsleistung
- h) Lernverhalten.

Aus Gründen der Übersichtlichkeit erfolgt zunächst die Darstellung der Zusammenhänge zwischen körperlicher Aktivität mit der Aufmerksamkeitsleistung und den beiden Aspekten der Intelligenz. Anschließend werden die Zusammenhänge der körperlichen Aktivität mit dem Lernverhalten dargestellt.

Tabelle 9-20 veranschaulicht die Zusammenhänge zwischen der körperlichen Aktivität, operationalisiert durch gegangene Schritte und Aerobic-Steps in der Woche, am Wochenende und gesamt und der Kognition Aufmerksamkeitsleistung, nonverbale Intelligenz und verbale Intelligenz.

Die Korrelationen nach Spearman zeigen lediglich im Bereich der verbalen Intelligenz folgende signifikante Zusammenhänge in der Gesamtstichprobe: Aerobic-Steps an Wochentagen ($r_{sp} = .20, p < .005$), Aerobic-Steps an Wochenendtagen ($r_{sp} = .14, p < .05$) und den Aerobic-Steps gesamt ($r_{sp} = .21, p < .005$). Diese Zusammenhänge zeigen sich mit einer Ausnahme (Aerobic-Steps an Wochenendtagen in der Gruppe der Jungen) auch bei differenzierter Betrachtung der Geschlechtergruppen. Das Korrelationsniveau bleibt durchgehend gering. Zwischen der Aufmerksamkeitsleistung, nonverbalen Intelligenz und der körperlichen Aktivität können keine Zusammenhänge berichtet werden.

Tabelle 9-20: Zusammenhänge zwischen körperlicher Aktivität und Aspekten der Kognition (Aufmerksamkeitsleistung, verbale und nonverbale Intelligenz) (Spearman)

Körperliche Aktivität	Aspekte der Kognition									
		Aufmerksamkeitsleistung			Nonverbale Intelligenz			Verbale Intelligenz		
		Ges.	m	w	Ges.	m	w	Ges.	m	w
Schritte an Wochentagen	r_{sp}	-.00	-.00	.05	-.05	-.06	-.02	.05	.12	.00
	p	.961	.967	.594	.453	.528	.874	.471	.222	.971
	n	200	101	99	214	107	107	213	107	106
Schritte an Wochenendtagen	r_{sp}	.13	.17	.10	.08	.07	.10	.12	.12	.12
	p	.080	.116	.336	.256	.530	.322	.107	.259	.250
	n	181	92	89	191	96	95	191	96	95
Schritte gesamt	r_{sp}	.03	.04	.07	-.04	-.05	.02	.06	.14	.01
	p	.674	.686	.497	.596	.654	.860	.420	.179	.953
	n	181	92	89	191	96	95	191	96	95
Aerobic-Steps an Wochentagen	r_{sp}	.01	-.07	.16	-.03	-.13	.12	.20^(**)	.21^(*)	.23^(*)
	p	.935	.476	.120	.626	.186	.224	.004	.029	.020
	n	200	101	99	214	107	107	213	107	106
Aerobic-Steps an Wochenendtagen	r_{sp}	.01	-.00	.07	.02	-.07	.16	.14^(*)	.10	.20^(*)
	p	.840	.994	.497	.760	.494	.095	.046	.302	.036
	n	200	101	99	214	107	107	213	107	106
Aerobic-Steps gesamt	r_{sp}	-.02	-.12	.16	-.01	-.12	.18	.21^(**)	.21^(*)	.27^(**)
	p	.780	.230	.114	.880	.207	.072	.002	.028	.004
	n	200	101	99	214	107	107	213	107	106

* Die Korrelation ist auf dem Niveau von 0.05 und ** 0.01 (2-seitig) signifikant

In Tabelle 9-21 sind die Ergebnisse der Korrelationsrechnungen zwischen der körperlichen Aktivität und den Items des Lernverhaltens präsentiert.

Deutlich wird hier, dass mit einer Ausnahme (Anstrengungsbereitschaft und Aerobic-Steps an den Wochentagen $rs_p = .14, p < .05$) lediglich Zusammenhänge zwischen der körperlichen Aktivität am Wochenende und folglich auch der körperlichen Aktivität über die gesamte Woche hin und dem Lernverhalten zu verzeichnen sind. Darüber hinaus werden Geschlechterdifferenzen deutlich.

Während der Zusammenhang zwischen Schritten an Wochenendtagen und Anstrengungsbereitschaft lediglich bei Jungen signifikant wird (m: $rs_p = .25, p < .05$; w: $rs_p = .11, p = .321$), werden die Zusammenhänge bei den zwei Items Konzentration (m: $rs_p = .19, p = .076$; w: $rs_p = .23, p < .05$) und Sorgfalt (m: $rs_p = .20, p = .058$; w: $rs_p = .36, p < .001$) lediglich bei den Mädchen signifikant. Selbständigkeit korreliert nicht mit den Schritten.

Ein ähnliches Bild zeigt sich hinsichtlich der Zusammenhänge zwischen Lernbereitschaft und den zurückgelegten Aerobic-Steps. Auch hier werden lediglich die Zusammenhänge der sportlich ausdauernden Aktivität am Wochenende signifikant. Auch zeigen sich gleiche Geschlechtsunterschiede wie oben. Während der Zusammenhang zwischen Aerobic-Steps an Wochenendtagen und Anstrengungsbereitschaft lediglich bei Jungen signifikant wird (m: $rs_p = .20, p < .05$; w: $rs_p = .09, p = .407$), werden die Zusammenhänge bei den drei Items Konzentration (m: $rs_p = .10, p = .345$; w: $rs_p = .24, p < .05$), Selbständigkeit (m: $rs_p = .06, p = .59$; w: $rs_p = .27, p < .005$) und Sorgfalt (m: $rs_p = .17, p = .089$; w: $rs_p = .21, p < .05$) lediglich bei den Mädchen signifikant. Die Korrelation nimmt hier eine moderate Höhe an.

Tabelle 9-21: Zusammenhänge zwischen körperlicher Aktivität und Aspekten der Kognition (Lernverhalten) (Spearman)

Körperliche Aktivität		Lernverhalten											
		Anstrengungs-bereitschaft			Konzentration			Selbständigkeit			Sorgfalt		
		Ges.	m	w	Ges.	m	w	Ges.	m	w	Ges.	m	w
Schritte an Wochentagen	rs _p	.06	.13	-.13	.10	.14	.00	.08	.17	.02	.13	.09	.14
	p	.443	.192	.210	.153	.161	.968	.255	.095	.838	.074	.379	.161
	n	200	101	99	200	101	99	200	101	99	200	101	99
Schritte an Wochendtagen	rs _p	.20(**)	.25(*)	.11	.21(**)	.19	.23(*)	.14	.16	.16	.26(**)	.20	.36(**)
	p	.007	.018	.321	.005	.076	.036	.062	.136	.139	.000	.058	.001
	n	177	90	87	177	90	87	177	90	87	177	90	87
Schritte gesamt	rs _p	.16(*)	.22(*)	.01	.19(**)	.20	.14	.13	.21	.10	.17(*)	.11	.24(*)
	p	.035	.036	.933	.010	.066	.191	.092	.051	.413	.023	.320	.028
	n	177	90	87	177	90	87	177	90	87	177	90	87
Aerobic-Steps an Wochentagen	rs _p	.14(*)	.19	.07	.11	.15	.07	.13	.18	.16	.09	.04	.18
	p	.042	.060	.511	.115	.125	.475	.070	.076	.105	.193	.724	.079
	n	200	101	99	200	101	99	200	101	99	200	101	99
Aerobic-Steps an Wochendtagen	rs _p	.18(*)	.20(*)	.08	.17(*)	.10	.24(*)	.15(*)	.06	.27(**)	.19(**)	.17	.21(*)
	p	.011	.047	.407	.017	.345	.016	.039	.584	.007	.007	.089	.037
	n	200	101	99	200	101	99	200	101	99	200	101	99
Aerobic-Steps gesamt	rs _p	.17(*)	.22(*)	.09	.14(*)	.15	.15	.16(*)	.17	.25(*)	.11	.05	.21(*)
	p	.014	.031	.371	.047	.140	.148	.022	.094	.015	.115	.630	.038
	n	200	101	99	200	101	99	200	101	99	200	101	99

* Die Korrelation ist auf dem Niveau von 0.05 und ** 0.01 (2-seitig) signifikant

9.2.4 Zusammenfassung und Diskussion der Ergebnisse

Im Folgenden werden oben beschriebene Ergebnisse zusammengefasst und in den aktuellen Forschungsstand eingeordnet. Ausgewählte Ergebnisse werden an dieser Stelle interpretiert.

Zusammenhänge zwischen motorischen und kognitiven Leistungen

Generell zeigen sich positive signifikante Zusammenhänge zwischen motorischer Leistungsfähigkeit und nonverbaler ($r_p = .283, p < .001$) und verbaler ($r_p = .24, p < .001$) Intelligenz. Insgesamt fallen die Korrelationen mit der nonverbalen Intelligenz höher aus als mit der verbalen Intelligenz.

Im Vergleich zu den Ergebnissen der entsprechenden Teilstichprobe aus der LOGIK-Studie sind vorliegend errechnete Zusammenhänge deutlich größer und bedeutsamer, hier berichten Ahnert, Bös & Schneider (2003) von Zusammenhängen des KTK und des HAWIK im Bereich $r = .11$ bis $r = .15$, wobei diese mit Ausnahme des zuletzt genannten Werts keine Signifikanz erreichten. Außerdem fielen die Korrelationskoeffizienten zwischen der nonverbalen Intelligenz und den Motorikleistun-

gen insgesamt kaum höher aus als die Korrelationen mit der verbalen Intelligenz (ebd.).

Die höchsten Korrelationen hinsichtlich verbaler und nonverbaler Intelligenz zeigen sich in der vorliegenden Studie in der feinmotorischen Präzision (VI: $r_p = .19$, $p < .005$; NVI: $r_p = .27$, $p < .001$) und der bilateralen Koordination (VI: $r_p = .14$, $p < .05$; NVI: $r_p = .20$, $p < .001$). Dies lässt sich mit dem Ergebnis der LOGIK-Studie vergleichen, bei der von den höchsten Zusammenhänge zwischen Gesamtkörperkoordination und nonverbaler Intelligenzleistung ($r = .21$ bis $r = .32$ je nach Alter) berichtet werden. Allerdings zeigen sich in der LOGIK-Studie auch die höchsten Zusammenhänge zwischen Standweitsprung und verbaler Intelligenz ($r = .17$ bzw. $r = .24$). Dieses Ergebnis ist überraschend, da in der bisherigen Forschung den koordinativen Fähigkeiten ein höherer Zusammenhang mit der Intelligenz zugestanden wurde als den eher konditionell ausgerichteten Motorikaufgaben wie dem Standweitsprung (Ahnert, Bös & Schneider, 2003). Dies entspricht den Ergebnissen der vorliegenden Studie. Keine Zusammenhänge ergeben sich in den Bereichen Kraft und Ausdauer. Hinsichtlich der Kraft ist dies mit den Ergebnissen von Buck et al. (2008) vergleichbar. Allerdings berichten sie von signifikanten Zusammenhängen zwischen Ausdauer und Intelligenz in der Größenordnung von $r_p = .27$ bis $r_p = .38$.

Der Zusammenhang zwischen motorischer Leistung und Aufmerksamkeitsleistung ist mit $r_p = .16$, $p < .05$ als klein aber signifikant einzustufen. Dabei ist im Besonderen der qualitative Aspekt von Aufmerksamkeit mit der feinmotorischen Integration und der Laufgeschwindigkeit in Verbindung zu bringen. Dies unterstützt die Ergebnisse von Wepf, Gubelmann und Müller (2008), die von signifikanten Verbindungen zwischen Aufgaben wie Seitliches Hin- und Herspringen, Tapping und der Konzentrationsfähigkeit bei Zweitklässlerinnen und -klässlern ($r = .29$ bis $.46$) berichten, wobei diese Zusammenhänge deutlich stärker einzustufen sind als bei der vorliegenden Stichprobe.

Die Beschränkung der Zusammenhänge auf qualitative Aspekte der Aufmerksamkeit, die in der vorliegenden Studie deutlich geworden sind, wurde von Graf et al. (2003) nicht gefunden. Bei ihrer CHILT-Studie zeigten sich signifikante Zusammenhänge zwischen Koordination und der quantitativen ($p < .001$) und der qualitativen ($p < .001$) Leistung im Konzentrationstest.

Kein Zusammenhang zeigte sich sowohl bei der vorliegenden Studie als auch bei der CHILT-Studie zwischen Konzentrationsleistung und Ausdauerleistungsfähigkeit (Graf et al., 2003).

Die Motorikleistung der Gesamtgruppe korreliert mit allen vier Items des Lernverhaltens signifikant zwischen $r_p = .186$ und $r_p = .300$. Dabei zeigen im Besonderen die Bereiche feinmotorische Integration und Kraft signifikante Zusammenhänge zum Lernverhalten. Hinsichtlich koordinativer Fähigkeiten lassen sich vorliegende Ergebnisse mit denen von Kastner und Petermann (2010) vergleichen. Sie berichten

aus der Studie von Kastner (2010) einen positiven Zusammenhang zwischen motorisch-koordinativen Defiziten und Auffälligkeiten im Lernverhalten.

Zusammenhänge zwischen Kraft und Lehrer(innen)bewertung lassen sich auch bei Dwyer et al. (2001) und des California Department of Education (2002) finden.

Hinsichtlich der Ausdauerleistung werden lediglich die Zusammenhänge zur Lernbereitschaft bei den Jungen signifikant. Diese Korrelationen könnten von den Geschlechterdifferenzen in der Lehrer(innen)bewertung (Kapitel 9.1) beeinflusst sein.

Zusammenhänge zwischen körperlicher Aktivität und motorischen Fähigkeiten

Im Bereich der Motorikleistung zeigen sich signifikante aber niedrige Zusammenhänge mit den zurückgelegten Aerobic-Steps in der Woche bei der Gesamtstichprobe und bei den Mädchen (ges.: $rs_p = .19, p < .005$; w: $rs_p = .23, p < .05$).

Bei differenzierter Betrachtung werden lediglich Zusammenhänge zwischen den Motorikbereichen Oberkörperkoordination und Kraft signifikant. Dies ist mit den Ergebnissen der KIGGS-Studie, in der von signifikanten und stabilen Unterschieden im großmotorischen Bereich (u. a. Kraft) und nur von wenigen signifikanten Unterschieden in der Feinmotorik berichtet wird (Bös et al., 2009), vergleichbar. Ebenso referieren beispielsweise Baquet et al. (2006) und Minck et al. (2000) mehrheitlich positive Zusammenhänge von sportlicher Aktivität und Schnelligkeit und Kraft.

Demgegenüber zeigen D'Hondt et al. (2009) an einer Stichprobe mit übergewichtigen Kindern signifikante Zusammenhänge zwischen allen Untertests (außer Handgeschicklichkeit) und der Gesamtleistung des M-ABC und der körperlichen Aktivität. Bei Extremgruppenvergleichen ergaben die vorliegenden Ergebnisse signifikante Unterschiede zwischen den Motorikgruppen. Kinder mit den besten motorischen Leistungen weisen signifikant mehr Aerobic-Steps auf, als Kinder der unteren motorischen Leistungsgruppe ($t(77) = -2.64, p < .01$). Dieses Ergebnis berichten beispielsweise auch Wrotniak et al. (2006) bei 8- bis 10-jährigen, Fisher (2008) bei 3- bis 4-jährigen Kindern und Kambas et al. (2009) bei 5- bis 6-jährigen Kindern.

Dem entsprechend erreichen die hoch Aktiven beim Vergleich der Extremgruppen, inaktive und hoch aktive Kinder und Jugendliche des Motorik-Moduls der KIGGS-Studie, deutlich bessere Ergebnisse bei den motorischen Testaufgaben (Bös et al., 2009). Auch dieses Ergebnis ließ sich im Extremgruppenvergleich mit den vorliegenden Daten replizieren. Erwartungsgemäß unterscheiden sich die Motorikleistungen der inaktiven im Vergleich zur aktiven Gruppe der vorliegenden Studie signifikant ($t(83) = -2.02, p < .05$).

Diese markanten Unterschiede hinsichtlich der Aktivität von Kindern in unteren und oberen Quartilen motorischer Leistung weisen auf signifikante Zusammenhänge in den Extremgruppen hin. Zimmer (2003) beschreibt dieses Phänomen als Teufelskreis, in dem Kinder mit geringen motorischen Fähigkeiten eine negative Einstellung zur körperlichen Aktivität entwickeln, was die motorische Entwicklung verhindert und dies wiederum zur Vermeidung körperlicher Aktivität führt und vice versa.

Beim Extremgruppenvergleich der Aktivitätsgruppen hinsichtlich der Schritte gesamt, auch wie er in Kambas et al. (2009) oder Wrotniak et al. (2006) beschrieben worden ist, unterscheiden sich die Motorikleistungen hier jedoch nicht. Dies weist entweder auf eine Aktivitätsschwelle hin, die hinsichtlich Intensität und Dauer überschritten sein muss, damit körperliche Aktivität Einfluss auf den Motorikstatus nimmt. Oder motorisch Geschickte bewegen sich nicht grundsätzlich mehr, sondern der Unterschied liegt in der Dauer und Intensität der Bewegungen, die motorisch geschickte Kinder im Vergleich zu ungeschickten machen.

Im Bereich der Ausdauerleistung zeigen sich signifikante Korrelationen in der Gesamtstichprobe mit den gegangenen Schritten ($r_{sp} = .31, p < .001$), und den zurückgelegten Aerobic-Steps ($r_{sp} = .18, p < .05$). Im Geschlechtervergleich werden lediglich die Zusammenhänge zwischen Ausdauerleistung und den gegangenen Schritten ($r_{sp} = .30, p < .05$) bei den Jungen signifikant.

Diese positiven Zusammenhänge sind mit den Ergebnissen von Malina und Katzmarzyk (2006) vergleichbar, die in einem Review zu den Zusammenhängen von sportlicher Aktivität und Fitness bei Jugendlichen zeigten, dass zahlreiche Korrelationen zwischen sportlicher Aktivität und Ausdauerleistungsfähigkeit gezeigt werden konnten. Von deutlich stärkeren Zusammenhängen zwischen Ausdauerleistung und körperliche Aktivität bei Jungen im Vergleich zu Mädchen berichten auch Fuchs (1990) oder Morrow und Freedson (1994).

Für Jugendliche höherer Klassenstufen konnte Hütter (2009) anhand von Schrittzählern hingegen keinen Zusammenhang zwischen Aktivität und konditionellen Fähigkeiten, weder bei Jungen noch bei Mädchen, aufzeigen.

Im Bereich Beweglichkeit konnten keine signifikanten Zusammenhänge beobachtet werden. Auch sind diese Zusammenhänge mit den KIGGS-Ergebnissen vergleichbar, die sehr uneinheitlich ausfallen (Bös et al., 2009).

Zusammenhänge zwischen körperlicher Aktivität und kognitiven Fähigkeiten

Hinsichtlich der Zusammenhänge zwischen körperlicher Aktivität und Kognition in der Gesamtstichprobe wurden die Zusammenhänge zwischen verbaler Intelligenz und Aerobic-Steps ($r_{sp} = .21, p < .005$) signifikant. Dies kann zu den Ergebnissen von Frey & Mengelkamp (2007) in Bezug gesetzt werden. Sie berichten, dass Sport treibende Kinder u. a. bei der Skala Sprachentwicklung höhere Werte als nicht Sport treibende Kinder erreichen.

Zwischen nonverbaler Intelligenz, der Aufmerksamkeitsleistung und der körperlichen Aktivität können vorliegend keine Zusammenhänge aufgezeigt werden.

Diesen Ergebnissen stehen beispielsweise Studien von Oja & Jürimä (2002) entgegen, die varianzanalytisch zeigten, dass körperliche Aktivitäten 19 bis 25 % der Gesamtvarianz der Schuleignung aufklären. Und Memmert und Weickgenannt (2006) beispielsweise berichten bei ihren Zweitklässlern und -klässlerinnen, dass Kinder, die sportlich aktiver sind, in der Regel höhere Konzentrationswerte besitzen.

Die Zusammenhänge zwischen den Items der Lehrereinschätzliste und körperlicher Aktivität, die ebenso bei Nelson und Gordon-Larsen (2006) nachgewiesen wurden, werden hier lediglich für Aktivität am Wochenende signifikant. Möglicherweise kommt hier die traditionelle Annahme zum Vorschein, dass Lernfähigkeit und -bereitschaft eng mit körperlicher Ruhe und Stillsitzen zusammenhängt. Sodass Kinder, die sich zwar viel aber vor allem am Wochenende bewegen, als lernfähiger eingeschätzt werden.

Dabei gibt es Geschlechterdifferenzen: Bei Jungen beziehen sich die Zusammenhänge im Besonderen auf die Anstrengungsbereitschaft, bei Mädchen auf die Konzentration und Sorgfalt. Diese Unterschiede könnten möglicherweise in den Geschlechterunterschieden bei der Einschätzung der Lehrpersonen begründet sein (siehe Kapitel 9.1).

9.3 Inferenzstatistische Hypothesenprüfung

Im folgenden Kapitel werden der Einfluss des Gruppenfaktors und des Geschlechts sowie der Messwiederholungsfaktor auf die abhängigen Variablen mit dreifaktorieller Varianzanalyse mit Messwiederholung (gemischtes Design) geprüft.

Da Alterseffekte aufgrund von Verwendung der Normen vernachlässigt werden können, wird das Alter auch bei nachfolgenden hypothesenprüfenden Rechnungen nicht berücksichtigt. Geprüft werden nun die Hypothesen 4, 5 und 6. Der Levene-Test für Varianzanalysen und der Mauchly-W-Test für Sphärizität werden für sämtliche Teiluntersuchungen nicht signifikant, sodass die Voraussetzung der Varianzhomogenität und der Sphärizität als erfüllt gelten kann.

9.3.1 H4: Motorische Fähigkeiten

In Hypothese 4 wurden direkte Effekte der schulintegrierten Bewegungsförderung auf die motorischen Leistungen der Schüler und Schülerinnen angenommen. Hierzu gehören insbesondere Verbesserungen im Bereich motorischer Leistung (Hypothese 4 a), konditionelle Fähigkeiten (Hypothese 4 b) und Beweglichkeit (Hypothese 4 c).

9.3.1.1 BOT 2-sf (T-Werte)

Die Operationalisierung motorischer Leistung erfolgt über die Kurzform des Bruininks Oseretsky Tests 2. Für die statistischen Rechnungen werden Normwerte verwendet.

Aus der deskriptiven Analyse (Kapitel 9.1) geht hervor, dass sich Kontroll- und Experimentalgruppe weder in T1 noch in T2 signifikant voneinander unterscheiden. In Abbildung 9-33 werden die Leistungen beider Gruppen zu beiden Messzeitpunkten bildlich dargestellt.

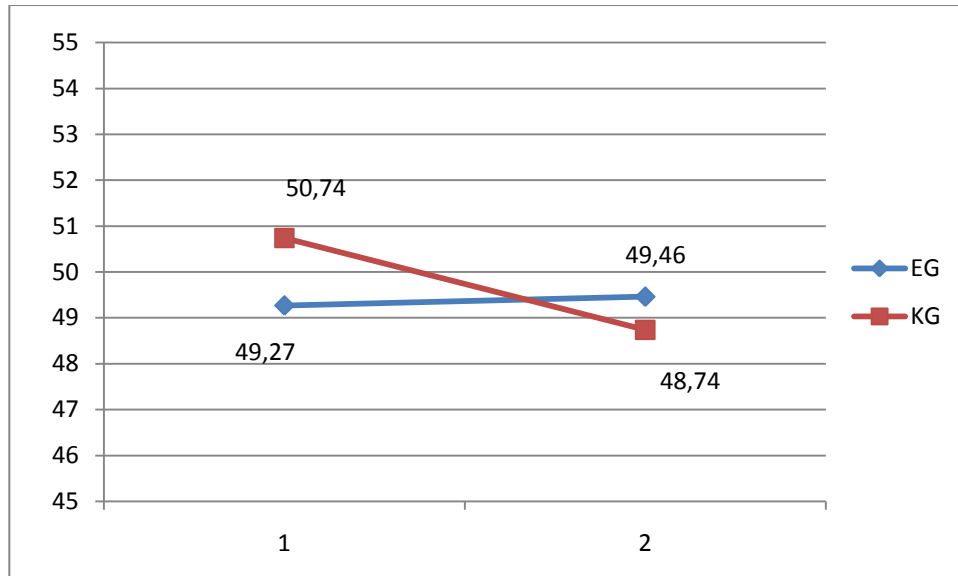


Abbildung 9-33: Motorische Leistung BOT 2 -sf in T1 und T2 differenziert nach der Kontroll- und Experimentalgruppe ($n_{EG} = 109$, $n_{KG} = 65$)

Der Graph verdeutlicht eine leichte Verschlechterung der Kontrollgruppe und eine Verbesserung der Experimentalgruppe. Für die abhängige Variable motorische Leistung ergeben die varianzanalytischen Rechnungen keinen signifikanten Messwiederholungseffekt ($F(1.170) = .975$, $p = .325$). Das Gleiche gilt für die Wechselwirkung Messzeitpunkt x Gruppenzugehörigkeit ($F(1.170) = .273$, $p = .602$).

Auch die Tests der Zwischensubjekteffekte werden für den Haupteffekt Gruppenzugehörigkeit nicht signifikant ($F(1.170) = 1.21$, $p = .272$). Es gibt somit keinen signifikanten Unterschied zwischen der motorischen Leistung von Kindern der Experimental- und Kontrollgruppe.

Auch wird der Haupteffekt Geschlecht nicht signifikant ($F(1.170) = 2.25$, $p = .135$). Allerdings erreicht die Interaktion Zeit x Geschlecht das Signifikanzniveau bei kleiner bis mittlerer Effektstärke ($F(1.170) = 10.26$, $p < .005$, $\eta^2 = .057$). Die Mittelwerte beider Geschlechtergruppen verdeutlichen, dass die Gruppe der Jungen eher an Leistung verliert ($M_{T1-m} = 51.42$, $M_{T2-m} = 48.91$), während die Gruppe der Mädchen von T1 zu T2 an Leistung zunimmt ($M_{T1-w} = 48.91$, $M_{T2-w} = 49.37$). Relevant für Hypothese 4 ist nun, in wie weit sich die Gruppen Experimental- und Kontrollgruppe hinsichtlich dieses Phänomens unterscheiden. Bonferroni-korrigierte Signifikanztests machen deutlich, dass diese Zeit x Geschlecht Interaktion bei getrennter Betrachtung der Gruppen für die Kontrollgruppe (m: $M_{T1} = 50.03$, $M_{T2} = 48.21$; w: $M_{T1} = 45.32$, $M_{T2} = 49.32$) zutrifft ($F(1.63) = 8.96$, $p < .005$, $\eta^2 = .125$), nicht aber für die Experimentalgruppe (m: $M_{T1} = 50.49$, $M_{T2} = 49.72$; w: $M_{T1} = 48.11$, $M_{T2} = 49.41$; $F(1.107) = 1.89$, $p = .172$).

Bei differenzierter Betrachtung werden die Varianzanalysen von zwei der 14 Untertests signifikant:

(1) Hinsichtlich der Oberkörperkoordination kann die Experimentalgruppe im Vergleich zur Kontrollgruppe ihre Leistung verbessern. Abbildung 9-34 zeigt die Interaktion Zeit x Gruppe in der Aufgabe 11 „Fallen lassen und fangen eines Balles“.

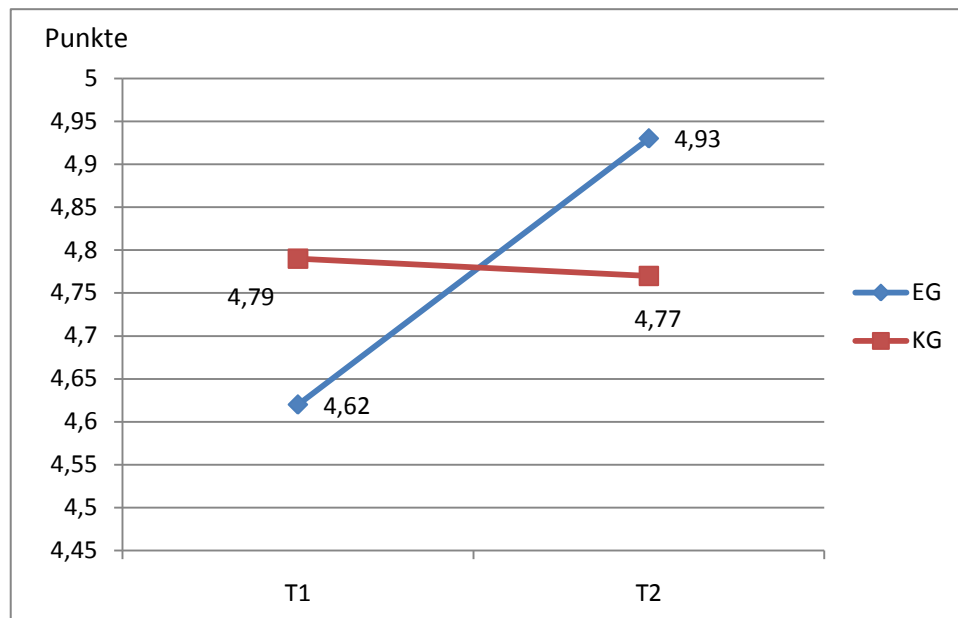


Abbildung 9-34: Testaufgabe 11 "Fallen lassen und fangen eines Balles" differenziert nach Kontroll- und Experimentalgruppe ($n_{EG} = 123$, $n_{KG} = 72$)

Die dreifaktorielle Varianzanalyse für diesen Untertest (die Varianzhomogenität ist gewährleistet) ergibt für den Hauptfaktor Zeit einen signifikanten Effekt ($F(1.175) = 4.27$, $p < .025$) mit kleiner Effektstärke (partielles $\eta^2 = .04$). Der Faktor Gruppe wird nicht signifikant ($F(1.175) = .126$, $p = .723$). Die Interaktion Zeit x Gruppe erreicht das Signifikanzniveau $F(1.175) = 3.58$, $p < .025$ mit einer kleinen Effektstärke (partielles $\eta^2 = .04$). In dieser Aufgabe kann sich also die Experimentalgruppe im Vergleich zur Kontrollgruppe von T1 zu T2 verbessern. Der Haupteffekt Geschlecht ($F(1.175) = .626$, $p = .43$) und die Interaktion Zeit x Geschlecht ($F(1.175) = .56$, $p = .454$) werden nicht signifikant.

(2) Im Bereich Kraft erreicht der Interaktionseffekt Zeit x Gruppe in beiden Untertests, Knieliegestütz ($F(1.175) = 9.48$, $p < .025$; partielles $\eta^2 = .051$) und Sit-ups ($F(1.175) = 3.24$, $p < .025$; partielles $\eta^2 = .02$) varianzanalytisch das Signifikanzniveau. Abbildung 9-35 verdeutlicht die unterschiedlichen Verläufe beider Gruppen von T1 nach T2 zugunsten der Experimentalgruppe. Die Haupteffekte Zeit und Gruppe werden weder für die Aufgabe 13 noch für Aufgabe 14 signifikant.

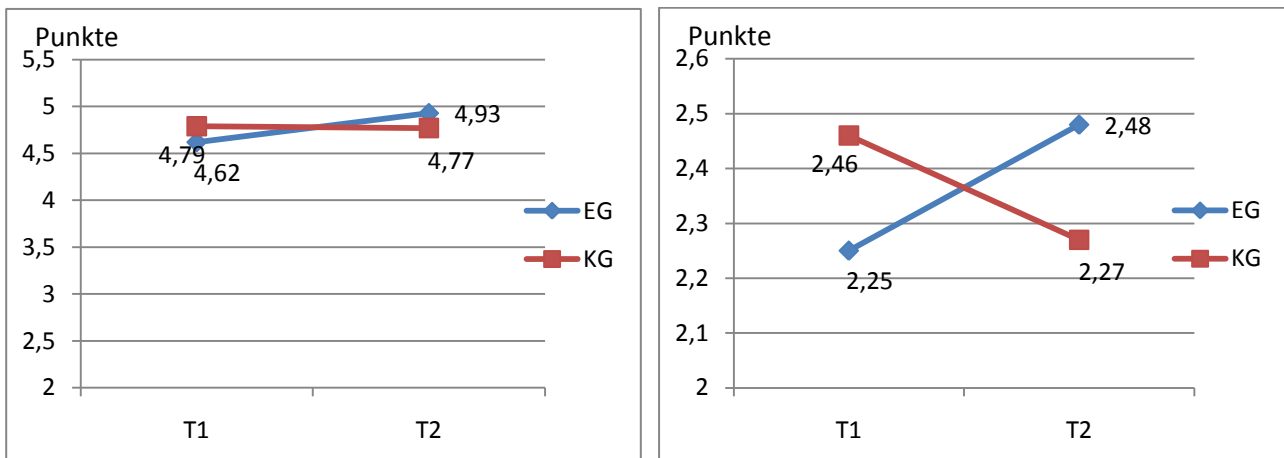
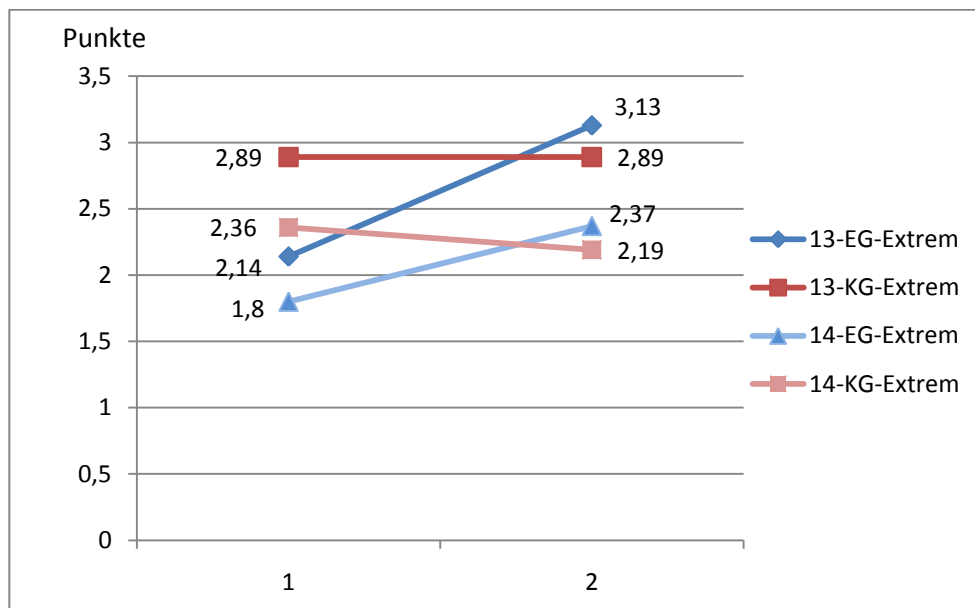


Abbildung 9-35: Testaufgabe 13 und 14 "Knieliegestütz" und „Sit-ups“ differenziert nach Kontroll- und Experimentalgruppe ($n_{EG} = 122$, $n_{KG} = 72$)

Hinsichtlich des Geschlechts wird lediglich in Aufgabe 13 „Knieliegestütz“ der Haupteffekt Geschlecht signifikant ($F(1.175) = 6.53$, $p < .025$, partielles $\eta^2 = .036$). Post-hoc-Vergleiche verdeutlichen erwartungsgemäß einen signifikanten Mittelwertunterschied in T1 ($t(240) = 2.46$, $p < .025$) zugunsten der Jungen ($M_m = 3.58$, $M_w = 3.02$). In T2 werden diese Unterschiede ($M_m = 3.42$, $M_w = 3.06$) nicht signifikant ($t(192) = 1.64$, $p = .102$). Die Interaktion Zeit x Geschlecht verfehlt das Signifikanzniveau ($F(1.175) = .195$, $p = .659$).

Für die Beantwortung der Frage, ob verschiedene Motorikgruppen (Quartile, auch Wrotniak, 2006 und Kambas et al., 2009) unterschiedlich von der Intervention profitieren, wird der klassische Regressionseffekt deutlich: Die Kinder in den beiden unteren Quartilen steigern ihre Leistung im Vergleich zu den beiden oberen Quartilen deutlich.

Jedoch unterscheiden sich die zwei unteren Extremgruppen der Experimentalgruppe ($n = 71$) signifikant von denen der Kontrollgruppen ($n = 71$). Zweifaktorielle Varianzanalysen ergeben diesbezüglich für die Aufgaben 13 und 14 Folgendes: Für die Aufgabe 14 wird der Hauptfaktor Gruppe nicht signifikant ($F(1.102) = 1.07$, $p = .303$). Der Hauptfaktor Zeit wird erwartungsgemäß signifikant ($F(1.102) = 8.33$, $p < .005$, partielles $\eta^2 = .056$) und der Interaktionsfaktor Zeit x Gruppe erreicht ebenfalls das Signifikanzniveau ($F(1.102) = 8.33$, $p < .005$) mit einer mittleren Effektgröße von partielles $\eta^2 = .067$. Ebenso verhält es sich im Extremgruppenvergleich der Aufgabe 14 (Hauptfaktor Gruppe: ($F(1.102) = .774$, $p = .381$, Zeit: ($F(1.102) = 1.54$, $p = 2.18$, Interaktionseffekt Zeit x Gruppe: $F(1.102) = 5.34$, $p < .05$, partielles $\eta^2 = .086$). Der Interaktionseffekt Zeit x Gruppe wird in Abbildung 9-36 deutlich.



Anm.: 13-EG-Extrem: Leistung in Aufgabe 13 (Knieliegestütz) der unteren Extremgruppe der Experimentalgruppe,

14-KG-Extrem: Leistung in Aufgabe 14 (Sit-ups) der unteren Extremgruppe der Kontrollgruppe

Abbildung 9-36: Aufgabe 13 und 14 der Extremruppen in T1 und T2 der Kontroll- und Experimentalgruppe (nEG-Extrem = 71, nKG-Extrem = 71)

9.3.1.2 6-Minuten-Ausdauerlauf

Die deskriptive Analyse der konditionellen Fähigkeiten in Kapitel (9.1) zeigt einen signifikanten Unterschied zwischen Kontroll- und Experimentalgruppe zum ersten Messzeitpunkt zugunsten der Experimentalgruppe. Entgegen der Erwartungen verschlechtert sich die Experimentalgruppe, wohingegen sich die Kontrollgruppe leicht verbessert. Zum zweiten Messzeitpunkt liegt die durchschnittliche Ausdauerleistung der Experimentalgruppe leicht unter der der Kontrollgruppe, der Gruppenunterschied wird jedoch nicht signifikant. Abbildung 9-37 verbildlicht die Leistungen der beiden Gruppen.

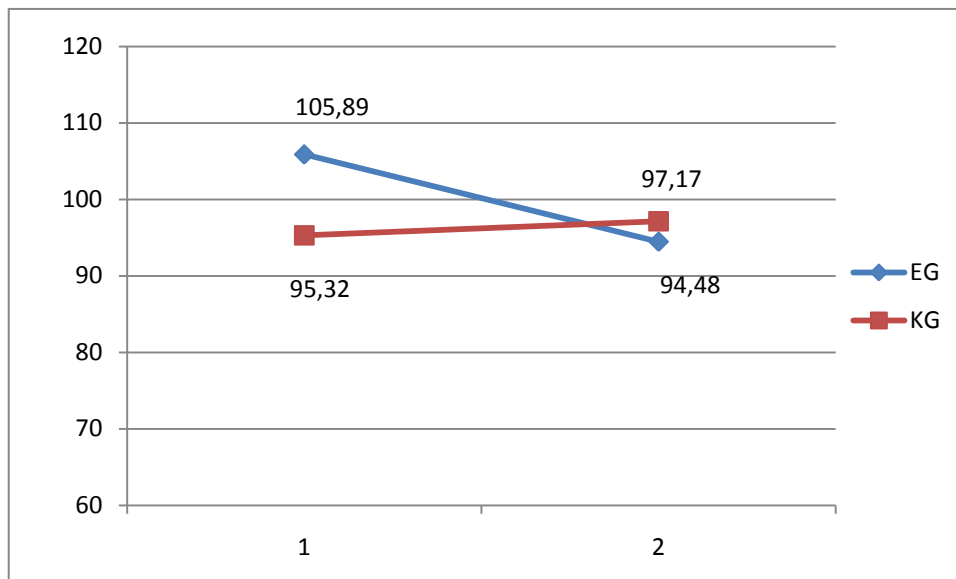


Abbildung 9-37: Ausdauerleistungsfähigkeit 6-Minuten-Lauf in T1 und T2 differenziert nach Experimental- und Kontrollgruppe ($n_{EG} = 104$, $n_{KG} = 62$)

Für die Ausdauerleistungsfähigkeit ergeben die varianzanalytischen Rechnungen einen signifikanten Messwiederholungseffekt ($F(1.162) = 20.15$, $p < .001$) mit einem starken Effekt (*partielles* $\eta^2 = .11$). Das Gleiche gilt für die Wechselwirkung Messzeitpunkt x Gruppenzugehörigkeit ($F(1.162) = 49.66$, $p < .001$, *partielles* $\eta^2 = .23$). Auch der Test der Zwischensubjekteffekte wird für den Haupteffekt Gruppenzugehörigkeit auf einem Signifikanzniveau von .05 und einer Effektstärke von *partielles* $\eta^2 = .031$ signifikant. Es gibt also einen signifikanten Unterschied zwischen Kontroll- und Experimentalgruppe hinsichtlich des Verlaufs der Ausdauerleistung von T1 zu T2. Die Kontrollgruppe konnte sich verbessern, die Experimentalgruppe hat sich verschlechtert. Geschlecht hat sowohl als Haupteffekt als auch als Interaktionsfaktor (Zeit x Geschlecht) keinen bedeutsamen Effekt.

9.3.1.3 Sit and Reach-Test

Operationalisiert wird die Beweglichkeit über Noten im Sit and Reach-Test. Abbildung 9-38 verdeutlicht die Leistung beider Gruppen von T1 zu T2. Wie in der deskriptiven Statistik gezeigt, verbessern sich beide Gruppen im Verlauf, wobei die Experimentalgruppe zu beiden Testzeitpunkten schlechter ist als die Kontrollgruppe (je niedriger die Note ist, desto besser ist die Leistung).

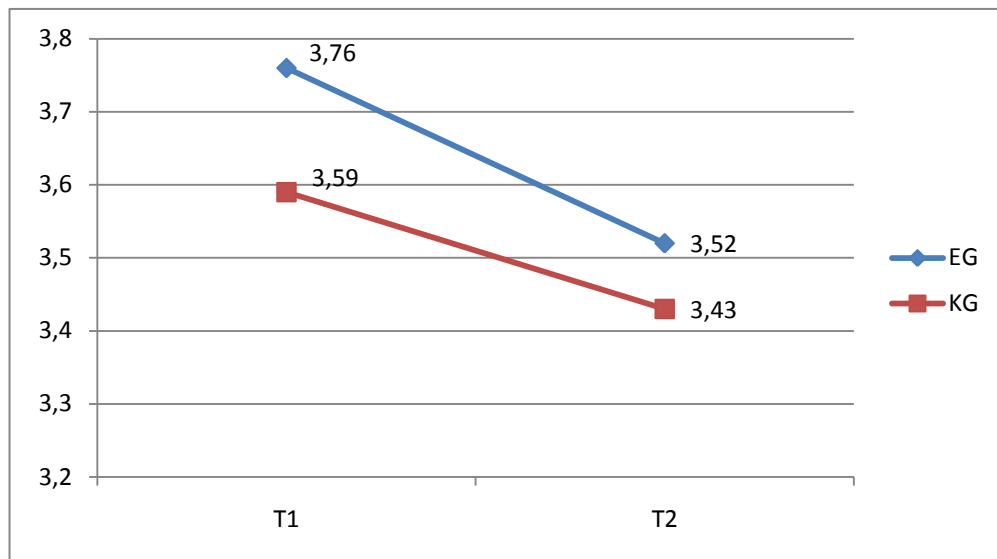


Abbildung 9-38: Beweglichkeit Sit and Reach-Test in T1 und T2 differenziert nach Experimental- und Kontrollgruppe ($n_{EG} = 98$, $n_{KG} = 59$)

Für die abhängige Variable Beweglichkeit ergeben die varianzanalytischen Rechnungen einen signifikanten Messwiederholungseffekt $F(1.153) = 7.25$, $p < .01$ mit mittlerer Effektstärke (*partielles* $\eta^2 = .043$). Die Wechselwirkung Messzeitpunkt x Gruppenzugehörigkeit ($F(1.153) = .018$, $p = .893$) erreicht das Signifikanzniveau nicht. Die Tests der Zwischensubjekteffekte werden für den Haupteffekt Gruppenzugehörigkeit nicht signifikant ($F(1.153) = 1.02$, $p = .315$).

Der Haupteffekt Geschlecht ($F(1.153) = .017$, $p = .89$) und die Interaktion Zeit x Geschlecht ($F(1.153) = .996$), $p = .32$) erreichen ebenso das Signifikanzniveau nicht.

9.3.2 H5: Kognitive Fähigkeiten

Die Frage, ob durch eine schulintegrierte Bewegungsförderung positive Auswirkungen auf kognitiver Ebene zu erzielen sind (Transfereffekte), wird mit Hypothese 5 thematisiert. Hierzu gehören insbesondere Verbesserungen im Bereich der nonverbalen Intelligenz (Hypothese 5 a), der verbalen Intelligenz (Hypothese 5 b) und der Aufmerksamkeitsleistungsfähigkeit (Hypothese 5 c).

9.3.2.1 Verbale Intelligenz

Die Kontroll- und Experimentalgruppe starten auf ähnlichem Niveau in T1. Während sich die Experimentalgruppe verbessert, verliert die Kontrollgruppe an Leistung. In T2 unterscheiden sich die beiden Gruppen signifikant hinsichtlich ihrer verbalen Leistung. Abbildung 9-39 verdeutlicht die Interaktion Zeit x Gruppe.

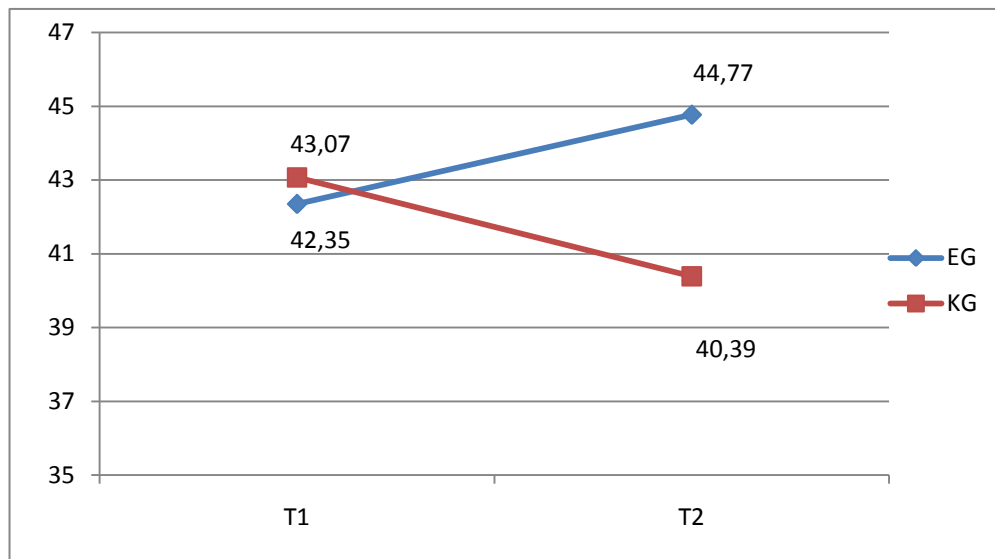


Abbildung 9-39: Verbale Intelligenz in T1 und T2 differenziert nach Experimental- und Kontrollgruppe ($n_{EG} = 110$, $n_{KG} = 67$)

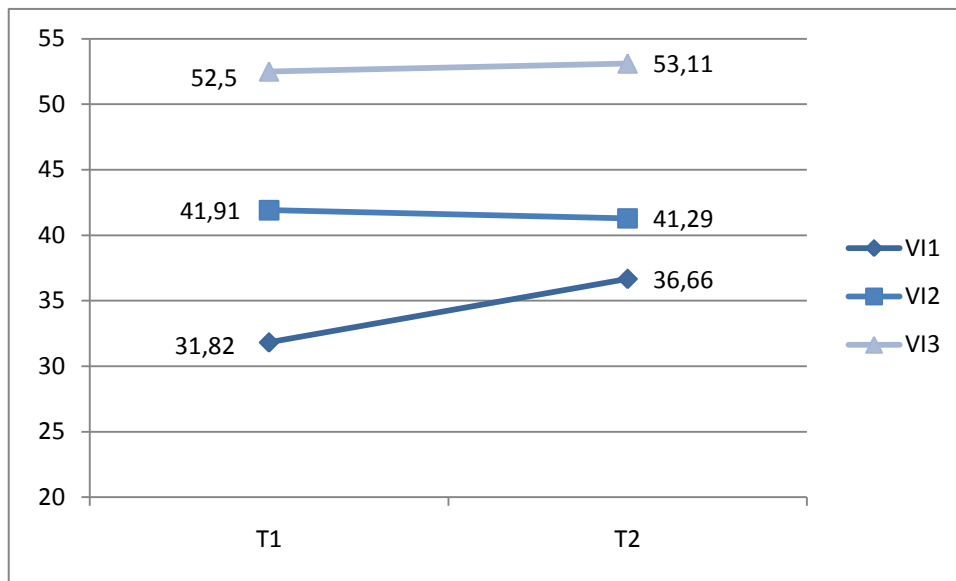
Tests der Innersubjekteffekte werden für den Haupteffekt Messzeitpunkt mit einer kleinen Effektstärke (*partielles* $\eta^2 = .023$) signifikant ($F(1.173) = 4.14$, $p < .05$).

Der Wechselwirkungseffekt allerdings erreicht das Signifikanzniveau nicht ($F(1.173) = .059$, $p = .80$). Die Leistung der Kinder zum Messzeitpunkt Eins und Zwei unterscheidet sich somit bedeutsam, allerdings wird die Leistungsentwicklung von T1 zu T2 statistisch nicht bedeutsam.

Die Tests der Zwischensubjekteffekte wird für den Haupteffekt Gruppenzugehörigkeit auf einem Signifikanzniveau von .005 statistisch signifikant ($F(1.173) = 9.65$, $p < .005$). Die Effektstärke für den Gruppeneffekt ist mit *partiell* $\eta^2 = .052$ groß.

Geschlecht nimmt hier weder als Haupteffekt noch als Interaktionsfaktor (Zeit x Geschlecht) signifikant Einfluss.

Es wurden Leistungsgruppen in der Experimentalgruppe gebildet um der Frage nachzugehen, welche Untergruppe möglicherweise am meisten von der Bewegungsintervention profitierte. Erwartungsgemäß zeigen sich auch hier signifikante Haupteffekte Gruppe ($F(2.60) = 70.51$, $p < .001$, $\eta^2 = .32$), Zeit ($F(2.60) = 5.02$, $p < .01$, $\eta^2 = .418$) und der Interaktionseffekt Zeit x Gruppe ($T(2.60) = 4.72$, $p < .01$, *partielles* $\eta^2 = .223$). Abbildung 9-40 veranschaulicht die Verläufe der drei Gruppen. Es wird deutlich, dass sich die Gruppe 1, also die Kinder mit der niedrigsten verbalen Intelligenz in T1, im Verlauf des Projekts am meisten steigert. Bei der differenzierten Betrachtung der Verläufe der Extremgruppen der Experimental- und Kontrollgruppe wird deskriptiv deutlich, dass beide Gruppen auf gleichem Niveau in T1 starten ($M_{EG-extrem} = 31.82$, $M_{KG-extrem} = 31.71$). Die Leistung der Experimentalgruppe steigt aber deutlich an zu T2 im Vergleich der Kontrollgruppe ($M_{EG-extrem} = 36.65$, $M_{KG-extrem} = 34.62$). Varianzanalytisch allerdings wird dies nicht statistisch signifikant (Interaktionseffekt Zeit x Gruppe ($F(1.60) = .864$, $p = .356$)).



Anm.: VI1- VI3: untere, mittlere und obere Leistungsgruppe der Verbalen Intelligenz

Abbildung 9-40: Verbale Intelligenz in T1 und T2 der Experimentalgruppe differenziert nach drei Leistungsgruppen verbale Intelligenz aus T1 ($n_{VI1} = 29$, $n_{VI2} = 35$, $n_{VI3} = 46$)

9.3.2.2 Nonverbale Intelligenz

Hypothese 5b besagt, dass sich die nonverbale Intelligenz bei der Experimentalgruppe positiver entwickelt als bei der Kontrollgruppe. Wie die beschreibende Statistik in Kapitel 9.1 berichtet, sind die Leistungskurven der Experimental- und Kontrollgruppe gegenläufig. Beide Gruppen unterscheiden sich zugunsten der Kontrollgruppe in T1. Im Verlauf nähern sich die Leistungen beider Gruppen an, während sich die Experimentalgruppe verbessert, verschlechtert sich die Kontrollgruppe leicht, sodass zum zweiten Messzeitpunkt beide Gruppen auf dem gleichen Leistungsniveau anzusiedeln sind (Abbildung 9-41).

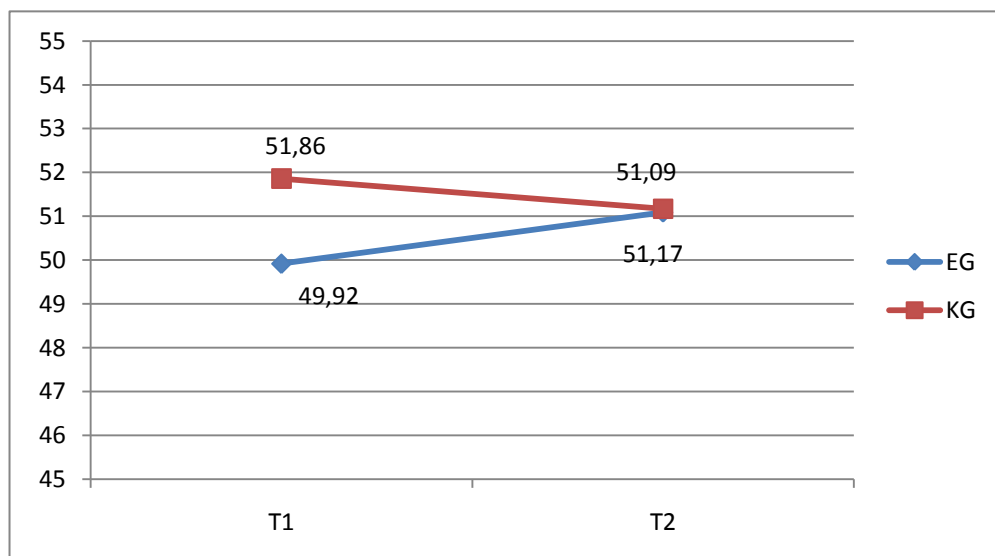


Abbildung 9-41: Nonverbale Intelligenz in T1 und T2 differenziert nach Experimental- und Kontrollgruppe ($n_{EG} = 112$, $n_{KG} = 69$)

Für den Haupteffekt Messzeitpunkt erreichen die Tests der Innersubjekteffekte das Signifikanzniveau .05. Mit einer moderaten Effektstärke (*partielles* $\eta^2 = .031$) wird der Haupteffekt Messzeitpunkt statistisch bedeutsam ($T(1.177) = 13.49, p < .05$). Die Interaktion Messzeitpunkt x Gruppenzugehörigkeit bleibt ohne Effekt ($T(1.177) = .454, p = .501$). Die Leistungen der Kinder unterscheiden sich somit zum ersten und zweiten Messzeitpunkt. Wie bei der verbalen Intelligenz wird hier die gegenläufige Leistungsentwicklung deutlich. Während sich die Experimentalgruppe verbessert, verliert die Kontrollgruppe an Leistung. Der Haupteffekt Gruppenzugehörigkeit verfehlt das Signifikanzniveau ($F(1.177) = .002, p = .965$). Das Geschlecht wird varianzanalytisch statistisch nicht bedeutsam.

Bei der Suche nach der Gruppe, die von der Intervention am meisten profitierte, zeigte sich das Bild der varianzanalytischen Rechnungen erwartungsgemäß wie bei der verbalen Intelligenz. Die Verläufe der drei Leistungsklassen unterschieden sich signifikant voneinander ($T(2.62) = 15.64, p < .000, \textit{partielles } \eta^2 = .223$). Dabei profitiert die unterste Leistungsklasse am meisten. Im Vergleich zur Kontrollgruppe unterscheiden sich die Extremgruppen jedoch nicht signifikant voneinander.

9.3.2.3 bp-Aufmerksamkeitstest

Die Aufmerksamkeitsleistung wird operationalisiert über die Normwerte des bp-Tests, der sowohl qualitative als auch quantitative Aspekte der Aufmerksamkeit erfasst.

Abbildung 9-42 zeigt den parallelen Verlauf der Gesamtleistungen der Experimental- und Kontrollgruppe von T1 zu T2. Zu beiden Zeitpunkten liegt die Experimentalgruppe leicht unter den Leistungen der Kontrollgruppe. Beide Gruppen verbessern sich deutlich im Verlauf von T1 zu T2.

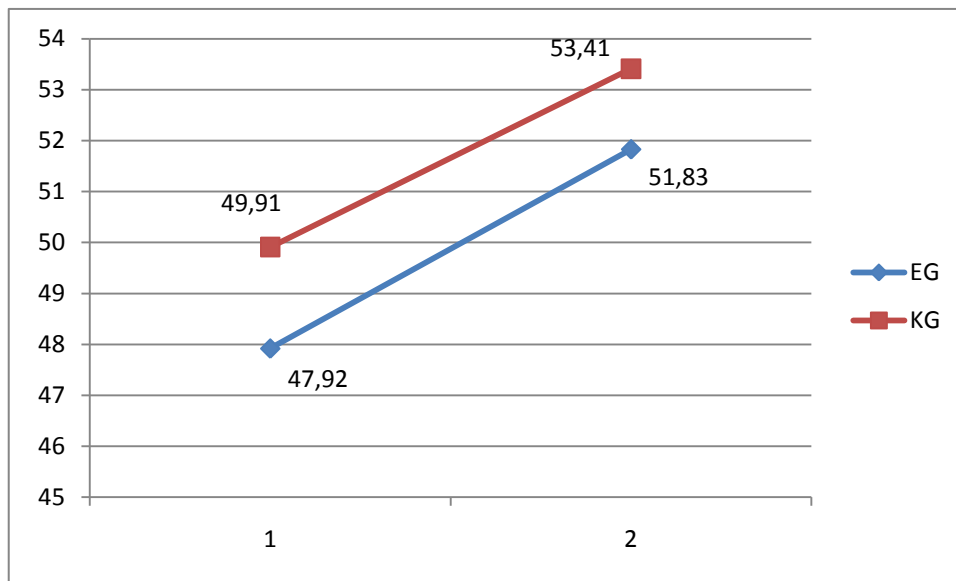


Abbildung 9-42: Aufmerksamkeitsleistung in T1 und T2 differenziert nach Experimental- und Kontrollgruppe ($n_{EG} = 104$, $n_{KG} = 63$)

Varianzanalytische Tests werden die Bedeutsamkeit der Inner- und Zwischensubjekteffekte klären. Wie sich in obiger Abbildung zeigt, wird der Haupteffekt Zeit mit einem starken Effekt (partielles $\eta^2 = .11$) signifikant ($F(1.163) = 20.35$, $p < .001$).

Die Interaktion Messzeitpunkt x Gruppenzugehörigkeit bleibt jedoch ohne Effekt ($F(1.163) = .012$, $p = .913$). Der Haupteffekt Gruppenzugehörigkeit bleibt ebenso unbedeutsam ($F(1.163) = .697$, $p = .405$). Ebenso verhält es sich mit dem Haupteffekt Geschlecht und der Interaktion Zeit x Geschlecht.

9.3.2.4 LSL- Lehrereinschätzliste Lernbereitschaft

Die Lernbereitschaft der Kinder wurde durch die Einschätzliste für Lehrerinnen und Lehrer erhoben. Sie umfasst vier Dimensionen, die im Folgenden varianzanalytisch untersucht werden.

Anstrengungsbereitschaft

In der beschreibenden Statistik zeichnete sich für die Anstrengungsbereitschaft der Experimentalgruppe eine leichte Verbesserung und für die Kontrollgruppe eine minimale Verschlechterung ab (Abbildung 9-43).

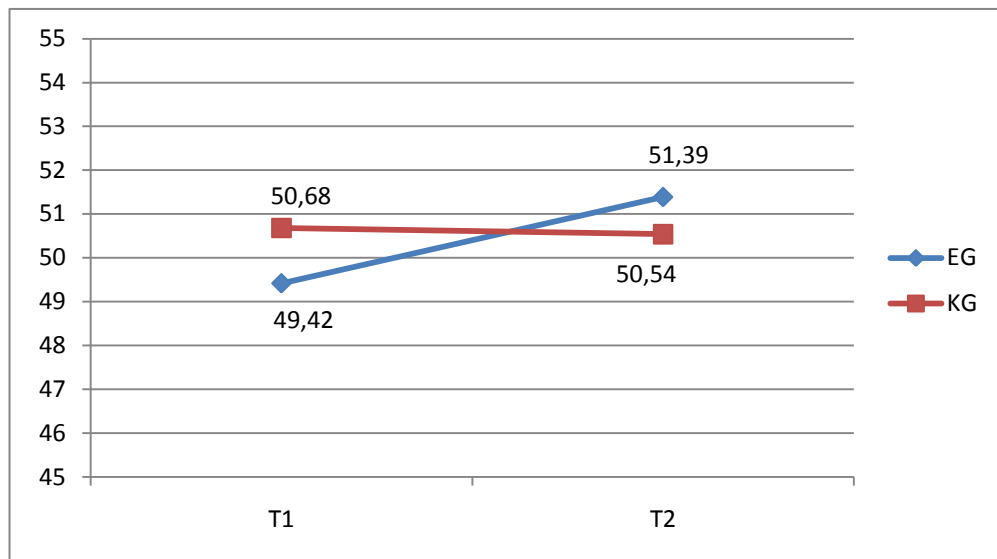


Abbildung 9-43: Anstrengungsbereitschaft (Lehrereinschätzliste) in T1 und T2 differenziert nach Experimental- und Kontrollgruppe ($n_{EG} = 84$, $n_{KG} = 57$)

Die Tests der Innersubjekteffekte werden sowohl für den Haupteffekt Messzeitpunkt ($F(1.137) = 2.49$, $p = .117$) als auch für die Interaktion Messzeitpunkt x Gruppe ($F(1.163) = 2.38$, $p = .125$) nicht signifikant. Auch die Zwischensubjekteffekte mit Haupteffekt Gruppenzugehörigkeit bleiben statistisch nicht signifikant ($F(1.137) = .003$, $p = .954$).

Signifikant bei mittlerer Effektstärke wird hingegen der Haupteffekt Geschlecht ($F(1.137) = 5.88$, $p < .05$, *partielles* $\eta^2 = .041$). Bei der Mittelwertbetrachtung, siehe Kapitel 9.1: deskriptive Statistik, wird deutlich, dass sich die Mädchen und die Jungen in T1 signifikant unterscheiden, zugunsten der Jungen.

Konzentration

Aus der deskriptiven Statistik der Konzentrationsleistung wird deutlich, dass zu Beginn die Experimentalgruppe als leicht schlechter im Vergleich zur Kontrollgruppe eingeschätzt wird. Während sich die Experimentalgruppe im Verlauf steigert, werden die Kinder der Kontrollgruppe in T2 leicht schlechter eingeschätzt. Die statistische Bedeutsamkeit werden varianzanalytische Tests klären (Abbildung 9-44).

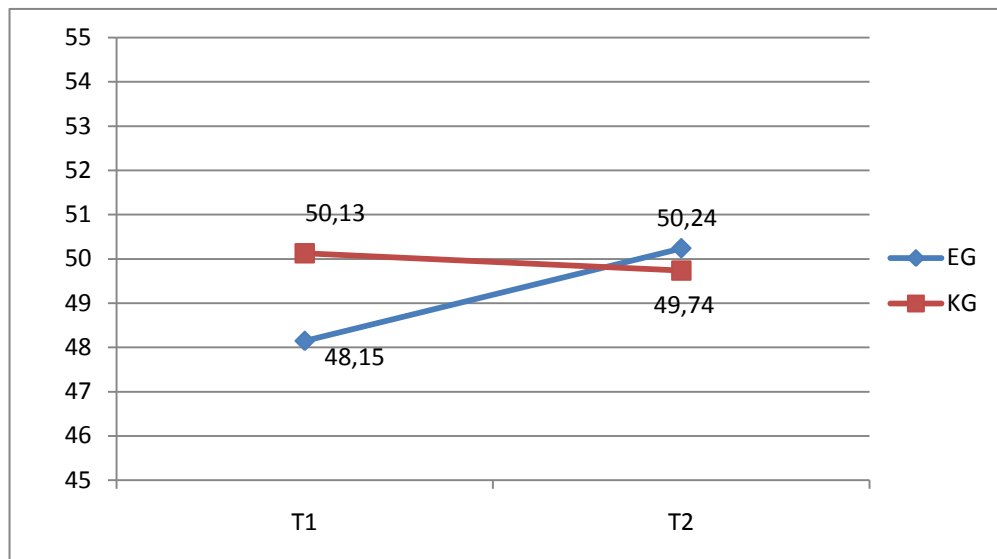


Abbildung 9-44: Konzentration (Lehrereinschätzliste) in T1 und T2 differenziert nach Experimental- und Kontrollgruppe ($n_{EG} = 84$, $n_{KG} = 57$)

Die Tests der Innersubjekteffekte verfehlen für den Haupteffekt Messzeitpunkt knapp ($F(1.137) = 3.65$, $p = .058$) und für die Interaktion Messzeitpunkt x Gruppe deutlich ($F(1.137) = 1.16$, $p = .283$) das Signifikanzniveau. Statistisch bedeutsame Unterschiede zwischen den beiden Messzeitpunkten lassen sich somit nicht verzeichnen.

Auch bleibt der Haupteffekt Gruppenzugehörigkeit ohne statistische Signifikanz ($F(1.137) = .013$, $p = .011$). Experimental- und Kontrollgruppe unterscheiden sich somit nicht signifikant hinsichtlich ihrer von den Lehrpersonen eingeschätzten Konzentrationsleistung. Das Geschlecht nimmt ebenso keinen bedeutsamen Einfluss.

Selbständigkeit

Die eingeschätzte Selbständigkeit in Abbildung 9-45 weist klare Parallelen zu den oben genannten Dimensionen der Lernbereitschaft Konzentration und Anstrengungsbereitschaft auf. Auch hier kann sich die Experimentalgruppe leicht verbessern, währenddessen die Kontrollgruppe ihr Niveau hält.

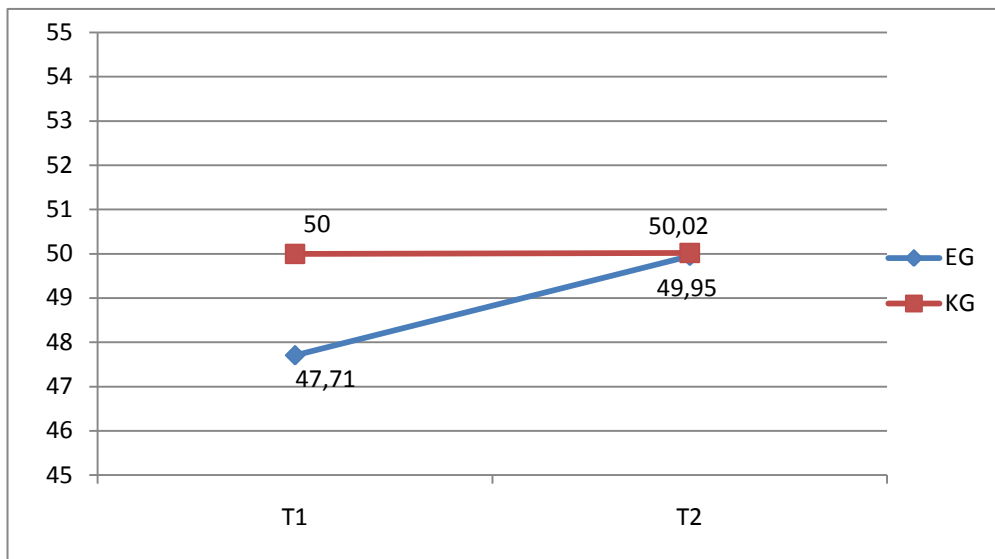


Abbildung 9-45: Selbständigkeit (Lehrereinschätzliste) in T1 und T2 differenziert nach Experimental- und Kontrollgruppe ($n_{EG} = 84$, $n_{KG} = 57$)

Die Innersubjekteffekte werden für den Haupteffekt Messzeitpunkt ($F(1.137) = 1$, $p = .108$) nicht signifikant. Die Interaktion Messzeitpunkt x Gruppe allerdings erreicht das Signifikanzniveau ($F(1.137) = 3.86$, $p < .025$, $\text{partielles } \eta^2 = .059$).

Für den Haupteffekt Gruppe ($F(1.137) = .594$, $p = .442$) und Geschlecht sowie für die Interaktion Zeit x Geschlecht lassen sich keine bedeutsamen Effekte berichten.

Sorgfalt

Bei der Sorgfalt werden die Tendenzen der oben beschriebenen Dimensionen deutlicher. Hier starten die beiden Gruppen auf ähnlichem Niveau, wobei die Experimentalgruppe leicht unter der Kontrollgruppe liegt. Im Verlauf kann sich die Experimentalgruppe deutlich verbessern, hingegen verliert die Kontrollgruppe an Punkten. In T2 wird der Gruppenunterschied (vgl. Kapitel 9.1), signifikant. Varianzanalytische Rechnungen sollen nun diese Tendenz statistisch untermauern (Abbildung 9-46).

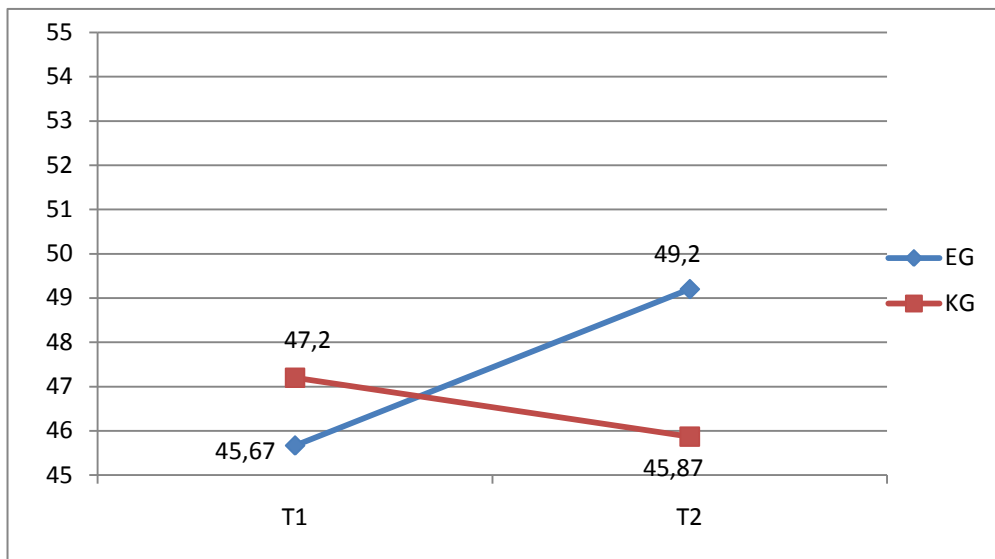


Abbildung 9-46: Sorgfalt (Lehrereinschätzliste) in T1 und T2 differenziert nach Experimental- und Kontrollgruppe ($n_{EG} = 84$, $n_{KG} = 57$)

Der Haupteffekt Messzeitpunkt wird nicht signifikant ($F(1.137) = .334$, $p = .565$), hingegen erreicht die Interaktion Messzeitpunkt x Gruppe mit einem mittleren Effekt ($\text{partielles } \eta^2 = .08$) statistische Bedeutsamkeit ($F(1.137) = 12.13$, $p < .001$).

Der Haupteffekt Gruppenzugehörigkeit wird wiederum nicht signifikant ($F(1.137) = 1.81$, $p = .181$). Wie schon in Kapitel 9.1 berichtet worden ist, wird der Haupteffekt Geschlecht signifikant ($F(1.137) = 10.12$, $p < .005$, $\text{partielles } \eta^2 = .069$). Dies wird mittels post-hoc-Vergleiche für T1 und T2 zugunsten der Jungen relevant. Die Interaktion Zeit x Geschlecht verfehlt das Signifikanzniveau.

9.3.3 H6, H7: Körperliche Aktivität

Der Verlauf der körperlichen Aktivität der beiden Gruppen zu T1, T2 und T3 wird im Folgenden dargestellt. Operationalisiert wird die Variable über die Anzahl der Schritte in der Woche, am Wochenende und gesamt sowie über die Anzahl der Aerobic-Steps gesamt.

Da mit Rohdaten gerechnet wird, wurden mögliche Alterseffekte geprüft. Mit dem Kruskal-Wallis-Test konnten weder für die Mädchen noch für die Jungen signifikante Unterschiede in den Alterskategorien und Testzeitpunkten festgestellt werden. Das Alter hat somit keinen bedeutsamen Effekt auf die Anzahl der Schritte der Mädchen und Jungen.

Der Kolmogorov-Smirnov-Test auf Normalverteilung wird nicht signifikant, somit kann von einer Normalverteilung der Daten ausgegangen werden. Der Levene-Test zur Prüfung der Varianzhomogenität allerdings wird bei den Schritten gesamt beispielsweise in T1 ($p < .05$) und T2 ($p < .05$) signifikant. Die Nullhypothese, dass die Fehlervarianz der abhängigen Variablen über Gruppen hinweg gleich ist, wird damit verworfen. Somit müssen zur Prüfung der Mittelwertunterschiede mit Messwiederholung nonparametrische Tests zum Einsatz kommen. Die Gruppenunterschiede wurden per Mann-Whitney-U-Test und die Veränderungen von T1 nach T2 und

nach T3 mit dem Friedman-Test durchgeführt. Dabei wurde die Bonferroni-Adjustierung vorgenommen, zum einen für die Hypothese der Veränderung im Längsschnitt von T1 zu T3, zum anderen für die Hypothese der Mittelwertunterschiede im Querschnitt, sodass das Ergebnis im Längsschnitt bei einem $p < .001$ und im Querschnitt bei einem $p < .025$ die Signifikanzstufe erreicht.

Im Folgenden werden die Hypothesen 6 und 7 inferenzstatistisch geprüft. Im Besonderen interessiert hier, ob die Experimentalgruppe die Anzahl gegangener Schritte (6 a) und die Anzahl sportlich-ausdauernder Schritte (6 b) in T2 statistisch bedeutsam mehr erhöht als die Kontrollgruppe. Darüber hinaus wird geprüft, ob die Experimentalgruppe im Vergleich zur Kontrollgruppe auch nach Beendigung der eigentlichen Intervention insgesamt körperlich aktiver ist (7).

9.3.3.1 Anzahl der Schritte an Wochentagen

In der deskriptiven Statistik wurde schon deutlich, dass die Anzahl der Schritte sowohl der Experimental- als auch der Kontrollgruppe an Wochentagen von T1 zu T2 weniger werden. Dabei liegt die Kontrollgruppe zu beiden Messzeitpunkten unter der Experimentalgruppe. Zum dritten Messzeitpunkt gilt dies nicht mehr. Abbildung 9-47 verbildlicht die Kurven und den Knick in der Kurve der Kontrollgruppe. Während die Experimentalgruppe noch weniger Schritte im Vergleich zu T2 macht, legt die Kontrollgruppe einige Schritte zu. Inwieweit diese Verläufe und Unterschiede statistisch bedeutsam sind, wird im Folgenden beantwortet.

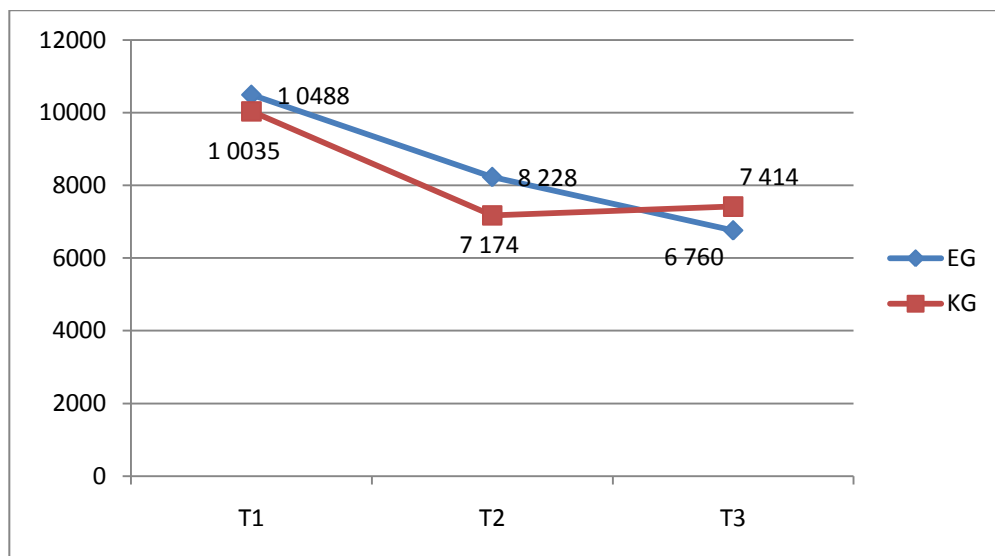


Abbildung 9-47: Schritte an Wochentagen in T1, T2 und T3 differenziert nach Experimental- und Kontrollgruppe ($n_{EG} = 50$, $n_{KG} = 26$)

Mit dem U-Test wird die Frage nach den Mittelwertunterschieden zu den drei Zeitpunkten der Experimental- und Kontrollgruppe bearbeitet. Hinsichtlich der gegangenen Schritte an den Wochentagen unterschieden sich die beiden Gruppen weder zum Testzeitpunkt 1 ($U(1) = 1.49$, $p = .22$) noch zum Testzeitpunkt 2 ($U(1) = 1.84$, $p = .18$) noch zum dritten Testzeitpunkt ($U(1) = 2.33$, $p = .13$) signifikant.

Nun gibt der Friedman-Test differenziert nach Kontroll- und Experimentalgruppe Auskunft über Mittelwertunterschiede zwischen den unterschiedlichen Testzeitpunkten: Das Ergebnis zeigt, dass sich sowohl in der Kontrollgruppe ($\chi^2(2) = 33.24$, $p < .001$) als auch in der Experimentalgruppe ($\chi^2(2) = 9.08$, $p < .001$) mindestens zwei zentrale Tendenzen signifikant unterscheiden. Dabei sind die Effektstärken mit $w = .815$ für die Experimentalgruppe und $w = .615$ für die Kontrollgruppe sehr stark. Die unterschiedlichen Messzeitpunkte also hatten einen Effekt, der sich auf die zentralen Tendenzen der zurückgelegten Schritte an Wochentagen auswirkt.

9.3.3.2 Anzahl der Schritte an Wochenendtagen

Von T1 zu T2 ähnelt der Verlauf der gelaufenen Schritte an den Wochenendtagen den Verläufen der Schritte an Wochentagen. Während die Experimentalgruppe geringfügig weniger Schritte in T3 im Vergleich zu T2 zurücklegt, macht die Kontrollgruppe zu T3 deutlich mehr Schritte und ist zum dritten Messzeitpunkt am Wochenende deutlich aktiver als zu Beginn der Testung (Abbildung 9-48).

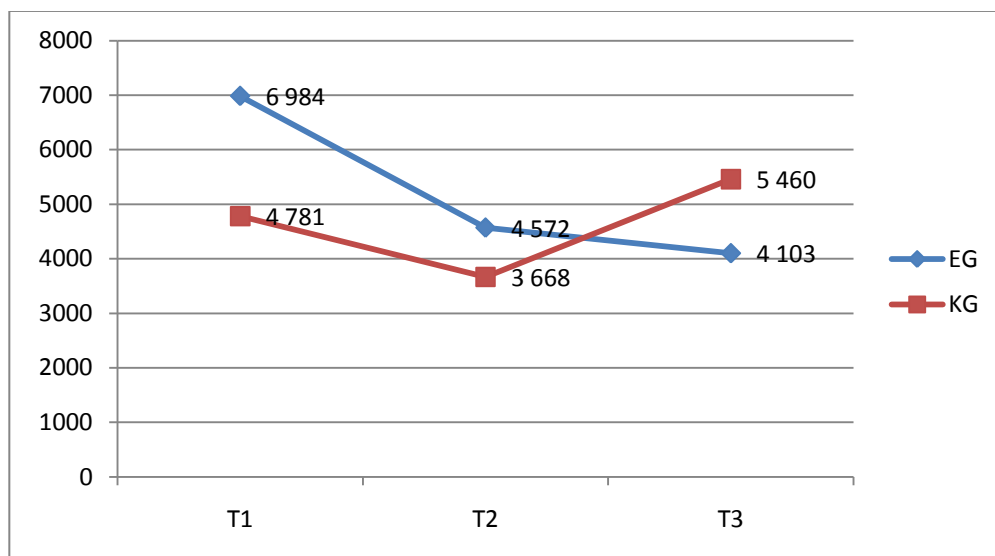


Abbildung 9-48: Schritte an Wochenendtagen in T1, T2 und T3 differenziert nach Experimental- und Kontrollgruppe ($n_{EG} = 50$, $n_{KG} = 26$)

Die U-Tests bringen folgende Ergebnisse hervor: Zum ersten Messzeitpunkt wird das Signifikanzniveau knapp verfehlt ($U(1) = 3.64$, $p = .056$). Die beiden Gruppen unterscheiden sich somit zum ersten Messzeitpunkt nicht signifikant voneinander. Zum zweiten Messzeitpunkt wird die Signifikanzstufe erreicht ($U(1) = 4.55$, $p < .025$, $r = .197$). Zum dritten Messzeitpunkt unterscheiden sich die beiden Gruppen wieder nicht bedeutsam voneinander ($U(1) = .11$, $p = .739$).

Der Friedmann-Test wird für die Experimentalgruppe nicht signifikant ($\chi^2(2) = 3.69$, $p = .15$), was bedeutet, dass der Messzeitpunkt keinen Effekt auf die Schritte der Experimentalgruppe am Wochendende hat.

Allerdings gilt dies nicht für die Kontrollgruppe, denn hier erreicht der Friedman-Test das erforderliche Signifikanzniveau ($\chi^2(2) = 11.77$, $p < .001$). Mit einer Effektstärke von $w = .08$ kann man hier von einem moderaten Effekt des Messzeitpunkts auf die zurückgelegten Schritte der Kontrollgruppe am Wochenende ausgehen.

9.3.3.3 Anzahl der Schritte gesamt

Vergleichbar mit den Schritten an Wochentagen und am Wochenende geht die Experimentalgruppe in T1 mehr Gesamtschritte als in T2 und T3. Die Kontrollgruppe hat auch hier wieder einen Ausreißer nach unten in T2 und zeigt sich in T3 wieder aktiver (Abbildung 9-49).

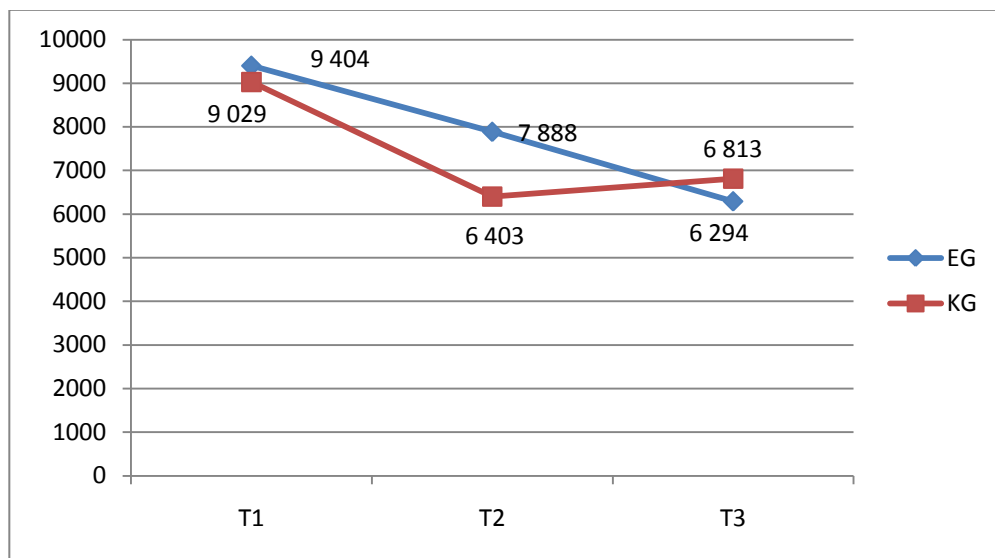


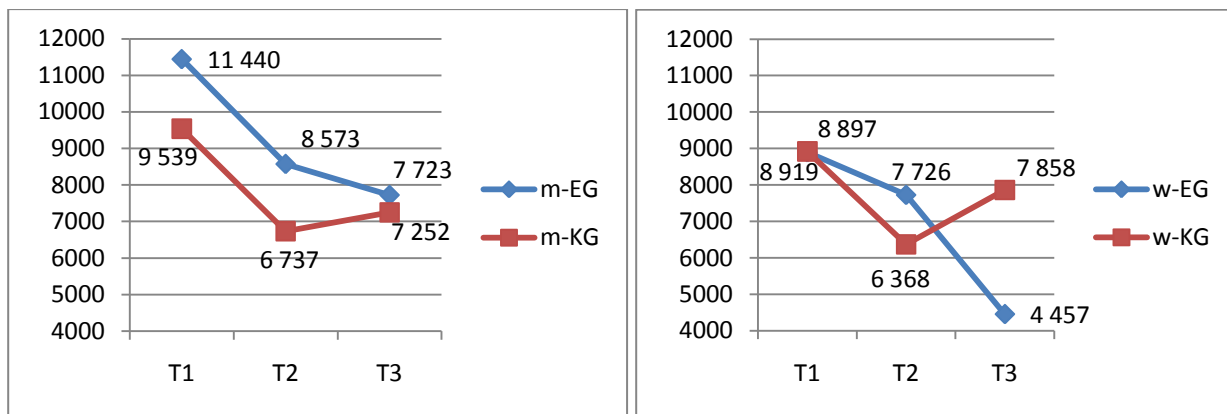
Abbildung 9-49: Schritte gesamt in T1, T2 und T3 differenziert nach Experimental- und Kontrollgruppe ($n_{EG} = 50$, $n_{KG} = 26$)

Aus den Ergebnissen des U-Tests geht hervor, dass sich die Gruppen zum Messzeitpunkt Eins ($U(1) = 1.71$, $p = .19$) und Drei ($U(1) = 9.92$, $p = .166$) nicht voneinander unterscheiden. Zum zweiten Messzeitpunkt allerdings erreichen die Rechnungen das Signifikanzniveau, sodass von einem signifikanten Unterschied der Experimental- und Kontrollgruppe in T3 ausgegangen werden kann ($U(1) = 9.12$, $p < .025$, $r = .303$). Dabei legt die Experimentalgruppe im Schnitt 1400 Schritte mehr zurück als die Kontrollgruppe.

Der Friedman-Test ergibt einen signifikanten Effekt der Messzeitpunkte für die Experimentalgruppe ($\chi^2(2) = 17.59$, $p < .001$) der mit einer Effektstärke von $w = .67$ als stark einzustufen ist. Bei der Kontrollgruppe wird das durch die Bonferroni- α -Adjustierung neu festgelegte Signifikanzniveau knapp verfehlt ($\chi^2(2) = 7.13$, $p = .025$).

Das Ergebnis zeigt also, dass sich in der Experimentalgruppe mindestens zwei zentrale Tendenzen der Messzeitpunkte signifikant unterscheiden.

Differenziert nach Geschlecht wird der Verlauf von T1 zu T3 noch deutlicher. Verlaufen die Kurven bei den Jungen von T1 zu T2 nahezu parallel, werden die Unterschiede in T2 bei den Mädchen zugunsten der Experimentalgruppe deutlich. Sowohl die Jungen als auch die Mädchen der Kontrollgruppe bewegen sich dann zum dritten Messzeitpunkt wieder mehr im Vergleich zu T2, wobei sich die Mädchen deutlich mehr steigern. Auch in der Experimentalgruppe ist die Tendenz nach unten erkennbar. Dies zeichnet sich jedoch deutlicher bei der Gruppe der Mädchen im Vergleich zur Gruppe der Jungen ab. Dabei werden die Mittelwertunterschiede bei den Jungen in T1 und T3 nicht signifikant, jedoch unterschieden sich die Jungen der Experimentalgruppe signifikant von der Kontrollgruppe zum zweiten Messzeitpunkt, zugunsten der Experimentalgruppe ($U(1) = 4.63, p < .025, r = -.259$). Die Mädchen starten in T1 auf ähnlichem Niveau und unterscheiden sich in den darauf folgenden Messungen signifikant. Zum zweiten Messzeitpunkt zugunsten der Experimentalgruppe ($U(1) = 4.79, p < .025, r = -.259$) und zum dritten Messzeitpunkt zugunsten der Kontrollgruppe ($U(1) = 5.79, p < .025, r = -.376$) (Abbildung 9-50).



Anm.: m-EG: Jungen der Experimentalgruppe, w-KG: Mädchen der Kontrollgruppe

Abbildung 9-50: Schritte gesamt in T1, T2 ($n_{EG} = 109, n_{KG} = 65$) und T3 der Jungen und Mädchen differenziert nach Experimental- und Kontrollgruppe ($n_{m-EG} = 21, n_{m-KG} = 10, n_{w-EG} = 18, n_{w-KG} = 6$)

9.3.3.4 Anzahl der Aerobic-Steps gesamt

Auch die Anzahl der Aerobic-Steps gesamt lässt sich mit oben analysierten Daten vergleichen. Jedoch scheint der Einbruch der Kontrollgruppe von T1 zu T2 noch deutlicher und der Aufwärtstrend dieser Gruppe zum Testzeitpunkt fällt deutlich geringer aus als bei den Schritten. Bei der Experimentalgruppe scheint der Abwärtstrenden vom zweiten zum dritten Messzeitpunkt zu stagnieren (Abbildung 9-51).

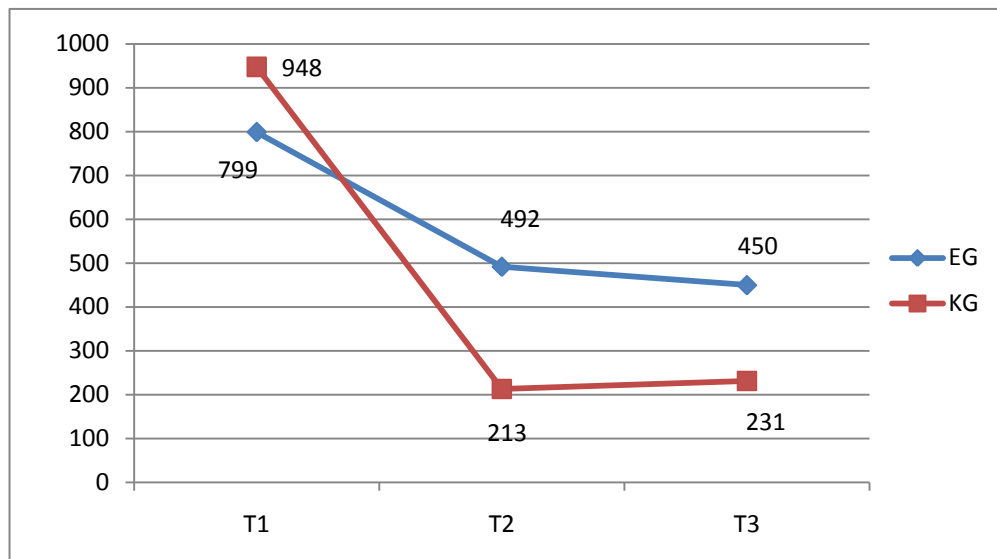
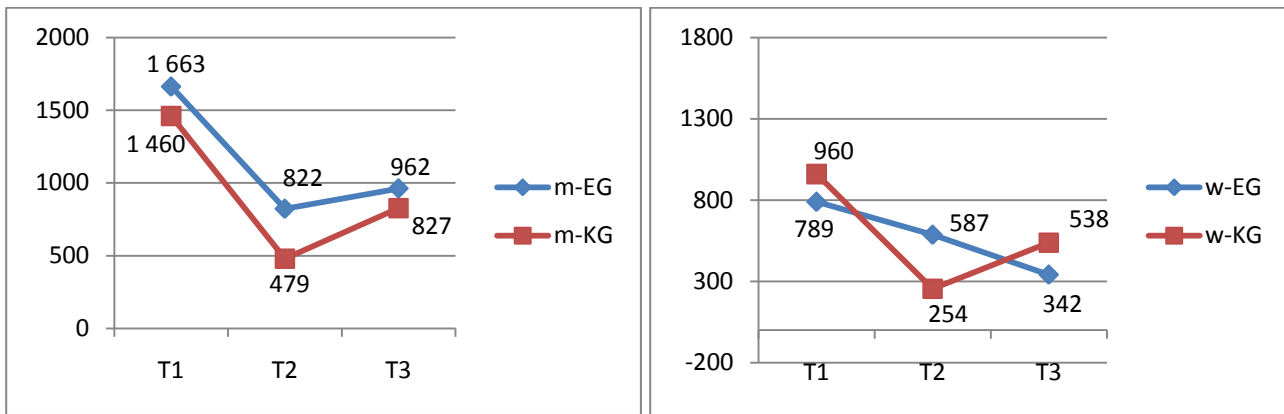


Abbildung 9-51: Aerobic-Steps gesamt in T1, T2 und T3 differenziert nach Experimental- und Kontrollgruppe ($n_{EG} = 50$, $n_{KG} = 26$)

Die inferenzstatistische Analysen ergeben signifikante Gruppenunterschiede zum zweiten Messzeitpunkt ($U(1) = 6.34$, $p < .025$, $r = -.232$). Die Experimentalgruppe legt dabei im Mittel 280 Aerobic-Steps mehr zurück als die Kontrollgruppe. Am ersten ($U(1) = .017$, $p = .897$) und dritten ($U(1) = .312$, $p = .577$) Messzeitpunkt werden die Unterschiede statistisch nicht bedeutsam.

Hinsichtlich der Messzeitpunkteffekte erreicht der Friedman-Test sowohl für die Experimentalgruppe ($\chi^2(2) = 9.69$, $p < .005$, $w = .435$) als auch für die Kontrollgruppe ($\chi^2(2) = 6.07$, $p < .05$, $w = .322$) das Signifikanzniveau. Der Messzeitpunkt hat somit einen Effekt auf die zurückgelegten Aerobic-Steps gesamt beider Gruppen.

Differenziert nach Geschlecht wird ersichtlich, dass sich die Veränderungen der Aktivitätsniveaus der Mädchen und Jungen unterscheiden. Kann man bei den Jungen von zwei nahezu parallelen Verläufen ausgehen, zeigen sich die Mädchen hinsichtlich Gruppenzugehörigkeit sehr different. Während die Mädchen der Experimentalgruppe kontinuierlich leicht an Aktivität verlieren, macht die Kontrollgruppe einen Ausschlag nach unten in T2 und liegt im dritten Messzeitpunkt wieder wie in T1 über dem der Experimentalgruppe. Der Messzeitpunkt hat lediglich bei den Jungen der Experimentalgruppe ($\chi^2(2) = 11.44$, $p < .005$, $r = -.624$) einen signifikanten Effekt auf die zurückgelegten Aerobic-Steps (Abbildung 9-52).



Anm.: m-EG: Jungen der Experimentalgruppe, w-KG: Mädchen der Kontrollgruppe

Abbildung 9-52: Aerobic-Steps gesamt in T1, T2 und T3 der Jungen und Mädchen differenziert nach Experimental- und Kontrollgruppe ($n_{m-EG} = 21$, $n_{m-KG} = 10$, $n_{w-EG} = 18$, $n_{w-KG} = 6$)

9.3.4 Zusammenfassung und Diskussion der Ergebnisse

Zusammenfassend können folgende Interventionseffekte berichtet werden:

- Hinsichtlich der motorischen Leistungsfähigkeit zeigt sich für den Gesamtwert des Tests kein Zeit x Gruppen-Effekt. Bei differenzierter Betrachtung der Untertests erreichen allerdings die Zeit x Gruppe-Effekte in den Aufgaben „Fallenlassen und Fangen eines Balls“, „Knieliegestütz“ und „Sit-ups“ das Signifikanzniveau. Die Experimentalgruppe konnte somit ihre Leistung in den Bereichen Oberkörperkoordination und Kraft im Vergleich zur Kontrollgruppe statistisch signifikant verbessern. Im Extremgruppenvergleich zeigt sich, dass die schwächsten Kinder zu T1 von der Intervention am meisten profitierten und dass sich deren Leistungsveränderung signifikant von der der Kontrollgruppe unterscheidet. Im Geschlechtervergleich wird deutlich, dass die Mädchen besser und die Jungen schlechter werden. Bedeutsam wird dies jedoch lediglich in der Kontrollgruppe. Die Intervention mindert somit den Rückgang der Leistung bei den Jungen und verstärkt die Verbesserung der motorischen Leistung bei den Mädchen.
- Im 6-Minuten-Lauf gibt es signifikante Zeit x Gruppen-Effekte. Allerdings verschlechtert sich die Experimentalgruppe entgegen den Erwartungen, während sich die Kontrollgruppe leicht verbessert. Als mögliche Erklärung dafür kann die in Kapitel 9.1.4 beschriebene Störvariable Testumgebung genannt werden.
- Im Bereich Beweglichkeit lassen sich Zeiteffekte berichten. Zeit x Gruppen-Effekte werden jedoch nicht bedeutsam, denn sowohl die Kontroll- als auch die Experimentalgruppe verbessern sich von T1 zu T2. Ihre Leistungsveränderungen verlaufen parallel.
- Den Erwartungen entsprechend verbessert sich die verbale Intelligenz der Kinder der Experimentalgruppe, während sich die der Kontrollgruppe leicht verschlechtert. Der Interaktionseffekt Zeit x Gruppe erreicht das Signifikanzniveau allerdings nicht. Im differenzierten Gruppenvergleich wird deutlich,

dass sich die unterste Leistungsklasse am meisten verbessert. Jedoch unterscheiden sich die Extremgruppen der Experimental- und Kontrollgruppe nicht signifikant.

- Gleiches gilt für die nonverbale Intelligenz und die Aufmerksamkeitsleistung, wobei auch hier der Haupteffekt Gruppe nicht bedeutsam ist.
- Deskriptiv lässt sich in allen Items des Lernverhaltens deutliche Verbesserungen der Experimentalgruppe im Vergleich zur Kontrollgruppe von T1 zu T2 verzeichnen. Dieser Zeit x Gruppen-Effekt wird in den Bereichen Selbständigkeit und Sorgfalt bedeutsam.
- Was die körperliche Aktivität anbelangt, legen die Kinder beider Gruppen aufgrund von Jahreszeit und Wetter weniger Schritte in T2 als in T1 zurück, allerdings ist dieser Rückgang deutlich größer in der Kontrollgruppe als in der Experimentalgruppe, sowohl bei den Jungen als auch bei den Mädchen. Diese Unterschiede werden in T2 signifikant. Dabei legt die Experimentalgruppe ca. 1 400 Schritte und 280 Aerobic-Steps mehr zurück als die Kontrollgruppe, was ein Mehr von über 20 % zurückgelegter Schritte und mehr als das doppelte an Aerobic-Steps bei der Experimentalgruppe ausmacht. Dies lässt sich durch die Teilnahme an der Intervention erklären. Am dritten Messzeitpunkt zeigt sich die Kontrollgruppe jedoch aktiver im Vergleich zur Experimentalgruppe. Dies lässt sich teilweise mit motivationalen Aspekten des Schrittzählers begründen. Der differenzierte Blick auf die Geschlechterunterschiede lässt interpretieren, dass die Mädchen von der Intervention mehr als die Jungen profitierten (T1-T2), jedoch nicht nachhaltig und zudem möglicherweise auch schneller die Motivation am Schrittzähler verlieren (T3).

Tabelle 9-22 und Tabelle 9-23 fasst die Statistik der dreifaktoriellen Varianzanalysen, U-Tests und Friedman-Tests zusammen.

Tabelle 9-22: Ergebnisse der Varianzanalysen zu den Interventionseffekten in den Bereichen Motorik und Kognition

		Haupteffekte			Wechselwirkungen	
		Zeit p-Wert ES η^2	Gruppe p-Wert ES η^2	Geschlecht p-Wert ES η^2	Zeit x Geschlecht p-Wert ES η^2	Zeit x Gruppe p-Wert ES η^2
Motorik						
BOT 2-sf		n.s.	n.s.	n.s.	p < .005 $\eta^2 = .057$	n.s.
Oberkörperkoordination: „Fallen lassen und Fangen eines Balls“		p < .025 $\eta^2 = .04$	n.s.	n.s.	n.s.	p < .025 $\eta^2 = .04$
Kraft:	„Knielegestütz“	n.s.	n.s.	p < .025 $\eta^2 = .036$	n.s.	p < .025 $\eta^2 = .051$
	„Sit-ups“	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	p < .05 $\eta^2 = .02$
6-Min-Lauf		p < .000 $\eta^2 = .11$	p < .024 $\eta^2 = .031$	n.s.	n.s.	p < .000 $\eta^2 = .23$
Sit and Reach		p < .008 $\eta^2 = .043$	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Kognition						
Verbale Intelligenz		p < .043 $\eta^2 = .023$	p < .002 $\eta^2 = .052$	n.s.	n.s.	n.s.
Nonverbale Intelligenz		p < .018 $\eta^2 = .031$	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Aufmerksamkeitsleistung		p < .000 $\eta^2 = .11$	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
LSL- Anstrengungsbereitschaft		n.s.	n.s.	p < .05 $\eta^2 = .041$	n.s.	n.s.
LSL-Konzentration		n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
LSL-Selbständigkeit		n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	p < .025 $\eta^2 = .059$
LSL-Sorgfalt		n.s.	n.s.	p < .005 $\eta^2 = .069$	n.s.	p < .001 $\eta^2 = .08$

Tabelle 9-23: Ergebnisse inferenzstatistischer Rechnungen im Bereich körperliche Aktivität

Körperliche Aktivität						
		Querschnitt (U-Test)			Längsschnitt (Friedman-Test)	
		p-Wert			p-Wert	
		Effektstärke r			Effektstärke w	
		T1	T2	T3	Experimentalgruppe	Kontrollgruppe
Schritte W		n.s.	n.s.	n.s.	p < .001 w = .815	p < .001 w = .615
Schritte WE		n.s.	p < .023, r = -.197	n.s.	n.s.	p < .001 w = .08
Schritte gesamt	Gesamt	n.s.	p < .003, r = -.303	n.s.	p < .000 w = .67	n.s.
	m	n.s.	p < .02 r = -.245	n.s.	p < .023 w = .598	n.s.
	w	n.s.	p < .02 r = -.259	p < .016 r = -.376	p < .003 w = .797	p < .002 w = 1.41
Aerobic-Steps gesamt	Gesamt	n.s.	p < .011, r = -.232	n.s.	p < .005 w = .435	p < .05 w = .322
	m	n.s.	n.s.	n.s.	p < .009 w = .624	n.s.
	w	n.s.	p < .035 r = -.225	n.s.	n.s.	n.s.

Für die Bereiche Oberkörperkoordination und Kraft konnte sich die Experimentalgruppe signifikant im Vergleich zur Kontrollgruppe verbessern. Dabei verbesserten sich die Kinder der unteren Motorikleistungsgruppe am meisten. Für die anderen Untertests und das Gesamtergebnis des Motoriktests treffen diese Aussagen nicht zu.

Das lässt sich mit den CHILT-Ergebnissen vergleichen, in von verbesserten koordinativen Leistungen in der Aufgabe Hin-und-Herspringen berichtet wird (Graf et al., 2005b).

Die schweizer Studie KISS ist methodisch und hinsichtlich der Intervention mit der vorliegenden Studie vergleichbar. Im Rahmen ihrer Ergebnisdarstellung werden jedoch keine bedeutsamen Verbesserungen in der motorischen Leistungsfähigkeit berichtet. Allerdings zeigte sich, dass die Kinder der Interventionsgruppe im Vergleich zur Kontrollgruppe einen signifikant verbesserten aeroben Fitness z-Wert erreichen (Kriemler et al., 2008). Dies gelang auch im Rahmen des CHILT-Projekts bei adipösen Kindern (Graf et al., 2005a). Im Bereich Ausdauer sind aus den vorliegenden Daten leider keine aussagekräftigen Ergebnisse möglich (Erklärung dafür s.o.).

Im Bereich Kognition lassen sich deskriptiv deutliche Verbesserungen der Experimentalgruppe in allen erfassten Dimensionen im Vergleich zur Kontrollgruppe auf-

zeigen. Die unteren Leistungsgruppen verbesserten sich dabei am meisten. Statistisch bedeutsam werden dabei die Lehrer(innen)einschätzungen für Selbständigkeit und Sorgfalt. Dies lässt sich möglicherweise damit erklären, dass die Intervention auf Mitbestimmung und selbständigem Handeln der Kinder aufbaut. Darüber hinaus haben die Kinder während der Intervention gelernt für die Bewegungspausen schnell die Bänke und Tische freizuräumen, schnell in Schuhe und Jacke zu schlüpfen und diese auch schnell wieder auszuziehen. Das könnte möglicherweise eine Erklärung für die Verbesserung im Bereich Sorgfalt sein. Diese Aussage beruht jedoch lediglich auf Spekulation. Im Vergleich zu den Studien von Worth (2004) und Haas et al. (2009), die vergleichbare Interventionen durchführten, jedoch keine signifikante Effekte ihrer Intervention berichten konnten, lassen sich vorliegend positive Tendenzen in der nonverbalen, verbalen Intelligenz und dem Lernverhalten berichten. Hinsichtlich der Aufmerksamkeitsleistung unterscheiden sich die Experimental- und Kontrollgruppe nicht. Beide verbessern sich von T1 zu T2, was möglicherweise mit Testlernerffekten erklärt werden kann.

Über Effekte der Geübtheit in der Durchführung von Konzentrationstests wurde schon häufig berichtet (Westhoff & Dewald, 1990). Mehrere Autoren von Konzentrationstests (Düker & Lienert (1959), Brickenkamp (2002) berichten von bis zu 25 %iger Temposteigerung bei einer einmaligen Wiederholung. Die gemittelte Temposteigerung (GZ) des „d2-Tests“ in mehrfach wiederholten Tests betrug in einer Studie von Westhoff 60 % (Westhoff & Hagemeyer, 2001). Systematisch und statistisch gesichert, fanden Westhoff (1989) und Westhoff & Dewald (1990) heraus, dass die Leistungen im Durchstreich-Konzentrationstest „d2“ im Durchschnitt um 62 % und in den Rechen-Konzentrationstests um 48 % zunahmen. 1989 wurden die Untersuchungen in einem zeitlichen Intervall von vier Tagen Pause zwischen den Tests gemessen, 1990 waren es drei Monate zwischen den Testungen. Auch Bühner et al. (2006) konnten mit ihrer repräsentativen Studie zu Übungseffekten des „d2-Tests“ einen sehr starken Übungszuwachs des KL-Wertes belegen. Die Tests ergaben enorme Wiederholungseffekte von ca. 13 % nach wiederholter Testdurchführung.

Die vorliegenden Daten zeigen, dass die Aktivität der Kinder der Experimentalgruppe von T1 zu T2 im Vergleich zu den Kontrollkindern weniger zurückgegangen ist. Der Unterschied von ca. 1 400 Schritten und 280 Aerobic-Steps zugunsten der Experimentalgruppe ist für die Schritte und Aerobic-Steps in T2 signifikant.

Vergleichbare Resultate berichten u. a. auch Mahar et al. (2006) als Folge ihres „Energizers Classroom-based Physical Activity Program“, bei dem die Experimentalgruppe mit 782 Schritten signifikant aktiver ist als die Kontrollgruppe. Im Take 10!-Projekt gehen die Kinder der Experimentalgruppe 1 022 Schritte mehr im Vergleich zur Kontrollgruppe (Steward et al., 2004) und in Action schools! BC von Naylor et al. (2008) beträgt die Differenz 1 175 Schritte zwischen beiden Gruppen. Auch im Rahmen des PLAY-Projekts (Pangrazi et al., 2003) gehen die bewegten Kinder durchschnittlich 1 583 Schritte mehr als die Kontrollgruppe. Die Intervention der vor-

liegenden Studie bewirkt somit auch im Vergleich zu ähnlichen Projekten eine deutliche Aktivierung der Kinder der Experimentalgruppe.

Auch im Vergleich zu den Ergebnissen aus der KISS-Studie sind die vorliegenden Daten positiv zu bewerten. In der KISS-Studie hatten die Interventionsmaßnahmen keinen Einfluss auf die Gesamtaktivität der Kinder, was auch den Ergebnissen der Mehrheit bisher erschienenen Studien entspricht (van Sluijs et al., 2007). Meyer (2008) allerdings betrachtete die Daten der KISS-Studie separat nach Tageszeitblöcken und konnte so positive Interventionseffekte in den Zeitblöcken Sport, Schule und Pause feststellen.

Folgendes Kapitel wird auf der Basis zu prüfender Hypothesen die Ergebnisse zusammenfassen.

9.4 Ergebniszusammenfassung

In Kapitel 7.2 wurden die Hypothesen 1 bis 7 formuliert, die in Kapitel 9: Ergebnisdarstellung und -interpretation überprüft wurden. Nun wird in Abbildung 9-53 dargestellt, welche Hypothesen bestätigt und verworfen werden.

Die Hypothese 1 „Bei Kindern besteht ein positiver Zusammenhang zwischen motorischen und kognitiven Fähigkeiten“ wurde nach motorischen und konditionellen Fähigkeiten, nonverbaler, verbaler Intelligenz, Aufmerksamkeitsleistung und Lernverhalten differenziert betrachtet. Berichtete Ergebnisse der korrelativen Studien ergeben signifikante Zusammenhänge zwischen Motorik und nonverbaler sowie verbaler Intelligenz (H1 a, b). Bei differenzierter Betrachtung korrelieren jedoch lediglich die Bereiche feinmotorische Präzision und bilaterale Koordination statistisch bedeutsam.

Des Weiteren lassen sich Zusammenhänge zwischen Motorik und Aufmerksamkeitsleistung berichten (H1c), wobei lediglich die Bereiche feinmotorische Integration und Laufgeschwindigkeit mit den qualitativen Aspekten der Aufmerksamkeitsleistung signifikant korrelieren.

Signifikante Zusammenhänge zwischen Motorik und Lernbereitschaft (H1d) bilden sich darüber hinaus ab. Wobei auch hier die Einschränkung auf die Bereiche feinmotorische Integration und Kraft zu berichten ist (H1c).

Konditionelle Fähigkeiten korrelieren lediglich mit allen Dimensionen der Lernbereitschaft der Jungen signifikant (H1h).

Hinsichtlich der ersten Hypothese kann somit mit folgenden Differenzierungen bestätigt werden:

H1 a, b: Kinder mit hohen Leistungen im motorischen Bereich (feinmotorische Präzision und bilaterale Koordination) zeigen auch hohe Leistungen im Bereich der verbalen und nonverbalen Intelligenz.

H1 c: Kinder mit hohen Leistungen im motorischen Bereich (feinmotorische Integration und Laufgeschwindigkeit) zeigen auch hohe Leistungen im Bereich der Aufmerksamkeitsleistung (Qualität).

H1d: Kinder mit hohen Leistungen im motorischen Bereich (feinmotorische Integration und Kraft) zeigen auch hohe Leistungen im Bereich Lernverhalten

H1 h: Kinder (im Besonderen die Jungen) mit hohen Leistungen im konditionellen Bereich zeigen auch hohe Leistungen im Bereich Lernverhalten.

Die H1 e, f und g „Kinder mit hohen Leistungen im konditionellen Bereich zeigen auch hohe Leistungen im Bereich der nonverbalen und verbalen Intelligenz und der Aufmerksamkeitsleistung“ müssen somit verworfen werden.

Die Hypothese 2 „Bei Kindern besteht ein positiver Zusammenhang zwischen körperlicher Aktivität und motorischen Fähigkeiten“ wurde differenziert nach motorischen und konditionellen Fähigkeiten und Beweglichkeit, Schritten und Aerobic-Steps in der Woche, am Wochenende und gesamt analysiert.

Die Korrelationsberechnungen ergeben einen signifikanten Zusammenhang zwischen den Schritten und Aerobic-Steps und der Ausdauerleistung im Besonderen bei Jungen (H2 b, e). Es können bedeutsame Zusammenhänge zwischen Aerobic-Steps an den Wochentagen und der Motorik in den Bereichen Oberkörperkoordination und Kraft im Besonderen bei Mädchen berichtet werden (H2 d).

Die zweite Hypothese kann somit mit folgenden Differenzierungen bestätigt werden:

H2 b: Je mehr Schritte das Kind (im Besonderen die Jungen) macht, desto höher sind die Leistungen im konditionellen Bereich.

H2 d: Je mehr sportlich-ausdauernde Schritte das Kind macht, desto höher sind die Leistungen im motorischen Bereich (Oberkörperkoordination und Kraft). Dies gilt vor allem für die Mädchen.

H2 e: Je mehr sportlich-ausdauernde Schritte das Kind macht, desto höher sind die Leistungen im konditionellen Bereich. Dies gilt vor Allem für die Jungen.

Die Hypothese 2 a und c „Je mehr Schritte das Kind macht, desto höher sind die Leistungen im motorischen Bereich und desto beweglicher ist das Kind“ und die Hypothese 2 f „Je mehr sportlich-ausdauernde Schritte das Kind macht, desto beweglicher ist das Kind“ müssen somit verworfen werden.

Hypothese 3 „Bei Kindern besteht ein positiver Zusammenhang zwischen körperlicher Aktivität und Aspekten der kognitiven Fähigkeiten“ wurde differenziert nach Schritten und Aerobic-Steps in der Woche, am Wochenende und gesamt und der

nonverbalen und verbalen Intelligenz, Aufmerksamkeitsleistung und Lernverhalten analysiert.

Berichtet wurden signifikante Korrelationen zwischen der Aktivität am Wochenende (sowohl Schritte als auch Aerobic-Steps) und dem Lernverhalten (H3 d, h). Dies zeigt sich vor allem bei Jungen im Bereich Anstrengungsbereitschaft und bei den Mädchen im Bereich Konzentration und Sorgfalt. Zudem zeigten die Ergebnisse Zusammenhänge zwischen der ausdauernd-sportlichen Aktivität und der verbalen Intelligenz (H3 g).

Die dritte Hypothese kann somit wie folgt bestätigt werden:

H3 d: Je mehr Schritte das Kind macht, desto höher wird das Lernverhalten eingeschätzt.

H3 f: Je mehr sportlich-ausdauernde Schritte das Kind macht, desto höher ist die verbale Intelligenz.

H3 h: Je mehr sportlich-ausdauernde Schritte das Kind macht, desto höher wird das Lernverhalten eingeschätzt.

Die Hypothesen 3 a, b und c „Je mehr Schritte das Kind macht, desto höher ist die nonverbale und verbale Intelligenz und die Aufmerksamkeitsleistung“ müssen verworfen werden. Auch die Hypothesen e und g „Je mehr sportlich-ausdauernde Schritte das Kind macht, desto höher ist die nonverbale Intelligenz und die Aufmerksamkeitsleistung“ müssen verworfen werden.

In Hypothese 4 „In der Experimentalgruppe verändern sich die Leistungen im motorischen Bereich positiver, als in der Kontrollgruppe“ wird Motorik durch motorische Leistung (H4 a), konditionelle Fähigkeiten (H4 b) und Beweglichkeit (H4 c) operationalisiert.

Die vierte Hypothese kann mit Einschränkung bestätigt werden:

H4 a: In der Experimentalgruppe verändern sich die Leistungen in den Bereichen Oberkörperkoordination und Kraft statistisch bedeutsam und positiver als in der Kontrollgruppe.

Die Hypothesen 4 b und c „In der Experimentalgruppe verändern sich die Leistungen in den konditionellen Fähigkeiten und der Beweglichkeit positiver als in der Kontrollgruppe“ müssen verworfen werden.

In Hypothese 5 „In der Experimentalgruppe verändern sich die Leistungen im kognitiven Bereich positiver als in der Kontrollgruppe“ wird Kognition durch die nonverbale und verbale Intelligenz, Aufmerksamkeitsleistung und Lernverhalten operationalisiert.

Deskriptiv verbessern sich die Leistungen der nonverbalen und verbalen Intelligenz der Experimentalgruppe mehr als in der Kontrollgruppe, allerdings wird das Signifikanzniveau verfehlt. Die Aufmerksamkeitsleistung hat sich unabhängig von der Gruppenzugehörigkeit verbessert, sodass an dieser Stelle die Hypothese 5 lediglich eingeschränkt bestätigt werden kann:

H5d: In der Experimentalgruppe verändert sich das Lernverhalten besser als in der Kontrollgruppe. Im Besonderen in den Bereichen Selbständigkeit und Sorgfalt.

Die Transfereffekte auf nonverbale und verbale Intelligenz und Aufmerksamkeitsleistung, die in den Hypothesen 5a und b erwartet werden, können nicht bestätigt werden. Positive Tendenzen sind jedoch deskriptiv deutlich erkennbar.

In Hypothese 6 „Die Experimentalgruppe ist nach der Intervention körperlich aktiver als die Kontrollgruppe“ wird körperliche Aktivität operationalisiert über die Schritte an Wochentagen, an Wochenendtagen und gesamt und Aerobic-Steps gesamt.

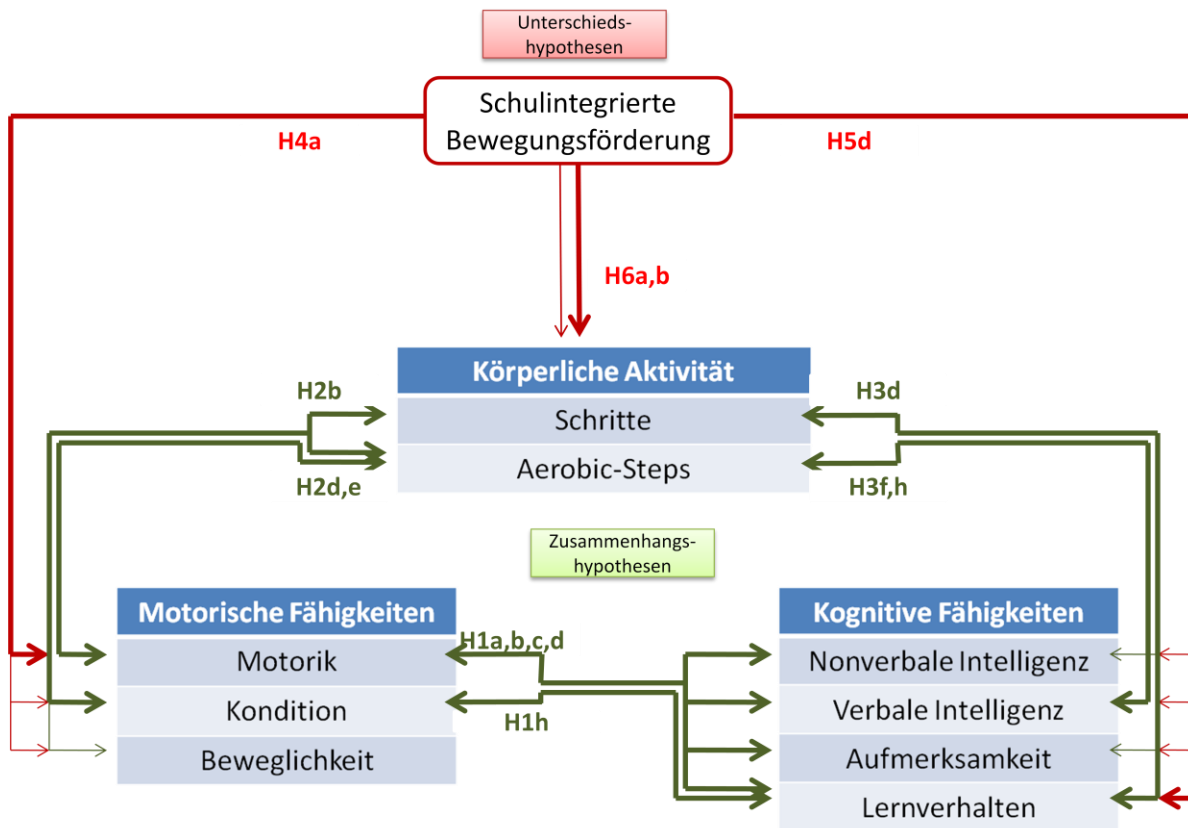
Die sechste Hypothese kann bestätigt werden:

H6 a: Die Experimentalgruppe geht in T2 mehr Schritte als die Kontrollgruppe.

H6 b: Die Experimentalgruppe geht in T2 mehr sportlich-ausdauernder Schritte als die Kontrollgruppe.

Hypothese 7: die Experimentalgruppe ist im Vergleich zur Kontrollgruppe auch nach Beendigung der eigentlichen Intervention insgesamt körperlich aktiver, muss verworfen werden.

Abbildung 9-53 verdeutlicht die bestätigten (fett gedruckt) Hypothesen.



Anm.: Die bestätigten Hypothesen sind fett gedruckt

Abbildung 9-53: Bestätigte Hypothesen (teilweise mit Einschränkung)

Auch wenn in einer Feldstudie nicht alle Einflussvariablen konstant zu halten und genau zu kontrollieren sind, kann nach den vorliegenden Untersuchungsergebnissen davon ausgegangen werden, dass bei Grundschulkindern eine in den Schulalltag integrierte Bewegungsförderung die körperliche Aktivität fördert und zu Leistungsfortschritten im motorischen und kognitiven Bereich führt.

10 Zusammenfassung und Ausblick

Im abschließenden Kapitel 10 werden die zentralen Erkenntnisse und Ergebnisse der vorliegenden Literaturarbeit und der empirischen Studie zusammengefasst (Kapitel 10.1), reflektiert die Arbeit und die verwendeten Methoden (Kapitel 10.2) und geht auf Perspektiven für die Forschung und Praxis ein (Kapitel 10.3).

10.1 Zusammenfassung

Ziel der vorliegenden Arbeit war es, den Stellenwert vermehrter körperlicher Aktivität in Form von einem schulintegrierten Bewegungsprogramm, als Mittel der motorischen und kognitiven Entwicklungsförderung bei Kindern zu evaluieren.

Dabei wurden zwei Fragestellungen in den Fokus genommen.

- (1) Lassen sich Zusammenhänge zwischen der motorischen und kognitiven Entwicklung und körperlicher Aktivität bei Kindern nachweisen?
- (2) Lassen sich die drei Bereiche Motorik, Kognition und körperliche Aktivität, durch eine in den Schulalltag integrierte Bewegungsintervention fördern?

Darüberhinaus konnten differenzierte Aussagen zu einzelnen Aspekten der Bereiche gemacht werden:

- Welche motorischen Fähigkeiten sind mit welchen kognitiven Fähigkeiten und mit welchen Aspekten der körperlichen Aktivität verbunden und vice versa?
- Auf welche motorischen und kognitiven Leistungen und auf welche Aspekte der körperlichen Aktivität wirkt sich die Bewegungsförderung aus?

Es wurden im theoretischen Teil zunächst auf der Basis entwicklungspsychologischer Paradigmen ausgewählte Theorien der motorischen und kognitiven Entwicklung vorgestellt, die die theoretische Grundlage der vorliegenden Arbeit darstellen (Kapitel 1). Die Betrachtung von differenzierten, auf spezielle Bereiche beschränkte Modelle, ist aufgrund der Komplexität von Entwicklung sinnvoll, um differenzierte Aussagen in unterschiedlichen Entwicklungsbereichen zu machen.

Die Ökologische Entwicklungstheorie Bronfenbrenners (Kapitel 2.2.1) liefert Erkenntnisse über umweltbedingte Einflüsse auf die menschliche Entwicklung, worin der Setting-Ansatz der vorliegenden Arbeit verortet wird. Die Entwicklung des, für diese Arbeit zentralen, Gegenstandsbereichs Bewegung und Motorik, wird aus der Perspektive der dialektischen Theorie der Körper- und Bewegungskarriere nach Baur (1988, 1989) betrachtet (Kapitel 2.2.2). Hier stehen intraindividuelle Veränderungen, der spezifische Vorhersagewert verschiedener ontogenetischer Bedingungsfaktoren und die Ursache-Wirkungsbeziehungen im Fokus. Darüber hinaus wird auf Rahmenbedingungen und Sozialisation in Schule und Schulsport eingegangen. Piagets Theorie der kognitiven Entwicklung erklärt die kognitiven Prozesse

in der Kindheit. Sie begreift die Entwicklung als handelnde Auseinandersetzung mit der Umwelt und erfasst die Kognition dabei als einen zentralen Aspekt.

Es wurden begriffliche und neurologische Grundlagen von Motorik und Kognition geklärt (Kapitel 3), auf Ausschnitte der motorischen und kognitiven Ontogenese eingegangen und Einflussfaktoren beider Parameter thematisiert (Kapitel 4). Dabei wurde im fünften Kapitel detailliert auf die körperliche Aktivität als Einflussfaktor motorischer und kognitiver Entwicklung eingegangen.

Auf diese Weise wurde die Basis geschaffen, um sich mit dem empirisch-analytischen Forschungsstand der Zusammenhänge und der Förderung kognitiver und motorischer Entwicklung durch Bewegung und körperlicher Aktivität auseinanderzusetzen (Kapitel 6).

Unterschieden wurden bezüglich des Forschungsstandes zwischen zwei Forschungsbereichen: Der Forschungsstand zu den Zusammenhängen zwischen Kognition und Motorik (Kapitel 6.1) und der Forschungsstand zu den Zusammenhängen zwischen Aktivität und Motorik (Kapitel 6.2).

Hinsichtlich der Zusammenhänge zwischen Motorik und Kognition wurde zwischen der Grundlagenforschung, die sich u. a. tierexperimenteller Studien bedient und der anwendungsbasierten Forschung, die im Forschungsfeld motorische und kognitive Testverfahren einsetzt, differenziert.

Im Bereich der Grundlagenforschung konnten vier Wirkmechanismen für die Zusammenhänge Motorik und Kognition herausgearbeitet werden. Gesichert sind

- die Erhöhung der zerebralen Durchblutung und die dadurch erhöhte Sauerstoffzufuhr für das Gehirn bei körperlicher Betätigung,
- die gesteigerte Effizienz der neuronalen Verarbeitung durch Bewegung,
- die Verbindung zwischen präfrontalen Kortex und Cerebellum und
- die Veränderungen auf molekularer Ebene als Folge von Bewegung.

Im Bereich der Anwendungsforschung zeigte sich der Forschungsstand heterogen. Reviews kamen aufgrund ihrer teilweise unterschiedlichen Zielsetzungen zu uneinheitlichen Studienergebnissen, die keine klare Antwort auf die Forschungsfrage zuließen. Auch durch Metaanalysen ließ sich in der bisherigen Forschung nur bedingt ein Konsens feststellen. Aus den Ergebnissen querschnittlicher Studien ließen sich jedoch in zunehmendem Maße positive Zusammenhänge zwischen Motorik und Kognition aufweisen.

Auch im Bereich der Interventionsstudien konnte über schwache positive Ergebnisse der Förderung kognitiver Leistung durch Bewegung berichtet werden. Gesichert ist darüber hinaus auf jeden Fall, dass eine Bewegungsintervention keine negativen Effekte mit sich bringt und im schulischen Kontext keine verlorene Zeit für das „akademische Lernen“ darstellt. Studien stellten im Bereich Motorik verstärkt einen hohen Zusammenhang zwischen koordinativen und vereinzelt auch zwischen konditionellen Fähigkeiten mit den kognitiven Parametern fest. Im kognitiven Bereich scheinen die Aufmerksamkeits- und Konzentrationsleistung sowie die Intelligenz vermehrt von Bewegungsprogrammen zu profitieren. Dabei konnten im Besonderen

junge Kinder mit sozialer Benachteiligung und schwachen kognitiven und motorischen Leistungen gefördert werden.

Insgesamt ließ sich aufgrund der Vielfalt methodischer Vorgehensweisen (Wahl der Erfassungsinstrumente, Interventionen, Stichprobe) zwar ein positives, jedoch kein einheitliches Ergebnis hinsichtlich der Zusammenhänge und Fördermöglichkeit von Motorik und Kognition zusammenfassen.

Mit Blick auf die Zusammenhänge zwischen körperlicher Aktivität und Motorik konnte gezeigt werden, dass zwischen der körperlichen und sportlichen Aktivität und der motorischen Leistungsfähigkeit, im Besonderen der Ausdauerleistungsfähigkeit, ein positiver Zusammenhang besteht. Bewegungs-Interventionsstudien mit Kindern, die sowohl die körperliche Aktivität als auch die motorische Leistungsfähigkeit erfassen, wurden in der umfangreichen Recherche nur wenige gefunden. Deren Ergebnisse jedoch konnten deutliche Verbesserung der motorischen Leistung und Steigerung der körperlichen Aktivität durch die Intervention verzeichnen.

Es fällt bei genauer Betrachtung der einzelnen Studien auf, dass Defizite in der Messung der körperlichen Aktivität bestehen (Fragebogen, Selbstreports). Darüber hinaus bestehen Defizite bei der Operationalisierung der unabhängigen Variable „körperliche Aktivität“. Es werden sehr selten unterschiedliche Facetten wie die Belastungsdosierung, körperliche Alltagaktivität, Wettkampforientierung oder die betriebenen Sportarten unterschieden.

Ausgehend von den Erkenntnissen des theoretischen Teils erfolgte die Hypothesenbildung (Kapitel 7) und die Konzeption der empirischen Studie (Kapitel 8). Im Mittelpunkt der Betrachtung standen zum einen Zusammenhänge zwischen Motorik, Kognition und körperlicher Aktivität, zum anderen mögliche Effekte einer schulintegrierten Bewegungsförderung auf die motorische und kognitive Leistungsfähigkeit sowie die allgemeine körperliche Aktivität. Theoriegeleitet wurde die Stichprobe, das Design, die Erhebungsmethoden und das Interventionsprogramm ausgewählt und entwickelt.

Der Schwerpunkt der Bewegungsintervention lag dabei auf der Förderung koordinativer und konditioneller Fähigkeiten sowie auf der Übertragbarkeit der Fördermaßnahmen in den kindlichen Alltag. Die konkreten Umsetzungsbausteine lehnten teilweise an Bausteine des Konzepts der „Bewegten Schule“ an, erforderten kein zusätzliches Material und bezogen den Klassenraum sowie das gesamte Schulgelände mit ein. Lehrer(innen)fortbildungen und interventionsbegleitende Feedbackrunden unterstützten die Lehrerinnen bei der Implementation von Bewegung in den Schulalltag.

Die Bewegungsförderung wurde bei Kindern der zweiten Klassenstufe in zwei Osnabrücker Grundschulen umgesetzt, drei weitere Osnabrücker Grundschulen standen als Kontrollgruppen für die Eingangs- und Abschluss- sowie die Follow-up-Untersuchung zur Verfügung. Diese wurden in einem Abstand von 17 Wochen (Prä-Post) und acht Wochen (Follow-up) durchgeführt. Insgesamt gingen die Daten von 265 Kindern in die Auswertung dieser Studie ein.

Zur Analyse wurden verschiedene Testverfahren eingesetzt, die unterschiedliche Aspekte der Merkmalsbereiche Motorik (BOT 2-sf von Bruininks & Bruininks, 2005; 6-Minuten-Ausdauerlauf von Bös & Mechling, 1983; Sit and Reach-Test von Wells & Dillon, 1952), Kognition (drei Untertests aus BUEGA von Esser, Wyschkon & Ballaschk, 2008: Analogien, Matrizen, Bp-Aufmerksamkeitstest; LSL-Lehrereinschätzliste von Petermann & Petermann, 2006) und körperliche Aktivität (Schrittzähler: OMRON HJ-720 IT) abdecken.

Das quasi-experimentelle Interventions-Kontrollgruppen-Design der Studie ermöglichte neben der Frage nach Zusammenhängen genannter Parameter auch weiterführende Fragestellungen bezogen auf direkte Effekte und Transfereffekte einer Bewegungsförderung.

Zusammenfassend können folgende Zusammenhänge erhobener Parameter berichtet werden (Kapitel 9):

Die korrelative Betrachtung zeigte generell positive signifikante Zusammenhänge zwischen motorischer und kognitiver Leistungsfähigkeit. Die Korrelationsrechnungen zwischen der körperlichen Aktivität und den Parametern Motorik und Kognition erbrachten in Teilbereichen (Motorik: Oberkörperkoordination, Kraft, Ausdauer; Kognition: verbale Intelligenz, alle Items der Lernbereitschaft) signifikante Zusammenhänge. Außerdem wiesen signifikante Unterschiede hinsichtlich der Aktivität von Kindern in unteren und oberen Quartilen motorischer Leistung auf signifikante Zusammenhänge in den Extremgruppen hin.

Die Abbildung 10-1 fasst die Ergebnisse der Korrelationsrechnungen nochmals groß zusammen. Hier sind die Teilaspekte der Motorik, körperlichen Aktivität und Kognition aufgeführt, bei denen die Korrelationsrechnungen das Signifikanzniveau erreichten.

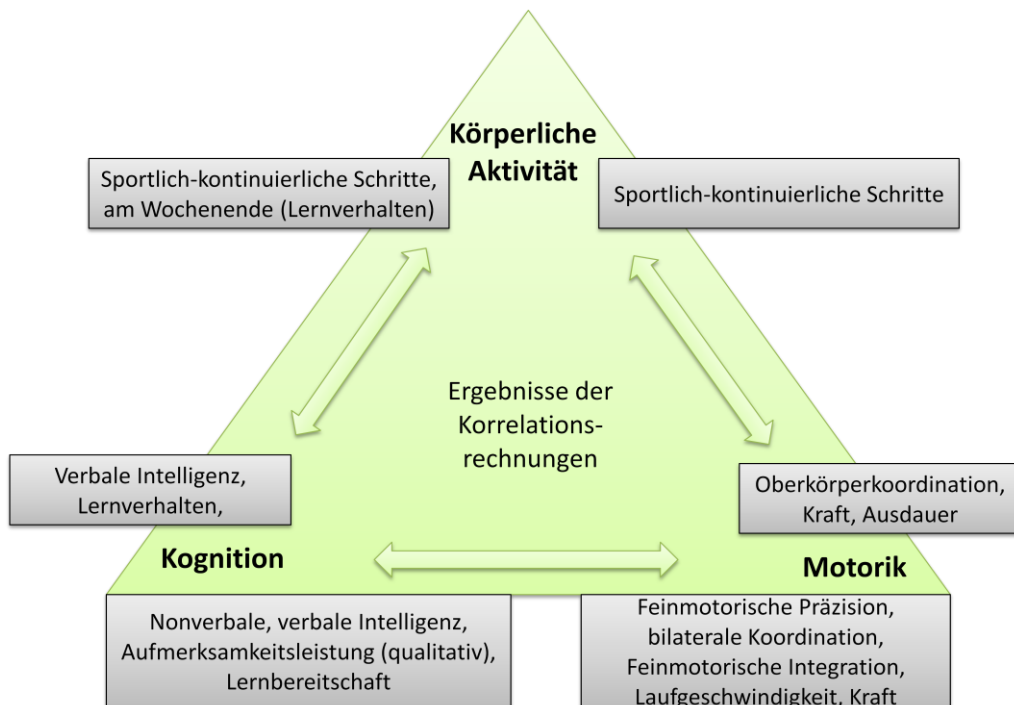


Abbildung 10-1: Ergebnisse der Korrelationsrechnungen

Zusammenfassend können folgende Interventionseffekte berichtet werden: Direkte Effekte einer Bewegungsförderung zeigten sich deutlich hinsichtlich der motorischen Leistungen in den Bereichen Oberkörperkoordination und Kraft. Transfer-effekte lassen sich im Teilbereich der Kognition hinsichtlich der Selbständigkeit und Sorgfalt berichten. Deskriptiv verbesserten sich jedoch auch die nonverbale, verbale Intelligenz und weitere Teilbereiche der Lernbereitschaft der Experimentalgruppe im Vergleich zur Kontrollgruppe. Mit einem Mehr von über 20 % zurückgelegter Schritte und mehr als das doppelte an Aerobic-Steps bei der Experimentalgruppe lassen sich die Effekte der Intervention auf die körperliche Aktivität ausdrücken. In der Follow-up-Untersuchung konnte die hohe körperliche Aktivität der Experimentalgruppe im Vergleich zur Kontrollgruppe jedoch nicht mehr abgebildet werden. Auf der einen Seite wurde dies vor dem Hintergrund motivationaler Aspekte diskutiert, auf der anderen Seite muss die Frage der Nachhaltigkeit der Intervention diskutiert werden.

Abbildung 10-2 fasst die Ergebnisse der inferenzstatistischen Rechnungen nochmals zusammen. Es sind die Teilbereiche der Motorik, körperlichen Aktivität und der Kognition aufgeführt, in denen sich die Gruppen zugunsten der Interventionsgruppe statistisch signifikant unterscheiden.

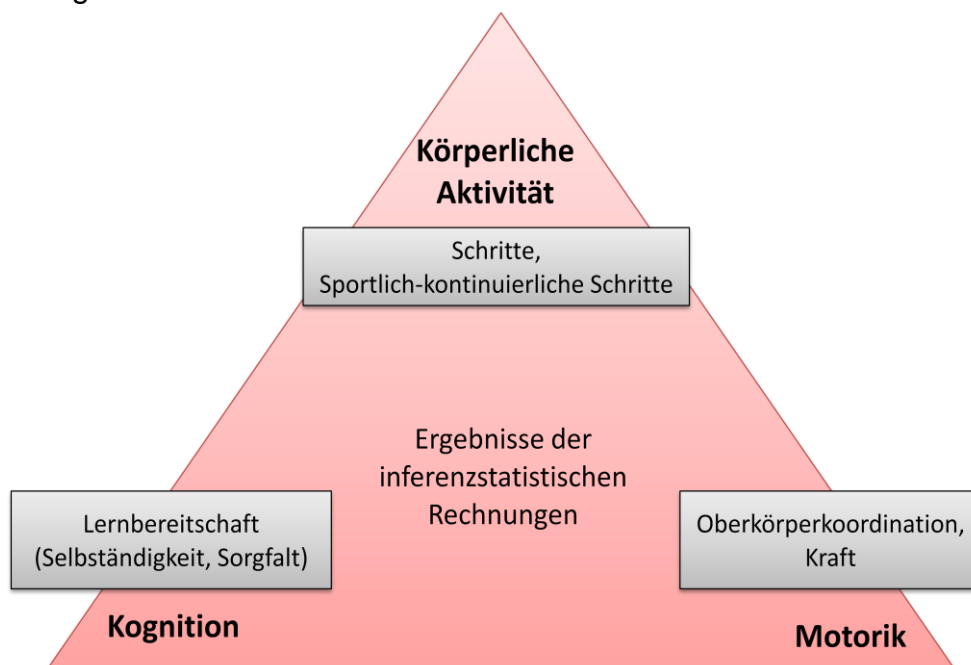


Abbildung 10-2: Ergebnisse der inferenzstatistischen Rechnungen

Der im aktuellen Forschungsstand vermutete Zusammenhang zwischen Motorik, Kognition und körperlicher Aktivität konnte somit in Teilbereichen bestätigt werden. Auch konnten durch die schulintegrierte Bewegungsförderung Teilbereiche erhobener Parameter gefördert werden. Ganz im Sinne Zimmers scheint Bewegung der Motor der Entwicklung - auch der kognitiven Entwicklung zu sein (Zimmer, 2007).

10.2 Reflektion

Kritik an der vorliegenden Studie lässt sich wie folgt üben:

(-) Prinzipiell können in quasi-experimentellen Untersuchungen Sozialisations- und Selektionseffekte nicht ausgeschlossen werden. Der soziale Hintergrund der Eltern spielt bei der kognitiven und motorischen Entwicklung sowie bei sportlich aktiven Betätigungen der Kinder eine nicht zu unterschätzende Rolle (Kapitel 4.3). Auch haben eine Reihe weiterer Variablen Einfluss auf die motorische und kognitive Entwicklung (Musik, Fernsehkonsum) (u. a. Memmert & Weickgenannt, 2009). Dies muss bei der Betrachtung der Ergebnisse berücksichtigt werden.

(-) Der Interventionszeitraum wurde aus zeitlichen Gründen auf 17 Wochen festgelegt. Die Ergebnisse zeigen positive Effekte und Transfereffekte der Intervention. Im Bereich der Motorik konnte jedoch lediglich eine Leistungssteigerung hinsichtlich der Oberkörperkoordination und Kraft und im kognitiven Bereich hinsichtlich der Selbständigkeit und Sorgfalt statistisch gesichert werden. Möglicherweise wären auch die positiven Effekte, die in der vorliegenden Studie lediglich deskriptiv deutlich gewordenen sind, bei einer längeren Interventionsphase inferenzstatistisch bedeutsam geworden. Auch wären bei einer einjährigen Intervention keine jahreszeitlichen Effekte auf die körperliche Aktivität aufgetreten. In der vorliegenden Studie konnte die Nachhaltigkeit der Intervention nicht eindeutig gesichert werden. Eine längere Interventionsphase hätte die Implementation von Bewegung in den Schulalltag möglicherweise besser ermöglicht, und so die Nachhaltigkeit der Studie sichergestellt.

(-) Es konnten positive Effekte auf die Oberkörperkoordination und Kraft festgestellt werden. Um alle Bereiche der Motorik zu fördern, wäre möglicherweise eine differenziertere und zielgruppenorientierte Intervention erforderlich. Diese wäre allerdings sehr komplex, sodass die Anforderungen an die Lehrpersonen stiegen. Das würde wiederum die Umsetzung im Schulalltag erschweren. Erkenntnisse aus dem Forschungsstand weisen darauf hin, dass hauptsächlich die koordinativen Fähigkeiten mit kognitiven Fähigkeiten in Verbindung stehen. Möglicherweise würde eine Intervention mit Schwerpunktsetzung auf der Förderung der Koordination deutlichere Transfereffekte hervorbringen.

(-) Methodische Mängel müssen hinsichtlich der Erfassung der Ausdauerleistungsfähigkeit und der Aufmerksamkeitsleistung kritisch diskutiert werden. Bei der Durchführung des 6-Minuten-Laufs konnte aufgrund der Umgebungsbedingungen das Gütekriterium Reliabilität des Tests nicht erfüllt werden. Darüber hinaus wurden Testlernerfekte des Aufmerksamkeitsleistungstests in der vorliegenden Arbeit deutlich, obwohl diese für einen Zeitraum von mehr als drei Monaten ausgeschlossen werden (Kapitel 3.2.6). Die Leistungsverbesserung der Konzentration ist somit nicht auf die Intervention zurückzuführen.

(+) Eine Stärke der vorliegenden Studie ist, und das ist auch an der positiven Reaktion der Lehrerinnen zu beobachten, die Art der Intervention und der Einbezug der Lehrerinnen. Mit wenig Zeit- und Materialaufwand konnten die Lehrerinnen Bewegung in den Schultag integrieren. Darüber hinaus wurden die Materialien dem gan-

zen Kollegium bereitgestellt, sodass nicht nur in den Interventionsklassen die Bewegungsförderung durchgeführt wurde. Auch der Einbezug der räumlichen Umgebung stellte sich im Sinne der Nachhaltigkeit von hoher Relevanz heraus. Denn die Kinder der Interventionsgruppe nehmen auch nach der Interventionsphase weiterhin diese Umgebung als Bewegungslandschaft wahr.

(+) Eine weitere Stärke ist die Wahl der Jahreszeit. Die bewegungsarme Jahreszeit Winter konnten die Kinder im Rahmen des Projekts in der Schule und, durch die Bewegungshausaufgaben, auch in der Freizeit bewegter gestalten.

(+) Die Wahl des Instrumentariums Schrittzähler stellte sich im Nachhinein als große Stärke dieser Studie heraus. Einige Kinder, die an der Studie teilnahmen, wünschten sich einen Schrittzähler zu Weihnachten oder zum Geburtstag. Sie sammeln nun auch nach Beendigung der Studie weiterhin ihre Schritte anhand von Schrittzählern.

Diese Kritikpunkte ermöglichen eine bessere Einordnung der Ergebnisse der vorliegenden Studie. Darüber hinaus lassen sich Folgerungen für weitere Studien ableiten.

10.3 Folgerungen

Vor dem Hintergrund des aktuellen Forschungsstands zum Zusammenhang zwischen Motorik und Kognition wird deutlich, dass die Forschungsergebnisse nicht ausreichen, um genaue Zusammenhänge und Auswirkungen von Bewegung auf das Gehirn zu definieren. Auf der Ebene der *Grundlagenforschung* ist u. a. noch unklar, welche Dosis des Verhältnisses zwischen Modus, Intensität und Dauer der Bewegung welche Veränderungen im Gehirn bewirken.

Darüber hinaus sind weitere Erkenntnisse zum Lernen aus dem Bereich der Grundlagenforschung vonnöten. Denn

„Wenn man weiß, wie das Gehirn lernt, dann kann man auf der Grundlage dieses Wissens den Unterricht optimieren“ (Caspary, 2008, S. 10).

Zwar ist „Nichts von dem, was die moderne Hirnforschung zeigt, [...] einem guten Pädagogen inhaltlich neu. Der Erkenntnisfortschritt besteht vielmehr darin, dass man inzwischen besser zeigen kann, warum das funktioniert, was ein guter Pädagoge tut, und das nicht, was ein schlechter tut. Nur so können bessere Konzepte des Lehrens und Lernens entwickelt werden, und die meisten Experten sind sich inzwischen darin einig, dass die gegenwärtigen Konzepte schlecht sind.“ (Roth, 2008, S. 54)

Auch werden weitere Forschungsvorhaben im Bereich der *Anwendungsforschung* gefordert. Dabei ist im Sinne des Gegenstromprinzips vorzugehen, bei dem die Bedürfnisse der Praxis und Wissenschaft bewusst eng aufeinander abgestimmt sind.

Es stellt sich die zentrale Frage, inwieweit die gesicherten neurophysiologischen Wirkmechanismen, die die Zusammenhänge zwischen Motorik und Kognition und das Lernen erklären, auch in der alltäglichen Anwendung Wirkung haben. Neuere Studien mit Menschen, die medizinischen Sondergruppen angehören, bestätigen teilweise die Übertragbarkeit der Ergebnisse aus tierexperimentellen Forschungen. Allerdings ist der Forschungsstand im Bereich Kinder und Jugendliche bisher unzu-

reichend. Auch hier stellt sich die Frage nach kurzfristigen vs. langfristigen Effekten von Bewegung, nach einem Mindest- oder Höchstmaß an Intensität und Dauer der Bewegung, nach Inhalten der Bewegungsförderung und nach endogenen sowie exogenen Einflussfaktoren. Diesen Detailfragen könnten in kleineren Studien mit differenzierten Testinstrumentarien nachgegangen werden (u. a. Woll, 2002). Um darüber hinaus die zentrale Frage nach Kausalzusammenhängen zwischen Motorik und Kognition zu beantworten, sind groß angelegte Längsschnittstudien unumgänglich.

Für das Setting Schule und im Rahmen der *Schulsportforschung* fehlen vor allem gut evaluierte Begleit-, Interventions- und Beratungsstudien, die darauf abzielen, innovative Konzepte bezüglich ihrer Realisierungsmöglichkeiten und Ergebnisse methodisch kontrolliert zu dokumentieren (DOSB, DSLV & dvs, 2009). Möglicherweise könnten dabei quantitative und qualitative Forschungsansätze verknüpft werden.

Auf *methodischer Ebene* müssen noch präzisere Erhebungsinstrumentarien entwickelt werden, die im Bereich Kognition und körperlicher Aktivität genauere Angaben zulassen.

Dem Parameter körperliche Aktivität, als ein Faktor motorischer und kognitiver Entwicklung, ist ebenso differenzierter nachzugehen. Auch hier sind die Fragen nach Inhalten, Modi und Intensität von Interventionsprogrammen und insbesondere Fragen nach Einflussfaktoren und Kausalzusammenhängen ungeklärt.

Für die *Praxis* kann entsprechend den aktuellen Forschungsergebnissen im Anschluss an Piagets methodischen Folgerungen davon ausgegangen werden, dass die einzige, dem kindlichen Denken angemessene und im Hinblick auf Lernleistungen wirkungsvolle Methode, die des aktiven Lernens ist (Piaget, 2003, S. 26). So folgt aus seiner Vorstellung die Vision einer „aktiven Schule sowie aktiver Lernmethoden“ (Reussner, 2006, S. 168). Es werden individualisierte Lernprozesse und entsprechend gestaltete Lernumgebungen gefordert, damit die Selbstbestimmung und Selbständigkeit sowie die spontane Aktivität und die Selbstständigkeit des Kindes gefördert werden. Denn

„der Körper ist kein Feind, sondern ein Verbündeter des Lernens. Kindlichen Bewegungsdrang nicht zu unterdrücken, sondern ihn konstruktiv im Sinne einer Entwicklungsförderung zu nutzen, fördert den Spaß am Lernen und hält Geist und Körper fit“.Denn „Kinder, die toben dürfen, lernen besser.“ (Zimmer, 2009, S. 12 f.)

Die spontane Aktivität der Kinder soll somit, motorisch wie reflektorisch, gefördert anstatt unterbunden werden.

Direkte Folgerungen aus den Ergebnissen der vorliegenden Studie lassen sich hinsichtlich Inhalte einer schulintegrierten Bewegungsförderung ableiten. Aus den korrelativen Rechnungen wird deutlich, welche Teilbereiche von Motorik, körperlicher Aktivität und Kognition miteinander in Verbindung stehen. Daraus lässt sich folgern, dass durch eine Bewegungsintervention, die im Besonderen Aspekte der feinmotorischen Präzision, bilaterale Koordination, feinmotorische Integration, Laufgeschwindigkeit und Kraft anspricht, Transfereffekte auf die Kognition zu erwarten

sind. Hinsichtlich der körperlichen Aktivität lässt sich ableiten, dass erst ab einem gewissen Aktivitätsniveau (sportlich-kontinuierliche Schritte) Effekte auf die motorische Leistungsfähigkeit und Transfereffekte auf die kognitiven Fähigkeiten zu erwarten sind.

Hinsichtlich der Effekte der hier durchgeführten schulintegrierten Bewegungsförderung lässt sich feststellen, dass eine Bewegungsförderung, die keinen großen personellen, materiellen und zeitlichen Aufwand fordert, positive Auswirkungen sowohl auf motorischer als auch auf kognitiver Ebene hat. Darüber hinaus kann eine Integration von Bewegung in den Schulalltag die allgemeine körperliche Aktivität der Schülerinnen und Schüler steigern. Übergeordnetes Ziel ist, dass der Bewegung am Vormittag ein bewegter Nachmittag folgt. Die Forderung nach mehr Bewegung im Schulalltag lässt sich mit den Ergebnissen der vorliegenden Studie dadurch begründen.

Dies wird auch in den Bildungsplänen der Länder gefordert. „Bewegung, Spiel und Sport sind für ein lebendiges Schulleben von besonderer Bedeutung. Die Schule hat deshalb die Aufgabe, vielfältige Bewegungsmöglichkeiten anzubieten“ (Ministerkonferenz, 2005, S. 2). Genannt werden im Zuge dessen „das spontane[...] Spielen und Sporttreiben z. B. in Pausen und Freistunden“, um „Anregungen [...] für tägliche Bewegungszeiten und zusätzliche Sportangebote“ zu geben (ebd.). Das niedersächsische Kultusministerium beschreibt Bewegungs- und Sportaktivitäten in der Grundschule sowohl als ein „eigenständiger als auch ein grundlegender und begleitender Teil schulischer Bildungsprozesse“ (Niedersächsisches Kultusministerium, 2006, S. 8). In Baden-Württemberg ist beispielsweise unter den Leitgedanken zum Kompetenzerwerb seit 2004 formuliert:

„Bewegung eröffnet den Kindern den Zugang zur Welt, ist ein elementares Prinzip jeglichen Lernens und trägt zum Wohlbefinden bei.“ (KM/LEU, 2004, S. 112)

Das Prinzip der Bewegung soll in allen Fächern und im gesamten Schulleben integriert sein und umgekehrt Aspekte anderer Fächer wie der Musik oder Mathematik verwenden. Über Bewegung lassen sich beispielsweise Strukturen, geometrische und zahlenbezogene Gesetzmäßigkeiten, Muster und Mengen erfassen. Durch Bewegung, Spiel und Sport können die Schülerinnen und Schüler „in der handelnden Auseinandersetzung naturwissenschaftliche Phänomene“ (KM/LEU, 2004, S. 112) verstehen und sich ihre Umwelt erschließen.

Diese Forderungen lassen sich in der Schule ohne professionelle (universitäre) Lehrer(innen)aus-, Fort- und Weiterbildungsangebote nicht realisieren. In der *Lehrer(innen)ausbildung* sollte Bewegung in die Methodikausbildung aller Fächer integriert werden, damit Spiel und Sport als übergreifendes Medium der Entwicklungsförderung in den Schulalltag implementiert werden kann (Zimmer, 2010a). Darüber hinaus ist die fächerübergreifende Ausbildung wichtig, um alle Beteiligten zu befähigen, die Bedeutung von Bewegung, Spiel und Sport im Schulalltag offensiv vertreten zu können, ohne dass das Unterrichtsfach Sport abgewertet wird (Süßenbach, 2008). Denn auf keinen Fall darf ein Konzept wie die „Bewegte Schule“ „miss-

braucht werden, den verpflichtenden, mindestens dreistündigen Sportunterricht zu reduzieren“ (DOSB, DSLV & dvs, 2009, S. 9).

Darüber hinaus erfordert die fächerübergreifende Implementation von Bewegung in den Schulalltag *Lehrer(innen)weiterbildungen*. Themen könnten beispielsweise „aktive Lehr- und Lernmethoden“ oder „Schulprogramm: Bewegte Schule“ sein. Dies knüpft an die Forderung des DOSB, des DSLV und der dvs (2009), die im Memorandum zum Schulsport nach Verbesserung der Prozessqualität in Schule und Schulsport verlangen. In der Grundschule ist dies möglich, denn nach Zimmer und Hunger (2004) besteht seitens der Lehrerinnen und Lehrer großes Interesse und Innovationsbereitschaft, Schulsport im Sinne der Entwicklungsförderung weiter zu entwickeln, zu verändern und zu verbessern (Hunger & Zimmer, 2004).

Auf die Frage hin, wem Bewegung, Spiel und Sport im Schulalltag nutzt, antwortet Hengstschläger (2010):

- In erster Linie den Kindern, da die nachhaltige Förderung der ganzheitlichen Entwicklung auf allen Ebenen (sozial, kognitiv, physisch, psychisch) unterstützt wird.
- Aber auch den Eltern, weil die seelische und körperliche Ausgeglichenheit der Kinder ein positives Familienklima unterstützt.
- Und dem Setting Schule, weil dadurch der Schulstandort aufgewertet und ein positives Arbeitsklima geschaffen wird.

Daneben sind ebenso die anderen Schulfächer zu nennen, die von Bewegung im Schulalltag profitieren. Sabine Sabirnaz-Otte, die bis 2002 als stellvertretende Landes- und Bundeselternratsvorsitzende tätig war, drückte dies passend folgendermaßen aus:

"Es gibt kein Fach, das so viel für andere Fächer macht wie der Sport." (Sabirnaz-Otte, Landes- und Bundeselternrat)

Vor dem Hintergrund referierter Ergebnisse, und

- dass 45 % der Kinder und Jugendlichen gerne mehr Sport treiben würde (Klaes et al., 2003),
- dass Kinder prinzipiell immer bereit sind, auf attraktive Bewegungsangebote zu reagieren (Jüngst, 2002) und
- dass der Hauptmotivationsgrad für Kinder die Freude an der Bewegung ist (Fuchs, 1997),
- dass 80 % aller Kinder die Nachmittage, die auf den Sport entfallen (das sind 63 %), als ihre Lieblingstermine bezeichnen (Schmidt, Zimmer & Völker, 2008, S. 467),

sollten alle Verantwortlichen aus Politik, Bildung und der breiten Öffentlichkeit ermutigt sein, körperliche Aktivität in Schule und Freizeit zu fördern. Denn

„Der Mensch soll lernen, nur die Ochsen büffeln. Der Kopf ist nicht der einzige Körperteil. Man muss nämlich auch springen, turnen, tanzen und singen können [...].“ (Erich Kästner)

Literaturverzeichnis

- ACSM (2000). *ACSM's guidelines for exercise testing and prescription* (6th ed.). Philadelphia: Lippencott, Williams and Wilkens.
- Adlard, P. A. & Cotman, C. W. (2004). Voluntary exercise protects against, stress-induced decreases in brain-derived neurotrophic factor protein expression. *Neuroscience*, (124), 985-992.
- Ahnert, J. (2005). *Motorische Entwicklung vom Vorschul- bis ins frühe Erwachsenenalter - Einflussfaktoren und Prognostizierbarkeit*. Dissertation: Julius-Maximilians-Universität Würzburg.
- Ahnert, J., Bös, K. & Schneider, W. (2003). Motorische und kognitive Entwicklung im Vorschul- und im Schulalter: Befunde der Münchner Längsschnittstudie LOGIK. *Zeitschrift für Entwicklungspsychologie und Pädagogische Psychologie*, 35, 185–199.
- Allison, D. B., Faith, M. S., & Franklin, R. D. (1995). Antecedent exercise in the treatment of disruptive behavior: A meta-analytic review. *Clinical Psychology: Science and Practice*, 2, 279–303.
- Amberger, H. (2000). *Bewegte Schule. Schulkinder in Bewegung*. Schorndorf: Hofmann.
- Amelang, M. & Schmidt-Atzert, L. (2006). *Psychologische Diagnostik und Intervention* (4. Aufl.). Berlin: Springer.
- Amelang, M. (1990). *Differentielle Psychologie und Persönlichkeitsforschung* (3., überarb. und erw. Aufl., 3., unveränd. Nachdr.). (Kohlhammer-Standards Psychologie). Stuttgart: Kohlhammer.
- Andersen, L., Harro M., Sardinha L., Froberg K., Ekelund U., Brage S. & Anderssen, S. (2006). Physical activity and clustered cardiovascular risk in children: a cross-sectional study (The European Youth Heart Study). *Lancet*, 368, 299–304.
- Anderson, J. R., Funke, J. & Plata, G. (2007). *Kognitive Psychologie* (6. Aufl.). Berlin: Spektrum Akad. Verl.
- Anderssen, N. & Wold, B. (1992). Parental and peer influences on leisure-time physical activity in young adolescents. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 63, 341–348.
- Armstrong, N., Welsman J. & Kirby, B. (2000). Longitudinal changes in 11-13 year-olds' physical activity. *Acta paediatrica*, 89, 775–780.
- Asendorpf, J. B. & Teubel, T. (2009). Motorische Entwicklung vom frühen Kindes- bis zum frühen Erwachsenenalter im Kontext der Persönlichkeitsentwicklung. *Zeitschrift für Sportpsychologie*, 16, 2–16.
- Ashcraft, M. H. (1998). *Fundamentals of cognition*. New York: Longman.
- Auernheimer, G. (Hrsg.) (2001). *Migration als Herausforderung für pädagogische Institutionen: Interkulturelle Studien*. Opladen.
- Augstein, S. (2002). *Auswirkungen eines Kurzzeitprogramms mit Yogaübungen auf die Konzentrationsleistung bei Grundschulkindern. Möglichkeiten und Grenzen der Integration von Yogaelementen in den Schulunterricht*. Dissertation: Universität-Gesamthochschule-Essen.
- Baltes, P. (1990). Entwicklungspsychologie der Lebensspanne: Theoretische Leitsätze. *Psychologische Rundschau*, 41, 1–24.
- Baltes, P. (1997). Die unvollkommene Architektur der menschlichen Ontogenese: Implikationen für die Zukunft des vierten Lebensalters. *Psychologische Rundschau*, 48.
- Baquet, G., Twisk, J. W. R., Kemper, H. C. G., van Praagh, E. & Berthoin, S. (2006). Longitudinal follow-up of fitness during childhood: Interaction with physical activity. *American Journal of Human Biology*, 18, pp. 51–58.
- Barnett, L., Morgan, P., van Beurden, E. & Beard, J. (2008). Perceived sports competence mediates the relationship between childhood motor skill proficiency and adolescent physical activity and fitness: a longitudinal assessment. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 40 (5), 2137–2144.
- Barnett, L., van Beurden, E., Morgan, P., Brooks, L. & Beard, J. (2009). Childhood motor skill proficiency as a predictor of adolescent physical activity. *Journal of Adolescent Health*, 44, 252–259.
- Bassett, D. R. J., Ainsworth B. E., Leggett S. R., Mathien, C. A., Main J. A., Hunter D. C. & Duncan, G. E. (1996). Accuracy of five electronic pedometers for measuring distance walked. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 28, 1071–1077.
- Baumann, A. (2004). Updating the evidence that physical activity is good for health: An epidemiological review 2000-2003. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 7(1), 6-19.
- Baur, J. & Burrmann, U. (2009). Motorische Entwicklung in sozialen Kontexten. In J. Baur, K. Bös, A. Conzelmann & R. Singer (Hrsg.), *Handbuch motorische Entwicklung* (Beiträge zur Lehre und Forschung im Sport, 2. Aufl., S. 87–112). Schorndorf: Hofmann.

- Baur, J. (1988). Entwicklungstheoretische Konzeptionen der Sportwissenschaft. *Sportwissenschaft*, 18, 361–386.
- Baur, J. (1989). *Körper- und Bewegungskarrieren: Dialektische Analysen zur Entwicklung von Körper und Bewegung im Kindes- und Jugendalter*. (Wissenschaftliche Schriftenreihe des Deutschen Sportbundes, 21). Schorndorf: Hofmann (Zugl.: @Habil.-Schr.).
- Baur, J. (1994). Motorische Entwicklung: Konzeptionen und Trends. In J. Baur, K. Bös & R. Singer (Hrsg.), *Motorische Entwicklung. Ein Handbuch* (Beiträge zur Lehre und Forschung im Sport, S. 27–47). Schorndorf: Hofmann.
- Beauftragte der Bundesregierung für Migration, Flüchtlinge und Integration (Hrsg.) (2005). *Sechster Bericht über die Lage der Ausländerinnen und Ausländer in Deutschland*. Berlin.
- Beck, U. (1986). *Risikogesellschaft. Auf dem Weg in eine andere Moderne*. Frankfurt: Suhrkamp.
- Becker, K. P. (Hrsg.) (1991). *Entwicklungsdynamik drei- bis neunjähriger Kinder*. Berlin: Verlag Gesundheit.
- Bedale, M. (1923). Energy expenditure and food requirements of children at school. *The Royal Society*, 94, 368–404.
- Behnken, I. & Zinnecker, J. (2001). *Kinder, Kindheit, Lebensgeschichte. Ein Handbuch*. Seelze: Kallmeyer.
- Behrens, T. & Dinger, M. (2007). Motion sensor reactivity in physically active young adults. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 78, 1–8.
- Beighle, A., Pangrazi, R. P. & Vincent, S. D. (2001). Pedometers, physical activity, and accountability. *Journal of Physical Education, Recreation, and Dance*, 72 (9), 16-19.
- Beneke, R. & Leithäuser, R. (2008). Körperliche Aktivität im Kindesalter – Messverfahren. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, 59 (10), 215-222.
- Berchtold N. C., Chinn, G., Chou, M., Kesslak, J. P. & Cotman, C. W. (2005). Exercise primes a molecular memory for brain-derived neurotrophic factor protein induction in the rat hippocampus. *Neuroscience*, 133 (3), 853-861.
- Berk, L. & Aralikatti, E. (2009). *Entwicklungspsychologie* (3., aktualisierte Aufl.). (Pearson StudiumPsychologie). München: Pearson Studium.
- Beudels, W. (1997). Die Wirksamkeit psychomotorischer Förderung - Ergebnisse einer vergleichenden empirischen Untersuchung. In C. Leyendecker & T. Horstmann (Hrsg.), *Frühförderung und Frühbe-handlung: wissenschaftliche Grundlagen, praxisorientierte Ansätze und Perspektiven interdisziplinärer Zusammenarbeit* (S. 129-135). Heidelberg: Winter.
- Beurden van, E., Barnett, L., Zask, A., Dietrich, U., Brooks, L. & Beard, J. (2003). Can we skill and activate children through primary school physical education lessons? "Move it Groove it" - a collaborative health promotion intervention. *Preventive Medicine*, 36, 493–501.
- Birbaumer, N. & Schmidt, R. (2006a). Untersuchung der Hirnaktivität des Menschen. In R. Schmidt & H.-G. Schaible (Hrsg.), *Neuro- und Sinnesphysiologie* (Springer-Lehrbuch, 5. Aufl., S. 353–373). Heidelberg: Springer Medizin.
- Birbaumer, N. & Schmidt, R. (2006b). Lernen und Gedächtnis. In R. Schmidt & H.-G. Schaible (Hrsg.), *Neuro- und Sinnesphysiologie* (Springer-Lehrbuch, 5. Aufl., S. 402–423). Heidelberg: Springer Medizin.
- Birbaumer, N. & Schmidt, R. (2006c). Wachen, Aufmerksamkeit und Schlafen. In R. Schmidt & H.-G. Schaible (Hrsg.), *Neuro- und Sinnesphysiologie* (Springer-Lehrbuch, 5. Aufl., S. 374–401). Heidelberg: Springer Medizin.
- Birbaumer, N. & Schmidt, R. (2006d). Kognitive Funktionen und Denken. In R. Schmidt & H.-G. Schaible (Hrsg.), *Neuro- und Sinnesphysiologie. Mit 12 Tabellen* (Springer-Lehrbuch, 5. Aufl., S. 449–465). Heidelberg: Springer Medizin.
- Bischof-Köhler, D. (2000). *Kinder auf Zeitreise: Theory of Mind Zeitverständnis und Handlungsorganisation* (1. Aufl.). Bern: Huber.
- Bischofsberger, J. (2006). Sport macht schlau. Im Interview mit Hien. 07.03.2007. BNN.
- Bittmann, F., Gutschow, S., Luther, S., Wessel, N. & Kurths, J. (2005). Über den funktionellen Zusammenhang zwischen posturaler Balanceregulierung und schulischen Leistungen. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, 56 (10), 348-352.
- Bjorklund, D. F. & Schneider, W. (2006). *Ursprung, Veränderung und Stabilität der Intelligenz im Kindesalter*. Göttingen: Hogrefe.
- Bortz, J. & Döring, N. (2003). *Forschungsmethoden und Evaluation für Human- und Sozialwissenschaftler*. Berlin: Springer-Verlag.

- Bortz, J. (1989). *Statistik für Sozialwissenschaften*. Heidelberg: Springer Medizin Verlag.
- Bös, K. & Mechling, H. (1983). *Dimensionen sportmotorischer Leistungen*. Verlag Karl Hofmann, Schorndorf.
- Bös, K. & Mechling, H. (1992). Motorik. In P. Röthig, H. Becker, H. Carl, D. Kayser & R. Prohl (Hrsg.), *Sportwissenschaftliches Lexikon* (Beiträge zur Lehre und Forschung der Leibeserziehung, 6. Aufl.). Schorndorf: Hofmann.
- Bös, K. & Ulmer, J. (2003). Motorische Entwicklung im Kindesalter. *Monatsschrift Kinderheilkunde*, 151 (1), 14–21.
- Bös, K. (2003). Motorische Leistungsfähigkeit von Kindern und Jugendlichen. In W. Schmidt, I. Hartmann-Tews & W.-D. Brettschneider (Hrsg.), *Erster Deutscher Kinder- und Jugendsportbericht* (Deutscher Kinder- und Jugendsportbericht, S. 85–107). Schorndorf: Hofmann.
- Bös, K. (2009). *Motorik-Modul: Eine Studie zur motorischen Leistungsfähigkeit und körperlich-sportlichen Aktivität von Kindern und Jugendlichen in Deutschland; Abschlussbericht zum Forschungsprojekt* (1. Aufl., Stand: Januar 2009). (Forschungsreihe/Bundesministerium für Familie, Senioren, Frauen und Jugend, 5). Rostock: Nomos-Verl.; Publikationsversand der Bundesregierung.
- Bös, K. et al. (2001). *Handbuch motorische Tests: Sportmotorische Tests, motorische Funktionstests, Fragebogen zur körperlich-sportlichen Aktivität u. sportpsychologische Diagnoseverfahren* (2., vollst. überarb. u. erw. Aufl.). Göttingen: Hogrefe Verl. für Psychologie.
- Bös, K. Obst, F. (o. A.). *Auswirkungen einer täglichen Sportstunde bei Grundschulern - Das Bad Homburger Schulprojekt*. [Online] Zugriff am 20.10.09 unter: http://www.schulebewegt.ch/internet/Schulebewegt/de/home/umsetzen/downloads/erklarungen_berichte.parsys.69322.downloadList.27199.DownloadFile.tmp/homburgerschulprojektoes.pdf.
- Bös, K., Brochmann, C., Eschette, H., Lämmle, L., Lanners, M., Oberger, J., Opper, E., Romahn, N., Schorn, A., Wagener, Y., Wagner, M. & Worth, A. (2006). *Gesundheit, motorische Leistungsfähigkeit und körperliche Aktivität von Kindern und Jugendlichen in Luxemburg*. Luxembourg: Ministère de L'Education Nationale et de la Formation Professionnelle [u. a.].
- Bös, K., Opper, E. & Woll, A. (2002). *Fitness in der Grundschule. Förderung von körperlich-sportlicher Aktivität, Haltung und Fitness zum Zwecke der Gesundheitsförderung und Unfallverhütung*. Wiesbaden: Bundesarbeitsgemeinschaft für Haltungs- und Bewegungsförderung.
- Bös, K., Schlenker, L., Büsch, D., Lämmle, L., Müller, H., Oberger, J., Seidel, I. & Tittelbach, S. (2009). *Deutscher Motorik-Test 6-18 (BMT 6-18)*. Hamburg: Czlawina.
- Bouchard, C. & Shephard, R. J. (1994). Physical activity, fitness, and health: The model and key concepts. In C. Bouchard, R. J. Shephard & T. Stephens (Hrsg.). *Physical activity, fitness, and health. International proceedings and consensus statement* (77–88). Champaign: Human Kinetics.
- Breithecker, D. (2000). Lust auf Schule - Lust auf Lernen: Mehr Gesundheit und Wohlbefinden am "Arbeitsplatz Schule" - Ein Projektbericht. *Haltung und Bewegung*, 20 (4), 27–33.
- Brettschneider, W.-D. & Gerlach, E. (2004). *Sportengagement und Entwicklung im Kindesalter: Eine Evaluation zum Paderborner Talentmodell*. (Sportentwicklungen in Deutschland, 19). Aachen: Meyer und Meyer.
- Brettschneider, W.-D. & Kleine, T. (2002). *Jugendarbeit in Sportvereinen. Anspruch und Wirklichkeit*. Schorndorf: Hofmann.
- Brickenkamp, R. (2002). *Aufmerksamkeits-Belastungs-Test* (9., überarbeitete u. neu normierte Aufl.). Göttingen: Hogrefe.
- Bringolf-Isler, B., Braun-Fahrländer, C., & Mäder, U. (2008). *Bewegungsverhalten im Alltag. Kinder und Umwelt. Forschungsbericht zuhanden der Eidgenössischen Sportkommission*. Basel: ISPM Basel.
- Brinkhoff, K.-P. & Sack, H.-G. (1996). Überblick über das Sportengagement von Kindern und Jugendlichen. In D. Kurz, H.-G. Sack & K.-P. Brinkhoff (Hrsg.), *Kindheit, Jugend und Sport in Nord-Rhein-Westfalen. Abschlussbericht*. Düsseldorf: Ministerium für Familie, Kinder, Jugend, Kultur und Sport.
- Bronfenbrenner, U. (1981). *Die Ökologie der menschlichen Entwicklung: Natürliche und geplante Experimente* (1. Aufl.). Stuttgart: Klett-Cotta.
- Bronfenbrenner, U. (1996). Ökologische Sozialisationsforschung. In L. Kruse, C.-F. Graumann & E.-D. Lantermann (Hrsg.), *Ökologische Psychologie. Ein Handbuch in Schlüsselbegriffen* (S. 76–79). Weinheim: Psychologie Verlags Union.
- Bruininks, R. & Bruininks, B. (2005). *The Bruininks-Oseretsky Test of Motor Proficiency, 2nd Ed: Manual*. Circle Pines, MN: AGS.
- Buck, S., Hillman, C. & Castelli, D. (2008). Aerobic fitness influences on Stroop task performance in preadolescent children. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 40, 166–172.

- Budde, H., Voelker-Rehage, C., Pietraßyk, S., Ribeiro, P. & Tidow, G. (2008). Acute coordinative exercise improves attentional performance in adolescents. *Neuroscience Letters*, 441, 219–223.
- Bühner, M. & Ziegler, M. (2009). *Statistik für Psychologen und Sozialwissenschaftler*. München: Pearson Studium.
- Bühner, M., Ziegler, M., Bohnes, B. & Lauterbach, K. (2006). Übungseffekte in den TAP Untertests Go/Nogo und geteilte Aufmerksamkeit sowie dem Aufmerksamkeits-Belastungstest (d2). *Zeitschrift für Neurophysiologie*, 17 (3), 191-199.
- Bulton, S., Brady, P., Meegan, S. & Woods, C. (2010). Pedometer steps count and BMI of Irish primary school aged 6-9 years. *Preventive Medicine, o. A.: o. A.*
- Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (2008). *IN FORM. Deutschlands Initiative für gesunde Ernährung und mehr Bewegung. Der nationale Aktionsplan zur Prävention von Fehlernährung, Bewegungsmangel, Übergewicht und damit zusammenhängenden Krankheiten*. [Online] Zugriff am 24. November 2008 unter www.bmg.bund.de/cIn_110/SharedDocs/.
- Bundesministerium für Familie, Senioren, Frauen und Jugend. (2000). *Familien ausländischer Herkunft in Deutschland. Leistungen, Belastungen, Herausforderungen. Sechster Familienbericht*. Berlin.
- Burton, A. W. & Miller, D. E. (1998). *Movement Skill Assessment*. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Busche, A., Butz, M. & Teuchert-Noodt, G. (2006). Lernen braucht Bewegung: Einblicke in das Gehirn. *PdN-BioS*, 55 (4), 40–44.
- Butcher, Z., Fairclough, S., Stratton, G. & Richardson, D. (2007). The effect of feedback and information on children's pedometer step counts at school. *Pediatr Exerc Sci*, 19, 29–38.
- California Department of Education (2002). New Study Supports Physically Fit Kids Perform Better Academically. [Online]. Available: <http://health.utah.gov/hearhighway/gms/gmsguide/pdfs/link.pdf>. Access to 26.10.2007.
- Canadian Fitness & Lifestyle Research Institute & Alberta. (2007). *Objective measures of physical activity levels of Alberta children and youth*. Edmonton AB: Alberta Education.
- Carlson, S. (2003). Executive function in context: development, measurement, theory, and experience. *Monographs of the Society for Research in Child Development*, 68 (3), 138–151.
- Case, R. (1985). *Intellectual development, birth to adulthood*. New York: Academic.
- Caspary, R. (Hrsg.) (2008). *Lernen und Gehirn*. Freiburg: Herder.
- Caspersen, C. J., Powell, K. E. & Christenson, G. M. (1985). Physical activity, exercise, and physical fitness: Definitions and distinctions for health-related research. *Public Health Reports*, 100, 126-130.
- Castelli, D., Hillman, C., Buck, S. & Erwin, H. (2007). Physical fitness and academic achievement in 3rd and 5th grade students. *Journal of Sport & Exercise Psychology*, 29 (2), 39–52.
- Caterino, M. C. & Polak, E. D. (1999). Effects of two types of activity on the performance of second-, third-, and fourth-grade students on a test of concentration. *Perceptual and Motor Skills*, 89, 245-248.
- Cavill, N., Biddle, S. & Sallis, J. F. (2001). Health enhancing physical activity for young people: Statement of the United Kingdom expert consensus conference. *Pediatric Exercise Science*, 13, 12–15.
- Chan, C., Ryan, D. & Tudor-Locke, C. (2006). Relationships between objective measures of physical activity and weather: a longitudinal study. *The International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 3, 21.
- Chodzko-Zajko, W. & Moore, K. (1994). Physical fitness and cognitive functioning in aging. *Exercise and Sport Sciences Reviews (ESSR)*, 22, 195–220.
- Chomitz, V. R., Slining, M. M., McGowan, R. J., Mitchell, S. E., Dawson, G. F. & Hacker, K. A. (2009). Is there a relationship between physical fitness and academic achievement? Positive results from public health school children in the northeastern United States. *Journal of School Health*, 79, 30-37.
- Coe, D., Pivarnik, J., Womack, C., Reeves, M. & Malina R. (2006). Effect of physical education and activity levels on academic achievement in children. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 38, 1515–1519.
- Cohen, J. (1988). *Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences*, 2. Aufl. Hillsdale: Lawrence Erlbaum Associates.
- Colcombe, S. J., Erickson, K. I., Raz, N., Webb, A. G., Cohen, N. J., McAuley, E., et al. (2003). Aerobic fitness reduces brain tissue loss in aging humans. *Journal of Gerontology A: Biological Science and Medical Science*, 58 (2), 176-180.

- Cools, W., De Martelaer, K., Samaey, C. & Andries, C. (2009). Movement skill assessment of typically developing preschool children: A review of seven movement skill assessment tools. *Journal of Sports Science and Medicine*, 8, 154-168.
- Corbin, C. B. & Lindsey, R. (2002). *Fitness for live* (4. Aufl.). Champaign: Human Kinetics.
- Corbin, C. B., Le Masurier, G. C. & Franks, B. D. (2002). Making sense of multiple physical activity recommendations. *President's Council on Physical Fitness and Sports Research Digest*, 19 (3), 1-8.
- Corbin, C. B., Pangrazi, R. P. & Le Measurier, G. C. (2004). Physical activity for children: current patterns and guidelines. *President's Council on Physical Fitness and Sports Research Digest*, 5, 1-8.
- Corbin, C. B., Pangrazi, R. P. & Welk, G. J. (1998). *Physical Activity for children. A Statement of Guidelines*. Council for Physical Education for Children (COPEC) of the National Association for Sport and Physical Education an association of the American Alliance for Health, Physical Education, Recreation and Dance.
- Corder, K., Ekelund, U., Steele, R., Wareham, N. & Brage, S. (2008). Assessment of physical activity in youth. *Journal of Applied Physiology*, 105 (1), 977-987.
- Cotman, C. W. & Engesser-Cesar, C. (2002). Exercise enhances and protects brain function. *Exercise and Sport Science Reviews*, 30, 75-79.
- Cox, M., Schofield, G., Greasley, N. & Kolt, G. (2006). Pedometer steps in primary school-aged children: a comparison of school-based and out-of-school activity. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 9, 91-97.
- Crouter, S., Schneider, P., Karabulut, M. & Bassett, D. (2003). Validity of 10 electronic pedometers for measuring steps, distance, and energy cost. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 35, 1455-1460.
- D'Hondt, E., Deforche, B., Bourdeaudhuij, I. & Lenoir, M. (2009). Relationship between motor skill and body mass index in 5- to 10-year-old children. *Adapted Physical Activity Quarterly*, 26, 21-37.
- Dale, D., Cobin, C. & Dale, K. (2000). Restricting opportunities to be active during school time: do children compensate by increasing physical activity levels after school? *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 71, 240-248.
- Daum, I. & Schugens, M. (2002). Biologische Grundlagen des Gedächtnisses. In T. Elbert & N. Birbaumer (Hrsg.), *Enzyklopädie der Psychologie* (S. 409-443). Göttingen: Hogrefe Verl. für Psychologie.
- Davis, C., Tomporowski, P., Boyle, C., Waller, J., Miller, P., Naglieri, J. & Gregoski, M. (2007). Effects of aerobic exercise on overweight children's cognitive functioning: a randomized controlled trial. *Research Quarterly for Exercise & Sport*, 78, 510-519.
- Deflandre, A., Lorant, J., Gavarry, O. & Falgairette, G. (2001). Determinants of physical activity and physical and sports activities in French school children. *Perceptual and motor skills*, 92, 399-414.
- Delius, J. & Delius J. (2002). Biopsychologie des Lernens. In T. Elbert, C. F. Graumann & N. Birbaumer (Hrsg.), *Enzyklopädie der Psychologie* (S. 445-518). Göttingen: Hogrefe Verl. für Psychologie.
- Demetriou, A. (2006). Neo-Piagetsche Theorien der kognitiven Entwicklung. In W. Schneider & B. Sodian (Hrsg.), *Enzyklopädie der Psychologie. Kognitive Entwicklung* (Enzyklopädie der Psychologie, S. 191-263). Göttingen: Hogrefe Verl. für Psychologie.
- D'Esposito, M., Ballard, D. & Aguirre, G. (1998). Human prefrontal cortex is not specific for working memory: a functional MRI study. *Neuroimage (United States)*, 8 (3), 274-282.
- Deutscher Sportbund e. V. (2006). *Die SPRINT-Studie Eine Untersuchung zur Situation des Schulsports in Deutschland*. Aachen: Meyer & Meyer.
- Diamond, A. (2000). Close interrelation of motor development and cognitive development and of the cerebellum and prefrontal cortex. *Child development*, 71 (1), 44-56.
- Diamond, A., Barnett, W.S., Thomas, J. & Munro, S. (2007). Preschool program improves cognitive control. *Science*, 318, 1387-1388.
- Dietrich, A. (2006). Transient hypofrontality as a mechanism for the psychological effects of exercise. *Psychiatry Research*, 145, 79-83.
- Dishman, R. K., Berthoud, H.-R., Booth, F. W., Cotman, C. W., Edgerton, R., Fleshner, M.R., Gandevia, S. C., Gomez-Pinilla, F., Greenwood, B. N., Hillman, C. H., Kramer, A. F., Levin, B. E., Moran, T. H., Russo-Neustadt, A. A., Salamone, J. D., Van Hoomissen, J. D., Wade, C. E., York, D. A. & Zigmond, M. J. (2006). Neurobiology of exercise. *Obesity*, 14(3), 345-356.
- Ditton, H. (2004). Der Beitrag von Schule und Lehrern zur Reproduktion von Bildungsungleichheit. In R. Becker & W. Lauterbach (Hrsg.), *Bildung als Privileg? Erklärungen und Befunde zu den Ursachen von Bildungsungleichheit* (S. 251-281). Opladen: Leske + Budrich.

- Dollman, J., Boshoff, K. & Dodd, G. (2006). The relationship between curriculum time for physical education and literacy and numeracy standards in South Australian primary schools. *European Physical Education Review*, 12 (2), 151-163.
- Dordel, S. (1993). *Bewegungsförderung in der Schule*. Dortmund: Verlag modernes Lernen.
- Dordel, S. (2003). *Bewegungsförderung in der Schule* (4. Aufl.) Dortmund: Verlag Modernes Lernen.
- Draganski, B., Gaser, C. H., Busch, V., Schuierer, G., Bogdahn, U. & May, A. (2004). Changes in grey matter induced by training. *Nature*, 427, 311-312.
- Dreher, M. (2004). *Bildungspsychologie 1 - Grundlagen*. Wien: Facultas.
- Dudel, J. (2006). Synaptische Übertragung. In R. F. Schmidt & H.-G. Schaible (Hrsg.), *Neuro- und Sinnesphysiologie* (Springer-Lehrbuch, 5. Aufl., S. 43–64). Heidelberg: Springer Medizin.
- Dudel, J., Menzel, R. & Schmidt, R. (Hrsg.) (2001). *Neurowissenschaft: Vom Molekül zur Kognition ; mit 32 Tabellen* (2., überarb. und aktualisierte Aufl.). (Springer-Lehrbuch). Berlin: Springer.
- Duke, J., Huhman, M. & Heitzler, C. (2003). Physical activity levels among children aged 9 to 13 years: United States, 2002. *Morbidity and Mortality Weekly Reports*, 52 (33), 785–788.
- Düker, H. & Lienert, A. (1959). *Der Konzentrations-Leistungs-Test*. Hogrefe: Verlag für Psychologie.
- Duncan, E., Duncan, J. & Schofield, G. (2008). Pedometer-determined physical activity and active transport in girls. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 5 (2).
- Duncan, G., Brooks-Gunn, J. & Klebanov, P. (1994). Economic deprivation and early childhood development. *Child Development*, 65, 296–318.
- Duncan, J., Hopkins, W., Schofield, G. & Duncan, E. (2008). Effects of weather on pedometer-determined physical activity in children. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 40 (8), 1432–1438.
- Duncan, J., Schofield, G. & Duncan, E. (2006). Pedometer-determined physical activity and body composition in New Zealand children. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 38, 402–409.
- Duncan, M., Al-Nakeeb, Y., Woodfield, L. & Lyons, M. (2007). Pedometer determined physical activity levels in primary school children from central England. *Preventive Medicine*, 44, 416–420.
- Dustman, R., Emmerson, W., Ruhling, R., Shearer, D., Steinhaus, L., Jhonson, S., Bonekat, H. & Shigeota, J. (1990). Age and fitness effects on EEG, ERPs, visual sensitivity and cognition. *Neurobiology of Aging*, 11, 193–200.
- Dwyer, T., Coonan, W., Leitch, D., Hetzel, B. & Baghurst, R. (1983). An investigation of the effects of daily physical activity on the health of primary school students in South Australia. *International Journal of Epidemiology*, 12 (3), 308–313.
- Dwyer, T., Sallis, J. F., Blizzard, L., Lazarus, R. & Dean, K. (2001). Relation of academic performance to physical activity and fitness in children. *Pediatric Exercise Science*, 13, 225–238.
- Eggert, D. & Schuck, K. (1975). Untersuchungen zu Zusammenhängen zwischen Intelligenz, Motorik und Sozialstatus im Vorschulalter. In H.-J. Müller, R. Decker & F. Schilling (Hrsg.), *Motorik im Vorschulalter* (S. 67–82). Schorndorf: Hofmann.
- Eggert, D. (1971). *LOS KF 18: Lincoln-Oseretzky-Skala. Kurzform zur Messung des motorischen Entwicklungsstandes von normalen und behinderten Kindern im Alter von 5–13 Jahren*. Weinheim: Beltz.
- Eisenmann, J. C., Katzmarzyk, P. T., Perusse, L., Tremblay, A. & Despres, J. P. (2005). Aerobic fitness, body mass index, and CVD risk factors among adolescents: the Québec family study. *International Journal of Obesity*, 29 (9), 1077–1083.
- Eisenmann, J. C., Laurson, K. R., Wickel, E. E., Gentile, D. & Walsh, D. (2007) Utility of pedometer step recommendations for predicting overweight in children. *International Journal of Obesity*, 31, 1179–82.
- Eisert, M. & Eisert, H. (1988). *Konzentrationsstörungen*. Tübingen: Deutsches Institut für Fernstudien an der Universität Tübingen.
- Eriksson, P. et al. (1998). Neurogenesis in the adult human hippocampus. *Nature Medicine*, (4), 1313–1317.
- Esser, G., Wyschkon, A. & Ballaschk, K. (2008). *Basisdiagnostik umschriebener Entwicklungsstörungen im Grundschulalter*. Testzentrale im Hogrefe Verlag.
- Etnier, J. L., Nowell, P. M., Landers, D. M., Sibley, B. A. (2006). A meta-regression to examine the relationship between aerobic fitness and cognitive performance. *Brain Research Reviews*, 52, 119–130. [PubMed]
- Etnier, J. L., Salazar, W., Landers, D. M., Petruzzello, S. J., Han, M. & Nowell, P. (1997). The influence of physical fitness and exercise upon cognitive functioning: A meta-analysis. *Journal of Sport & Exercise Psychology*, 19, 249–277.

- Everke, J. (2009). *Die CoMiK-Studie: Entwicklung und Evaluation eines Bewegungsförderungsprogramms zur Verbesserung motorischer und kognitiver Fähigkeiten bei Kindergartenkindern*. Dissertation: Universität Konstanz.
- Eysenck, H. (1996). *Intelligenz-Test*. Augsburg: Weltbildverlag.
- Falgairrette, G., Gavarry, O., Bernard, T. & Hebbelinck, M. (1996). Evaluation of habitual physical activity from a week's heart rate monitoring in French school children. *European Journal of Applied Physiology*, 74, 153–161.
- Farmer, S. F., Harrison, L. M., Mayston, M. J., Parekh, A., James, L. M. & Stephens, J. A. (2004). Abnormal cortex-muscle interactions in subjects with X-linked Kallmann's syndrome and mirror movements. *Brain*, 127, 385–397.
- Faude, O., Nowacki, P. & Urhausen, A. (2004). Vergleich ausgewählter (unblutiger) Testverfahren zur Bestimmung der kardiopulmonalen Ausdauer bei Schulkindern. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, 55, (9), 232–236.
- Feder, K. & Kerr, R. (1996). Aspects of motor performance and pre-academic learning. *Canadian Journal of Occupational Therapy*, 63 (5), 293–303.
- Ferreira, I. et al. (2006). Environmental correlates of physical activity in youth - a review and update. *Obesity Reviews*, 8, 129–154.
- Ferris, L. T., Williams, J. S. & Shen, C. L. (2007). The effect of acute exercise on serum brain-derived neurotrophic factor levels and cognitive function. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 39, 728–734.
- Fessler, N., Stibbe, G. & Haberer, E. (2008). Besser lernen durch Bewegung? Ergebnisse einer empirischen Studie in Hauptschulen. *sportunterricht*, 57 (8), 250–255.
- Fischer, R. & Lesser, R. (1985). *Konzentrationstraining*. Sindelfingen: expert.
- Fisher, A. (2008). *Relationships between physical activity and motor and cognitive function in young children*. Glasgow: Department of Human Nutrition.
- Fisher, A., Reilly, J. J., Kelly, L. A., Montgomery, C., Williamson, A., Paton, J. Y. & Grant, S. (2005). Fundamental movement skills and habitual physical activity in young children. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 37 (4), 684–8.
- Fleig, P. (2008). Der Zusammenhang zwischen körperlicher Aktivität und kognitiver Entwicklung. *sportunterricht*, 57, 11–16.
- Fleig, P. (2009). *Die frühkindliche Persönlichkeit am Übergang von der Kindergarten- zur Grundschulzeit - Eine Längsschnittfeldstudie zur Entwicklung von Motorik, ausgewählten Kognitionen und Selbstkonzept*. Dissertation: Universität Bielefeld.
- Fölling-Albers, M. (1997). Kindheitsforschung im Wandel - Eine Analyse der sozialwissenschaftlichen Forschungen zur "Veränderten Kindheit". In W. Köhlein, B. Marquardt-Mau, H. Schreier (Hrsg.), *Kinder auf dem Weg zum Verstehen der Welt* (S. 39–54). Bad Heilbrunn.
- Foster, R., Lanningham-Foster, L., Manohar, C., McCrady, S., Nysse, L., Kaufman, K., Padgett, D. & Levine, J. (2005). Precision and accuracy of an ankle-worn accelerometer-based pedometer in step counting and energy expenditure. *Preventive Medicine*, 41, 778–783.
- Frey, A. & Mengelkamp, C. (2007). Auswirkungen von Sport und Bewegung auf die Entwicklung von Kindergartenkindern. *Bildungsforschung*, 4 (1), URL: <http://www.bildungsforschung.org/Archiv/2007-01/sport/>.
- Fried, L. (2004). *Expertise zu Sprachstandserhebungen für Kindergartenkinder und Schulanfänger: Expertise im Auftrag des Deutschen Jugendinstitutes*. München: [Online]. Available: http://cgi.dji.de/bibs/271_2232_ExpertiseFried.pdf. Access to 10.02.2009.
- Fuchs, R. (1990). *Sportliche Aktivität bei Jugendlichen. Entwicklungsverlauf und sozial-kognitive Determinanten*. Köln: bps.
- Fuchs, R. (1997). Psychologie und körperliche Bewegung: Grundlagen für theoriegeleitete Interventionen. In R. Schwarzer (Hrsg.), *Gesundheitspsychologie (Band 8)*. Göttingen: Verlag für Psychologie.
- Fulton, J., Garg, M., Galuska, D., Rattay, K. & Caspersen, C. (2004). Public health and clinical recommendations for physical activity and physical fitness: Special focus on overweight youth. *Sports medicine*, 34 (9), 581–599.
- Gabler, H. & Röthig, P. (1980). Psychologische Grundfragen der Leibeserziehung und des Sports. In O. Gruppe (Hrsg.), *Einführung in die Theorie der Leibeserziehung und des Sports* (S. 111–141). Schorndorf: Hofmann.

- Gavarry, O., Giacomoni, M., Bernard, T., Seymat, M. & Falgairette, G. (2003). Habitual physical activity in children and adolescents during school and free days. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 35 (3), 525–531.
- Gerlach, E., Kussin, U., Brandl-Bredenbeck, H. P. & Brettschneider, W. -D. (2006). Der Sportunterricht aus Schülerperspektive. In DSB (Hrsg.), *DSB-Sprint-Studie. Eine Untersuchung zur Situation des Schulsports in Deutschland* (115–152). Aachen: Meyer & Meyer.
- Gerloff, C. (2003). Motorische Zentren und kognitives Lernen. [Online]. Available: http://www.schulsport.nrw.de/info/05_sicherheitsundgesundheitsfoerderung/infomaterialien_gefoe/lernen_und_bewegung/Hintergruende/Daten/Neurowissenschaften/Soest_2003/Gerloff_Soest_2003.ppt. Access to 01.10.2009.
- Giannakidou, D., Primpa, E., Michailidis, I. et al. (2008). A study on the accuracy of three pedometers. *European Psychomotricity Journal*, 1 (1), 54–60.
- Gienger, C. (2006). Lehrereinschätzliste für Sozial- und Lernverhalten (LSL). Testbesprechung, *ZPPP*, 55(3), 209–210.
- Gould, E., Reeves, A. J., Graziano, M. S. A. & Gross, C. G. (1999). Neurogenesis in the neocortex of adult primates. *Science*, 286 (5439), 548–552.
- Graf, C., Koch, B., Falkowski, G., Jouck, S., Christ, H., Stauenmaier, K., Bjarnason-Wehrens, B., Tokarski, W., Dordel, S. & Predel, H.-G. (2005b). Effects of a schoolbased intervention on BMI and motor abilities in childhood. *Journal of Sports Science and Medicine*, 4, 291–299.
- Graf, C., Kupfer, A., Kurth, A., Stützer, H., Koch, B., Jaeschke, S., Jouck, S., Lawrenz, A., Predel, H. & Bjarnason-Wehrens, B. (2005a). Effekte einer interdisziplinären Intervention auf den BMI-SDS sowie die Ausdauerleistungsfähigkeit adipöser Kinder – das CHILT III-Projekt. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, 56 (10), 353–357.
- Graf, C., Dordel, S., Koch, B., & Predel, H. G. (2006). Bewegungsmangel und Übergewicht bei Kindern und Jugendlichen. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, 57, 220–225.
- Graf, C., Dordel, S., Tokarski, W. & Predel, H. G. (2006). Übergewicht im Kindes- und Jugendalter. Ist Prävention möglich? *Herz* 2006, 31, 507–513.
- Graf, C., Koch, B. & Dordel, S. (2003). Körperliche Aktivität und Konzentration- gibt es Zusammenhänge? *Sportunterricht*, 52 (5), 142–146.
- Graf, C., Koch, B., Klippel, S., Büttner, S., Coburger, S., Christ, H. et al. (2003). Zusammenhänge zwischen körperlicher Aktivität und Konzentration im Kindesalter - Eingangsergebnisse des CHILT-Projektes. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, 54 (9), 242–246.
- Graf, C., Koch, B., Kretschmann-Kandel, E., Falkowski, G., Christ, H., Coburger, S. et al. (2004). Correlation between BMI, leisure habits and motor abilities in childhood (CHILT-Project). *International Journal of Obesity*, 28, 22–26.
- Gretebeck, R. J. & Montoye, H. J. (1992). Variability of some objective measures of physical activity. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 24, 1167–1172.
- Grunbaum, J. A., Kann, L., Kinchen, S., Williams, B., Ross, J. G., Lowry, R. et al. (2002). Youth risk behavior surveillance - United States, 2001. *Morbidity and Mortality Weekly Report*, 51 (4), 1–64.
- Gutin, B. (1973). Exercise-induced activation and human performance: a review. *Research quarterly*, 44 (3), 256–268.
- Haas, S., Väh, J., Bappert, S. & Bös, K. (2009). Auswirkungen einer täglichen Sportstunde auf kognitive Leistungen von Grundschulkindern. *sportunterricht*, 58 (8), 227–232.
- Hahn, T., Foldspang, A., Vestergaard, E. & Ingemann-Hansen, T. (1999). One-leg standing balance and sports activity. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, (9), 15–18.
- Hammill, D., Mather, N. & Roberts, R. (2001). *Illinois Test of Psycholinguistic Abilities*. Austin: pro ed.
- Hands, B., Parker, H. & Larkin, D. (2006). Physical activity measurement methodes for young children: A comperative study. *Measurement in Physical Education and Exercise Science*, 10 (3), 203–214.
- Hänsel, F. (2007). Körperliche Aktivität und Gesundheit. In R. Fuchs, W. Göhner & H. Seelig (Hrsg.), *Aufbau eines körperlich-aktiven Lebensstils: Theorie, Empirie und Praxis* (S. 23–44). Göttingen: Hogrefe.
- Hardman, C., Horne, P. & Rowlands, A. (2009). Children’s pedometer-determined physical activity during school-time and laisure time. *Journal of Exercise Science & Fitness*, 7 (2), 129–134.
- Hasselhorn, M. & Lohaus, A. (2008): Entwicklungsvoraussetzungen und Herausforderungen des Schuleintritts. In M. Hasselhorn & R. K. Silbereisen (Hrsg.), *Theorie und Forschung. Enzyklopädie der Psychologie, Serie Entwicklungspsychologie* (Band 4, S. 409–428). Göttingen: Hogrefe.

- Hasson, R., Haller, J. & Pober, D. (2009). Validity of the Omron HJ-112 Pedometer during Treadmill Walking. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 41 (4), 805–809.
- Hatano, Y. (1993). Use of the pedometer for promoting daily walking exercise. *International Council for Health, Physical Education and Recreation*, 29, 4–8.
- Heath, S. (1982). Questioning at home and at school: A comparative study. In G. Spindler (Hrsg.), *Doing ethnography: Educational anthropology in action* (S. 102–131). New York: Holt, Rinehart & Winston.
- Hebb, D. (1949). *The organisation of behavior*. New York: Wiley.
- Helmke, A. (1998). Vom Optimisten zum Realisten? Zur Entwicklung des Fähigkeitsselbstkonzeptes vom Kindergarten bis zur 6. Klassenstufe. In F. E. Weinert (Hrsg.), *Entwicklung im Kindesalter* (S. 115–132). Weinheim, München: Psychologie Verlags Union.
- Hempel, U. et al. (2006). *Erste Ergebnisse der KIGGS-Studie. Zur Gesundheit von Kindern und Jugendlichen in Deutschland*. Robert-Koch-Institut: druckpunkt.
- Hengstschläger, M. (2010). Bewegtes Lernen – Wissen besser und nachhaltig vermitteln. Interview: Radiodoktor – Medizin und Gesundheit, Ö1, 7. Juni 2010, 14.03.
- Herholz, K., Buskies, W., Rist, M., Pawlik, G., Hollmann, W. & Heiss, W. D. (1987). Regional cerebral blood flow in man at rest and during exercise. *Journal of Neurology*, 234 (1), 9–13.
- Heubrock, D. & Petermann, F. (2001). *Aufmerksamkeitsdiagnostik: Band 2: Kompendien Psychologische Diagnostik*. Göttingen: Hogrefe.
- Hillman, C. H., Castelli, D. M., & Buck, S. M. (2005) Aerobic fitness and neurocognitive function in healthy preadolescent children. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 37, 1967–74.
- Hillman, C. H., Erickson, K. I., & Kramer, A. F. (2008) Be smart, exercise your heart: exercise effects on brain and cognition. *Nature Reviews Neuroscience*, 9, 58–65.
- Hillmann, C., Pontifex, M., Braine, L., Castelli, D., Hall, E. & Kramer, A. (2009). The effect of acute treadmill walking on cognitive control and academic achievement in preadolescent children. *Neuroscience*, 159, 1044–1054.
- Hirschi, T. & Hindelang, M. (1977). Intelligence and Delinquency: A Revisionist Review. *American Sociological Review*, 42 (4), 571–587.
- Hirtz, P. (Hrsg.) (2007). *Phänomene der motorischen Entwicklung des Menschen*. (Beiträge zur Lehre und Forschung im Sport, 156). Schorndorf: Hofmann.
- Hofmann, J., Kehne, M., Brandl-Bredebeck, H. P. & Brettschneider, W.-D. (2006). Organisation und Durchführung des Sportunterrichts aus Sicht der Schulleitung. In DSJ/DSB (Hrsg.), *DSB-SPRINT-Studie. Eine Untersuchung zur Situation des Schulsports in Deutschland* (S. 94–114). Aachen: Meyer & Meyer.
- Holbrock, E. A., Barreira, T. V., & Kang, M. (2009). Validity and reliability of omron pedometers for prescribed and self-paced walking. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 41 (3), 669–673.
- Hollmann, W. & Strüder, H. (1996). Gehirn und Sport. Einfluss von Aminosäuren und Neurotransmittern auf die zentrale Ermüdung. *F.I.T.-Wissenschaftsmagazin der Deutschen Sporthochschule Köln*, 2, 26–31.
- Hollmann, W. & Strüder, H. (2003). Gehirngesundheit, Leistungsfähigkeit und körperliche Aktivität. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, 54 (9), 265–266.
- Hollmann, W. Strüder, H. & Tagarkanis, C. (2005). Gehirn und körperliche Aktivität. *Sportwissenschaft*, 35 (1), 3–14.
- Hossner, E.-J. & Künzell, S. (2003). Motorisches Lernen. In H. Mechling & J. Munzert (Hrsg.), *Handbuch Bewegungswissenschaft - Bewegungslehre* (S. 131–153). Schorndorf: Hofmann.
- Hovell, M., Sallis, F., Kolody, B. & McKenzie, T. (1999). Children's physical activity choices: a developmental analysis of gender, intensity levels, and time. *Pediatric Exercise Science*, 11, 158–168.
- Huch, R. & Bauer, C. (2003). *Mensch, Körper, Krankheit*. München: Urban & Fischer.
- Huch, R., Raichle, G. & Augustin, M. (Hrsg.) (2003). *Mensch, Körper, Krankheit: Anatomie Physiologie Krankheitsbilder; Lehrbuch und Atlas für die Berufe im Gesundheitswesen* (4., überarb. und erw. Aufl.). München, Jena: Urban und Fischer.
- Huch, R., Raichle, G. & Engelhardt, S. (Hrsg.) (2007). *Mensch, Körper, Krankheit: Anatomie Physiologie Krankheitsbilder; Lehrbuch und Atlas für die Berufe im Gesundheitswesen; mit Tabellen* (5., überarb. und erw. Aufl.). München, Jena: Elsevier Urban & Fischer.
- Hülsmann, H. & Schmitz-Post, W. (2002). Bewegtes Lernen. Ein Bericht über ein Kooperationsprojekt zwischen Grundschule und Universität. *Praxis der Psychomotorik*, 27 (2), 116–123.

- Hume, C., Salmon, J. & Ball, K. (2005). Children's perceptions of their home and neighborhood environments, and their association with objectively measured physical activity: a qualitative and quantitative study. *Health Education Research*, 20 (1), 1–13.
- Hunger, I. & Zimmer, R. (2004). Grundschule und Grundschulsport. Feminisiert – kindorientiert – innoviert. In P. Eiflein, I. Hunger & R. Zimmer (Hrsg.), *Innovativer Sportunterricht. Theorie und Praxis* (S. 51–62). Baltmannsweiler: Hohengehren.
- Hurrelmann, K. (1983). Das Modell des produktiv realitätsbearbeitenden Subjekts in der Sozialisationsforschung. *Zeitschrift für Sozialisationsforschung und Erziehungssoziologie*, (3), 239–310.
- Hurrelmann, K. (2002). *Einführung in die Sozialisationstheorie* (8. Aufl.). (Beltz Studium: Kultur und Gesellschaft). Weinheim [u. a.]: Beltz.
- Hurrelmann, K., Klocke, A., Melzer, W. & Ravens-Sieberer, U. (Hrsg.) (2003). *Jugendgesundheitsurvey: Internationale Vergleichsstudie im Auftrag der Weltgesundheitsorganisation WHO*. Weinheim, München: Juventa.
- Hüther, G. (2006). Wie lernen Kinder? Voraussetzungen für gelingende Bildungsprozesse aus neurobiologischer Sicht. In R. Caspary (Hrsg.), *Lernen und Gehirn* (S. 70–84). Freiburg i. Br.: Herder spektrum.
- Huttenloher, P. (1994). Synaptogenesis in human cerebral cortex. In G. Dawson & K. W. Fischer (Hrsg.), *Human behavior and the developing brain* (S. 137–152). New York: Guilford Press.
- Hütter, T. (2009). *Der Zusammenhang zwischen dem Niveau der Alltagsaktivität von Gymnasiasten der 10.–12. Jahrgangsstufe und ausgewählten sportmotorischen Parametern zur Beurteilung der sportmotorischen Leistungsfähigkeit*. Dissertation: Westfälische Wilhelms Universität Münster.
- Imhof, M. (1995). *Mit Bewegung zu Konzentration? Zu den Funktionen motorischer Nebentätigkeiten beim Zuhören*. Münster, New York: Waxmann.
- Isaacs, K. R., Anderson, B. J., Alcantara, A. A., Black, J. & Greenough, W. T. E. (1992). Exercise and the brain: angiogenesis in the adult rat cerebellum after vigorous physical activity and motor skill learning. *Journal of Cerebral Blood Flow and Metabolism*, 12 (1), 110–119.
- James, W. (1980). *The principles of psychology*. New York: Holt.
- Janke, B. & Hasselhorn, M. (2008). Frühes Schulalter. In M. Hasselhorn & R. K. Silbereisen (Hrsg.), *Entwicklungspsychologie des Säuglings- und Kindesalters. Enzyklopädie für Psychologie, Themenbereich C: Theorie und Forschung, Serie V: Entwicklungspsychologie* (Band 4, S. 240–296). Göttingen: Hogrefe.
- Jansen-Osmann, P. (2008). Die Bedeutung der Neurowissenschaft für die Sportwissenschaft. *Sportwissenschaft*, 38 (1), 24–35.
- Jensen, A. & Figueroa, R. (1975). Forward and backward digit-spaninteraction with race and IQ: Predictions from Jensen's theory. *Journal of Education Psychology*, 67, 882–893.
- Jessel, T. (1996). Das Nervensystem. In E. Kandel, J. Schwartz & T. Jessell (Hrsg.), *Neurowissenschaften. Eine Einführung* (S. 73–91). Heidelberg: Spektrum Akad. Verl.
- Jetter, K. (1975). Kindliches Handeln und kognitive Entwicklung. In H.-J. Müller, R. Decker & F. Schilling (Hrsg.), *Motorik im Vorschulalter* (S. 56–59). Schorndorf: Hofmann.
- Johnson, M. (2006). Entwicklungsorientierte Neurowissenschaft. In W. Schneider & B. Sodian (Hrsg.), *Enzyklopädie der Psychologie. Kognitive Entwicklung* (Enzyklopädie der Psychologie, S. 2–49). Göttingen: Hogrefe Verl. für Psychologie.
- Jüngst, B. (2002). Schulsport und Sportförderunterricht. In H. Hebestreit, R. Ferrari, J. Meyer-Holz & B. Jüngst (Hrsg.), *Kinder- und Jugendsportmedizin – Grundlagen, Praxis, Trainingstherapie* (S. 51–55), Stuttgart: Thieme.
- Kahl, H. (1993). Bewegungsförderung im Unterricht. Einfluß auf Konzentration, Verhalten und Beschwerden (Befinden) –Evaluationsergebnisse. *Haltung und Bewegung*, 13 (2), S. 36–42.
- Kambas, A. et al. (2009). The relationship between pedometer-determined physical activity, motor proficiency and screen time in preschool children. *Pediatrics*
- Kambas, A., Michalopoulou, M., Giannakidou, D., Venetsanou, F., Haberer, E., Christoforidis, C. & Zimmer, R. (in Vorb.). The relationship between pedometer-determined physical activity, motor proficiency and screen time in preschool children.
- Kanning, M. & Schlicht, W. (2006). Präventive Interventionen in verschiedenen Settings. In K. Bös & W. Brehm (Hrsg.), *Handbuch Gesundheitssport* (S. 167–180). Schorndorf: Hofmann.
- Kastner, J. & Petermann, F. (2010). Entwicklungsbedingte Koordinationsstörungen und Lernverhalten. *Monatsschrift Kinderheilkunde*, 5, 455–462.

- Kastner, J. (2010). *Entwicklungsbedingte Koordinationsstörungen: Folgen für die kognitive Entwicklung, das Lern- und Sozialverhalten*. Dissertation, Universität Bremen.
- Kavale, K. & Mattson, P. YD. (1983). One jumped off the balance beam: Meta analysis of perceptual-motor training. *Journal of learning disabilities*, 16, 165–173.
- Keller, H. & Chasiotis, A. (2008). Entwicklung im Spannungsfeld zwischen Natur und Kultur. In M. Hasselhorn, R. K. Silbereisen & N. Birbaumer (Hrsg.), *Entwicklungspsychologie des Säuglings- und Kindesalters* (Enzyklopädie der Psychologie (S. 532–570). Göttingen: Hogrefe Verl. für Psychologie.
- Kemmler, R. (1967). *Erfolg und Versagen in der Grundschule*. Göttingen: Hogrefe.
- Kempermann, G. (2000). *Neuronale Stammzellen*. Zugriff am 03. Oktober 2007 unter <http://www2.huber-lin.de/forschung/fober/fober02/anhang/nw/kempermann.htm>.
- Kempermann, G., Kuhn, H. G., Gage, F. H. (1997). Genetic influence on neurogenesis in the dentate gyrus of adult mice. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, 94 (19), 10409–10414.
- Kilanowski, C. K., Consalvi, A. R. & Epstein, L. H. (1999). Validation of an electronic pedometer for measurement of physical activity in children. *Pediatric Exercise Science*, 11, 63–68.
- Kirkendall, D. R. (1986). Effects of physical activity on intellectual development and academic performance. In G. A. Stull & H. M. Echert (Hrsg.), *Effects of Physical activity on children* (49–63). Champaign, IL: Human Kinetics.
- Klaes, L., Cosler, D., Rommel, A. & Zens, Y. (2003). *Dritter Bericht zum Bewegungsstatus von Kindern und Jugendlichen in Deutschland. Ergebnisse des Bewegungs-Check-Ups im Rahmen der Gemeinschaftsaktion von AOK, DSB und WIAD „Fit sein macht Schule“*. WIAD-AOK-DSB Studie II. Bonn: WIAD.
- Klaes, L., Rommel A., Cosler, D. & Zens, Y. (2000). *Bewegungsstatus von Kindern und Jugendlichen in Deutschland. Kurzfassung einer Untersuchung im Auftrag des Deutschen Sportbundes und der AOK - Die Gesundheitskasse. November 2000. WIAD-Studie*. Bonn.
- Klaes, L., Rommel, A. & Cosler, D. (2008). Entwicklung der Fitness von Kindern und Jugendlichen in Deutschland. In L. Klaes, F. Poddig, S. Wedekind, Y. Zens & A. Rommel, *Fit sein macht Schule* (S. 29–43). Köln: Deutscher Ärzte-Verlag.
- Klimt, F. (1981). Die Gestaltung der Schulpause aus sozialpädiatrischer Sicht. *Sozialpädiatrie*, 3 (81), 82–87.
- Klingberg, T., Forssberg, H. & Westerberg, H. (2002a). Increased brain activity in frontal and parietal cortex underlies the development of visuo-spatial working memory capacity during childhood. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 14 (1), 1–10.
- KM/LEU Kultusministerium/Landesinstitut für Erziehung und Unterricht (2004). *Bildungsplan 2004*. Grundschule, Stuttgart.
- Köhler, T. (2004). *Statistik für Psychologen, Pädagogen und Mediziner*. Stuttgart: Kohlhammer.
- Konczak, J. (2003). Neurophysiologische Grundlagen der Motorik. In H. Mechling & J. Munzert (Hrsg.), *Handbuch Bewegungswissenschaft - Bewegungslehre* (S. 81–129). Schorndorf: Hofmann.
- Kornack, D. R., Rakic, P. (2001). Cell proliferation without neurogenesis in adult primate neocortex. *Science*, 294, 2127–2130.
- Kramer, A., Colcombe, S., McAuley, E., Scalf, P. & Erickson, K. (2005). Fitness, aging and neurocognitive function. *Neurobiology of Aging*, 26 (1), 124–127.
- Kramer, A., Hahn, S., Cohen, N., Banich, M., McAuley, E., Harrison, C., Chason, J., Vakil, E., Bardell, L., Boileau, R. & Colcombe, A. (1999). Ageing, fitness and neurocognitive function. *Nature*, 400, 418–419.
- Kretschmer, J. & Giewald, C. (2001). Veränderte Kindheit – veränderter Schulsport? *sportunterricht*, 50 (2), 36–42.
- Kriemler et al. (2008). Effekte eines schulbasierten Bewegungsförderungsprogramms auf die Gesundheit und die Fitness von Grundschulkindern (KISS): eine Cluster-randomisierte Studie (Originaltitel: Effects of a school-based physical activity program on health and fitness in primary school children (KISS): a cluster-randomized trial. *Journal of the American Medical Association (JAMA)*.
- Krombholz, H. (1988). *Sportliche und kognitive Leistungen im Grundschulalter –Eine Längsschnittuntersuchung*. Frankfurt am Main: Lang.
- Kromeyer-Hauschild, K., Wabitsch, M., Kunze, D., Geller, F., Geiß, H.C., Hesse, V., et al. (2001). Perzentile für den Body-mass-Index für das Kindes- und Jugendalter unter Heranziehung verschiedener deutscher Stichproben. *Monatsschrift Kinderheilkunde*, 149 (8), 807–818.

- Kubesch, S. (2007). *Das bewegte Gehirn. Exekutive Funktionen und körperliche Aktivität*. Schorndorf: Hofmann.
- Kubesch, S., Bretschneider, V., Freudenmann, R., Weidenhammer, N., Lehmann, M., Spitzer, M. & Grön, G. (2003). Aerobic endurance exercise improves executive functions in depressed patients. *Journal of Clinical Psychiatry*, 64, 1005–1012.
- Kurz, D. & Tietjens, M. (2000). Das Sport- und Vereinsengagement der Jugendlichen. Ergebnisse einer repräsentativen Studie in Brandenburg und NRW. *Sportwissenschaft*, 30 (4), 384–407.
- Lamprecht, M., Fischer, A. & Stamm, H. (2008). *Sport Schweiz 2008: Kinder- und Jugendbericht*. Magglingen: BASPO.
- Largo, H. (2004). *Babyjahre. Die frühkindliche Entwicklung aus biologischer Sicht*. 8. Aufl. München.
- Leermakers, E. A., Dunn, A. L. & Blaire, S. N. (2000). Exercise management of obesity. *Medical Clinics of North America*, 84 (2), 419–440.
- Léger, L., Mercier, D., Gadoury, C. & Lambert, J. (1988). The multistage 20 metre shuttle run test for aerobic fitness. *Journal of Sports Sciences*, 6, 780–788.
- Leitner, W. (1998). *Konzentrationsleistung und Aufmerksamkeitsverhalten. Begriff, Einflussfaktoren, Entwicklung, Diagnostik, Prävention und Intervention*. Bamberg: WVB.
- Limberger, A., Rüttiger, L., Rohbock, K. & Knipper, M. (2006). Spielen Neurotrophine eine Rolle bei der Entstehung der Altersschwerhörigkeit? [Online]. Available: <http://www.uzh.ch/orl/dga2006/programm/wissprog/Limberger.pdf>. Access to: 03.10.2007.
- Livesey, D., Keen, J., Rouse, J. & White, F. (2006). The relationship between measures of executive function, motor performance and externalising behaviour in 5- and 6-year-old children. *Human Movement Science*, 25(1), 50–64.
- Livesey, D., Keen, J., Rouse, J. & White, F. (2006). The relationship between measures of executive function, motor performance and externalising behaviour in 5- and 6-year-old children. *Human Movement Science*, 25(1), 50–64.
- Lobstein, T., Baur, L., Uauy, R. & IASO International Obesity Task Force. (2004). Obesity in children and young people: A crisis in public health. *Obesity reviews: an official journal of the International Association for the Study of Obesity*, 5 (1), 4–104.
- Löllgen, H. & Hollmann, W. (2002). Kongressbericht: Bedeutung der körperlichen Aktivität auf kardiale und zerebrale Funktionen. *Deutsches Ärzteblatt*, 99 (20) [Online]. Available: <http://www.aerzteblatt.de/v4/archiv/artikel.asp?src=suche&id=31633>. Access to 17.09.2007.
- Mahar, M., Murphy, S., Rowe, D., Golden, J., Shields, A. & Raedeke, T. (2006). Effects of a Classroom-Based Program on Physical Activity and On-Task Behavior. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 38 (12), 2086–2094.
- Malina, R. M. & Katzmarzyk, P. T. (2006). Physical activity and fitness in an international growth standard for preadolescent and adolescent children. *Food and Nutrition Bulletin*, 27 (4), 295–313.
- Marées de, H. (2002). *Sportphysiologie* (9., vollständig überarb. u. erw. Aufl.). Köln: Sport und Buch Strauß.
- Martinowich, K., Manji, H., Lu, B. (2007). New insights into BDNF function in depression and anxiety. *Nature Neuroscience*, 10, 1089–1093.
- McKenzie, T., Broyles, S., Zive, M., Nader, P., Berry, C. & Brennan, J. (2002). Childhood movement skills: predictors of physical activity in Anglo American and Mexican American adolescents? *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 73 (3), 238–244.
- Meeusen, R., Piacantini, M., Kempenaers, F., Bussaert, B., De Schutter, G., Buyse, L. & Meirleir, K. (2001). Neurotransmitter im Gehirn während körperlicher Arbeit. *Deutsche Zeitung für Sportmedizin*, 25 (12), 361–368.
- Meinel, K. (1987). *Bewegungslehre - Sportmotorik: Abriß einer Theorie der sportlichen Motorik unter pädagogischem Aspekt* (8., stark überarb. Aufl.). Berlin: Volk u. Wissen.
- Melanson, E., Knoll, J., Bell, M., Donahoo, W., Hill, J., Nysse, L., Lanningham-Foster, L., Peters, J. & Levine, J. (2004). Commercially available pedometers: considerations for accurate step counting. *Preventive Medicine*, 39, 361–368.
- Memmert, D. & Weickgenannt, J. (2006). Zum Einfluss sportlicher Aktivität auf die Konzentrationsleistung im Kindesalter. *Spectrum*, 18, 77–99.
- Menzel, R. (2001). Neuronale Plastizität, Lernen und Gedächtnis. In J. Dudel, R. Menzel & R. F. Schmidt (Hrsg.), *Neurowissenschaft. Vom Molekül zur Kognition; mit 32 Tabellen* (Springer-Lehrbuch, 2. Aufl., S. 487–542). Berlin: Springer.

- Merten, R. (2002). Psychosoziale Folgen von Armut im Kindes- und Jugendalter. In C. Butterwegge (Hrsg.), *Kinderarmut und Generationengerechtigkeit. Familien- und Sozialpolitik im demografischen Wandel* (2. Aufl., S. 137–151). Opladen: Leske und Budrich.
- Meyer, A. (2008). *Auswirkungen eines schulbasierten Bewegungsförderungsprogrammes (KISS) auf die körperliche Aktivität von Kindern während verschiedener Tageszeitblöcke*. Masterarbeit ETH Zürich – Institut für Bewegungswissenschaften und Sport.
- Miedzinski, K. (1967). *Die Bewegungsbaustelle*. Dortmund: Modernes Leben.
- Mietzel, G. (2002). *Wege in die Entwicklungspsychologie: Kindheit und Jugend* (4., vollst. überarb. Aufl.). Weinheim: Beltz PVU.
- Miller, P. (1993). *Theorien der Entwicklungspsychologie*. Heidelberg: Spektrum.
- Minck, M. R., Rutter, L. M., van Mechelen, W., Kemper, H. C. G. & Twisk, J. W. R. (2000). Physical fitness, body fatness, and physical activity: The Amsterdam Growth and Health Study. *American Journal of Human Biology*, 12, pp. 593–599.
- Ministerkonferenz (2005). Grundsätze zum Schulsport. [online] <http://nibis.ni.schule.de/nibis.phtml?menid=203>. Abgerufen: 10.10.2010.
- Montada, L. (2008). Die geistige Entwicklung aus der Sicht Jean Piagets. In R. Oerter & L. Montada (Hrsg.), *Entwicklungspsychologie* (S. 418–442). Weinheim: Beltz.
- Montoye, H., Kemper, H., Saris, W. & Washburn, R. (1996). *Measuring physical activity and energy expenditure*. Champaign: Human Kinetics.
- Moore, L., Lombardi, D., White, M., Campbell, J., Oliveria, S. & Ellison, R. (1991). Influence of parent's physical activity levels on activity levels of young children. *The Journal of Pediatrics*, 118, 215–219.
- Morrow, J. & Freedson, P. (1994). Relationship between habitual physical activity and aerobic fitness in adolescents. *Pediatric Exercise Science*, 6, pp. 315–329.
- Moser, T. & Christiansen, K. (2000). Die Effekte psychomotorischen Trainings auf kognitive und motorische Lernvoraussetzungen von Kindern. Ein Trainingsexperiment. *Spectrum*, (1), 84–97.
- Moses, S., Meyer, U., Puder, J., Roth, R., Zahner, L. & Kriemler, S. (2007). Das Bewegungsverhalten von Primarschulkindern in der Schweiz. *Schweizerische Zeitschrift für Sportmedizin und Sporttraumatologie*, 55 (2), 62–68.
- Müller, C. & Petzold, R. (2002). *Längsschnittstudie bewegte Grundschule: Ergebnisse einer vierjährigen Erprobung eines pädagogischen Konzepts zur bewegten Grundschule*. Sankt Augustin: Academia.
- Müller, C. (2007). Bewegtes Lernen in einer Bewegten Schule. In R. Hildebrandt-Stramann (Hrsg.), *Bewegte Schule – Schule bewegt gestalten. Band 8: Basiswissen Didaktik des Bewegungs- und Sportunterrichts* (S. 374–382). Baltmannsweiler: Schneider.
- Müller, C., Winter, C. & Rosenbaum, D. (2010). Aktuelle objektive Messverfahren zur Erfassung körperlicher Aktivität im Vergleich zu subjektiven Erhebungsmethoden. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, 61 (1), 11–18.
- National Association for Sport and Physical Education (NASPE). (2004). *Physical Activity for Children: A Statement of Guidelines for Children Ages 5-12*. Reston, VA: NASPE Publications.
- Naylor, P. -J & McKay, H. A. (2008). Prevention in the first place: schools a setting for action on physical inactivity. *British Journal of Sports Medicine*, 43, 10–13.
- Naylor, P. -J, Macdonald, H. M., Warburton, D., Reed, K. E. & McKay, K. A. (2008). An active school model to promote physical activity in elementary schools: Action schools! BC. *British Journal of Sports Medicine*, 338–343.
- Nelson, M. C. & Gordon-Larsen, P. (2006). Physical activity and sedentary behavior patterns are associated with selected adolescent health risk behaviors. *Pediatrics*.117(4), 1281–1290.
- Neumann, O. & Sanders, A. F. (1996). *Aufmerksamkeit*. Göttingen: Hogrefe.
- Niedersächsisches Kultusministerium (2006). *Kerncurriculum für die Grundschule Schuljahrgänge 1–4. Sport*. Hannover.
- Obst-Kitzmüller, F. (2002). *Akzeptanz und Wirkung zusätzlicher Sportstunden in der Grundschule: Eine empirische Untersuchung zu Auswirkungen eines täglichen Schulsportunterrichtes auf die motorische und psychosoziale Entwicklung und auf das Unfallgeschehen bei Grundschulkindern*. Berlin: dissertation.de - Verl. im Internet (Univ., Diss. Karlsruhe, 2002.).
- Oerter, R. & Montada, L. (Hrsg.) (1987). *Entwicklungspsychologie*. Weinheim: Beltz.
- Oerter, R. & Montada, L. (Hrsg.) (2008). *Entwicklungspsychologie* (6., vollst. überarb. Aufl.). Weinheim: Beltz.

- Oerter, R. & Montada L. (Hrsg.) (2002). *Entwicklungspsychologie* (5., vollst. überarb. Aufl.). Weinheim: Beltz.
- Oja, L. & Jürimä, T. (2002). Physical activity, motor ability, and school readiness of 6-yr.-old children. *Perceptual and Motor Skills*, 95 (2), 407–415.
- Okley, A., Booth, M. & Patterson, J. (2001). Relationship of physical activity to fundamental movement skills among adolescents. *Medicine & Science in Sport & Exercise*, 1899–1904.
- Oliver, M., Schofield, G. & Kolt, G. (2007). Physical activity in preeschoolers: Understanding prevalence and measurement issues. *Sports Medicine*, 37 (12), 1045–1070.
- Oliver, M., Schofield, G., Kolt, G. et al. (2007). Pedometer accuracy in physical activity assessment of preschool children. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 5, 303–310.
- Ommundsen, Y. & Klasson-Heggebo, L. (2006). Psycho-social and environmental correlates of location-specific physical activity among 9- and 15-year-old Norwegian boys and girls: the European Youth Heart Study. *The international journal of behavioral nutrition and physical activity*, (3), 32.
- Opper, E., Oberger, J., Worth, A. & Bös, K. (2009). Bedeutung von Übergewicht für die motorische Leistungsfähigkeit und die körperlich-sportliche Aktivität. In K. Bös, A. Worth, E. Opper, J. Oberger & A. Woll (Hrsg.), *Motorik-Modul: Eine Studie zur motorischen Leistungsfähigkeit und körperlich-sportlichen Aktivität von Kindern und Jugendlichen in Deutschland. Abschlussbericht zum Forschungsprojekt* (S. 260–299). Baden-Baden: Nomos.
- Opper, E., Worth, A. & Bös, K. (2005). Kindergesundheit - Kinderfitness. *Bundesgesundheitsblatt - Gesundheitsforschung - Gesundheitsschutz*, (8), 854–862.
- Pangrazi, P., Beighle, A. & Vehige, T. (2003). Impact of promoting lifestyle activity for youth (PLAY) on children's physical activity. *Journal of School Health*, 73, 317–321.
- Pate, R. R., Davis, M. G., Robinson, T. N. et al. (2006). Promoting physical activity in children and youth: a leadership role for schools: a scientific statement from the American Heart Association Council on Nutrition, Physical Activity, and Metabolism (Physical Activity Committee) in collaboration with the Councils on Cardiovascular Disease in the Young and Cardiovascular Nursing. *Circulation*, 114, 1214–1224.
- Perera, H. (2005). Readiness for school entry: a community survey. *Public Health*, 119(4), 283–289.
- Petermann, F., Niebank, K. & Scheithauer, H. (2004). *Entwicklungswissenschaft: Entwicklungspsychologie - Genetik - Neuropsychologie; mit 45 Tabellen*. Berlin: Springer.
- Petermann, U. & Petermann, F. (2006). *LSL. Lehrereinschätzliste für Sozial- und Lernverhalten. Manual*. Göttingen: Hogrefe.
- Petermann, U., Petermann, F. & Kummrich, M. (2008). Schülerverhalten beurteilen. Die Lehrereinschätzliste für Sozial- und Lernverhalten (LSL). *Grundschulmagazin*, 76 (3), 13–16.
- Piaget, J. (1966). *Psychologie der Intelligenz*. Zürich: Rascher.
- Piaget, J. (2003). *Das Erwachen der Intelligenz beim Kinde* (5. Aufl.). Stuttgart: Klett-Cotta.
- Piaget, J., Fatke, R. & Kober, H. (Hrsg.) (2003). *Meine Theorie der geistigen Entwicklung*. (Beltz-Taschenbuch Psychologie, 142). Weinheim: Beltz.
- Planinsec, J. (2002). Relations between the motor and cognitive dimensions of preschool girls and boys. *Perceptual and Motor Skills*, 94, 415–423.
- Posner, M. & Boies, S. (1971). Components of attention. *Psychological Review*, (78), 391–408.
- Posner, M. I. & Rothbart, M. K. (2007). Research on attention networks as a model for the integration of psychological science. *Annual Review of Psychology*, 58, 1-23.
- Powell, R. (1975). Aims and perspectives: Effects of exercise on mental functioning. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness: Quarterly Review*, 15, 125–131.
- President's council on physical fitness and sports. (2001). The President's challenge Physical Activity and Fitness Awards Program. Bloomington. *President's Council on Physical Fitness*, 9.
- Prohl, R. & Krick, F. (2006). Lehrplan und Lehrplanentwicklung – programmatische Grundlagen des Schulsports. In DSB (Hrsg.), *DSB-Sprint-Studie. Eine Untersuchung zur Situation des Schulsports in Deutschland* (S. 19–52). Aachen: Meyer & Meyer.
- Raichle, M. E. (1994). Images of the mind: studies with modern imaging techniques. *Annual Review of Psychology*, 45, 333–356.
- Rapp, G. (1982). *Aufmerksamkeit und Konzentration*. Regensburg: Graphischer Großbetrieb Friedrich Pustet.
- Ratey, J. (2003). *Das menschliche Gehirn. Eine Gebrauchsanweisung*. München: Piper.

- Raustorp, A., Pangrazi R. & Stahle, A. (2004). Physical activity level and body mass index among school-children in south- eastern Sweden. *Acta paediatrica*, 93, 400–404.
- Raven, J. (2002). *Coloured Progressive Matrices (CPM)*, deutsche Bearbeitung von S. Bulheller & H. Häcker. Göttingen: Hogrefe.
- Raviv, S. & Low, M. (1990). Influence of physical activity on concentration among junior high-school students. *Perceptual and Motor Skills*, 70, 67–74.
- Ray, J. (1985). Smoking and intelligence in Australia. *Social Science and Medicine*, 20, 1279–1280.
- Reed, J. & Ones, J. (2006). The effect of acute aerobic exercise on positive activated affect: A meta-analysis. *Psychology of Sport and Exercise*, 7, 477–516.
- Reed, J., Methker, A. & Phillips, D. (2004). Relationships between Physical Activity and Motor Skills in Middle School Children. *Perceptual and Motor Skills*, 99, 483–494.
- Reilly, J., Coyle, J., Kelly, L., Burke, G., Grant, S. & Paton, J. (2003). An objective method for measurement of sedentary behavior in 3- to 4-year olds. *Obesity Research*, 11, 1155–1163.
- Reilly, J., Penpraze, V., Hislop, J., Davies, G., Grant, S. & Paton, J. Y. (2008). Objective measurement of physical activity and sedentary behaviour: a review with new data. *Archives of Disease in Childhood*, 93, 614–619.
- Reimann-Höhn, U. (2006). *So lernt mein Kind sich konzentrieren*. Freiburg: Herder.
- Reinhardt, R. K. (2009). *Laufen macht schlau! Aerobes Ausdauer-Lauftraining, Genotyp und Kognition*. Dissertation: Universität Karlsruhe.
- Reussner, K. (2006). Jean Piagets Theorie der Entwicklung des Erkennens. In W. Schneider & F. Wilkening (Hrsg.). *Enzyklopädie der Psychologie. Theorien, Modelle und Methoden der Entwicklungspsychologie* (S. 90–189). Göttingen: Hogrefe.
- Riddoch, C., Andersen, L., Wedderkopp, N., Harro, M. & Klassen-Heggebo, L. (2004). Physical activity levels and patterns of 9- and 15-yr-old european children. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 36, 86–92.
- Rieder, H., Kuchenbecker, R. & Rompe, G. (1986). *Motorische Entwicklung, Haltungsschwächen und Sozialisationsbedingungen. Eine Längsschnittstudie an 1000 Schüler/innen einer Heidelberger Gesamtschule 1977-1980*. Schorndorf: Hofmann.
- Roberts, A., Robbins, T. & Weiskrantz, L. (2003). *The prefrontal cortex. Executive and cognitive functions*. Oxford: Oxford University Press.
- Roebers, C. & Kauer, M. (2009). Motor and cognitive control in a normative sample of 7-year-olds. *Developmental Science*, (12), 175–181.
- Roebers, C. M. & Kauer, M. (2009). Motor and cognitive control in a normative sample of 7 year olds. *Developmental Science*, 12, 175–181.
- Röhr-Sendlmeier, U. M., Knopp, K. & Franken, S. (2007b). Die Auswirkungen psychomotorischer Förderung im Kindesalter. In U. M. Röhr-Sendlmeier (Hrsg.), *Frühförderung auf dem Prüfstand – die Wirksamkeit von Lernangeboten in Familie, Kindergarten und Schule* (S. 17–33). Berlin: Logos.
- Romahn, N. (2007). *Körperlich-sportliche Aktivität von Kindern und Jugendlichen in Deutschland Eine repräsentative Befragung mit Kindern und Jugendlichen im Alter von 4–17 Jahren*. Dissertation: Universität Karlsruhe.
- Roth, G. & Menzel, R. (2001). Neuronale Grundlagen kognitiver Leistungen. In J. Dudel, R. Blickhan & Dudel-Menzel-Schmidt (Hrsg.), *Neurowissenschaft. Vom Molekül zur Kognition; mit 32 Tabellen* (Springer-Lehrbuch, 2. Aufl., S. 543–563). Berlin: Springer.
- Roth, G. (2008). Möglichkeiten und Grenzen von Wissensvermittlung und Wissenserwerb. In R. Caspary (Hrsg.), *Lernen und Gehirn*. Freiburg: Herder.
- Roth, K. & Willimczik, K. (Hrsg.) (1999). *Bewegungswissenschaft* (Orig.-Ausg.). (rororo Sport). Reinbek bei Hamburg: Rowohlt-Taschenbuch-Verl.
- Roth, K. & Winter, R. (2002). Entwicklung koordinativer Fähigkeiten. In G. Ludwig & B. Ludwig (Hrsg.), *Koordinative Fähigkeiten – koordinative Kompetenz* (S. 97-103). Kassel: Gesamthochschule.
- Roth, K. (1982). *Strukturanalyse koordinativer Fähigkeiten: Empirische Überprüfung koordinations-theoretischer Konzepte*. (Beiträge zur Bewegungsforschung im Sport). Bad Homburg: Limpert.
- Röthlisberger, M., Neuenschwander, R., Michel, E. & Roebers, C. (2010/im Druck). Exekutive Funktionen: Zugrunde liegende Prozesse und deren Korrelate bei Kindern im späten Vorschulalter. *Zeitschrift für Entwicklungspsychologie und Pädagogische Psychologie*.
- Rowland, T. W. (1990). *Exercise and children's exercise*. Champaign, Illinois: Human Kinetics Publishers.

- Rowlands, A. & Eston, R. (2007). The measurement and interpretation of children's physical activity. *JSSM*, 6, 270–276.
- Rowlands, A. (2007). Accelerometer assessment of physical activity in children: An update. *Pediatric Exercise Science*, 19, 252–266.
- Rowlands, A., Eston, R. & Ingledew, D. (1997). Measurement of physical activity in children with particular reference to use of heart rate and pedometry. *Sports medicine*, 24 (4), 258–272.
- Rowlands, A., Eston, R. & Ingledew, D. (1999). Relationship between activity levels, aerobic fitness, and body fat in 8- to 10-yr-old children. *Journal of Applied Physiology*, 86, 1428–1435.
- Rusch, H. & Irrgang, W. (2001). Auswahltest für den Sportförderunterricht (ATS)/ Münchner Fitnessstest (MFT). In K. Bös, *Handbuch Sportmotorische Tests*.
- Rützel, E. (1977). Aufmerksamkeit. In T. Hermann (Hrsg.), *Handbuch psychologischer Grundbegriffe* (S. 48–58). München: Kösel.
- Sääkslahti, A. (2005). *Effects of physical activity intervention on physical activity and motor skills and relationships between physical activity and coronary heart disease risk factors in 3-7-year-old children*. Dissertation: University of Jyväskylä.
- Sallis, J. F. & Owen, N. (1999). *Physical activity and behavioural medicine*. London: SAGE Publications.
- Sallis, J. F. & Patrick, K. (1994). Physical activity guidelines for adolescents: Consensus Statements. *Pediatric Exercise Science*, 302 (6), 314.
- Sallis, J. F. (1993). Epidemiology of physical activity and fitness in children and adolescents. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 33, 405–408.
- Sallis, J. F. (1995). A behavioral perspective on children's physical activity. In L. Cheung & J. Richmond (Hrsg.), *Child Health, Nutrition, and Physical Activity* (S. 125–138). Champaign, IL: Human Kinetics.
- Sallis, J. F., McKenzie, T. L., Kolody, B. (1999). Effects of health-related physical education on academic achievement: Projekt SPARK. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 70, 127–134.
- Sallis, J. F., Nader, P. R., Broyles, S. L., Berry, C. C., Elder, J. P., McKenzie, T. L. & Nelson, J. A. (1993). Correlates of physical activity at home in Mexican-American and Anglo-American pre-school children. *Health Psychology*, 12 (5), 390–398.
- Sallis, J. F., Prochaska, J. J. & Taylor, W. C. (2000): A review of correlates of physical activity of children and adolescents. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 32, 963–975.
- Sallis, J. F., Zakarian, J. M., Hovell, M. F. & Hofstetter, C. R. (1996). Ethnic, socioeconomic and sex differences in physical activity among adolescents. *Journal of Clinical Epidemiology*, 49 (2), 125–134.
- Sauter, F.C. (2001). *Prüfung optischer Differenzierungsleistungen bei Vierjährigen (POD-2)*. Göttingen: Hogrefe.
- Scharff, C., J.R. Kirn, M. Grossman, J.D. Macklis & F. Nottebohm (2000). Targeted neuronal death affects neuronal replacement and vocal behavior in adult songbirds. *Neuron* 25: 481–492.
- Scheid, V. (1994). Motorische Entwicklung in der frühen Kindheit. In J. Baur, K. Bös & R. Singer (Hrsg.), *Motorische Entwicklung. Ein Handbuch* (S. 260–275). Schorndorf: Hofmann.
- Schenk, L., Ellert, U. & Neuhauser, H. (2007). Kinder und Jugendliche mit Migrationshintergrund in Deutschland: Methodische Aspekte im Kinder- und Jugendgesundheitsurvey (KIGGS). *Bundesgesundheitsblatt - Gesundheitsforschung - Gesundheitsschutz*, (5/6), 590–599.
- Scherler, K. (1975). *Sensomotorische Entwicklung und materiale Erfahrung*. Schorndorf: Hofmann.
- Schlicht, W. & Brandt, R. (2007). *Körperliche Aktivität, Sport und Gesundheit: Eine interdisziplinäre Einführung*. (Grundlagentexte Gesundheitswissenschaften). Weinheim: Juventa.
- Schmidt, R. & Schaible, H.-G. (Hrsg.) (2006). *Neuro- und Sinnesphysiologie* (5. Aufl). Heidelberg: Springer.
- Schmidt, W. (2006). *Kindersport-Sozialbericht des Ruhrgebiets*. (Kinder - Jugend - Sport - Sozialforschung, 4). Hamburg: Czwalina.
- Schmidt, W. (2008). Sozialstrukturelle Ungleichheit in Gesundheit und Bildung - Chancen des Sports. In W. Schmidt & R. Zimmer (Hrsg.). *Zweiter Deutscher Kinder- und Jugendsportbericht. Schwerpunkt: Kindheit* (Deutscher Kinder- und Jugendsportbericht, S. 43–62). Schorndorf: Hofmann.
- Schmidt-Atzert, L., Bühner, M. & Enders, P. (2006). Messen Konzentrationstests Konzentration? Eine Analyse der Komponenten von Konzentrationstestleistungen. *Diagnostica*, 52 (1), 33–44.
- Schneider, P., Crouter, S., Lukajic, O. & Bassett, D. (2003). Accuracy and reliability of 10 pedometers for measuring steps over a 400-m walk. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 35, 1779–1784.

- Schneider, W. & Büttner, G. (2002, 5. Auflage). Entwicklung des Gedächtnisses bei Kindern und Jugendlichen. In Oerter, R & Montada, L. (Hrsg.), *Entwicklungspsychologie* (S. 495–516). Weinheim: Beltz.
- Schölmerich, A. & Pinnow, M. (2008). Prä- und perinatale Entwicklung des Menschen. In M. Hasselhorn, R. K. Silbereisen & N. Birbaumer (Hrsg.), *Entwicklungspsychologie des Säuglings- und Kindesalters* (Enzyklopädie der Psychologie. Theorie und Forschung. Entwicklungspsychologie, S. 3–66). Göttingen: Hogrefe Verl. für Psychologie.
- Schünke, M., Schulte, E. & Schumacher, U. (2005). *PROMETHEUS Lernatlas der Anatomie. Allgemeine Anatomie und Bewegungssystem*. Stuttgart: Thieme.
- Schwartz, A., Bassett, D., Moore, J., Thompson, D. & Strath, S. (2003). Effects of body mass index on the accuracy of an electronic pedometer. *Journal of Sports Medicine*, 24, 588–592.
- Segalowitz, S. J. (1994). Developmental psychology and brain development: A historical perspective. In G. Dawson & K. W. Fischer (Hrsg.), *Human behavior and the developing brain* (S. 67–92). New York: Guilford Press.
- Shaffer, D. R. & Kipp, K. (2007). *Developmental psychology – childhood and adolescence*. Belmont: Thomson Wadsworth.
- Shephard, R. (1997). Curricular physical activity and academic performance. *Pediatric exercise science*, 9 (2), 113-126.
- Shors, T. J., Miesegaes, G., Beylin, A., Zhao, M., Rydel, T. & Gould, E. (2001). Neurogenesis in the adult is involved in the formation of trace memories. *Nature*, 410, 372-376.
- Sibley, B. A. & Etnier, J. L. (2003). The relationship between physical activity and cognition in children: A meta-analysis. *Pediatric Exercise Science*, 15, 243-256.
- Sigfusdottir, I., Kristjansson, A. & Allegrante, J. (2007). Health behavior and academic achievement in islandic school children. *Health Education Research*, 22, 70-80.
- Silbereisen, R. K. & Noack, P. (2006). Kontexte und Entwicklung. In W. Schneider & F. Wilkening (Hrsg.), *Theorien, Modelle und Methoden der Entwicklungspsychologie* (Enzyklopaedie der Psychologie, Serie V: Entwicklungspsychologie, Band 1). (S. 311–368). Goettingen: Hogrefe.
- Singer, R. (2009). Biogenetische Einflüsse auf die motorische Entwicklung. In J. Baur, K. Bös, A. Conzelmann & R. Singer (Hrsg.), *Handbuch motorische Entwicklung* (S. 25–46). Schorndorf: Hofmann.
- Sippel, H. (1927). *Leibesübungen und geistige Leistung* (2. Aufl.). Berlin: Weidmannsche Buchhandlung.
- Sirard, J. & Pate, R. (2001). Physical activity assessment in children and adolescence. *Sports Medicine*, 31 (6), 439–454.
- Smith, A. D. & Zigmond, M. J. (2003). Can the brain be protected through exercise? Lessons from an animal model of parkinsonism. *Exp. Neurol.*, 184, 31–39.
- Smith, A., Jussim, L., Eccles, J., VanNoy, M., Madon, S. & Palumbo, P. (1998). Self-fulfilling prophecies, perceptual biases and accuracy at the individual and group levels. *Journal of Experimental Social Psychology*, 34, 530–561.
- Sobczyk, S. & Landau, G. (2003). *Das mobile Klassenzimmer*. Band 17: Reihe Bewegungslehre und Bewegungsforschung. Kassel: Prolog.
- Spitzer, M. (2007). *Lernen. Gehirnforschung und die Schule des Lebens*. München: Spektrum.
- Stanat, P. (2003). PISA 2000: Lesekompetenz als Schlüssel zu Bildungs- und Beteiligungschancen. In E. Bernardo & P. Oberhuemer (Hrsg.), *Startchance Sprache: Sprache als Schlüssel zu Bildung und Chancengleichheit. pfv-Jahrbuch* (S. 8–19). Hohengehren: Schneider.
- Steck, P. & Kerscher-Habbaba, I. (1986). Der Einfluss tageszeitlich bedingter Befindlichkeitsschwankungen Depressiver auf die psychische Leistungsfähigkeit. *Zeitschrift für Klinische Psychologie, Psychopathologie und Psychotherapie*, 34, 119–126.
- Steiner, C. (1999). *Mythos Konzentration*. Wien: Öbv & hpt.
- Stern, E. & Hardy, I. (2004). Differentielle Psychologie des Lernens in Schule und Ausbildung. In N. Birbaumer & K. Pawlik (Hrsg.). *Enzyklopädie der Psychologie* (S. 573–618). Göttingen: Hogrefe Verl. für Psychologie.
- Sternberg, R. (1997). *Successful Intelligence: How Practical and Creative Intelligence Determine Success in Life*. New York: Plume.
- Stewart, J. A., Dennison, D. A., Kohl III, H. W., & Doyle, A. (2004). Exercise level and energy expenditure in the TAKE 10! In-class physical activity program. *Journal of School Health*, 74(10), 397–400.
- Strodozki, K. (2005). ADHS, Psychomotorik contra Medikation? *Motorik*, 28 (1), 2–12.

- Stroth, S., Hille, K., Spitzer, M. & Reinhardt, R. (2009). Aerobic endurance exercise benefits memory and affect in young adults. *Neuropsychological Rehabilitation*, 19 (2), 223–243.
- Süßenbach, J. (2008). Der Beitrag von Bewegung, Spiel und Sport zur Schul(sport)entwicklung in der Grundschule. In W. Schmidt & R. Zimmer (Hrsg.), *Zweiter Deutscher Kinder- und Jugendsportbericht. Schwerpunkt: Kindheit* (Deutscher Kinder- und Jugendsportbericht, S. 297–317). Schorndorf: Hofmann.
- Süßenbach, J. (2008). Der Beitrag von Bewegung, Spiel und Sport zur Schul(sport)entwicklung in der Grundschule. In W. Schmidt, R. Zimmer & K. Völker (Hrsg.), *Zweiter Deutscher Kinder- und Jugendsportbericht* (S. 297–317). Schorndorf: Hofmann.
- Sygyusch, R. (2000). *Sportliche Aktivität und subjektive Gesundheitskonzepte: Eine Studie zum Erleben von Körper und Gesundheit bei jugendlichen Sportlern*: Verein zur Förderung des Sportwissenschaftlichen Nachwuchses; Schorndorf: Hofmann.
- Tappe, M. K., Duda, J. L. & Ehrnwald, P. M. (1989). Perceived barriers to exercise among adolescents. *Journal of School Health*, 59, 153–155.
- Teipel, D. (1988). *Diagnostik koordinativer Fähigkeiten. Eine Studie zur Struktur und querschnittlich betrachteten Entwicklung fein- und grobmotorischer Leistungen*. München: Profil.
- Teuchert-Noodt, G. & Dawirs, R. (2001). Malfunctional reorganization in the developing limbo-prefrontal system in animals: Implications for human psychoses? *Zeitschrift für Neurophysiologie*, 12, 8–14.
- Tewes, U., Rossmann, P. & Schallberger, U. (2002). *Hamburg-Wechsler-Intelligenztest für Kinder. HAWIK III*. Bern: Huber.
- Theisen, P. (1994). *Konzentrationsspiele für Kindergarten und Hort*. Freiburg: Lambertus.
- Themanson, J. R., Hillman, C. H. & Curtin, J. J. (2006). Age and physical activity influences on action monitoring during task switching. *Neurobiology of Aging*, 27, 1335–1345.
- Tomes, R. & Heilbuth, L. (1993). *Can Neuromotor Functioning Predict Stanford-Binet IQ Scores and Piagetian Cognitive Task Performance?* Paper presented at the Biennial Meeting of the Society for Research in Child Development, New Orleans, LA.
- Tomprowski P. D., Davis, C. L., Miller, P. H. & Naglieri, J. (2008). Exercise and children's intelligence, cognition, and academic achievement. *Educational Psychology Review*, 20, 111–131.
- Torun, B., Davies, P. S. W., Livingstone, M. B. E., Paolisso, M., Sackett, R. & Spurr, G. B. (1996). Energy requirements and dietary energy recommendations for children and adolescents 1 to 18 years old. *European Journal of Clinical Nutrition*, 50 (1), S. 37–81.
- Touwen, B. C. L. (1998). The Brain and Development of Function. *Developmental Review*, 18, 504–526.
- Trautner, H. (1991). *Lehrbuch der Entwicklungspsychologie, Band 2: Theorien und Befunde*. Göttingen: Hogrefe.
- Trautner, H. M. (2006). Entwicklungsbegriffe. In N. Birbaumer, D. Frey, J. Kuhl, W. Schneider & R. Schwarzer (Hrsg.), *Enzyklopädie der Psychologie, Themenbereich C: Theorie und Forschung, Serie V: Entwicklungspsychologie, Band 1: Theorien, Modelle und Methoden der Entwicklungspsychologie* (S. 59–89). Göttingen: Hogrefe.
- Trost S., Pate, R., Sallis J. & Freedson, P., Taylor, W., Dowda, M. & Sirard, J. (2002). Age and gender differences in objectively measured physical activity in youth. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 34, 350–355.
- Trost, S. (2005). *Discussion paper for the development of recommendations for children's and youths' participation in health promoting physical activity*. University of Queensland.
- Trost, S. (2007). State of the art reviews: measurement of physical activity in children and adolescents. *American Journal of Lifestyle Medicine*, 1, 299–314.
- Trost, S. et al. (2000). Using objective physical activity measures with youth: how many days of monitoring are needed? *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 32 (2), 426.
- Trost, S. G., Pate, R. R., Ward, D. S., Saunders, R. & Riner, W. (1999). Correlates of objectively measured physical activity in preadolescent youth. *American Journal of Preventive Medicine*, 17, 120–126.
- Trost, S., McIver, K. L. & Pate, R. (2005). Conducting accelerometer based activity assessments in field-based research. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 37, 531–543.
- Trudeau, F. & Shephard, R. (2008). Physical education, school physical activity, school sports and academic performance. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 5 (10).
- Tudge, J., Hogan, D., Snezhkova, I., Kulakova, N. & Etz, K. (2000). Parents' child-rearing values and beliefs in the United States and Russia: The impact of culture and social class. *Infant and Child Development*, (9), 105–121.

- Tudor-Locke, C. & Myers, A. (2001). Methodological Considerations for Researchers and Practitioners Using Pedometers to Measure Physical (Ambulatory) Activity. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 72 (1), 1–12.
- Tudor-Locke, C. (2002). Taking Steps toward Increased Physical Activity: Using Pedometers to Measure and Motivate. *President's Council on Physical Fitness and Sports Research Digest*, (6), 3–10.
- Tudor-Locke, C., Lee, S., Morgan, C., Beighle, A. & Pangrazi, R. (2006). Children's pedometer-determined physical activity during the segmented school day. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 38, 1732–1738.
- Tunbridge, E. M., Harrison, P. J. & Weinberger, D. R. (2006). Catechol-o-methyltransferase, cognition, and psychosis: Val158Met and beyond. *Biol Psychiatry*, 60 (2), 141–151.
- US Department of Health and Human Services. (1996). *Physical activity and health: a report of the Surgeon General*. Atlanta, GA: U.S. Department of Health and Human Services, Centers for Disease Control and Prevention, National Center for Chronic Disease Prevention and Health Promotion.
- US Department of Health and Human Services. (2000). *Healthy People 2010: Understanding and improving health*. Washington, DC: U.S. Government Printing Office.
- van Boxtel, M. J., Paas, F. G. & Houx, P. J. (1997). Aerobic capacity and cognitive performance in a cross-sectional aging study. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 29, 1357–1365.
- van Praag, H., Shubert, T., Zhao, C. & Gage, F. H. (2005). Exercise enhances learning and hippocampal neurogenesis in aged mice. *The Journal of Neuroscience*, 25 (38), 8680–8685.
- van Sluijs, E., McMinn, A. & Griffin, S. (2007). Effectiveness of interventions to promote physical activity in children and adolescents: systematic review of controlled trials. *BMJ*, 335 (703).
- Vincent, S. & Pangrazi, R. (2002). An examination of the activity patterns of elementary school children. *Pediatric Exercise Science*, 14, 432–441.
- Vincent, S. D., Pangrazi, R. P., Raustorp, A., Tomson, L. & Cuddihy, T. F. (2003). Activity levels and body mass index of children in the United States, Sweden, and Australia. *Medicine & science in sports & exercise*, 35 (8), 1367–1373.
- Voelcker-Rehage, C. (2005). Der Zusammenhang zwischen motorischer und kognitiver Entwicklung im frühen Kindesalter - Ein Teilergebnis der MODALIS-Studie. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, 56 (10), 358–363.
- Völker, K. (2008). Wie Bewegung und Sport zur Gesundheit beitragen – Tracking-Pfade von Bewegung und Sport zur Gesundheit. In W. Schmidt, R. Zimmer & K. Völker (Hrsg.), *Zweiter Deutscher Kinder- und Jugendsportbericht* (S. 89–106). Schorndorf: Hofmann.
- Vollmers, B. (1997). Learning by Doing: Piagets konstruktivistische Lerntheorie und ihre Konsequenzen für die pädagogische Praxis. *International Review of Education*, 43 (1), 73–85.
- Wagner, I. (1996). *Aufmerksamkeitsförderung im Unterricht*. Frankfurt am Main: Lang.
- Walk, L. (2008, 06. September). *Lernen braucht Bewegung*. Tagung „Bewegte Schule“. Luzern.
- Walker, D., Greenwood, C., Hart, B. & Carta, J. (1994). Prediction of school outcomes based on early language production and socioeconomic factors. *Child Development*, 65, 606–621.
- Walper, S. & Kruse, J. (2008). Kindheit und Armut. In M. Hasselhorn, R. K. Silbereisen & N. Birbaumer (Hrsg.), *Entwicklungspsychologie des Säuglings- und Kindesalters* (Enzyklopädie der Psychologie Theorie und Forschung. Entwicklungspsychologie, S. 431–487). Göttingen: Hogrefe Verl. für Psychologie.
- Wamser, P. & Leyk, D. (2003). Einfluss von Sport und Bewegung auf Konzentration und Aufmerksamkeit: Effekte eines "Bewegten Unterrichts" im Schulalltag. *sportunterricht*, 52 (4), 108–113.
- Wamser, P. & Leyk, D. (2002). Einfluss des Sportunterrichts auf Unterrichtsstörungen: Eine Langzeitanalyse von Klassenbucheinträgen in der Schule. *sportunterricht*, 51 (2), 43–47.
- Wamser, P. (2003). *Einfluss körperlicher Aktivität auf Unterrichtsstörungen, Kreislauf und Konzentrationsleistungen von Heranwachsenden im Schulalltag*. Deutsche Sporthochschule Köln: Dissertation.
- Ward, D., Saunders, R. & Pate, R. (2007). *Physical activity interventions in children and adolescents*. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Warwitz, S. (1968). Körperliche und geistige Gewandtheit und der Zusammenhang zwischen der allgemeinen körperlichen und geistigen Leistungsfähigkeit. *Die Leibeserziehung*, 17, 341–224.
- Wassenberg, R., Feron, F., Kessels, A., Hendriksen, J., Kalff, A., Kroes, M., Hurks, P., Beeren, M., Jolles, J. & Vles, J. (2005). Relation between cognitive and motor performance in 5- to 6-year-old children: Results from a large-scale cross-sectional study. *Child Development*, 76 (5), 1092–1103.

- Wehle, G. (Hrsg.) (1970). *Lexikon der Pädagogik*. Freiburg: Herder.
- Weineck, J. (2010). *Optimales Training: Leistungsphysiologische Trainingslehre unter besonderer Berücksichtigung des Kinder- und Jugendtrainings* (16., durchges. Aufl.). Balingen: Spitta.
- Welk, G. J., Differding, J. A., Thompson, R. W., Blair, S. N., Dzura, J. & Hart, P. (2000). The utility of the Digi-walker step counter to assess daily physical activity patterns. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 32 (9), 481–488.
- Wells, K. F. & Dillon, E. K. (1952). The sit and reach. A test of back and leg flexibility. *Research Quarterly*, 23, 115–118.
- Wepf, L., Gubelmann, H. & Müller, R. (2008). Zusammenhang zwischen motorischer Leistungsfähigkeit und Konzentration bei 7-jährigen Kindern. In G. Sudeck, A. Conzelmann, K. Lehnert & E. Gerlach (Hrsg.), *Differentielle Sportpsychologie – Sportwissenschaftliche Persönlichkeitsforschung* (S. 136). Hamburg: Czwalina.
- Westhoff, K. & Dewald, D. (1990). Effekte der Übung in der Bearbeitung von Konzentrationstests. *Diagnostica*, 36, 1–15.
- Westhoff, K. & Hagemester, C. (2001). Konzentrationstraining. In K. J. Klauer (Hrsg.), *Handbuch Kognitives Training* (2. überarb. Auflage). (S. 515–538). Göttingen: Hogrefe.
- Westhoff, K. & Hagemester, C. (2005). *Konzentrationsdiagnostik*. Lengerich: Pabst Science Publishers.
- Westhoff, K. (1989). Übungsabhängigkeit von Leistungen in Konzentrationstests. *Diagnostica*, 35, 122–130.
- Westhoff, K. (1995). Aufmerksamkeit und Konzentration. In M. Amelang (Hrsg.), *Verhaltens- und Leistungsunterschiede. Band 2: Differentielle Psychologie und Persönlichkeitsforschung, Enzyklopädie der Psychologie* (S. 375–402). Göttingen: Hogrefe.
- Weston, A., Petrosa, R. & Pate, R. (1997). Validation of an instrument for measurement of physical activity in youth. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 29, 138–143.
- WIAD-Studie-DSB (Hrsg.) (2001). *WIAD-Studie Bewegungsstatus von Kindern und Jugendlichen in Deutschland: Kurzfassung einer Untersuchung auf der Basis einer sekundäranalytischen Sichtung einer repräsentativen Befragung bei 12- bis 18-Jährigen und eines Bewegungs-Check-Up in Schulen* (1. Aufl.). Frankfurt/Main: Dt. Sportbund.
- Wilde, B. (2002). *Activity patterns of high school students assessed by a pedometer and a national activity questionnaire*. Arizona State University: Mesa, AZ.
- Wilde, B. E., Corbin, C. B. & LeMasurier, G. C. (2004). Free-living pedometer Step counts of high school students. *Pediatric Exercise Science*, 16, 44–53.
- Wilkening, F. (2006). Informationsverarbeitungstheorien. In W. Schneider & F. Wilkening (Hrsg.), *Enzyklopädie der Psychologie. Theorien, Modelle und Methoden der Entwicklungspsychologie* (S. 265–310). Göttingen: Hogrefe.
- Wilkening, F., Freund, A. M. & Martin, M. (2009). *Entwicklungspsychologie kompakt: Mit Online-Materialien*. Weinheim: Beltz.
- Williams, H., Pfeiffer, K., O'Neill, J., Dowda, M., McIver, K., Brown, W. & Pate, R. (2008). Motor skill performance and physical activity in preschool children. *Obesity*, 16, 1421–1426.
- Willimczik, K. & Conzelmann, A. (1999). Motorische Entwicklung in der Lebensspanne - Kernannahmen und Leitorientierungen. *Psychologie und Sport*, 6, 60–70.
- Willimczik, K. & Roth, K. (Hrsg.) (1983). *Bewegungslehre: Grundlagen Methoden Analysen*. Reinbek bei Hamburg: Rowohlt.
- Willimczik, K. & Singer, R. (2009). Motorische Entwicklung: Gegenstandsbereich. In J. Baur, K. Bös & R. Conzelmann (Hrsg.), *Handbuch motorische Entwicklung* (Beiträge zur Lehre und Forschung im Sport, 2. Aufl., S. 15–24). Schorndorf: Hofmann.
- Willimczik, K. (1975). Zur Vorhersage des Schulerfolgs eingeschulter Kinder aufgrund ausgewählter kognitiver, motorischer und sozialer Merkmale. In H.-J. Müller, R. Decker & F. Schilling (Hrsg.), *Motorik im Vorschulalter*. Schorndorf: Hofmann.
- Willimczik, K. (1983). Sportmotorische Entwicklung. In K. Willimczik & K. Roth (Hrsg.), *Bewegungslehre. Grundlagen Methoden Analysen* Reinbek bei Hamburg: Rowohlt.
- Winter, R. & Hartmann, C. (2007). Die motorische Entwicklung (Ontogenese) des Menschen (Überblick). In K. Meinel & G. Schnabel (Hrsg.), *Bewegungslehre - Sportmotorik. Abriss einer Theorie der sportlichen Motorik unter pädagogischem Aspekt* (11. Aufl., S. 243–373). Aachen: Meyer & Meyer.
- Woll, A. & Bös, K. (2004). Körperlich-sportliche Aktivität und Gesundheit von Kindern. In A. Woll & K. Bös (Hrsg.), *Kinder bewegen* (S. 8–21). Forst: Hörner.

- Woll, A. (2004). Diagnose körperlich-sportlicher Aktivität im Erwachsenenalter. *Zeitschrift für Sportpsychologie*, 11 (2), 54–70.
- Woll, A. (2006). *Sportliche Aktivität, Fitness und Gesundheit im Lebenslauf: Eine internationale Längsschnittstudie*. (Beiträge zur Lehre und Forschung im Sport, 154). Schorndorf: Hofmann.
- Woll, A., Jekauc, D., Mees, F. & Bös, K. (2008). Sportengagements und sportmotorische Aktivität von Kindern. In W. Schmidt & R. Zimmer (Hrsg.), *Zweiter Deutscher Kinder- und Jugendsportbericht. Schwerpunkt: Kindheit* (Deutscher Kinder- und Jugendsportbericht, S. 177–191). Schorndorf: Hofmann.
- Wollny, R. (2002). *Motorische Entwicklung in der Lebensspanne : warum lernen und optimieren manche Menschen Bewegungen besser als andere?* Schorndorf: Hofmann.
- Wollny, R. (2007). *Bewegungswissenschaft: Ein Lehrbuch in 12 Lektionen*. (Sportwissenschaft studieren, 5). Aachen: Meyer und Meyer.
- World Health Organisation Europe (WHO). (2002). *The World Health Report 2002*.
- Worth, A. (2004). *Verbesserung der Rekreationsphasen im Unterricht und in den Pausen durch Angebote zur Haltungs- und Bewegungsschulung. Eine empirische Untersuchung in der Grundschule*. Berlin: dissertation.de.
- Wright, I., Waterman, M., Prescott, H. & Murdoch-Eaton, D. (2003). A new Stroop-like measure of inhibitory function development: typical developmental trends. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 44 (4), 561–575.
- Wrotniak, B. H., Epstein, H. E., Dorn, J. M. et al. (2006). The relationship between motor proficiency and physical activity in children. *Pediatrics*, 118, 1758–1765.
- Wrotniak, B., Epstein, L., Dorn, J., Jones, K. & Kondilisc, V. (2006). The relationship between motor proficiency and physical activity in children. *Pediatrics*, 118, 1758–1765.
- www01: <http://www.uni-mannheim.de/fakul/psycho/irtel/lehre/propaed/ExpraBuchHTML/Kapitel9.htm>
Zugriff am 11.11.2010.
- www02: <http://de.academic.ru/pictures/dewiki/103/gray756.png>. Zugriff am 11.11.2010.
- www03: http://www.10voorbiologie.nl/afbfczw/Trompert_18-4-7a.jpg. Zugriff am 11.11.2010.
- www04: <http://www.uni-saarland.de/fak5/swi/alles/lehre/kontrolle/Image17.gif>. Zugriff am 11.11.2010.
- www05: http://www.charite.de/ch/neuro/klinik/patienten/ag_bewegungsstoerungen/index/info/Dystonie/bilder/Basalganglien1.jpg. Zugriff am 11.11.2010.
- www06: <http://www.schuleninbewegung.de/>. Zugriff am 11.11.2010.
- www07: <http://www.fitnessolympiade.de/>. Zugriff am 11.11.2010.
- Zahner, L., Puder, J. J., Roth, R., Schmid, M., Guldimann, R., Pühse, U., Knöpfli, M., Braun-Fahrländer, C., Marti, B. & Kriemler, S. (2006). A school-based physical activity program to improve health and fitness in children aged 6–13 years ("Kinder-Sportstudie KISS"): study design of a randomized controlled trial. *BMC Public Health*, 6, 147–159.
- Zaichowsky, L., Zaichowsky, L. & Martinek, T. (1980). *Growth and development. The child and physical activity*. St. Louis: Mosby Company.
- Zakarian, J. M., Hovell, M. F., Hofstetter, C. R., Sallis, J. F. & Keating, K. J. (1994). Correlates of vigorous exercise in a predominantly low SES and minority high school population. *Preventive Medicine*, 23, 314–321.
- Zimbardo, P. G. (1999). *Psychologie: Mit 70 Tabellen* (7., neu übers. u. bearb. Aufl.). Berlin, Heidelberg: Springer.
- Zimmer, R. & Hunger, I. (2004). *Wahrnehmen – Bewegen – Lernen. 4. Osnabrücker Kongress Kindheit in Bewegung*. Schorndorf: Hofmann.
- Zimmer, R. (1996a). *Motorik und Persönlichkeitsentwicklung bei Kindern* (2. Aufl.). Schorndorf: Hofmann.
- Zimmer, R. (1996b). Veränderte Kindheit – Veränderte Spiel- und Bewegungsbedürfnisse. *Sport Praxis*, 37 (2), 14.
- Zimmer, R. (2003). Zu wenig Bewegung – zu viel Gewicht. *Frühe Kindheit*, 4, 15-17.
- Zimmer, R. (2007). *So fördert Bewegung die Lust am Lernen*. Freiburg: Herder spektrum.
- Zimmer, R. (2009). *Toben macht schlau* (4. Aufl.). Freiburg: Herder.
- Zimmer, R. (2010a). *Handbuch der Bewegungserziehung. Grundlagen für Ausbildung und pädagogische Praxis* (9. Aufl.). Freiburg: Herder.

- Zimmer, R. (2010b). *Handbuch der Sinneswahrnehmung. Grundlagen einer ganzheitlichen Bildung und Erziehung* (8.Aufl.). Freiburg: Herder.
- Zimmer, R. (2010c). *Handbuch der Psychomotorik. Theorie und Praxis der psychomotorischen Förderung von Kindern* (5. Aufl.). Freiburg: Herder.
- Zinnecker, J. & Strozda, C. (1996). Zeitorientierung, Zukunftspläne, Identität - Von den Grenzen des Projektes Jugend. In R. Silbereisen & Z. Vaskovics (Hrsg.), *Jungsein in Deutschland*, (S. 261–279). Opladen: Leske +Budreich.
- Zornetzer, S. F. (1985). Catecholamine system involvement in age-related memory dysfunction. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 444, 242–254.

Abbildungsverzeichnis

<i>Abbildung 1-1: Aufbau des theoretischen Teils der Arbeit</i>	6
<i>Abbildung 2-1: Das system-ökologische Entwicklungsmodell</i>	15
<i>Abbildung 2-2: Stufen kognitiver Entwicklung nach Piaget</i>	23
<i>Abbildung 3-1: Differenzierung motorischer Fähigkeiten</i>	33
<i>Abbildung 3-2: Struktur des koordinativen Fähigkeitsbereichs</i>	33
<i>Abbildung 3-3: Das Nervensystem</i>	51
<i>Abbildung 3-4: Nervenzelle (Neuron)</i>	52
<i>Abbildung 3-5: Proliferation und Rückgang synaptischer Verbindungen bei Kindern während der postnatalen Entwicklung</i>	56
<i>Abbildung 3-6: Wichtige Schritte im Entwicklungsverlauf des menschlichen Gehirns</i>	57
<i>Abbildung 3-7: Aufbau des Gehirns</i>	59
<i>Abbildung 3-8: Funktionelle Organisation der Großhirnrinde</i>	62
<i>Abbildung 3-9: Sensorischer und motorischer Homunkulus</i>	63
<i>Abbildung 3-10: Versorgungsgebiete der drei großen Hirnarterien; a: linkes Großhirn von lateral; b: rechtes Großhirn von medial</i>	64
<i>Abbildung 3-11: Funktionelle Zentren an der Großhirnoberfläche; a: Ansicht des linken Großhirns von lateral; b: Ansicht der rechten Großhirnhemisphäre von medial</i>	65
<i>Abbildung 3-12: Vereinfachte Darstellung der anatomischen Strukturen, die an einer zielgerichteten Bewegung beteiligt sind</i>	68
<i>Abbildung 3-13: Vereinfachtes Schema der Sensomotorik bei der Kontrolle von Bewegungen</i>	69
<i>Abbildung 3-14: Schaltkreis der sensiblen und motorischen Innervation</i>	69
<i>Abbildung 3-15: Klassifikation des Langzeitgedächtnisses</i>	72
<i>Abbildung 3-16: Darstellung einiger Hirnareale, die an Aufmerksamkeit beteiligt sind</i>	74
<i>Abbildung 5-1: Begriffshierarchie zur körperlichen Aktivität</i>	98
<i>Abbildung 5-2: Zu erwartende Schrittzahl verschiedener Altersklassen pro Tag</i>	101
<i>Abbildung 5-3: Pyramide der körperlichen Aktivität</i>	104
<i>Abbildung 5-4: Der Weg zur Schule oder in den Kindergarten</i>	106
<i>Abbildung 5-5: Kinder, die nichtmotorisiert zur Schule gehen, im Ländervergleich</i>	107
<i>Abbildung 5-6: Durchschnittlich gegangene Schritte pro Tag, differenziert nach Alter</i>	109
<i>Abbildung 5-7: Messverfahren körperlicher Aktivität und Schema der Validierung</i>	120
<i>Abbildung 6-1: Published studies on motor activity and cognition in childhood since 1970</i>	144
<i>Abbildung 7-1: Schematische Übersicht über die Hypothesen: Zusammenhangs- und Unterschiedshypothesen</i>	235
<i>Abbildung 8-1: Informationen, auf deren Basis die Intervention geplant wurde</i>	237
<i>Abbildung 8-2: Studiendesign: Prä-, Post-Test und Follow-up-Untersuchung</i>	238
<i>Abbildung 8-3: Prozentuale Altersverteilung der Gesamtstichprobe</i>	242
<i>Abbildung 8-4: Prozentuale Geschlechterverteilung der Probandengruppen</i>	243
<i>Abbildung 8-5: BMI-Perzentile zum ersten Messzeitpunkt</i>	245
<i>Abbildung 8-6: BMI-Perzentile T1 und T2 im Vergleich</i>	246
<i>Abbildung 8-7: Minuten-Lauf nach Bös & Mechling (1993)</i>	251
<i>Abbildung 8-8: Der Sit and Reach-Test</i>	252
<i>Abbildung 8-9: Item 5 und Item 27 des Untertests nonverbale Intelligenz aus dem PIT von Esser und Ballaschk</i>	254
<i>Abbildung 8-10: bp-Test, Vorder- und Rückseite</i>	257
<i>Abbildung 8-11: OMRON HJ-720 IT (Walking Style Pro)</i>	260
<i>Abbildung 9-1: Motorische Fähigkeiten BOT 2 -sf der Kontroll- und Experimentalgruppe</i>	270
<i>Abbildung 9-2: Motorische Fähigkeiten BOT 2 -sf der Mädchen und Jungen</i>	271
<i>Abbildung 9-3: Ausdauerleistungsfähigkeit 6-Minuten-Lauf der Experimental- und Kontrollgruppe</i>	272
<i>Abbildung 9-4: Ausdauerleistungsfähigkeit 6-Minuten-Lauf der Mädchen und Jungen</i>	273

Abbildung 9-5: Beweglichkeit Sit and Reach-Test der Experimental- und Kontrollgruppe.....	274
Abbildung 9-6: Beweglichkeit Sit and Reach-Test der Mädchen und Jungen	274
Abbildung 9-7: Verbale Intelligenz der Experimental- und Kontrollgruppe.....	276
Abbildung 9-8: Verbale Intelligenz der Mädchen und Jungen	276
Abbildung 9-9: Nonverbale Intelligenz der Experimental- und Kontrollgrupp	277
Abbildung 9-10: Nonverbale Intelligenz der Mädchen und Junge.....	278
Abbildung 9-11: Aufmerksamkeitsleistung der Experimental- und Kontrollgrupp.....	279
Abbildung 9-12: Aufmerksamkeitsleistung der Mädchen und Jungen	279
Abbildung 9-13: Anstrengungsbereitschaft (Lehrereinschätzliste) der Experimental- und Kontrollgruppe	280
Abbildung 9-14: Anstrengungsbereitschaft (Lehrereinschätzliste) der Mädchen und Jungen	281
Abbildung 9-15: : Konzentration (Lehrereinschätzliste) der Experimental- und Kontrollgruppe.....	282
Abbildung 9-16: Konzentration (Lehrereinschätzliste) der Mädchen und Jungen	283
Abbildung 9-17: Selbständigkeit (Lehrereinschätzliste) der Experimental- und Kontrollgruppe.....	284
Abbildung 9-18: Selbständigkeit (Lehrereinschätzliste) der Mädchen und Jungen	284
Abbildung 9-19: Sorgfalt (Lehrereinschätzliste) der Experimental- und Kontrollgruppe.....	285
Abbildung 9-20: Sorgfalt (Lehrereinschätzliste) der Mädchen und Jungen	286
Abbildung 9-21: Zentrale Tendenz und Streuung der Schritte an Wochentagen	288
Abbildung 9-22: Schritte an Wochentagen der Experimental- und Kontrollgruppe.....	288
Abbildung 9-23: Zentrale Tendenz und Streuung der Schritte an Wochentagen der Mädchen und Jungen	289
Abbildung 9-24: Zentrale Tendenz und Streuung der Schritte an Wochenendtagen	291
Abbildung 9-25: Schritte an Wochenendtagen der Experimental- und Kontrollgruppe.....	291
Abbildung 9-26: Zentrale Tendenz und Streuung der Schritte an Wochenendtagen der Mädchen und Jungen	292
Abbildung 9-27: Zentrale Tendenz und Streuung der Schritte gesamt der Experimental- und Kontrollgruppe	293
Abbildung 9-28: Schritte gesamt der Experimental- und Kontrollgruppe i.....	293
Abbildung 9-29: Zentrale Tendenz und Streuung der Schritte gesamt der Mädchen und Jungen	294
Abbildung 9-30: Zentrale Tendenz und Streuung der Aerobic-Steps gesamt	295
Abbildung 9-31: Aerobic-Steps gesamt der Experimental- und Kontrollgruppe.....	295
Abbildung 9-32: Zentrale Tendenz, Streuung und Schiefe der Aerobic-Steps gesamt der Mädchen und Jungen	296
Abbildung 9-33: Motorische Leistung BOT 2 -sf in T1 und T2 differenziert nach der Kontroll- und Experimentalgr.	314
Abbildung 9-34: Testaufgabe 11 "Fallen lassen und fangen eines Balles"	315
Abbildung 9-35: Testaufgabe 13 und 14 "Knielieggestütz" und „sit-ups“	316
Abbildung 9-36: Aufgabe 13 und 14 der Extremgruppen in T1 und T2 der Kontroll- und Experimentalgruppe.....	317
Abbildung 9-37: Ausdauerleistungsfähigkeit 6-Minuten-Lauf in T1 und T2	318
Abbildung 9-38: Beweglichkeit Sit and Reach-Test in T1 und T2.....	319
Abbildung 9-39: Verbale Intelligenz in T1 und T2 differenziert nach Experimental- und Kontrollgruppe	320
Abbildung 9-40: Verbale Intelligenz in T1 und T2 der Experimentalgruppe differenziert nach drei Leistungsgruppen verbale Intelligenz aus T1.....	321
Abbildung 9-41: Nonverbale Intelligenz in T1 und T2 differenziert nach Experimental- und Kontrollgruppe	321
Abbildung 9-42: Aufmerksamkeitsleistung in T1 und T2 differenziert nach Experimental- und Kontrollgruppe	323
Abbildung 9-43: Anstrengungsbereitschaft (Lehrereinschätzliste) in T1 und T2	324
Abbildung 9-44: Konzentration (Lehrereinschätzliste) in T1 und T2	325
Abbildung 9-45: Selbständigkeit (Lehrereinschätzliste) in T1 und T2	326
Abbildung 9-46: Sorgfalt (Lehrereinschätzliste) in T1 und T2.....	327
Abbildung 9-47: Schritte an Wochentagen in T1, T2 und T3	328
Abbildung 9-48: Schritte an Wochenendtagen in T1, T2 und T3	329
Abbildung 9-49: Schritte gesamt in T1, T2 und T3.....	330
Abbildung 9-50: Schritte gesamt in T1, T2 und T3 der Jungen und Mädchen	331
Abbildung 9-51: Aerobic-Steps gesamt in T1, T2 und T3	332

<i>Abbildung 9-52: Aerobic-Steps gesamt in T1, T2 und T3 der Jungen und Mädchen</i>	<i>333</i>
<i>Abbildung 9-53: Bestätigte Hypothesen (teilweise mit Einschränkung).....</i>	<i>342</i>
<i>Abbildung 10-1: Ergebnisse der Korrelationsrechnungen</i>	<i>346</i>
<i>Abbildung 10-2: Ergebnisse der inferenzstatistischen Rechnungen</i>	<i>347</i>

Tabellenverzeichnis

<i>Tabelle 3-1: Arten von Konzentrationstests</i>	49
<i>Tabelle 3-2: Ausgewählte Neurotransmitter und ihre Wirkungen und Einflüsse</i>	53
<i>Tabelle 3-3: Zusammenfassung der Daten zur zerebralen Lateralisation</i>	61
<i>Tabelle 4-1: Entwicklungsneuropsychologie funktioneller Systeme im Kindesalter</i>	83
<i>Tabelle 5-1: Intensitätsstufen körperlicher Aktivität nach CDC-ACSM</i>	99
<i>Tabelle 5-2: Pedometer-Studien: chronologisch geordnet, differenziert nach Ergebnissen, Methode und Autor</i>	111
<i>Tabelle 5-3: Schlüsselemente verschiedener Messverfahren zur Messung von körperlich-sportlicher Aktivität</i>	126
<i>Tabelle 6-1: Reviews und Metaanalysen, die den Zusammenhang zwischen Motorik und Kognition untersuchen</i>	183
<i>Tabelle 6-2: Korrelations-, Querschnittstudien, die den Zusammenhang zwischen Motorik und Kognition untersuchen</i>	185
<i>Tabelle 6-3: Längsschnittstudien die die Entwicklung vom Motorik und Kognition analysieren</i>	192
<i>Tabelle 6-4: Interventionsstudien, die die Effekte körperlicher Aktivität auf Motorik und Kognition untersuchen</i>	194
<i>Tabelle 6-5: Querschnittstudien zum Zusammenhang zwischen körperlicher Aktivität und Motorik</i>	213
<i>Tabelle 6-6: Längsschnittstudien zum Zusammenhang zwischen körperlicher Aktivität und Motorik</i>	217
<i>Tabelle 6-7: Interventionsstudien zum Zusammenhang zwischen körperlicher Aktivität und Motorik</i>	218
<i>Tabelle 7-1: Entwicklungs- und Persönlichkeitsbereiche und deren Teilaspekte, die in der vorliegenden Untersuchung im Fokus stehen</i>	231
<i>Tabelle 8-1: : Projektschulen mit Auswahlkriterien</i>	239
<i>Tabelle 8-2: Zusammensetzung der jeweiligen Stichprobe bei den unterschiedlichen Tests</i>	241
<i>Tabelle 8-3: Alter in Monaten</i>	242
<i>Tabelle 8-4: Stichprobenverteilung der Probandengruppen</i>	243
<i>Tabelle 8-5: Körpergröße in cm</i>	244
<i>Tabelle 8-6: Körpergewicht in kg</i>	244
<i>Tabelle 8-7: BMI-Perzentile</i>	244
<i>Tabelle 8-8: Eingesetzte Testverfahren</i>	246
<i>Tabelle 8-9: Untertests des BOT 2 -sf</i>	248
<i>Tabelle 8-10: Beispielaussagen für die Teilbereiche der LSL</i>	258
<i>Tabelle 9-1: Eingesetzte Testverfahren</i>	269
<i>Tabelle 9-2: Motorische Leistung BOT 2 –sf (T-Werte)</i>	270
<i>Tabelle 9-3: Ausdauerleistungsfähigkeit 6-Minuten-Lauf (Z-Werte)</i>	271
<i>Tabelle 9-4: Beweglichkeit Sit and Reach-Test</i>	273
<i>Tabelle 9-5: Verbale Intelligenz (T-Werte)</i>	275
<i>Tabelle 9-6: Nonverbale Intelligenz (T-Werte)</i>	277
<i>Tabelle 9-7: Aufmerksamkeitsleistung bp-Test (T-Werte)</i>	278
<i>Tabelle 9-8: Anstrengungsbereitschaft - Lehrereinschätzliste (T-Werte)</i>	280
<i>Tabelle 9-9: Konzentration - Lehrereinschätzliste (T-Werte)</i>	281
<i>Tabelle 9-10: Selbständigkeit - Lehrereinschätzliste (T-Werte)</i>	283
<i>Tabelle 9-11: Sorgfalt - Lehrereinschätzliste (T-Werte)</i>	285
<i>Tabelle 9-12: Anzahl der Schritte an Wochentagen (Schritte)</i>	287
<i>Tabelle 9-13: Anzahl der Schritte an Wochenendtagen (Schritte)</i>	290
<i>Tabelle 9-14: Anzahl der Schritte gesamt (Schritte)</i>	292
<i>Tabelle 9-15: Anzahl der Aerobic-Steps gesamt (Schritte)</i>	294
<i>Tabelle 9-16: Veränderungen der Experimental- und Kontrollgruppe in den untersuchten Bereichen Motorik, Kognition und körperliche Aktivität</i>	300
<i>Tabelle 9-17: Zusammenhänge zwischen motorischen und konditionellen Fähigkeiten und Aspekten der Kognition</i>	302

<i>Tabelle 9-18: Zusammenhänge zwischen motorischen und konditionellen Fähigkeiten und Aspekten der Kognition</i>	<i>303</i>
<i>Tabelle 9-19: Zusammenhänge zwischen körperlicher Aktivität und motorischen Fähigkeiten</i>	<i>305</i>
<i>Tabelle 9-20: : Zusammenhänge zwischen körperlicher Aktivität und Aspekten der Kognition.....</i>	<i>307</i>
<i>Tabelle 9-21: Zusammenhänge zwischen körperlicher Aktivität und Aspekten der Kognition.....</i>	<i>309</i>
<i>Tabelle 9-22: Ergebnisse der Varianzanalysen zu den Interventionseffekten in den Bereichen Motorik und Kognition</i>	<i>335</i>
<i>Tabelle 9-23: Ergebnisse inferenzstatistischer Rechnungen im Bereich körperliche Aktivität</i>	<i>336</i>

Erklärung über die Eigenständigkeit der erbrachten wissenschaftlichen Leistung

Ich erkläre hiermit, dass ich die vorliegende Arbeit ohne unzulässige Hilfe Dritter und ohne Benutzung anderer als der angegebenen Hilfsmittel angefertigt habe. Die aus anderen Quellen direkt oder indirekt übernommenen Daten und Konzepte sind unter Angabe der Quelle gekennzeichnet.

Weitere Personen waren an der inhaltlichen materiellen Erstellung der vorliegenden Arbeit nicht beteiligt. Insbesondere habe ich hierfür nicht die entgeltliche Hilfe von Vermittlungs- bzw. Beratungsdiensten (Promotionsberater oder andere Personen) in Anspruch genommen. Niemand hat von mir unmittelbar oder mittelbar geldwerte Leistungen für Arbeiten erhalten, die im Zusammenhang mit dem Inhalt der vorgelegten Dissertation stehen.

Die Arbeit wurde bisher weder im In- noch im Ausland in gleicher oder ähnlicher Form einer anderen Prüfungsbehörde vorgelegt.

.....
(Ort, Datum)

.....
(Unterschrift)

Danksagung

An dieser Stelle möchte ich mich bei einigen Menschen bedanken, die mich bei der Erstellung dieser Dissertation begleitet und unterstützt haben.

Für ihren Beitrag im Rahmen der wissenschaftlichen Untersuchungen bedanke ich mich herzlich bei allen Schülerinnen und Schülern, Lehrerinnen und Lehrern der Projektschulen für ihr Engagement und die Mitarbeit während der Datenerhebung und der Interventionszeit.

Ein herzlicher Dank gilt allen studentischen Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern des Faches Sport, die die umfangreiche Datenerhebung ermöglichten.

Mein besonderer Dank gilt Prof. Dr. Renate Zimmer, die mir es ermöglichte, in einem sehr förderlichen Rahmen die vorliegende Arbeit zu schreiben. Sie war und ist mir zu jeder Zeit eine wichtige Ratgeberin, von der ich sowohl fachlich als auch menschlich profitiere. Prof. Dr. Antonis Kambas danke ich für die umfassende Betreuung und die gewinnbringende Zusammenarbeit, durch die die Idee der Arbeit entstand.

Außerdem danke ich Prof. Dr. Peter Elflein nicht nur für die Erstellung des Zweitgutachtens, sondern auch für eine freundliche und kollegiale Zusammenarbeit im Fachgebiet während meiner Promotionszeit.

Für die konstruktiven Ideen und freundlichen Gespräche, die mich sowohl fachlich als auch persönlich weiterbrachten, bedanke ich mich sehr herzlich bei Brigitte Ruploh, Nadine Madeira-Firmino und Mareike Sandhaus.

„Es fehlt noch ein Knopf, ehe der Rock schließt“

In diesem Sinne bedanke ich mich bei allen, die mir im Privaten liebe Wegbegleiter und Unterstützer sind.

Vielen Dank.