

C. Graf<sup>1</sup>, B. Koch<sup>1</sup>, S. Klippel<sup>1</sup>, S. Büttner<sup>1</sup>, S. Coburger<sup>3</sup>, H. Christ<sup>3</sup>, W. Lehmacher<sup>3</sup>, B. Bjarnason-Wehrens<sup>1</sup>, P. Platen<sup>1</sup>, W. Hollmann<sup>1</sup>, H.- G. Predel<sup>1</sup>, S. Dordel<sup>2</sup>

## Zusammenhänge zwischen körperlicher Aktivität und Konzentration im Kindesalter – Eingangsergebnisse des CHILT-Projektes

### *Correlation between physical activities and concentration in children – results of the CHILT project*

1 Institut für Kreislaufforschung und Sportmedizin, DSHS Köln

2 Institut für Sportdidaktik, DSHS Köln

3 Institut für medizinische Statistik, Informatik und Epidemiologie

#### Zusammenfassung

**Problemstellung:** Zwischen motorischen und kognitiven Fähigkeiten wird ein positiver Zusammenhang angenommen. Im CHILT-Projekt (s. S. 247) wurde dieser Zusammenhang zwischen Gesamtkörperkoordination und Ausdauer mit der Leistungsfähigkeit bei konzentrierter Tätigkeit an 12 Interventions- und 5 Kontrollschulen untersucht. Präsentiert werden die Ergebnisse der Eingangsuntersuchung. **Methoden:** Die Interventionsgruppe bestand aus 668 Kindern (51,0% Jungen; 49,0% Mädchen), die Kontrollgruppe aus 238 (58,0% Jungen, 42,0% Mädchen). Die Kinder waren durchschnittlich 6,85±0,48 Jahre alt, 123,52±5,64 cm groß, 24,95 ±4,84 kg schwer, BMI 16,26±2,31 kg/m<sup>2</sup>. Die Gesamtkörperkoordination wurde mithilfe des Körperkoordinationstest für Kinder (KTK), die Ausdauerleistungsfähigkeit mit dem 6-Minuten-Lauf und die Konzentration mit dem Differentiellen Leistungstest für Kinder der Eingangsstufe (DLKE) getestet. **Ergebnisse:** Die Kinder erreichten im KTK einen gesamtmotorischen Quotienten von 93,52±15,21 und liefen 838,84 ±112,63 m. Im Konzentrationstest bearbeiteten sie im Durchschnitt 733,73±84,76 Zeichen und machten 12,04±15,78 Fehler. Kein Zusammenhang zeigte sich mit der Ausdauerleistungsfähigkeit. Die Kinder, die quantitativ und qualitativ am besten im Konzentrationstest abschnitten, erreichten die höchsten gesamtkoordinativen Ergebnisse (quantitativ p<0,001; qualitativ p=0,002). **Diskussion:** Am ehesten ist dieser Zusammenhang neben einer belastungsinduzierten neurophysiologischen und hämodynamischen Aktivierung auf gemeinsame zerebrale Lern- und Steuerungsprozesse zurückzuführen. Die Ergebnisse unterstreichen die Bedeutung von körperlicher Aktivität im Kindesalter.

**Schlüsselwörter:** Körperliche Aktivität, Kinder, Konzentration, Koordination, Ausdauer

#### Einleitung

Körperliche Aktivität im Kindesalter wird zunehmend eingeschränkt. Untersuchungen von Bös (3) und Kleine (12) haben gezeigt, dass sich Kinder täglich nur noch zwischen einer und zwei Stunden pro Tag bewegen. Schon das Sitzen in der Schule und die zunehmende Reduktion des Schulsportes un-

#### Summary

**Introduction:** A positive relationship is assumed between motoric and cognitive abilities. In the course of the CHILT project, (s. p. 247) this relationship between overall body coordination and endurance with performance at concentrated activities was examined at twelve intervention schools and five control schools. The results of the entry examination will be presented. **Methods:** The intervention group consisted of 668 children (51.0% boys, 49.0% girls), the control group of 238 children (58.0% boys, 42.0% girls). The average age of the children was 6.85±0.48 years, their average height was 123.52±5.64 cm, they weighed 24.95±4.84 kg, and their BMI was 16.26±2.31 kg/m<sup>2</sup>. Body coordination was tested using the KTK (Körperkoordinationstest – body coordination test), endurance was determined by the 6-minute run, and concentration was examined using the DLKE (Differentieller Leistungstest für Kinder der Eingangsstufe – differential performance test for primary school children). **Results:** In the KTK the children achieved an overall motoric quotient of 93.52±15.21 and covered 838.84±112.63 m in the 6-minute run. In the concentration test they processed an average of 733.73±84.76 symbols and made 12.04±15.78 mistakes. The children who achieved the best quantitative and qualitative results in the concentration test yielded the highest overall coordination results (quantitatively p < 0.001; qualitatively p = 0.002). **Discussion:** This relationship can best be attributed to common cerebral learning and control processes, in addition to strain-induced neurophysiological and haemodynamic activation. The results support the important role of physical activity in childhood.

**Keywords:** Physical activity, children, concentration, coordination,

terstützt das Vorschreiten des Bewegungsmangels. Die Folgen finden sich im internistisch-orthopädischen Bereich (1) und in der psychosozialen und kognitiven Entwicklung (4).

Zusammenhänge zwischen kognitiven Fähigkeiten und Motorik wurden bereits von Piaget (15) postuliert. Eine Metaanalyse von 134 Untersuchungen zeigte zwar eine über-

wiegend positive Verbindung (5), die Ergebnisse sind aber nicht einheitlich. Die meisten der heute vorliegenden Untersuchungen wurden bei Erwachsenen durchgeführt. Inwiefern sie auch Gültigkeit für das Kindesalter haben, kann nach dem derzeitigen Wissensstand nicht beantwortet werden (6, 19). Das gilt auch für die Frage, inwiefern motorische Förderung Einfluss auf kognitive Fähigkeiten von Kindern zeigt. *Paschen et al.* (14) fanden in dem Projekt "Grundschulturnen" eine Überlegenheit der schulischen Leistungen derjenigen

ferentiellen Leistungstest für Kinder der Eingangsstufe der Grundschule (DLKE) als Konzentrationstest (11). Sämtliche genutzten Testverfahren haben sich als valide bzgl. ihrer Aussage für Kinder dieser Altersstufe erwiesen (2,17).

**Untersuchte Gruppen:**

Die Interventionsgruppe setzte sich aus 668 Kindern (51,0% Jungen; 49,0% Mädchen), die Kontrollgruppe aus 238 Kindern (58,0% Jungen, 42,0% Mädchen) zusammen. Die anthropometrischen Daten zeigt Tabelle 1.

Tabelle 1 Anthropometrische Daten der Kontroll- und der Interventionsgruppe. MW = Mittelwert, s = Standardabweichung, n.s.= nicht signifikant.

		N	Minimum	Maximum	MW	s
Interventionskinder	Alter (J.)	578	5,70	8,84	6,70	0,42
	p-Wert				p<0,001	
Kontrollkinder	Alter (J.)	229	6,21	9,01	7,21	0,45
	p-Wert					
Interventionskinder	Größe (cm)	558	105,00	138,00	122,72	5,36
	p-Wert				p<0,001	
Kontrollkinder	Größe (cm)	225	109,50	14,00	125,51	5,84
	p-Wert					
Interventionskinder	Gewicht (kg)	558	15,50	45,50	24,47	4,59
	p-Wert				p<0,001	
Kontrollkinder	Gewicht (kg)	225	17,50	50,50	26,12	5,25
	p-Wert					
Interventionskinder	BMI (kg/m <sup>2</sup> )	558	10,16	27,99	16,17	2,27
	p-Wert				n.s.	
Kontrollkinder	BMI (kg/m <sup>2</sup> )	225	12,13	24,94	16,47	2,42
	p-Wert					

**Ein- und Ausschlusskriterien:**

Die Kinder wurden nur bei Vorliegen einer elterlichen Einverständniserklärung untersucht. Akute Erkrankungen oder Verletzungen zum Untersuchungszeitpunkt galten als Ausschlusskriterium. Die übrigen Kinder wurden in die im Folgenden genannten Untersuchungen miteinbezogen.

**Erhebung der anthropometrischen Daten der Kinder:**

Die Kinder wurden gebeten, die Schuhe auszuziehen. Anschließend wurden sie gewogen (Seca-Waage 761) und gemessen (Maßstab Seca 225). Für die leichte Turnbekleidung wurden später 500 g abgezogen. Aus den gewonnenen Daten wurde der BMI nach der Formel Körpergewicht in kg zum Quadrat der Körpergröße in m (kg/m<sup>2</sup>) berechnet.

Schüler, die 18 Monate lang 20 Minuten tägliche Bewegungszeit absolvierten. Ähnliche Untersuchungen bestätigten diese Beobachtung (19,20). Allerdings können solche Ergebnisse nur vorsichtig interpretiert werden, da die Schulnote letztendlich eine subjektive Bewertung ist.

In der folgenden Studie soll im Rahmen der Eingangsuntersuchung des CHILT (= Children's-Health Interventional-Trial)-Projektes der Zusammenhang zwischen Bewegung und Kognition am Beispiel der Konzentrationsfähigkeit aufgezeigt werden.

**Untersuchungsgut und Methoden**

CHILT stellt eine prospektive Interventionsstudie für Grundschulen dar, die sich aus der Kombination von Gesundheitsunterricht und mehr Bewegung zusammensetzt. Die Intervention dauert über die gesamte Grundschulzeit der Kinder an. Derzeit findet das Programm an 12 Schulen statt (ausführlich in 8). Im Rahmen der vorliegenden Arbeit werden ausgewählte Ergebnisse der Eingangsuntersuchungen vorgestellt.

**Untersuchungen:**

Die Untersuchungen der Interventionsgruppe wurden von September 2001 bis Februar 2002, die der Kontrollschulen von Dezember 2001 bis April 2002 durchgeführt. Aufgrund dieser zeitlichen Verzögerung wurden die Gruppen getrennt betrachtet. In diesem Rahmen wurden die anthropometrischen Daten bestimmt. Anschließend absolvierten die Kinder den Koordinationstest für Kinder (KTK) zur Beurteilung der Gesamtkörperkoordination (17), einen 6-Minuten-Lauf (2) zur Erfassung der Ausdauerleistungsfähigkeit sowie den dif-

**Körperkoordinationstest für Kinder (KTK):**

Zur Durchführung des KTK wurden die Kinder in Kleingruppen aus dem Unterricht geholt. Jeder der 4 KTK-Items (Balancieren Rückwärts, monopedaless Überhüpfen, seitliches Hin- und Herspringen sowie seitliches Umsetzen) wurde nur einem Kind zugeordnet. Daraus wird in Abhängigkeit vom Alter der sog. Gesamtmotorische Quotient (MQ) berechnet. Dieser erlaubt eine Einschätzung der Gesamtmotorik in "nicht möglich" (MQ < 56), "gestört" (MQ 56 bis 70), "auffällig" (MQ 71 bis 85), "normal" (MQ 86 bis 115), "gut" (MQ 116 bis 130) und "hoch" (MQ 131 bis 145; 17). Definitionsgemäß wird die Sparte "nicht möglich" der Sparte "gestört" zugeordnet.

**6-Minuten-Lauf**

In Kleingruppen (bis zu 8 Kindern) liefen die Kinder 6 Minuten lang eine definierte Strecke von 54 m. Die Runden wurden gezählt und anschließend zusätzlich zu den darüber hinaus gelaufenen Metern addiert. Danach erfolgt eine Einschätzung nach *Beck et al.* (2) in Abhängigkeit der gelaufenen Meterzahl, Alter und Geschlecht in sehr gut, gut, befriedigend, ausreichend und mangelhaft.

**Differentieller Leistungstest für Kinder der Eingangsstufe der Grundschule (DLKE)**

Der DLKE ist ein Figurendurchstreichtest, der 1974 von *Kleber und Kleber* entwickelt wurde (11). Er dient der Erfassung

des Leistungsverhaltens bei konzentrierter Tätigkeit für Kinder zwischen 5 und 7 Jahren.

Auf vorgegebenen Testbögen werden die Kinder angehalten, vorgegebene Bildsymbole zu markieren. Sogenannte relevante Zeichen werden durchgestrichen, sogenannte irrelevante Zeichen punktiert. Zunächst wird an einem Übungsblatt geübt. Anschließend werden in 10 Intervallen à 90 Sekunden die Testbögen bearbeitet. Danach werden die Zeichen ausgezählt, um eine Aussage über die Quantität treffen zu können. Die dazu ins Verhältnis gesetzte Fehlerzahl gibt Auskunft über die Qualität der Leistung. Anhand normierter Tabellen wird das Ergebnis der quantitativen und qualitativen Leistung in 5 Kategorien ("weit überdurchschnittlich", "überdurchschnittlich", "durchschnittlich", "unterdurchschnittlich", "weit unterdurchschnittlich") eingeteilt (11). Da die Kinderzahl in der Gruppe "weit unterdurchschnittlich" sehr gering war, wurden sie der Gruppe "unterdurchschnittlich" zugeordnet. Die Kinder, die bereits 8 Jahre alt waren, wurden in der Auswertung nicht berücksichtigt.

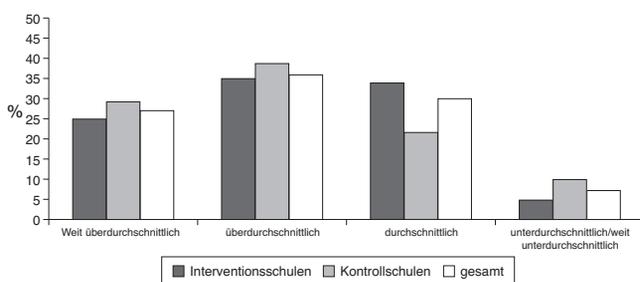


Abbildung 1: Verteilung der Ergebnisse der quantitativen Leistung des DLKEs in %.

## Statistische Analyse

Die Daten wurden in einer Accessdatenbank gesammelt, die statistische Auswertung mit SPSS 10.0 durchgeführt. Zunächst erfolgte die deskriptive Statistik zur Erhebung der Mittelwerte ( $\bar{x}$ ), Standardabweichung ( $s$ ) sowie der minimalen ( $\min$ ) und maximalen ( $\max$ ) Werte bzgl. der anthropometrischen Daten und Ergebnisse der sportmotorischen und konzentrativen Testverfahren. Eine mehrfaktorielle Kovarianzanalyse (ANCOVA) diente der Erfassung von Unterschieden bzgl. einzelner Merkmale in Gruppen (z.B. MQ in verschiedenen Klassifizierungen des DLKEs), adjustiert auf das Alter und Geschlecht. Korrelationen wurden nach Pearson berechnet. Als signifikant wurde ein Niveau von  $p \leq 0,05$  angenommen.

## Ergebnisse

### Anthropometrische Daten

Die anthropometrischen Daten sind in Tabelle 1 aufgeführt. Die Kontrollkinder waren signifikant älter, größer und schwerer (jeweils  $p < 0,001$ ) als die Interventionskinder. Der BMI unterschied sich nicht signifikant ( $p = 0,095$ ).

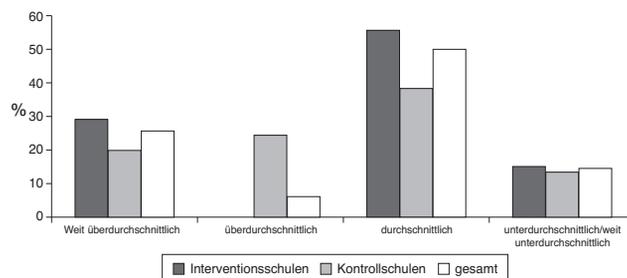


Abbildung 2: Verteilung der Ergebnisse der qualitativen Leistung des DLKEs in %.

## KTK

Im Mittel erreichten 776 Kinder einen gesamtmotorischen Quotienten von  $93,52 \pm 15,21$  (45 bis 139). Es zeigte sich kein signifikanter Unterschied zwischen den Interventions- und den Kontrollkindern ( $93,49 \pm 15,01$  vs.  $93,58 \pm 15,75$ ;  $p = 0,944$ ). Insgesamt lagen 31,0% der Kinder unterhalb des normalen Bereichs.

## 6-Minuten-Lauf

Durchschnittlich liefen 754 Kinder  $838,84 \pm 112,63$  m (354 bis 1158). Die Interventionskinder unterschieden sich nicht auffällig von den Kontrollkindern ( $835,24 \pm 110,87$  vs.  $847,32 \pm 116,48$ ;  $p = 0,187$ ). 24,2% lagen unterhalb des normalen Bereichs.

## DLKE

724 Kinder führten den Konzentrationstest durch. Die Aufteilung zeigt Tabelle 2. Die Klassifizierung zeigen die Abbildungen 1 und 2.

In den Interventionsschulen zeigte sich keine Korrelation bei den Jungen zwischen dem Gesamt-MQ und den bearbeiteten Zeichen bzw. gemachten Fehlern.

Dagegen zeigte sich ein schwacher positiver Zusammenhang bei den Mädchen zwischen einem höheren MQ und den bearbeiteten Zeichen ( $r = 0,169$ ;  $p = 0,011$ ) und ein negativer zwischen MQ und den gemachten Fehlern ( $r = -0,149$ ;  $p = 0,035$ ).

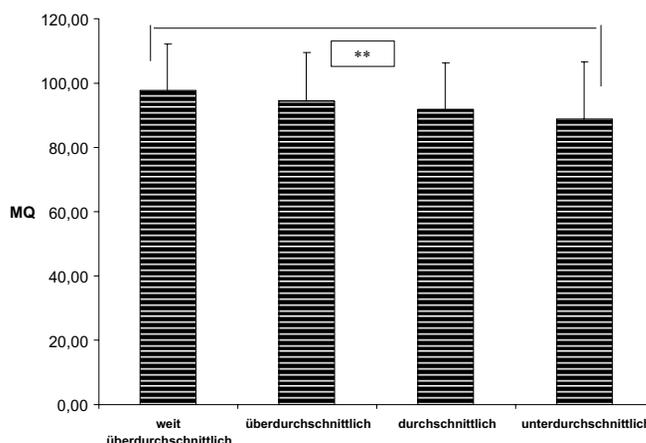


Abbildung 3: Motorischer Quotient (MQ) als Ausdruck der Gesamtkörperkoordination in Bezug zur Klassifikation der quantitativen Leistung des DLKEs. Vergleich über allen DLKE-Klassen: \*\* =  $p < 0,01$

In den Kontrollschulen zeigte sich weder bei den Jungen noch bei den Mädchen eine Korrelation zwischen dem Gesamt-MQ und den bearbeiteten Zeichen bzw. gemachten Fehlern.

Insgesamt unterschieden sich die verschiedenen DLKE-Klassen auffällig voneinander ( $p < 0,001$ ). Dabei wiesen die Kinder, die in der quantitativen Leistung "weit überdurchschnittlich" abschnitten, die besten Ergebnisse im KTK auf. Dies betraf sowohl die Interventions- ( $p = 0,007$ ) als auch die Kontrollkinder ( $p = 0,015$ ; Abb. 1). Der Effekt blieb auch nach Adjustierung auf das Alter erhalten. Kein Einfluss zeigte sich bzgl. der Ausdauerleistungsfähigkeit.

Tabelle 2 Ergebnisse des DLKEs der Interventionskinder, Kontrollkinder und Gesamt. MW = Mittelwert, s = Standardabweichung, n.s. = nicht signifikant.

		Gesamtzeichen		Fehler	
		MW	s	MW	s
Interventionskinder	Mädchen	739,3	186,15	11,04	12,7
	versus Jungen	n.s.		$p = 0,002$	
	Gesamt	727,71	175,13	15,51	17,86
versus		n.s.		$p = 0,001$	
Kontrollkinder	Mädchen	714,32	202,97	9	18,36
	versus Jungen	n.s.		n.s.	
	Gesamt	750,76	188,15	9,03	12,83
		734,4		195,3	
Gesamt	Mädchen	732,7	190,76	10,45	14,56
	Jungen	734,69	179,23	13,46	16,69
	Gesamt	733	84,8	12,04	15,78

Auch bzgl. der qualitativen Leistung unterschieden sich die Klassen im Vergleich ( $p = 0,002$ ). Die Kinder, die in der qualitativen Leistung weit überdurchschnittlich und überdurchschnittlich abschnitten, erreichten ebenfalls die besseren Resultate im KTK. Dies betraf sowohl die Interventionskinder ( $p = 0,027$ ) als auch die Kontrollkinder ( $p = 0,050$ ; Abb. 2). Der Effekt blieb bei den Interventionskindern auch nach Adjustierung auf das Alter erhalten, bei den Kontrollkindern noch tendenziell ( $p = 0,052$ ). Wieder war kein Zusammenhang mit der Ausdauerleistungsfähigkeit nachweisbar.

## Diskussion

Im Rahmen der hier vorgestellten Untersuchung wurde als Teilaspekt der kognitiven Fähigkeiten die Leistungsfähigkeit bei konzentrierter Tätigkeit untersucht. Nach *Gabler (7)* besteht ein enger Zusammenhang zwischen der Fähigkeit des Sich-konzentrieren-Könnens mit anderen kognitiven Prozessen.

Die Kinder, die im Konzentrationstest quantitativ und qualitativ am besten abschnitten, wiesen die besseren gesamtkoordinativen Ergebnisse auf. Allerdings müssen diese Resultate vorsichtig interpretiert werden, da besonders in der qualitativen Leistung deutliche Unterschiede zwischen Jungen und Mädchen bestanden. Die Mädchen mit einem höheren Ergebnis der Gesamtkörperkoordination arbeiteten schneller und machten weniger Fehler. Auch *Kleber und Kleber (11)* fanden einen Unterschied zwischen Mädchen und

Jungen, der die quantitative und die qualitative Leistungsfähigkeit betraf, und führten diesen auf den Lernvorsprung von Mädchen in diesem Alter zurück. Dagegen ist die Tatsache, dass die Kontrollkinder weniger Fehler machten als die Interventionskinder, am ehesten auf den Altersunterschied zurückzuführen, auch wenn sich in der diesem Test zugrundeliegenden Untersuchung keine Altersabhängigkeit zeigte. Dass dieser Effekt hauptsächlich bei den Jungen zu finden war, kann möglicherweise darauf beruhen, dass der Lernvorsprung der Mädchen zunehmend aufgeholt wird. Möglicherweise spielen aber auch geschlechtsbezogene Temperamentsunterschiede eine Rolle.

Der Gefahr, dass die Kinder mit einer schlechteren Konzentrationsfähigkeit sich auch im Rahmen der Testsituation leichter ablenken lassen und möglicherweise deshalb schlechtere Ergebnisse erzielen, wurde durch eine ruhige Testatmosphäre mit nur 2 bis 3 zu untersuchenden Kindern entgegengewirkt. Trotzdem ist denkbar, dass Kinder mit einer hohen Ablenkbarkeit auch beim motorischen Lernen unaufmerksamer sind und so Defizite entstehen. Zu einer solchen Hypothese sind aber derzeit keine Studien bekannt.

Allerdings deuten trotz dieser kritischen Betrachtungen die Ergebnisse auf eine Verbindung zwischen konzentrativer und koordinativer Leistungsfähigkeit hin.

Dieser mögliche Zusammenhang ist durch die enge Verschaltung zerebraler Zentren denkbar (9,10). So ist beispielsweise das Kleinhirn sowohl bei dem Erlernen motorischer Fertigkeiten wie auch bei kognitiven Leistungen involviert (18). Die Aktivierung zerebraler Zentren im Rahmen motorischer Handlungen "trainiert" diese möglicherweise derart, dass sie auch in anderen Situationen, z.B. bei konzentrierter Tätigkeit, besser funktionieren. Darüber hinaus führt Bewegung zu einer erhöhten regionalen zerebralen Durchblutung

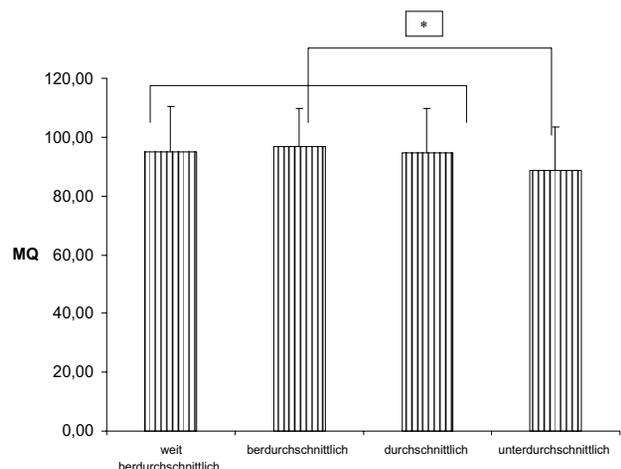


Abbildung 4: Motorischer Quotient (MQ) als Ausdruck der Gesamtkörperkoordination in Bezug zur Klassifikation der qualitativen Leistung des DLKEs. Vergleich über allen DLKE-Klassen: \* =  $p < 0,05$

sowie gesteigerten Stoffwechselaktivität (9,10), die ebenfalls zu einer verbesserten kognitiven Leistungsfähigkeit beitragen können. Denkbar ist auch, dass belastungs- oder trainingsinduzierte Veränderungen der Neurotransmitter zu einer erhöhten Aufmerksamkeit beitragen (Übersicht in 13).

Kein Zusammenhang zeigte sich mit der Ausdauerleistungsfähigkeit, der zum einen auf das zumeist mangelnde Interesse von jüngeren Kindern an Ausdauerbelastungen bzw. -sportarten zurückgeführt werden kann. Zum anderen hängt eine Verbesserung der Ausdauerleistungsfähigkeit primär mit physiologischen und weniger mit Lern- und Steuerungsprozessen zusammen.

Eine endgültige Aussage über die Verbindung zwischen Motorik und Kognition/Konzentration für das Kindesalter ist allerdings derzeit noch nicht möglich. Trotzdem unterstreichen unsere Untersuchungsergebnisse die Forderung nach mehr und gezielterer Bewegung im Kindes- und Jugendalter, z.B. im Schulalltag und Sportunterricht. Dass dies auch zu keiner Vernachlässigung anderer Schulfächer führt, konnte u.a. im SPARK-(Sports, Play & Active Recreation for Kids) Projekt gezeigt werden. Zusätzlich zum Unterricht durchgeführte Bewegung führte trotz geringerer Unterrichtszeit nicht zu einer Verschlechterung der schulischen Leistung (16). Vielmehr konnten *Dordel et al.* (4) bei Drittklässlern die positive Wirkung von vermehrter Bewegung auf die Aufmerksamkeitsleistung im Verlauf des Schulvormittags zeigen.

Sicherlich besteht in diesem Gebiet noch Forschungsbedarf. Neben Querschnittsanalysen fehlen insbesondere Längsschnittstudien, die Aufschluss über die tatsächliche Bedeutung dieser Zusammenhänge geben können. Trotzdem sollte auch dieser Aspekt in der konsequenten Empfehlung und Förderung von körperlicher Aktivität im Kindesalter berücksichtigt werden.

## Literatur

1. Arbeitsgemeinschaft Adipositas im Kindesalter. Leitlinien 2000; S. 1-36
2. *Beck J, Bös K*: Normwerte der motorischen Leistungsfähigkeitsfähigkeit. Köln: Sport und Buch Strauß (1995)
3. *Bös K*: Kinder und Jugendliche brauchen Sport! In *Bös K, Schott N*: Kinder brauchen Bewegung – leben mit Turnen, Sport, Spiel. Band 117; Hamburg: Czwalina Verlag (1999) 29-47.
4. *Dordel S, Breithecker D*: Bewegte Schule als Chance einer Förderung der Lern- und Leistungsfähigkeit. *Haltung und Bewegung* 2003; 2: (in press).
5. *Etnier JL, Salazar W, Landers DM, Petruzzello SJ, Han M, Nowell P*: The influence of physical fitness and exercise upon cognitive functioning: a meta-analysis. *J Sport Exerc Psychol* 19 (1997) 249-277.
6. *Folkins CH, Sime WE*: Physical fitness training and mental health. *American Psychologist* 36 (1981) 373-389.
7. *Gabler H*: Kognitive Aspekte sportlicher Handlungen. In: *Gabler H, Nitsch J, Sinne R*: Einführung in die Sportpsychologie. Teil 1: Grundlagen. Schorndorf Hoffmann-Verlag (2000) 165-195.
8. *Graf C, Koch B, Kretschmann-Kandel E, Falkowski G, Christ H, Coburger S, Lehmann W, Bjarnason-Wehrens B, Platen P, Tokarski W, Predel HG, Dordel S*: Correlation between BMI, leisure habits and motor abilities in childhood (CHILT-Project). (2003) *Int J Obes im Druck*.
9. *Hollmann W, Strüder HK*: Gehirn, Psyche und körperliche Aktivität. *Der Orthopäde* 29 (2000) 948-956.
10. *Hollmann W*: Bewegungsgedächtnis. In *Hollmann W, Hettinger T* (Hrsg.): *Sportmedizin*. 4. Auflage. Schattauer Verlag. Stuttgart New York, 2000, 136-137.
11. *Kleber DW, Kleber G*: Differentieller Leistungstest-KE (DL-KE) – Test zur Erfassung des Leistungsverhaltens bei konzentrierter Tätigkeit für die Eingangsstufe der Grundschule. Göttingen Hogrefe; Braunschweig Westermann. 1974
12. *Kleine W*: Tausend gelebte Kindertage. Forschungsbericht 1998 bis 2000. Deutsche Sporthochschule Köln
13. *Meeussen R, Piacentini MF, Kempnaers F, Busschaert B, De Schutter G, Buyse L, De Meirleir K*: Neurotransmitter im Gehirn während körperlicher Belastung. *Dtsch Z Sportmed* 52 (2001) 361-368.
14. *Paschen K*: Die tägliche Bewegungszeit in der Grundschule. Schorndorf Hoffmann-Verlag, 1971, 1-177.
15. *Piaget J*: The origins of intelligence in children. New York: University Press New York. 1936
16. *Sallis JF, McKenzie TL, Kolody B et al*: Effects of health-related physical education on academic achievement: project spark. *Res Quart Exerc Sport* 70 (1999) 127-134.
17. *Schilling F*: Körperkoordinationstest für Kinder. KTK. Manual. Weinheim Beltz Test GmbH, 1974.
18. *Seitz RJ*: Motorisches Lernen: Untersuchungen mit der funktionellen Bildgebung. *Dtsch Z Sportmed* 52 (2001) 343-349.
19. *Shephard RJ*: Curricular physical activity and academic performance. *Pediatr Exerc Sci* 9 (1997) 113-126.
20. *Warwitz S*: Körperliche und geistige Gewandtheit und der Zusammenhang zwischen der allgemeinen körperlichen und geistigen Leistungsfähigkeit. *Die Leibeserziehung* 10 (1968) 341-345.

Korrespondenzadresse:

Dr. med. Christine Graf

Institut für Kreislaufforschung und Sportmedizin

Deutsche Sporthochschule Köln

Carl-Diem-Weg 6

50933 Köln

Fax 0221/4912906

E-mail: C.Graf@dshs-koeln.de