

DISSERTATION

 TECHNISCHE UNIVERSITÄT CHEMNITZ

Entwicklung eines Koordinationstests  
für Kinder im Grundschulalter  
und dessen Validierung  
mit Hilfe biomechanischer Methoden



Beate  
Prätorius

 Cuvillier Verlag Göttingen

Beate Prätorius

**Entwicklung eines Koordinationstests  
für Kinder im Grundschulalter  
und dessen Validierung  
mit Hilfe biomechanischer Methoden**

 Cuvillier Verlag Göttingen

### **Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek**

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.ddb.de> abrufbar.

1. Aufl. - Göttingen : Cuvillier, 2008

Zugl.: (TU) Chemnitz, Univ., Diss., 2008

978-3-86727-566-8

© CUVILLIER VERLAG, Göttingen 2008

Nonnenstieg 8, 37075 Göttingen

Telefon: 0551-54724-0

Telefax: 0551-54724-21

[www.cuvillier.de](http://www.cuvillier.de)

Alle Rechte vorbehalten. Ohne ausdrückliche Genehmigung des Verlages ist es nicht gestattet, das Buch oder Teile daraus auf fotomechanischem Weg (Fotokopie, Mikrokopie) zu vervielfältigen.

1. Auflage, 2008

Gedruckt auf säurefreiem Papier

978-3-86727-566-8

## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung.....</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Theoretischer Hintergrund und Literaturbesprechung.....</b>	<b>5</b>
2.1	Motorische Defizite bei Kindern	
2.1.1	Die Bedeutung von Bewegung und Bewegungsmangel.....	6
2.1.2	Veränderungen motorischer Leistungsfähigkeit bei Kindern .....	17
2.2	Physiologische Entwicklung koordinativer Fähigkeiten .....	21
2.3	Der Koordinationsbegriff und Strukturierungsansätze	
2.3.1	Begriffsbestimmung und Bedeutung koordinativer Fähigkeiten.....	33
2.3.2	Theoretische Modelle und Strukturierungsansätze .....	36
2.4	Motorische Testverfahren und deren Güte	
2.4.1	Gütekriterien für motorische Testverfahren.....	55
2.4.2	Darstellung und Diskussion verfügbarer Testverfahren.....	78
2.4.3	Kritische Betrachtung eines ausgewählten Koordinationstests .....	85
<b>3</b>	<b>Zielstellung der Arbeit .....</b>	<b>91</b>
<b>4</b>	<b>Entwicklung eines Koordinationstests für Kinder .....</b>	<b>93</b>
4.1	Darstellung und Begründung konzeptioneller Grundlagen.....	93
4.2	Fünf koordinative Fähigkeiten als Basis für fünf Testaufgaben	
4.2.1	Differenzierungsfähigkeit .....	99
4.2.2	Rhythmusfähigkeit .....	101
4.2.3	Gleichgewichtsfähigkeit .....	103
4.2.4	Orientierungsfähigkeit.....	105
4.2.5	Reaktionsfähigkeit .....	108
4.3	Beschreibung des entwickelten Koordinationstests für Kinder	
4.3.1	Test der Differenzierungsfähigkeit .....	112
4.3.2	Test der Rhythmusfähigkeit .....	113
4.3.3	Test der Gleichgewichtsfähigkeit .....	114
4.3.4	Test der Orientierungsfähigkeit.....	115
4.3.5	Test der Reaktionsfähigkeit .....	116

4.4	Validierung des Tests mit biomechanischen Methoden	
4.4.1	Validierung des Tests der Differenzierungsfähigkeit .....	117
4.4.2	Validierung des Tests der Rhythmusfähigkeit .....	118
4.4.3	Validierung des Tests der Gleichgewichtsfähigkeit .....	122
4.4.4	Validierung des Tests der Orientierungsfähigkeit.....	128
4.4.5	Validierung des Tests der Reaktionsfähigkeit .....	133
4.5	Prüfung weiterer Anforderungen und Gütekriterien	
4.5.1	Abhängigkeit der Testleistung von den konditionellen Fähigkeiten .....	137
4.5.2	Objektivität.....	140
4.5.3	Reliabilität.....	143
4.5.4	Normierung.....	145
4.5.5	Vergleichbarkeit.....	148
<b>5</b>	<b>Diskussion und Ausblick</b>	
5.1	Diskussion konzeptioneller Entscheidungen .....	152
5.2	Diskussion von Entwicklung und Validierung des Tests (KiKo)	
5.2.1	Test der Differenzierungsfähigkeit .....	157
5.2.2	Test der Rhythmusfähigkeit .....	157
5.2.3	Test der Gleichgewichtsfähigkeit .....	158
5.2.4	Test der Orientierungsfähigkeit.....	159
5.2.5	Test der Reaktionsfähigkeit .....	162
5.3	Diskussion weiterer Gütekriterien und Anforderungen	
5.3.1	Abhängigkeit der Testleistung von konditionellen Fähigkeiten .....	163
5.3.2	Objektivität des Kinder-Koordinationstests.....	164
5.3.3	Reliabilität des Kinder-Koordinationstests.....	167
5.3.4	Normierung des Kinder-Koordinationstests.....	168
5.3.5	Nützlichkeit des Kinder-Koordinationstests .....	169
5.3.6	Ökonomie des Kinder-Koordinationstests.....	169
5.3.7	Vergleichbarkeit des Kinder-Koordinationstests.....	170
5.4	Abschließende Beurteilung und Ausblick .....	172
<b>6</b>	<b>Zusammenfassung.....</b>	<b>173</b>
<b>7</b>	<b>Literaturverzeichnis .....</b>	<b>176</b>

## Erklärungen

Immer, wenn in dieser Arbeit von Schülern oder Probanden gesprochen wird, sind auch Schülerinnen und Probandinnen gemeint. Auf die weibliche Form wird lediglich aus Gründen der Lesbarkeit verzichtet. Der Autorin liegt jegliche Form der Diskriminierung fern.

In dieser Arbeit wird häufig von Sachverhalten gesprochen, die für die Motorik oder sportmotorische Tests im Allgemeinen Geltung haben. Da Koordinationsfähigkeit neben Kraft- und Ausdauerfähigkeit sowie Beweglichkeit als ein Teilbereich der Motorik verstanden wird, gelten Aussagen, die über Motorik oder sportmotorische Tests getätigt werden, falls nicht anders angegeben, immer auch für Koordination oder Koordinationstests.

Bei allen im Rahmen dieser Dissertation vorgestellten Ergebnissen werden Korrelationen mit dem dazugehörigen Signifikanzniveau angegeben. Mit „\*“ gekennzeichnete Korrelationen sind auf 0.05 – Niveau und mit „\*\*“ gekennzeichnete Korrelationen auf dem 0.01 – Niveau signifikant.

**Die für die Durchführung des im Rahmen dieser Arbeit entwickelten Testverfahrens notwendigen Materialien (Testmanual & Musik-Datei) sind im Internet unter <http://home.arcor.de/prb/KiKo/> frei zum Download verfügbar.**



# 1 Einleitung

Innerhalb der vorliegenden Dissertationsschrift wird unter Berücksichtigung verschiedener theoretischer und aktueller Inhaltsbereiche die Entwicklung eines neuen Koordinationstests für Kinder dargestellt. Der Schwerpunkt liegt auf der Validierung des Tests mit Hilfe biomechanischer Methoden. Der Aufbau der Arbeit wird schematisch in Abbildung 1 veranschaulicht.

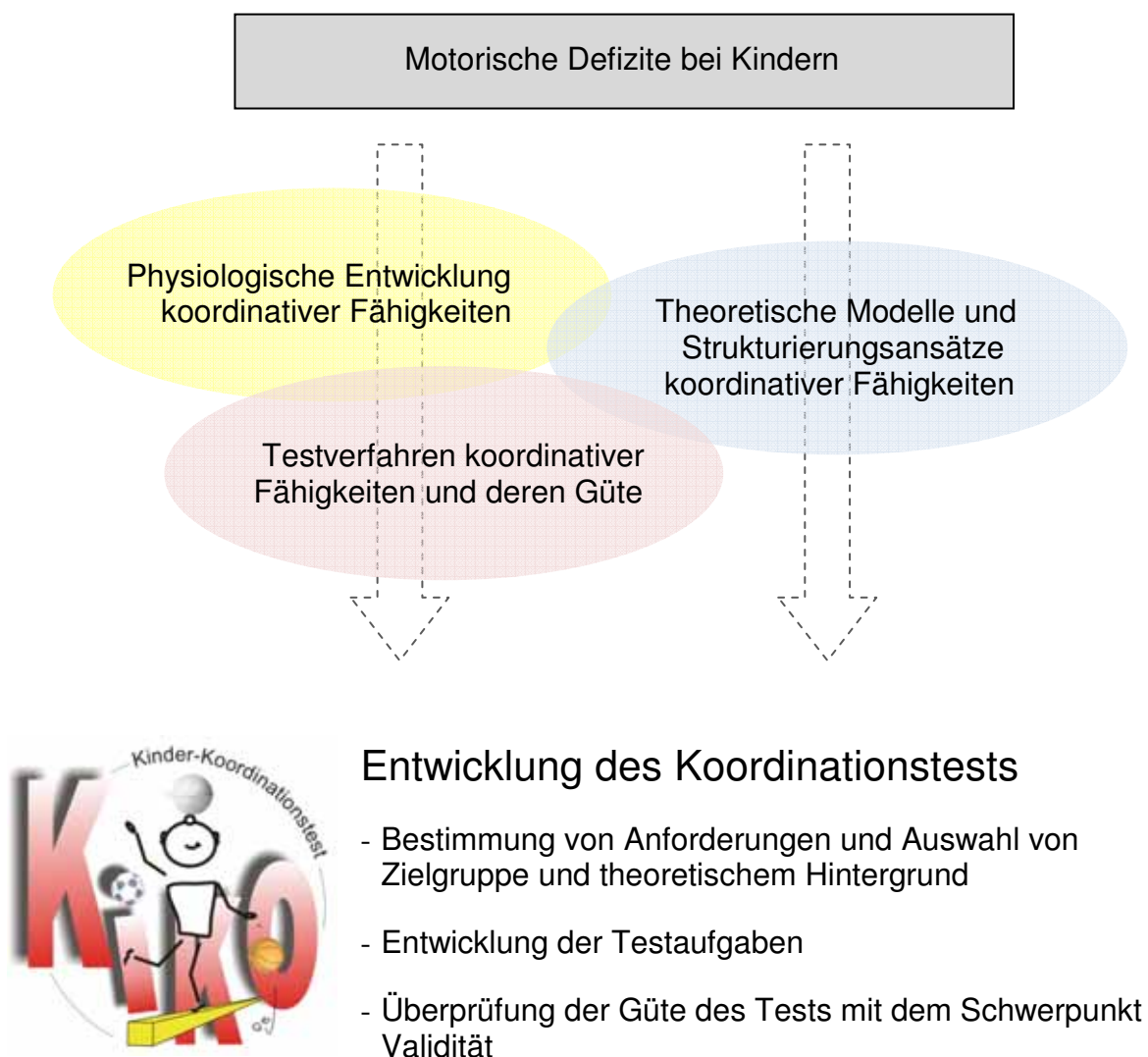


Abbildung 1: Aufbau der Dissertation: Aufgrund der Diskussion um motorische Defizite bei Kindern wird unter Berücksichtigung der Inhaltsbereiche Entwicklungsphysiologie, Modelle zur Koordination und vorhandener Testverfahren und deren Gütekriterien ein neuer Koordinationstest für Kinder entwickelt.



Die Veranlassung, den Inhaltsbereich Kinder- und Jugendsport intensiv zu thematisieren und gleichzeitig die Basis dieser Arbeit bildet die Tatsache, dass der Begriff „motorische Leistungsfähigkeit“ heute in Praxis und Wissenschaft viel zitiert wird. Es ist von einem dramatischen Leistungsrückgang motorischer Fähigkeiten zu lesen oder davon, dass Kinder und Jugendliche heute „fett statt fit“ seien. Wenngleich diese Aussagen, die sowohl von Praktikern geäußert als auch durch wissenschaftliche Arbeiten gestützt werden, differenziert betrachtet werden müssen, lässt sich eine Tendenz zu Veränderungen motorischer Leistungsfähigkeit und zu zunehmenden gesundheitlichen Defiziten schon im Kindesalter nicht leugnen. Bislang fehlt es an bundesweiten epidemiologischen Untersuchungen mit validen Daten und einzelne Parameter weisen eine große Spannweite auf. Der allgemeine Trend zur Verschlechterung motorischer und gesundheitlicher Aspekte kommt aber deutlich zum Ausdruck: 30 - 40% der deutschen Kinder und Jugendlichen haben Koordinationsstörungen, 40 - 60% Haltungsschwächen oder -schäden, 20 - 40% haben Kreislaufregulationsstörungen und 20 - 40% der Heranwachsenden werden als übergewichtig bewertet (Ketelhut, 2005, Oltersdorf, 2002, Rusch, 2002, Schmidt, 2003a). Der Erste Deutsche Kinder- und Jugendsportbericht 2003 fasst alarmierend zusammen: „(...) ca. 10 - 20% der Kinder und Jugendlichen in Deutschland können als gravierend gesundheitlich belastet – im Sinne von längerfristig interventions- bzw. behandlungsbedürftig – eingeschätzt werden“ (Sygusch in: Schmidt W. 2003, S.65). Eigene Studien weisen ähnliche Ergebnisse auf: 38% der untersuchten Kinder und Jugendlichen im Alter von 6 - 13 Jahren zeigen koordinative Auffälligkeiten, 19% gelten als übergewichtig (Prätorius, 2004).

Das vermehrte Auftreten von gesundheitlichen und motorischen Defiziten bei Kindern veranlasst in den letzten Jahren die Sportwissenschaft, sich mit dem Thema auch in der Forschung zu befassen. Eine adäquate Auseinandersetzung erfordert zwingend die Analyse theoretischer Grundlagen. Dies ist sowohl im allgemeinen Bereich des Kinder- und Jugendsports als auch im Speziellen für die Entwicklung eines Koordinationstests notwendig. Im zweiten Kapitel werden daher Grundlagen und aktuelle Ergebnisse sowohl allgemeiner als auch spezieller Natur diskutiert, um die Entwicklung des Koordinationstests mit wissenschaftlichen Erkenntnissen

zu untermauern und erforderliche Entscheidungen für die Entwicklung begründen zu können. Zunächst wird die aktuelle Literatur über die Ursachen motorischer Defizite und die Veränderung der motorischen Leistungsfähigkeit von Kindern diskutiert (Kapitel 2.1). Wenngleich keine einheitliche Einschätzung der Situation vorliegt, wird doch die Notwendigkeit zu einer intensiven Behandlung des Themenbereichs deutlich. Der weiteren Zunahme motorischer Defizite muss entgegengewirkt werden.

Der zweite Einfluss nehmende Aspekt beinhaltet die entwicklungsphysiologischen Grundlagen im Kindes- und Jugendalter (Kapitel 2.2). Es wird verdeutlicht, dass aufgrund des herausragenden neuronalen Entwicklungsfortschrittes bis zum Alter von ca. elf bis zwölf Jahren eine Fokussierung koordinativer Fähigkeiten im Vordergrund stehen muss.

Eine wissenschaftliche Auseinandersetzung mit koordinativen Fähigkeiten erfordert über die Diskussion der aktuellen wissenschaftlichen Literatur zum Thema „Motorische Fähigkeiten“ und entwicklungsphysiologischer Grundlagen hinaus eine differenzierte und kritische Betrachtung des konzeptionellen Hintergrundes. Das dritte Themengebiet, das als Basis der Testentwicklung analysiert wird, behandelt daher theoretische Modelle und Strukturierungsansätze von Koordinationsfähigkeit (Kapitel 2.3). Die Auswahl des theoretischen Modells, auf das sich die Testentwicklung stützt, wird daraus hergeleitet.

Kapitel 2.4 beinhaltet einen speziellen grundlegenden Aspekt: die Sichtung verfügbarer Testverfahren. Aufgrund darüber hinaus dargestellter testtheoretischer Anforderungen an die Güte von sportmotorischen Tests erfolgt eine Bewertung der Testverfahren. Als deutschlandweit gängiges Testverfahren wird beispielhaft der Körperkoordinationstest für Kinder (KTK) detailliert vorgestellt und kritisch diskutiert. Die Diskussion der verfügbaren Testverfahren und der Gütekriterien resultiert in der Herleitung von Anforderungen, die an einen neu zu entwickelnden Koordinationstest gestellt werden.

Die Zielstellung der vorliegenden Arbeit (Kapitel 3) wird aus den in Kapitel 2 diskutierten Themengebieten hergeleitet. Es werden sowohl die Notwendigkeit der

Neuentwicklung von Testverfahren koordinativer Fähigkeiten als auch die Anforderungen, die ein solches Testverfahren erfüllen muss, dargelegt.

Kapitel 4 befasst sich mit der Entwicklung des Kinder-Koordinationstests (KiKo): Die Anforderungen an die Testaufgaben und deren Auswahl werden zunächst aus den theoretischen Vorüberlegungen abgeleitet. Zu diesem Zweck werden die wesentlichen Charakteristika der fünf koordinativen Fähigkeiten nach Hirtz dargestellt. In die Auswahl der Testaufgaben fließen darüber hinaus praktische Überlegungen und testtheoretische Forderungen ein. Nach der Beschreibung der Testaufgaben folgen Methoden, Ergebnisse und Diskussionen zur Validierung mit Hilfe biomechanischer Verfahren. Es sollen hier, als Schwerpunkt der Arbeit, Wege zur verlässlichen Sicherstellung der Güte sportmotorischer Tests mit Hilfe naturwissenschaftlicher Methoden eröffnet werden. Nach der Validierung anhand biomechanischer Parameter wird die Überprüfung weiterer Kriterien wie Reliabilität, Objektivität und Praktikabilität der entwickelten Testaufgaben beschrieben sowie die Ergebnisse der Normierungsstudie dargestellt und diskutiert.

Das entwickelte Testverfahren wird in Kapitel 5 kritisch diskutiert und dessen Möglichkeiten und Grenzen werden erörtert. Neben der tatsächlichen Brauchbarkeit für diagnostische Zwecke steht die Diskussion der Erkenntnisse bezüglich biomechanischer Methoden zur Validitätsüberprüfung motorischer Tests im Vordergrund.

Die abschließende Zusammenfassung bietet einen komprimierten Überblick über die Grundlagen der Testentwicklung, deren Ergebnisse und kritische Diskussion.

## 2 Theoretischer Hintergrund und Literaturbesprechung

Im diesem Kapitel werden sowohl Grundlagenliteratur als auch aktuelle wissenschaftliche Veröffentlichungen dazu herangezogen, den Bedarf der Entwicklung eines Koordinationstests und dessen Validierung auf eine wissenschaftlich fundierte Basis zu stellen. Um den Test adäquat gestalten und prüfen zu können, sind umfassende Kenntnisse auf den Gebieten motorische Defizite bei Kindern und deren Ursachen, entwicklungsphysiologische Bedingungen, theoretische Modelle, vorhandene Testverfahren und testtheoretische Gütekriterien notwendig.

### 2.1 Motorische Defizite bei Kindern

In der öffentlichen Diskussion wird heute vielfach die Gesundheit von Kindern und Jugendlichen thematisiert: Es stehen motorische Defizite, eine ungenügende Fitness und Übergewicht sowie damit assoziierte Risikofaktoren wie Bewegungsmangel für die Entstehung koronarer, metabolischer und orthopädischer Erkrankungen im Fokus. Es wird hier zunächst diskutiert, inwieweit Bewegungsmangel als Ursache für motorische und gesundheitliche Defizite herangezogen werden kann. Darauf folgend werden die aktuellen Veränderungen in der motorischen Leistungsfähigkeit dargelegt und diskutiert. Es wird deutlich, dass trotz teils kontroverser Standpunkte eine Tendenz zur Verschlechterung der motorischen Leistungsfähigkeit in den letzten Jahrzehnten vorhanden ist, der entgegengewirkt werden muss.

Bei der theoretischen Aufarbeitung des Problemfeldes um die motorische Leistungsfähigkeit treten terminologische Probleme auf: Analysen und empirische Studien befassen sich mit der Untersuchung der „motorischen Fähigkeiten“ allgemein, ohne ihrer Differenziertheit Rechnung zu tragen. Die Unterscheidung motorischer Fähigkeiten in koordinative und konditionelle Faktoren ist jedoch allgemein anerkannt und wird meist zur Klassifizierung genutzt. Auf der Basis dieser allgemein üblichen übergreifenden Behandlung motorischer Fähigkeiten erweist sich eine differenzierte Betrachtung der Datenlage koordinativer Fähigkeiten als schwierig. Es wird daher eine Analyse der aktuellen Situation bezüglich der motorischen Fä-

higkeiten vorgenommen, die aber - wenn möglich – sehr wohl den Fokus auf die koordinative Komponente der Motorik zu richten versucht.

### *2.1.1 Die Bedeutung von Bewegung und Bewegungsmangel*

„Bewegung stellt ein Grundprinzip menschlichen Lebens dar; sie gilt als ein elementares Bedürfnis des Menschen. Kinder zeigen deutlich ihren Bewegungshunger, ihre ungebremste Bewegungsfreude im Alltag wie auch im Spiel; sie lassen aber auch Bewegungsunruhe – Zappeligkeit, Nervosität und Unzufriedenheit – erkennen, wenn sie ihrem Bewegungsdrang nicht nachgeben dürfen oder können“ (Dordel 2000, S. 209).

Von Medien, Wissenschaft und Politik wurde in den letzten Jahren vielfach der Eindruck vermittelt, dass sich immer mehr Kinder und Jugendliche immer weniger bewegen und erhebliche motorische Defizite und Gesundheitsmängel aufweisen. Während früher das aktive Bewegen im Freien noch alltäglich war, sind Kinder heute nicht nur in der Schule, sondern auch in ihrer Freizeit oft inaktiv (Ketelhut, 2001). Im Widerspruch zu dem vielfach für motorische und gesundheitliche Defizite zur Verantwortung gezogenen Bewegungsmangel steht der nach wie vor hohe Stellenwert von Sport, der durch steigende Mitgliederzahlen in Sportvereinen bestätigt wird (Opper, 2005). Unter Erwachsenen hat in jüngster Zeit ein Fitness-Boom eingesetzt, der sich in steigenden Mitglieder-Zahlen in Fitness-Studios und Lauftreffs widerspiegelt. Bewegung hat überall Einzug gehalten. Bei den Kindern aber scheint Bewegung nicht mehr mit Priorität belegt zu sein: Kinder sitzen vor Fernseher oder PC und werden zur Schule gefahren, „die Welt kommt ins Haus, man muss sich nicht mehr zu ihr begeben“ (Zimmer 2003, S. 14). Auf der Basis von Bewegungstagebüchern konnte mehrfach bestätigt werden, dass die Bewegungsaktivität von Kindern nur noch einen sehr geringen Anteil am Tagesverlauf einnimmt. So fanden Oltersdorf et al., dass das Sitzen und Liegen neun Stunden am Tag ausfüllt, das Stehen fünf Stunden, Bewegung allgemein eine Stunde und davon Sport beziehungsweise intensive Bewegung nur 15 - 30 Minuten (Oltersdorf, 2002). Wenngleich Bewegungstagebücher, die immer einen subjektiven Fehler beinhalten, als Methode differenziert zu betrachten sind, kann doch von einem

relativ geringen zeitlichen Anteil von Bewegung im Alltag von Kindern ausgegangen werden. Weiterhin stellt Oltersdorf fest, dass selbst ein starkes Engagement im Sportverein nicht die Alltagsinaktivität kompensieren kann (Oltersdorf, 2002). Auch bei Opper wird deutlich, dass fehlende Bewegung im Alltag und ein inaktiver Lebensstil durch frühe Vereinsmitgliedschaft oder Ausübung von Trendsportarten nicht oder nur zum Teil kompensiert werden kann (Opper, 2005). Ähnliche Befunde wurden auch von Rütten et al. nachgewiesen (Rütten, 2001). Bewegungsaktivitäten im Sportunterricht und im Sportverein machen nur einen geringen Teil des wöchentlichen Zeitbudgets aus. Den Autoren stellt sich die Frage, welche Rolle Bewegung in der alltäglichen Lebensführung außerhalb der organisierten sportlichen Rahmenbedingungen spielt. Rütten stellt zunächst signifikante Zusammenhänge zwischen der Qualität der Bewegungsinfrastruktur und dem tatsächlichen Bewegungsverhalten fest: Schlechte Bedingungen implizieren demnach mehr Inaktive. Bezüglich der Selbsteinschätzung des gesundheitlichen Allgemeinbefindens zeigt sich, dass eine schlechtere Wertung der eigenen Gesundheit mit weniger guten Bewegungsmöglichkeiten einhergeht. Der Sportunterricht spielt hierbei eine geringere Rolle, steht aber mit der spezifischen Fitness der Kinder in Zusammenhang. Insgesamt folgert Rütten aus den gewonnenen Ergebnissen, dass Bewegungs- und Gesundheitsförderung durch Sportunterricht und lebensweltliche Bewegungsinfrastruktur komplementär zu verstehen sind: „Nur wo beides in guter Qualität gegeben ist, findet eine optimale Förderung der Kinder statt, - und: Das Eine kann das Andere offensichtlich nicht ersetzen“ (Rütten 2001, S. 77). Obwohl zunehmend von der ‚unbewegten Kindheit‘ gesprochen wird, fanden Emrich et al., dass 63% von 700 befragten Jugendlichen Sport als eine der häufigsten Freizeitaktivitäten angaben. Der Anteil sportlich Aktiver war am Gymnasium wesentlich höher als an anderen Schulformen. Außerdem erwiesen sich Kinder aus Familien mit sportlich aktiven Eltern als häufiger aktiv. Emrich et al. folgern aus der Analyse der Daten, dass die Variablen Freizeit- und Sportverhalten unter anderem eng mit Werthaltungen korrespondieren und in Abhängigkeit von der sozialen Lage zu sehen sind (Emrich, 2004). Becker et al. untersuchten die Entwicklung und Verbreitung des Freizeitsports zwischen den Jahren 1992 und 2001. Dabei zeigte sich, dass sich der Anteil der wöchentlich sportlich Aktiven insgesamt um ca. 5% erhöht

hat. Keinen Sport treiben trotzdem noch immer 48,2% der Deutschen. Eine Analyse bivariater Zusammenhänge resultiert in der Feststellung, dass ein deutlicher Einfluss der Schulbildung auf die sportliche Aktivität vorliegt: Der Anteil sportlich Aktiver ist unter Abiturienten doppelt so hoch wie unter Hauptschülern. Ein weiteres bezeichnendes Ergebnis der Untersuchungen von Becker dokumentiert die Tatsache, dass sportlich aktive Personen signifikant mehr enge Freunde und Bekannte haben. Personen, die sich selbst als gesund bezeichnen und eine hohe Lebenszufriedenheit aufweisen, zeigen eine signifikant höhere Sportbeteiligung als Personen, die einen eher schlechten Gesundheitszustand aufweisen und über eine eher niedrige Lebenszufriedenheit berichten (Becker, 2006).

Diese Entwicklung wird durch Veränderungen der Lebens- und Bewegungswelten von Kindern, z.B. der materialen Umwelt, der familiären und sozialen Umwelt sowie der elterlichen Erziehungseinstellungen, erklärt (Opper, 2005). Wie viel Bewegung aber für die gesunde Entwicklung notwendig ist, kann derzeit noch nicht beantwortet werden. Es liegen damit auch keine klar definierten Beurteilungskriterien vor, wann von einem „Mangel an Bewegung“ zu sprechen ist. Das Konstrukt Bewegungsmangel ist weder in Qualität noch in Quantität genau bestimmbar oder genau definiert. Eine mögliche Definition, primär auf Basis physiologischer Gesetzmäßigkeiten, wird von Hollmann vorgeschlagen: Bewegungsmangel kann demnach als eine muskuläre Beanspruchung unterhalb einer individuellen Reizschwelle betrachtet werden, die zum Erhalt der funktionellen Kapazitäten des menschlichen Organismus notwendig wäre (Hollmann, 2000). Die Bedeutung von Bewegung für die Entwicklung von Kindern und Jugendlichen ist in Psychologie und Medizin sowie in der Sportwissenschaft unumstritten und vielfach wissenschaftlich belegt: Eine gut ausgebildete motorische Leistungsfähigkeit im Kindesalter ist die Basis für die lebenslange Fähigkeit, motorische Alltagsanforderungen zu bewältigen und wirkt darüber hinaus gesundheitlichen Defiziten effizient entgegen (Bös, 2002a). Bewegung und Sport stellen für die physische und motorische, emotionale, psychosoziale und kognitive Entwicklung von Kindern essentielle Voraussetzungen dar. Kinder haben einen natürlichen Bewegungsdrang, der auf ein Überwiegen zentral-nervöser Erregungsprozesse zurückgeführt wird (Graf, 2006). Lernen, Denken, Kreativität und Intelligenz spielen sich nach Zimmer nicht nur auf

abstrakter, rationaler Ebene ab. Ihre Entwicklung und Förderung benötigen die Einbeziehung des ganzen Körpers, aller Sinne und der Emotionen. Das Kind muss sich über das unmittelbare, konkrete Handeln ein Bild von der Welt machen, was nur über die sinnliche Wahrnehmung entwickelt werden kann. Durch Sinnestätigkeit und körperliche Reize werden während der kindlichen Entwicklung Reize geschaffen, die die Synapsenbildung unterstützen. Werden die entsprechenden Nervenverbindungen nicht genutzt, gehen sie verloren. Durch diese Plastizität verfügt das Nervensystem über ein hohes Potential für Veränderung und Wachstum (Zimmer, 2003). Die Personwerdung im Laufe der Entwicklung ist also ein ganzheitlicher Vorgang, bei dem körperliches Wachstum, kognitive und soziale Entwicklung, emotionale Ausprägung und die Ausdifferenzierung von Bewegungsfertigkeiten zusammenwirken (Gröbning, 2002). Sport und Bewegung haben daher für den Einzelnen und damit auch für die Gesellschaft sowohl physische als auch psychische und soziale Bedeutung (Tiwald, 1976). Versäumnisse in der Erziehung von Kindern auf dem Weg zu einem aktiven Lebensstil können zum Teil schwerwiegende Folgen für Gesundheit und Psyche haben, die sich bis ins Erwachsenenalter hinein auswirken.

Auf gesundheitlicher Ebene ist Bewegung ein unverzichtbarer Teil der Entwicklung. Unter der Einwirkung regelmäßiger Beanspruchung verbessern Muskulatur und Organe ihre Leistungsfähigkeit. Der passive Bewegungsapparat erhält größere Festigkeit. Die günstigen Einflüsse von Bewegung auf das Herz-Kreislauf-System sind vielfach nachgewiesen. Auf neurophysiologischer Ebene nimmt die Synapsenbildung einen günstigeren Verlauf als ohne körperliche Beanspruchung (Gröbning, 2002). Hollmann führte 2003 Untersuchungen zur Gehirngesundheit und -leistungsfähigkeit im Zusammenhang mit körperlicher Aktivität durch. Er konnte auf physiologischer Basis die Bedeutsamkeit von Bewegung und besonders koordinativer Beanspruchung nachweisen. So wurde gezeigt, dass körperliche Aktivität eine plastizitätsfördernde, neuroprotektive Wirkung hat, ein verbessertes Lernvermögen sowie eine vergrößerte Widerstandsfähigkeit gegen Durchblutungsstörungen bewirkt. Körperliche Aktivität resultiert außerdem in einer Angiogenese, die eine verbesserte Blutversorgung unter anderem im Gehirn zur Folge hat. Muskuläre Tätigkeit besitzt so einen maßgeblichen Einfluss auf Gehirnstrukturen und



-funktionen. In der frühen Kindheit fördern koordinative Beanspruchungen den Erhalt von Neuronen und die entsprechende Synapsenbildung. Dadurch werden auch Voraussetzungen für eine intellektuelle Entwicklung geschaffen (Hollmann, 2003). Es ist so sehr deutlich, dass Bewegung eine essentielle Bedeutung für eine gesunde Entwicklung hat. Ein „Zu Wenig“ an Bewegung hat verschiedenste Auswirkungen auf Körper, Geist und Seele:

Mögliche gesundheitliche Folgen von Bewegungsmangel bei Erwachsenen sind relativ gut untersucht. So geht eine Abnahme der körperlichen Leistungsfähigkeit mit einer erhöhten kardiovaskulären Morbidität und mit Beeinträchtigungen des Bewegungsapparates, des Kreislaufsystems und des Immunsystems einher (Graf, 2006). Der zunehmend sitzende Lebensstil und eine meist körperlich inaktive Berufstätigkeit werden für chronische Krankheiten wie z.B. Herz-Kreislauf-Erkrankungen oder Osteoporose verantwortlich gemacht. Einer Veröffentlichung der World Health Organization von 2003 zufolge führt körperliche Inaktivität weltweit zu jährlich rund 1,9 Millionen Todesfällen, denn 10 - 16% aller Fälle von Brustkrebs, Darmkrebs und Diabetes Mellitus und 12% aller Fälle ischaemischer Herzkrankheiten sind auf mangelnde körperliche Aktivität zurückzuführen. Bei Menschen, die sich nicht einem Mindestmaß an Bewegung aussetzen, erhöht sich das Risiko von Herz-Kreislauf-Erkrankungen auf das 1,5 fache (WHO, 2003). Für Kinder gibt es noch keine gesicherten Erkenntnisse zu physiologischen Auswirkungen von Bewegungsmangel beziehungsweise Leistungsrückgang. Gesundheitliche Defizite wurden bei Kindern jedoch bereits vielfach nachgewiesen. Es wird aber davon ausgegangen, dass langfristig ähnliche Folgeerscheinungen wie bei Erwachsenen auftreten.

Im Zusammenhang mit Bewegungsmangel nimmt auch das Thema Übergewicht in der heutigen Gesellschaft immer mehr an Bedeutung zu. Insgesamt sind zwei Drittel der deutschen Bevölkerung übergewichtig, wovon jeder Fünfte adipös ist. Die Tendenz ist weiterhin steigend (Stoschek, 2003). Die Folgen von Übergewicht sind vielfältig: Generell entstehen Herz-Kreislauf-Erkrankungen, Stoffwechselerkrankungen und Erkrankungen des Bewegungsapparates (Cornway, 2004). Verantwortlich für den hohen Anteil an Übergewichtigen und Adipösen ist neben ge-

netischen Prädispositionen und falscher Ernährung (Korsten-Reck, 2000) vor allem auch ein inaktiver Lebensstil (Koinzer, 1997). Es zeigt sich, dass die Situation bezüglich des Übergewichts im Erwachsenenalter bereits alarmierend ist. Noch schwerer wiegt der bereits bei Kindern und Jugendlichen hohe Anteil Übergewichtiger. So sind jedes fünfte Kind und jeder dritte Jugendliche übergewichtig (Stoschek, 2003). Hinzu kommt, dass 40% der übergewichtigen Kinder und 70% der übergewichtigen Jugendlichen adipöse Erwachsene werden (Lou, 2002). Der Lebensstil ist durch stetige Abnahme der Bewegungszeit und erhöhte Aufnahme energiereicher Lebensmittel und Fast-Food Produkten gekennzeichnet (Schwartz, 2003). Die Prädisposition von Übergewicht wird außerdem durch Gesellschaftsstrukturen gefördert, die zu ständig sitzenden Tätigkeiten wie z.B. in der Schule oder vor dem Fernseher anhalten (Korsten-Reck, 2000) und die Bewegungsmöglichkeiten im Wohnumfeld stark einengen (Schmidt, 2003b). Derartige Verhaltensweisen haben besonders im Entwicklungsalter verheerende Folgen physischer und psychischer Art (Koinzer, 1997). Die psychischen Dispositionen werden vor allem durch Ablehnung und Isolierung von außen hervorgerufen (Korsten-Reck, 2000). Durch Stigmatisierung leiden Selbstwertgefühl und Sozialisation unter den Folgen des Übergewichts (Lou, 2002). So wurde z.B. in den USA festgestellt, dass adipöse Kinder nur aufgrund ihres äußerlichen Erscheinungsbildes in einer Beliebtheitsskala bei Gleichaltrigen mit Abstand am schlechtesten abschnitten (Latner, 2003). Folgen dieser Situation für Übergewichtige sind unter anderem geringes Selbstwertgefühl (Schmidt, 2000) und Misserfolgsorientierung (Korsten-Reck, 2000), die zu sozialem Rückzug führen. Eine Möglichkeit, diesen Kreislauf zu durchbrechen, stellt Integration durch Sport dar (Steinbeck, 2001).

Weitere mögliche Folgen von Inaktivität und eingeschränkter Bewegungserfahrung treten in Form von motorischer Unruhe, Ungeschick sowie emotionaler Labilität und Konzentrations- und Antriebsstörungen auf (Graf, 2006). Blair stellte in einer Untersuchung fest, dass Bewegungsmangel ein größeres gesundheitliches Risiko darstellt als das Rauchen. Seine Indikatoren seien, so Blair, eine Zunahme kardiovaskulärer Risikofaktoren und vermehrtes Auftreten von Haltungsschwächen sowie motorischen, koordinativen und kognitiven Defiziten (Blair, 2000). Eine einheit-

liche Datenlage bezüglich gesundheitlicher oder motorischer Defizite ist allerdings nicht gegeben (Tabelle 1).

<i>Gesundheitliches Defizit</i>	<i>Jahr</i>	<i>Autor</i>	<i>Prozentanteil</i>
Haltungsschwächen	2004	Weiß	> 40%
	2003	Bös	55 - 70%
	2000	Mellerowitz	65%
	2000	Hollmann	50 - 65%
	1994	Gaschler	40 - 60%
Motorische Schwächen	2005	Ketelhut	50%
	2003	Bös	20 - 25%
	2002	Hamilton	5 - 15%
	1998	Gabler*	50%
	1994	Gaschler	30 - 40%
Herz-Kreislauf-Schwächen	2003	Zimmer	20%
	1997	Hollmann	20 - 25%
	1994	Gaschler	20 - 30%
Übergewicht	2003	Bös	> 30%
	2002	Oltersdorf	10%
	2000	Hollmann	30%
	1999	Hauner*	20 - 40%

Tabelle 1: Angaben verschiedener Untersuchungen über motorische und gesundheitliche Defizite bei Kindern zwischen 6 und 18 Jahren (\* in: Ketelhut, 2001).

Dordel stellt z.B. Daten zur Häufigkeit körperlicher und motorischer Auffälligkeiten verschiedener Untersuchungen gegenüber und identifiziert große Spannweiten zwischen den Angaben. So reichen die Zahlen für Haltungsschwächen / -schäden von 8,6% bis 40%, für Koordinationsschwächen von 3,4% bis 40% und für Ausdauer/ Kreislaufregulationsstörungen von 0,1% bis 25% (Dordel, 2000). Hurrelmann berichtet von 40 - 60% der Kinder, die an Haltungsschwächen, motorischen

Defiziten, Koordinations- und Konzentrationsschwächen leiden (Hurrelmann, 1999). Diese sind vor allem durch Überernährung und abnehmende körperliche Aktivität bedingt. Es kann auch bereits im Grundschulalter bei etwa 10 - 12% der Kinder mit verschiedenen psychischen Störungen im Wahrnehmungs-, Leistungs- und Affektbereich und der Sozialkontakte gerechnet werden (Olterdorf, 2002). Auch Sportverletzungen, Verletzungsfolgen und Überlastungsschäden bei Kindern haben in den letzten Jahrzehnten deutlich zugenommen. Diese Entwicklung ist zum Teil auf erhöhte Risikofreude und den Charakter verschiedener Trendsportarten, aber auch auf Koordinationsstörungen zurückzuführen (Mellerowicz, 2000).

Auch auf psychosozialer Ebene ist Bewegung für die Entwicklung von Kindern essentiell. Durch die Erfahrungen, die ein Kind mit seinem Körper macht, entwickelt es ein Bild der eigenen Fähigkeiten. Kinder erleben durch ihre körperliche Aktivität, dass sie etwas zu leisten im Stande sind und ihr Handeln etwas bewirken kann. Bewegung schafft diese Möglichkeiten, sich selbst und der materialen und sozialen Umwelt zu begegnen und diese zu erfahren (Zimmer, 2003). Auch unter dem Aspekt eines rückläufigen Stellenwertes von Familie als Sozialisationsinstanz kommen Bewegungstätigkeiten, vor allem in Form von Spiel und Sport, eine Bedeutung zu. Soziale Grundfähigkeiten können nachhaltig vom Kind erlebt werden. Das Kind lernt z.B. die Erfordernisse von Zusammenarbeit, das Einhalten von Regeln und Vereinbarungen und das Akzeptieren fremder Bedürfnisse und Meinungen (Gröbning, 2002). Zimmer konnte bereits 1981 einen Zusammenhang des motorischen Leistungsvermögens mit der Position des Kindes in seiner sozialen Bezugsgruppe nachweisen. Demnach besitzen Kinder mit schlechten motorischen Leistungen einen geringeren Beliebtheitsgrad als Kinder mit guten motorischen Leistungen. Zimmer führt den Zusammenhang auf eine geringere Akzeptanz als gleichwertige Partner zurück. Durch die Untersuchungen konnte nicht bestätigt werden, dass Kinder mit guten motorischen Leistungen überdurchschnittlich viel Zuwendung in der Gruppe erfahren. Umgekehrt zeigten die Ergebnisse aber, dass Kinder mit motorisch überdurchschnittlichen Leistungen selten Außenseiter waren. Die Integration in die Gruppe hängt also nicht unwesentlich mit dem Grad des motorischen Entwicklungsstandes zusammen. Insgesamt folgert Zimmer: „Das motorisch ungeschickte Kind wird von vielen gemeinsamen Spielvorhaben ausge-

schlossen, die Isolierung erweckt Unsicherheit, es traut sich noch weniger zu und wird durch mangelnde Übungsmöglichkeiten noch ungeschickter und leistungsschwächer“ (Zimmer 1981, S. 58). Spezielle Defizite im Bereich der Körperkoordination fallen in der Regel als Ungeschicklichkeit auf und können die Entwicklung eines positiven Selbstkonzepts behindern. Sie führen im sozialen Kontext häufig zur Ausgrenzung und beeinträchtigen damit das psycho-soziale Wohlbefinden und bringen unter Umständen aggressive oder regressive Verhaltensweisen mit sich. Im Bereich Spiel und Sport, bestätigt auch Dordel, führt eine eingeschränkte Leistungsfähigkeit oft zu einem Rückzug aus der Bewegungsaktivität, womit sich die Defizite im motorischen Bereich weiter vergrößern (Dordel, 2000). Auch Cummins et al. konnten nachweisen, dass Kinder mit koordinativen Defiziten emotionale Mängel und geringe soziale Kompetenz besitzen. Es wurden 234 Kinder im Alter zwischen sechs und zwölf Jahren auf ihre motorischen Fähigkeiten und ihre sozialintegrativen Kompetenzen untersucht. Die Ergebnisse zeigen, dass die motorischen Fähigkeiten der Kinder ein starker Indikator für soziales Verhalten sind (Cummins, 2005). Blaumeister proklamiert, der körperliche wie auch der psychische Entwicklungsstand eines Kindes sei an seinen Äußerungen und Handlungen ablesbar. Er betrachtet Emotion und Körpersprache als eng gekoppelt. Angst, Verlust an Lebensfreude und motorische Sperren stehen Gelöstheit, Spielfreude und Entdeckungsfreude gegenüber. Bezogen auf die motorischen Fähigkeiten eines Kindes gilt nach Blaumeister, dass sich schwere psychische und emotionale Störungen auch in Blockaden der Koordination und der Motorik insgesamt ausdrücken können (Blaumeister, 2003). Im Umkehrschluss kann also eine Bewegungsstörung etwa in Form eines koordinativen Defizits auf psychische Probleme schließen lassen. Auch Neuhäuser befindet motorische Fähigkeiten als wichtigen Indikator zur Beurteilung des kindlichen Entwicklungsstandes, da die Verbindung zwischen emotionalen Zuständen und Bewegungsäußerungen als außerordentlich eng zu betrachten ist. Bestimmte motorische Störungen haben damit diagnostischen Wert und erfordern eine sorgfältige Analyse (Neuhäuser, 1992).

Ausgehend von der Notwendigkeit zur ganzheitlichen Entwicklung der Persönlichkeit hat Bewegung auch eine große Bedeutung für die kognitiven Funktionen: Mit einer stärkeren Berücksichtigung der Körperlichkeit von Kindern verbessern sich

auch ihre Lernleistungen (Zimmer, 2003). Die geistige Entwicklung des Kindes erfolgt vor allem über den Körper und seine Bewegung. Die Welt der Gegenstände und Mitmenschen, die ein Kind handelnd und bewegend, laufend, springend und spielend erlebt, hat deutlich größeren Einfluss auf die Entfaltung der kognitiven Fähigkeiten als die Welt, die das Kind passiv aufnehmend und medial vermittelt sich aneignet (Gröbning, 2002). Ergebnisse des CHILT (= Children's-Health Interventional Trial) -Projektes bestätigen Zusammenhänge zwischen kognitiven und motorischen Leistungen bei Kindern. Es zeigt sich, dass Kinder, die im Konzentrationstest quantitativ und qualitativ am besten abschnitten, auch bessere koordinative Ergebnisse aufwiesen. Zusammenhänge der Konzentrationsfähigkeit mit Ausdauerfähigkeit bestanden nicht. Hier wird die Bedeutung der motorischen Fähigkeiten, insbesondere der koordinativen Fähigkeiten, nicht nur für Gesundheit und Motorik, sondern auch für die kognitive Entwicklung von Kindern deutlich. Dieser Zusammenhang ist eventuell auf die enge Verschaltung zerebraler Zentren zurückzuführen. Auch führt Bewegung zu erhöhter regionaler zerebraler Durchblutung und gesteigerter Stoffwechselaktivität, die auch zur besseren kognitiven Leistungsfähigkeit beitragen (Graf, 2003). Ein Zusammenhang zwischen motorischer Leistungsfähigkeit und kognitiven Komponenten der Entwicklung konnte auch von Voelker-Rehage nachgewiesen werden. Davon ausgehend, dass die oft beklagte „unbewegte Kindheit“ sowohl Einfluss auf die motorische als auch auf die kognitive Entwicklung hat, untersuchte er Zusammenhänge mittels verschiedener motorischer Testverfahren und einem Test zur Prüfung der optischen Differenzierungsleistung als Maß für eine basale kognitive Leistung, die eine Grundlage für viele weiterführende Prozesse darstellt und im Laufe der Entwicklung immer mehr mit höheren kognitiven Prozessen in Wechselwirkung steht. Die Ergebnisse weisen vor allem für koordinativ bzw. zentralnervös und informationsverarbeitend geprägte Fähigkeiten wie Reaktionsschnelligkeit und Feinkoordination einen signifikant positiven Zusammenhang mit der optischen Differenzierungsleistung auf. Energetisch bestimmte motorische Tests wie der Test der Maximalkraft weisen keinen Zusammenhang zur getesteten kognitiven Komponente auf. Voelker-Rehage sieht darin den Hinweis auf die enge Verzahnung bestimmter Gehirnregionen, die für kognitive und koordinative Prozesse verantwortlich sind (Voelcker-Rehage, 2005).

Obwohl Bewegung ureigenes Bedürfnis von Kindern ist, wird sie von den Folgen der Technisierung und vom medialen Angebot verdrängt. Die Konsequenzen sind deutlich: „Bewegungsmangel ist zu einer Zivilisationskrankheit geworden, bei Kindern mit ernsthaften Folgen für die körperliche, emotionale und soziale Entwicklung“ (Zimmer 2003, S. 14). Der Bewegungsdrang von Kindern wird heute tatsächlich durch technologische Entwicklungen, Medienkonsum und Urbanisierung erheblich eingeschränkt (Graf, 2006). Die Entwicklung ist oft durch ein Defizit an elementaren Wahrnehmungen geprägt (Dordel, 2000). Auch der Bildungsbegriff wird heute meist auf kognitive Förderung beschränkt (Zimmer, 2003). Insgesamt ist davon auszugehen, dass die durch Bewegungsmangel reduzierte Leistungsfähigkeit eine optimale motorische, gesundheitliche und geistige Entwicklung hemmt und Aggressionen aufbaut, Konzentrationsfähigkeit reduziert und soziales Lernen behindert (Rühl, 2002).

Neben gesundheitlichen, psychosozialen und kognitiven Folgen eines inaktiven Lebensstils in der Kindheit sind auch alltägliche und lebenswichtige Verhaltensweisen mit Folgen vor allem koordinativer Defizite belegt. So verdeutlicht Limbourg, dass sich im Laufe der Kindheit eine Reihe von Fähigkeiten entwickeln, die zur Vermeidung von Verkehrsunfällen benötigt werden, wie z.B. eine gute psychomotorische Koordination und gute Reaktionsfähigkeit. Im Jahre 1996 ereigneten sich in Deutschland insgesamt 14 612 kindliche Fußgängerunfälle, wobei die Kinder meist im Alter zwischen sechs und neun Jahren waren. Diese Unfälle führt sie zum Teil auf Verzögerungen in der motorischen Entwicklung zurück: „Da die Kinder wegen des gefährlichen Straßenverkehrs immer seltener im Freien spielen können, zeigen sich bei den Kindern inzwischen deutliche Verzögerungen in der motorischen Entwicklung – und diese Defizite erhöhen die Unfallgefahr“ (Limbourg 2006, S. 6). Auch Mellerowicz proklamiert einen 10 - 20%igen Anteil von Verkehrsunfällen an der gesamten Zahl der Verletzungsursachen im Wachstumsalter (Mellerowicz, 2000). Bezogen auf die Unfallzahlen beim Spielen von Kindern im Alter zwischen vier und sechs Jahren konnten Kambas et al. nachweisen, dass die Unfälle zu 77 % auf Defizite in der motorischen Leistungsfähigkeit zurückzuführen sind (Kambas, 2004).

### *2.1.2 Veränderungen motorischer Leistungsfähigkeit bei Kindern*

Die Folge der Einschränkung von Bewegung und der Reduzierung von Bewegungsräumen ist unter anderem ein Defizit an motorischen sowie psychosozialen Kompetenzen schon im Kindesalter: Die motorischen Leistungen von Kindern haben sich in den vergangenen Jahren tatsächlich verschlechtert, zum Teil sogar drastisch (Zimmer, 2003). Diese Auffassung wird von Politik und Medien und teilweise auch von der Wissenschaft gestützt. Empirisch gesicherte Beiträge sind aber selten, wenngleich sie als notwendig gelten, um als Grundlage von Forderungen im Hinblick auf gezielte Bewegungsförderung dienen zu können. Die aktuelle Situation ist insgesamt durch ein hohes Maß an Sensibilität für die Veränderungen im Kinder- und Jugendbereich gekennzeichnet, die konkrete Datenlage ist jedoch unzureichend (Dordel, 2000).

Verschiedene Studien geben dennoch Hinweise darauf, dass sich die motorische Leistungsfähigkeit verändert hat. Demnach nehmen Sportverhalten und körperliche Leistungsfähigkeit ab und Haltungsauffälligkeiten und Unfälle durch Ungeschicklichkeit zu (Bös, 2002a). Vor allem Lehrer und Pädagogen stellen neben einer kontinuierlichen Verschlechterung kognitiver Leistungen auch immer mehr Defizite im motorischen Bereich fest. Einer retrospektiven Analyse der Leistungen von Kindern bei Bundesjugendspielen an 20 Berliner Schulen erbrachte z.B. Informationen über den Wandel der Leistungsfähigkeit zwischen dem Beginn und dem Ende der 90er Jahre. Die Ergebnisse zeigen einen deutlichen Trend zur Verschlechterung der Leistungsfähigkeit, die auf eine reduzierte konditionelle Fitness und auf mangelnde Bewegungserfahrungen in der Entwicklung zurückgeführt wird. Es wird auch zu bedenken gegeben, dass auch mangelnde Motivation vor allem in Bezug auf die klassischen Sportarten den negativen Trend begünstigt (Ketelhut, 2001).

Dordel fasste Ergebnisse ausgewählter Untersuchungen zur Häufigkeit motorischer Auffälligkeiten beim Körperkoordinationstest für Kinder (KTK) im Vor- und Grundschulalter zusammen. Es wird festgehalten, dass sich die Ergebnisse im Mittel seit 1974 nicht verschlechtert haben. Kinder aus ländlichen Gebieten zeigen nach Dordels Literaturanalysen eindeutig bessere Ergebnisse beim KTK als Kin-



der aus großstädtischem Raum. Geschlechtsspezifische Unterschiede sind im Gegensatz zur Normierungsstichprobe aufgrund der Angleichung des Freizeitverhaltens zwischen Jungen und Mädchen heute nicht mehr vorhanden. Aufgrund der verschiedenen Ergebnisse kommt Dordel zu dem Schluss, dass die vielfach geäußerten Warnungen bezüglich einer dramatischen Veränderung der motorischen Leistungsfähigkeit differenzierter zu betrachten sind (Dordel, 2000).

Auch Rusch und Irrgang stellen eine nicht eindeutige Sachlage in Bezug auf die Veränderungen der motorischen Leistungsfähigkeit von Kindern und Jugendlichen fest. In Untersuchungen mit Hilfe des Münchner Fitness Tests (MFT) wurden motorische Leistungen von Kindern in den Jahren 1986, 1995 und 2001 quantifiziert. Die Mittelwerte weisen von 1986 nach 1995 eine deutliche Verschlechterung der motorischen Leistungsfähigkeit nach. Von 1995 bis 2001 fand eine leichte Verbesserung der mittleren Leistungsfähigkeit statt, gleichzeitig ist aber bei den Testaufgaben ein Ansteigen der Standardabweichung festzustellen. Dies deutet darauf hin, dass die Zahl der Schüler mit besseren Leistungen gestiegen ist und gleichzeitig auch die Zahl der Schüler mit schlechteren Leistungen zugenommen hat. Es liegt der Schluss nahe, dass bezogen auf die motorische Leistungsfähigkeit von Kindern nicht mehr eine Normalverteilung, sondern eine zweigipfelige Verteilung vorliegt. Mittels des MFT wurde also ein relativ starker Anstieg der Streuung motorischer Leistungen und damit eine inhomogene Leistungsbreite nachgewiesen (Rusch, 2002). Zahlreiche weitere Studien weisen darauf hin, dass die motorische Leistungsfähigkeit in den letzten Jahrzehnten eine deutliche Polarisierung erfahren hat, wobei die Mittelwerte sich häufig nur geringfügig unterscheiden.

Die Koordinationsfähigkeit von Kindern zwischen sechs und 13 Jahren wurde 2004 mittels des KTK in eigenen Studien untersucht. Die gemittelte Leistungsfähigkeit wurde als normal eingeschätzt und zeigte im Vergleich zu Untersuchungen anderer Autoren in den letzten Jahren eher eine leichte Verbesserung (Abbildung 2). Bei genauerer Betrachtung wurde aber klar, dass eine starke Inhomogenität der Ergebnisse vorliegt, da leistungsstarke Kinder ausgesprochen gute und leistungsschwache Kinder eher extrem schlechte Ergebnisse erzielten. Es konnte außerdem nachgewiesen werden, dass die Ergebnisse mit den sozioökologischen

Entwicklungsbedingungen zusammenhängen: Kinder mit sozial schwachem Hintergrund erbringen signifikant häufiger sehr schlechte koordinative Leistungen als Kinder aus sozial besser gestelltem Umfeld (Prätorius, 2004).

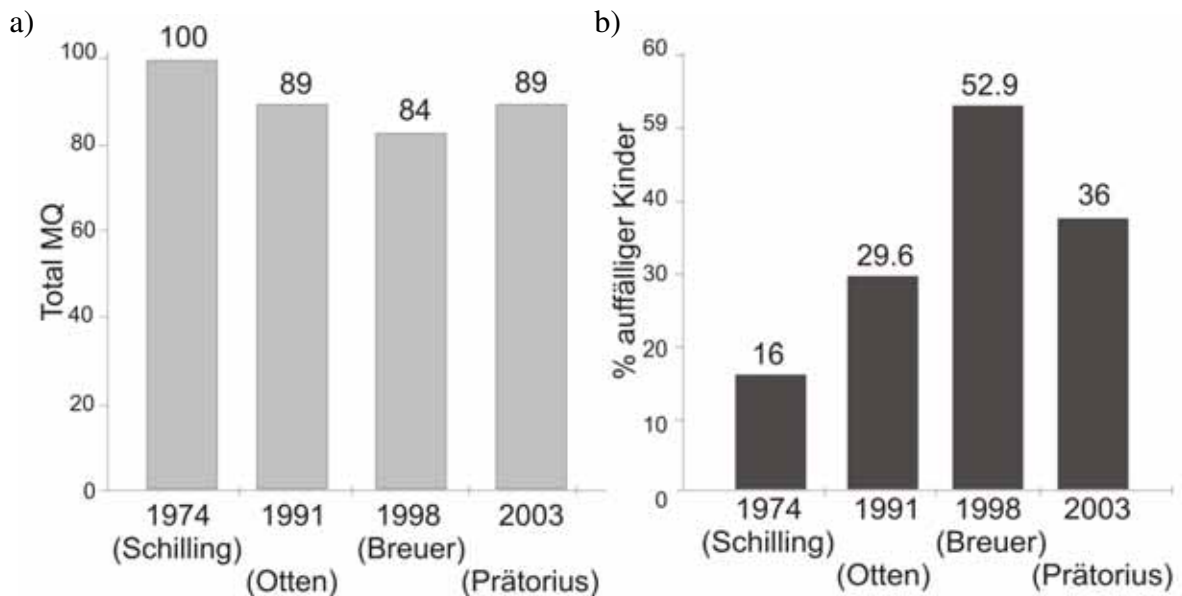


Abbildung 2: a) Mittelwerte der erreichten Punktzahlen beim KTK (Total MQ) und b) motorisch auffällige Kinder (% vom Gesamtkollektiv) bei verschiedenen Stichproben von 1974 bis heute (aus: Prätorius, 2004).

Auch Zimmer bestätigt diese Tendenz. Ihre Ergebnisse zeigen, dass die Kluft zwischen Kindern mit früher und guter Bewegungsförderung - vor allem durch ihre Eltern - und denjenigen Kindern, die aufgrund ungünstiger Lebensbedingungen wenig gefordert und gefördert werden, immer größer wird (Zimmer, 2003).

Die Einflüsse der sozialen Schicht auf die motorische Leistungsfähigkeit werden von Kretschmer hingegen als gering eingeschätzt. Über die Parameter aktueller Berufstätigkeit, Einkommen und Bildungsabschluss weist er zwar einen signifikanten Zusammenhang zwischen sozialer Schicht und motorischer Leistungsfähigkeit nach, beurteilt diesen aber als sehr schwach (Kretschmer, 2004). Es stellt sich bei dieser Einschätzung die Frage, ob die Wahl der unabhängigen Variablen zur Quantifizierung des Sozialstatus geeignet sind, um Einflüsse auf motorische Leistung zu untersuchen. Variablen wie Bevölkerungsdichte und Verkehrsaufkommen sollten als Indikatoren für die Bewegungsmöglichkeiten von Kindern zumindest

auch berücksichtigt werden. Hinzu kommt, dass Kretschmer nachweist, dass die Wohnverhältnisse einen signifikant positiven Zusammenhang mit der motorischen Leistungsfähigkeit zeigen (Kretschmer, 2004). Auch den Einfluss von Nationalität stellt Kretschmer in Frage, obwohl er ebenso wie bei der Untersuchung des Einflusses der sozialen Schicht eine Abhängigkeit nachweist (Kretschmer, 2004). Da Migrationshintergrund und Nationalität von Familien aber deutlich mit der sozialen Schicht zusammenhängen, sind die Aussagen differenzierter zu betrachten.

Insgesamt wird heute meist die sog. Defizithypothese unterstützt. Auf den Veränderungen der Lebenswelt von Kindern basierend, die z.B. durch erhöhte Mediatisierung, Auflösung von Wertesystemen und Sozialstrukturen und Verstärkung charakterisiert werden, geht man von einer Reduzierung der motorischen Leistungsfähigkeit aus. Obwohl dieser kausale Zusammenhang einleuchtend erscheint und von Medien sowie Pädagogen als Argumentationsmuster genutzt wird, ist die tatsächliche Lage deutlich komplexer (Kretschmer, 2003, 2000).

Der frühzeitigen Erziehung zu gesundem Verhalten und einem aktiven Lebensstil kommt heute hohe Bedeutung zu. Im Kindesalter gelernte Verhaltensmuster werden bis in das Erwachsenenalter fortgeführt und beeinflussen den Gesundheitszustand (Oltersdorf, 2002): „Die langfristigen Folgen sind noch gar nicht absehbar, wächst doch heute eine Generation heran, die in der sensibelsten Zeit des Wachstums einen wesentlichen Faktor gesunder Entwicklung vernachlässigt und damit auch nicht die Basis schafft, von der der Mensch eigentlich ein ganzes Leben zehren müsste“ (Zimmer 2003, S. 14). Unabhängig davon, wie differenziell die Ursache- Wirkungsbeziehungen tatsächlich sind, belegen die Zahlen einen hohen Anteil gesundheitlich beeinträchtigter Kinder und Jugendlicher und eine Polarisierung in die Extreme „motorisch sehr leistungsfähig“ und „motorisch extrem schwach“ oft in Abhängigkeit vom Sozialstatus.

## 2.2 Physiologische Entwicklung koordinativer Fähigkeiten

Die Betrachtung der Entwicklung während der Lebensspanne muss auf physiologischen Grundlagen basieren. Lange war man der Ansicht, dass Entwicklung eine lebensalterbezogene Veränderung ist, die bestimmten Gesetzen folgt und einfach „geschieht“. Es wurde davon ausgegangen, dass Veränderungen eine natürliche Abfolge zeigen, in eine Richtung verlaufen, universal gültig und unveränderlich sind. Nachdem an dieser Auffassung zahlreich und fundiert Kritik geübt wurde, entstanden auch für den Entwicklungsbegriff verschiedene Definitionen und Modelle: In theoretischen Ansätzen wurde versucht, die Vielzahl und Komplexität möglicher Entwicklungseinflüsse im Lebenslauf zu systematisieren. Singer unterscheidet alters- und lebenszeitgebundene, geschichtlich bedingte und nicht normative Einflüsse (Singer, 1994). Baur (1994) rezitiert drei Basisfragen, mit denen sich Entwicklungskonzeptionen grundlegend befassen. Es werden danach Annahmen zu den Objektbereichen von Entwicklung formuliert, indem bestimmte körperliche, motorische oder psychosoziale Merkmale auf ihre Veränderung hin untersucht werden. Beschriebene Entwicklungsverläufe können z.B. kontinuierlich oder diskontinuierlich, progressiv oder regressiv sein. Es werden darüber hinaus Faktoren bestimmt, die Veränderungen in Steuerungsprozessen der Entwicklung herbeiführen. Ausgehend von derartigen Annahmen und metatheoretischen Positionen lassen sich vier Grundkonzeptionen unterscheiden, die jeweils Kernannahmen und damit spezifische Erkenntnisabsichten enthalten (Baur, 1994):

- Biogenetische Entwicklungskonzeptionen gehen davon aus, dass die Entwicklung genetisch determiniert ist. Die Entwicklung findet demnach als ein natürlicher Wachstums- und Reifungsprozess statt, der nach biologischen Gesetzmäßigkeiten abläuft und sich in festgelegten Phasen vollzieht. Die Entwicklung bedarf zwar exogener Einflüsse, die hemmen oder fördern können, kann aber dadurch nicht in der phasischen Abfolge verändert werden.
- Die strukturalistische Entwicklungskonzeption beruht ebenfalls auf endogenistischen und organismischen Grundpositionen. Die Person entwickelt sich hiernach durch Eigenaktivität selbst. Die Entwicklung wird als Adaptation an

die Umwelt mit fortschreitend komplexer werdenden personalen Strukturen betrachtet. Es wird im Laufe der Entwicklung ein dynamisches Gleichgewicht zwischen endogenen und exogenen Faktoren erreicht.

- Bei umweltdeterministischen Entwicklungskonzeptionen wird davon ausgegangen, dass die Entwicklung primär durch externe Einflüsse gesteuert wird. Veränderungen sind als Reaktionen auf bestimmte Umweltbedingungen anzusehen. Die Entwicklungsimpulse kommen von außerhalb des Organismus.
- Interaktionistische Entwicklungskonzeptionen beruhen auf der Annahme, dass sich die Entwicklung über das Handeln vollzieht. In das Handeln gehen immer biogenetische Prädispositionen und erworbene Erfahrungen ein und werden im aktuellen Handeln weiterentwickelt. Das Handeln ist aber immer auch auf die Umwelt bezogen. Über das Handeln nimmt die Umwelt also Einfluss auf die Person und die Person wirkt mit ihrem Handeln auf die Umwelt.

Von den Anfang der siebziger Jahre dominierenden umweltdeterministischen Erklärungsansätzen von Entwicklung rückte im Laufe der achtziger Jahre die interaktionistische Vorstellung in den Vordergrund. Diese weist hohe Komplexität auf und hat aufgrund ihres integrativen Charakters ein starkes Potential zum Erkenntnisgewinn. Hinzu kamen Forschungsergebnisse, die eindeutig Interaktionen zwischen Person, Handlung und Umwelt nachweisen konnten. So wurde z.B. von Hollmann gezeigt, dass körperliche Bewegung Genexpressionen in Neuronen auslösen kann, die Auswirkungen auf die Gehirnplastizität haben (Hollmann, 2003). „(...) die Bewegung entwickelt sich erst in der Auseinandersetzung mit der Dynamik der Umwelt, wobei nicht entschieden werden kann, ob die Wahrnehmung die Bewegung oder die Bewegung die Wahrnehmung lenkt. Gewollt ist nur der Anstoß zur Bewegung; der Verlauf unterliegt dann den jeweiligen Bedingungen im Umgang mit den Dingen, (...)“ (Schilling 1985, S. 15).

Auch die Definition und Beschreibung einer Entwicklung koordinativer Fähigkeiten unterlag der Differenzierung von Denk- und Forschungsansätzen. Vor allem zwei Perspektiven haben sich bis heute durchgesetzt: Die prozessorientierten Ansätze werden häufig als Ausgangspunkte für das Verständnis von Gesetzmäßigkeiten lernbedingter motorischer Leistungsänderungen betrachtet. Der Schwerpunkt liegt

hier auf der Erklärung der Kontrolle gekonnter Bewegungshandlungen. Die Betrachtungen konzentrieren sich daher in erster Linie auf die körperintern verlaufenden sensomotorischen Vorgänge bei der Bewegungskoordination – das Prozessgeschehen motorischer, perzeptiver und kognitiver Regulationsebenen steht im Vordergrund. Im Rahmen der fähigkeitsorientierten Ansätze werden sichtbare Bewegungsleistungen über nicht direkt beobachtbare latente Konstrukte erklärt. Koordinative Fähigkeiten werden übereinstimmend - und auch theoretischen Modellen entsprechend - als Leistungsvoraussetzungen angesehen, die einer Vielzahl verschiedener Bewegungen zugrunde liegen. Dabei wird davon ausgegangen, dass koordinative Fähigkeiten an die Qualität des sensomotorischen Systems gebunden sind und nicht unerheblich auf genetischen Prädispositionen basieren. Dennoch gelten sie als in beträchtlichem Maß trainierbar und in Prozessen ihrer Vervollkommnung und Anwendung von habituellen und aktuellen motivationalen sowie kognitiven Potenzen abhängig. Der wie in den interaktionistischen Entwicklungskonzeptionen auch hier vorliegende integrative Charakter führte dazu, dass die Untersuchungen zur Ontogenese der Bewegungskoordination heute im Allgemeinen auf Ergebnissen fähigkeitsorientierter Ansätze beruhen (Roth, 1994). So beschreibt Sharma: „Die motorischen Fähigkeiten des Menschen entwickeln und vervollkommen sich in der Tätigkeit. Die interindividuellen Unterschiede ihrer Ausprägung sind somit dominant sozial bedingt. (...) Die motorischen Fähigkeiten basieren dennoch auf biologischen Substraten und bestimmte motorische Fähigkeiten sind nur auf ganz bestimmten Stufen der anatomischen und physiologischen Entwicklung ausprägbar und mit Erfolg zu beeinflussen“ (Sharma 1991a, S. 97). Bös unterstreicht allgemein die zentrale Dimension der motorischen Entwicklung in der menschlichen Ontogenese und weist darauf hin, dass die motorische Entwicklung für die Sportwissenschaft neben der Lern- und Leistungsanalyse ein zentrales Forschungsthema ist. Zentrale Forschungsfragen, für die die Analyse der Ontogenese Antworten bieten kann, seien die nach der Beschreibung und Erklärung des motorischen Entwicklungsprozesses, nach der Identifizierung von motorischen Persönlichkeitsmerkmalen und der Veränderung der motorischen Entwicklung im Wandel der Zeit (Bös, 2003).

Bei der Betrachtung der Koordinationsfähigkeit in der Lebensspanne gilt als unbestritten, dass der Mensch als biopsychosoziales Wesen über keine körperliche Fähigkeit verfügt, deren Niveau von regelmäßigen und genügend intensiven Reizen körperlicher Betätigung unabhängig ist (Schielke, 1983). Die Beziehung des Menschen zu seiner Umwelt stellt einen aktiven Vorgang dar. Die Motorik entwickelt sich vom ersten Augenblick der intrauterinen Entwicklung an nicht in Form von Reflexen, sondern als spontanes Geschehen. Von Anfang an bilden sich auch die Voraussetzungen für die Entstehung der psychischen Komponenten des menschlichen Verhaltens. Sie sind Bestandteil des genetischen Programms, das das Heranreifen einer menschlichen Persönlichkeit zum Ziel hat (Pickenhain, 1996).

Auf der Grundlage der Erkenntnis, dass Entwicklung als Interaktion zwischen Person und Umwelt zu begreifen ist, wurden zahlreiche Studien durchgeführt, die Beiträge zum Verständnis grundlegender Vorgänge innerhalb der Ontogenese koordinativer Fähigkeiten leisteten. Bei der Betrachtung der Koordinationsfähigkeit in der Lebensspanne wurde zunächst eindeutig festgestellt, dass zwischen koordinativen Fähigkeiten und Alter ein Zusammenhang besteht, der sich aus der Abhängigkeit vom Zustand des Organismus ergibt. Da aber Wachstum und Entwicklung des Organismus sich nicht streng nach dem kalendarischen Alter richten, wird in der Sportwissenschaft versucht, den Einfluss des biologischen Alters auf die sportliche Leistung zu untersuchen. Vor allem bei Kindern zeigte sich, dass innerhalb dem kalendarischen Alter nach homogener Gruppen beträchtliche Unterschiede in Körperbau und motorischer Leistung bestehen (Sharma, 1991a).

Die koordinativen Fähigkeiten wurden in der Zeit des Übergangs vom späten Schulkindalter zur Pubeszenz an 93 männlichen Schülern untersucht. Es wurden 13 Körperbaumaße, das biologische Alter anhand des Skeletalters und die koordinative Leistungsfähigkeit mittels motorischer Tests bestimmt. Die Ergebnisse zeigen, dass sich die koordinativen Fähigkeiten vom zwölften bis zum 14. Lebensjahr nicht kontinuierlich verbessern, sich im Gegenteil bei dreizehnjährigen Jungen eher zu verschlechtern scheinen. Die Unterschiede des biologischen Alters der Jugendlichen überschritten die Grenzen einer Altersklasse beträchtlich: Die Differenzen zwischen biologischem Alter und Kalenderalter waren zum Teil sehr hoch

und spiegelten sich auch in den Körpermerkmalen wider. Bezüglich der koordinativen Fähigkeiten zeigte sich das höchste Niveau der Leistungsfähigkeit bei retardierten im Vergleich zu normal entwickelten und akzelerierten Kindern mit einem Signifikanzniveau von größer 95 %. Diese Ergebnisse scheinen die Existenz einer Stagnations- beziehungsweise einer Regressionsphase der koordinativen Fähigkeiten während der Pubertät zu bestätigen. Darüber hinaus wurde nachgewiesen, dass die Entwicklung koordinativer Fähigkeiten zwar in der Regel vom Kalenderalter markiert, aber vor allem vom erreichten biologischen Entwicklungsstand determiniert wird (Sharma, 1991b).

Basierend auf Untersuchungen von Schielke konnte ebenfalls bestätigt werden, dass, obwohl die sozialen Aspekte der Ontogenese koordinativer Fähigkeiten bestimmend sind, die Ausprägung der Fähigkeiten aber an bestimmte Stufen der biologischen Entwicklung gebunden ist, die anhand des Niveaus koordinativer Funktionen deutlich wird. So zeigte z.B. die Kennlinie der einfachen akustischen Reaktion, dass die koordinative Fähigkeit im jüngeren Erwachsenenalter voll entwickelt ist und unabhängig von einer gezielten Einflussnahme über sportliche Betätigung zwischen dem 17. und 24. Lebensjahr stabil bleibt (Schielke, 1983).

Auf der Basis von Untersuchungen an etwa 2800 Schulkindern und Studenten konnte Hirtz einige charakteristische Besonderheiten der Entwicklung koordinativer Fähigkeiten nachweisen: Die Entwicklung verläuft demnach zunächst grundlegend anders als die der konditionellen Fähigkeiten. Die intensivsten Entwicklungsphasen liegen für die koordinativen Leistungsvoraussetzungen zwischen dem siebten und zehnten beziehungsweise elften Lebensjahr. Aufgrund der bis zur Geschlechtsreife fast vollständig abgeschlossenen morphologischen Entwicklung des Nervensystems und der in dieser Lebensphase geringeren Bewegungsaktivität ist die Gesamtentwicklung koordinativer Fähigkeiten in der Hälfte der Schulzeit bereits abgeschlossen. Darüber hinaus bestehen für Jungen und Mädchen meist bis zum elften Lebensjahr gleichermaßen günstige Voraussetzungen für eine koordinative Befähigung: Geschlechtsspezifische Leistungsunterschiede konnten erst ab dem 13. Lebensjahr nachgewiesen werden (Hirtz, 1981). Im Zuge einer Untersuchung von 1800 Schulkindern der Klassen eins bis zehn konnten Aussagen zum



ontogenetischen Verlauf koordinativer Leistungsvoraussetzungen und dem Beziehungsgefüge zwischen verschiedenen Fähigkeiten gemacht werden. Es wurde auch hier vor allem bestätigt, dass die Entwicklung koordinativer Fähigkeiten sowohl bei Mädchen als auch bei Jungen im Alter von zehn bis zwölf Jahren so gut wie abgeschlossen ist. Danach zeigte sich bei Sport treibenden Kindern eine Phase der Stagnation oder bestenfalls der leichten Verbesserung koordinativer Fähigkeiten (Hirtz, 1976).

Stemmler geht insgesamt von phasenhaften Entwicklungsverläufen somatischer Vorgänge wie der Ossifikation, der Anlage von Fettdepots und der Entwicklung von Körperhöhe und Körpergewicht aus. Diese resultieren aus geringen bis sehr starken individuellen Abweichungen von durchschnittlichen Ausmaßen und Zeitpunkten entwicklungsbedingter Veränderungen. Es war daher sein Ziel zu zeigen, dass für verschiedene konditionelle und koordinative Fähigkeiten im gleichen Altersabschnitt unterschiedliche Entwicklungstempi auftreten, und sieht mögliche Konsequenzen für die Präzisierung der Lehrplanstruktur. Die Ergebnisse ließen zwischen dem siebten und neunten Lebensjahr einen Entwicklungsschub erkennen, der durch besonderen Leistungszuwachs in den Bereichen Rumpfkraft, Gewandtheit, lokomotorischer Schnelligkeit und Kletterfähigkeit zum Ausdruck kam. In den folgenden Jahren wurde ein solcher Schub nur noch für andere motorische Fähigkeiten erreicht: die Sprungkraft, mittels des Jump and Reach-Tests quantifiziert, zeigte größere Zuwachsraten erst ab dem 13. Lebensjahr. Aufgrund der Analyse vergleichbarer Untersuchungen betont Stemmler, dass die beschriebenen Veränderungen primär auf endogenen Faktoren beruhen, aber auch durch Erziehungsarbeit beeinflussbar sind (Stemmler, 1977).

Durch Quer- und Längsschnittstudien erhofften sich Starosta et al. Aussagen zu Veränderungen der Bewegungskoordination bei Probanden zwischen 7 und 34 Jahren machen zu können. Die Ergebnisse zeigten eine sehr dynamische Entwicklungsphase zwischen dem siebten und elften Lebensjahr und eine Phase der Stagnation zwischen dem elften und sechzehnten Lebensjahr. Des Weiteren ergab sich, dass die Beeinflussungsmöglichkeiten in der Zeit zwischen dem achten und elften Lebensjahr deutlich höher sind als in späteren Phasen. Auch hier bestä-

tigt sich also die Existenz einer so genannten „sensiblen Phase“ im jüngeren Schulalter. Obwohl Starosta von einer differenzierten Lage kritischer Phasen der koordinativen Entwicklung spricht, etwa aufgrund von Unterschieden zwischen biologischem und kalendarischem Alter oder sozial bedingt, lässt sich doch eine generelle Beeinträchtigung der Bewegungskoordination in der puberalen Phase nachweisen (Starosta, 1989). Die differenzierte Lage der verschiedenen Entwicklungsphasen wird auch von Hirtz bestätigt, der anmerkt, dass die dargestellten Mittelwertskurven der motorischen Entwicklung oftmals Erkenntnisse oder Besonderheiten der individuellen Entwicklung verfälschen können (Hirtz, 1986).

Auch Bös bezeichnet die Zeit zwischen dem vierten und dem zehnten Lebensjahr als einen für die motorische Entwicklung sehr wichtigen Lebensabschnitt. In dieser Phase vollziehen sich erhebliche Wachstumsprozesse: Die Körperformen ändern sich und die Organe sowie das Nervensystem entwickeln sich zu voller Funktionstüchtigkeit. Auf psychosozialer Ebene wird die Entwicklung in dieser Phase in Form einer Erweiterung von Handlungsräumen und Handlungskontexten durch Kindergarten und Schule, Peer-Group und Sportverein bestimmt (Bös, 2003).

Anfänge der motorischen Entwicklung sind aber bereits intrauterin zu beobachten: Der Fetus ist in der Lage, Arme und Beine spontan zu bewegen (Schilling, 1985). Etwa in der siebten Schwangerschaftswoche kommen erste Bewegungen von einzelnen Rumpf- und Lippenmuskeln vor, die darauf basieren, dass Axonfortsätze reifender Motoneurone reife Muskelzellen erreichen und auf sie aktivierende Impulse übertragen (Pickenhain, 1996). Auch neuere Untersuchungen bestätigen, dass ab der achten Woche Bewegungsabläufe zu beobachten sind, die autochron und ohne erkennbaren Auslöser ablaufen. Es ist davon auszugehen, dass eigenständige motorische Funktionen wichtig für die Entwicklung des sensomotorischen Systems insgesamt, also von der Entwicklung der Muskulatur bis hin zur Generierung neuronaler Verbindungen im Zentralnervensystem sind (Karch, 2001). Durch Wiederholung solcher Bewegungen verfestigt und erweitert sich das Innervationsprogramm innerhalb der neuronalen Netzwerke. Die Ausreifung und Verschaltung solcher Funktionen erstreckt sich über sechs bis sieben Monate, um mit der Geburt lebenswichtige Aufgaben wie Atmen, Saugen, Schlucken und Bewegen des

Kopfes erfüllen zu können (Pickenhain, 1996). Die Motorik des Neugeborenen wird primär durch Reflexe des Hirnstamms und des Rückenmarks gelenkt und erst später durch Willkürbewegungen und erlernte Bewegungsmuster ersetzt. Im Säuglingsalter vollzieht sich insgesamt eine schnelle und augenscheinliche koordinative Entwicklung (Meinel, 2006). Erste Anfänge von willkürlichen Greifbewegungen entwickeln sich z.B. zwischen dem dritten und vierten Lebensmonat (Schilling, 1985). In den ersten Lebensjahren ist eine enorme Größenzunahme des Gehirns festzustellen, die aus der zunehmenden Verknüpfung des interneuronalen Netzwerks und der Myelinisierung der Bahnsysteme resultiert (Karch, 2001). Die Kopf-Gehirn-Entwicklung ist weiteren physischen Wachstums- und Differenzierungsprozessen zeitlich weit voraus (Roth, 1994). Die wichtigsten motorischen Entwicklungen im Säuglingsalter umfassen das Erlernen des gezielten Greifens, der aufrechten Haltung und der selbständigen Fortbewegung (Meinel, 2006). Das Kleinkindalter ist durch den Erwerb elementarer Bewegungsmuster gekennzeichnet, die durch Wiederholen das Niveau der Grobform erreichen. (Bös, 2003). Das Bewegungsverhalten ist hier vor allem von Bewegungsdrang, Probier- und Nachahmungsbedürfnis und häufigem Wechsel der Spieltätigkeit bestimmt (Meinel, 2006). Im Vorschulalter steht der Ausbau von psychosensomotorischen Mustern im Vordergrund. Es ist die Phase der Vervollkommnung vielfältiger Bewegungsformen und der Aneignung erster Bewegungskombinationen (Meinel, 2006). Sportmotorisch wird davon ausgegangen, dass die Kinder bis zum Schulbeginn über grundlegende Bewegungsfertigkeiten und -erfahrungen verfügen, die durch Eigenaktivität und Training verfestigt und erweitert werden (Winter, 1981). Die Entwicklung des Kindes ist hier auch wesentlich von emotionalen Bindungen abhängig. Mit fortschreitendem Alter ist das Kind dann zunehmend den Erfordernissen der sozialen Umwelt ausgesetzt (Schilling, 1985). Durch ein hohes Maß an koordinativer Leistungsfähigkeit gewinnt ein Kind Selbstsicherheit und soziale Anerkennung, während motorischer Rückstand den Anfang von sozialen Fehlanspassungen, Vermeidungen, Kompensationen und regressivem Verhalten bedeuten können (Gutezeit, 1977). Das Kleinkind- und Vorschulalter sind vor allem als Jahre der grundlegenden Vorbereitung anzusehen (Winter, 1981).

Mit dem Beginn der Schulzeit schreitet der Ablösungsprozess von den Eltern voran und Gleichaltrige sowie neue Handlungsfelder wie Schule und Sportverein gewinnen an Bedeutung. Es wird ein zunehmend sportbezogenes Bewegungsspektrum erworben, wobei sich besonders auch die koordinativen Fähigkeiten entwickeln (Scheid, 1994). Das Bewegungsverhalten der Kinder verändert sich durch Einflüsse von Bildungs- und Erziehungsprozessen in der Schule: Die unbeherrschte und ungerichtete Mobilität unterliegt nun zeitlichen Einschränkungen und weicht einem stärker zielgerichteten und situationsangemessenen Bewegungsverhalten (Meinel, 2006). Die motorische Entwicklung im Grundschulalter stellt sich als relativ lineare Beziehung zwischen Alter und motorischer Leistung dar (Gutezeit, 1977, Roth, 1994). Dafür verantwortlich sieht Roth neben physiologischen Prozessen der Entwicklung und Reifung das anhaltend starke Bewegungsbedürfnis und die Tatsache, dass der Sportunterricht an Schulen obligatorisch ist (Roth, 1994). In dieser Phase erkennt Weineck verschiedene fördernde Entwicklungscharakteristika: die Verbesserung des Zusammenspiels unwillkürlicher, stammhirngebundener und willkürlicher kortikaler motorischer Steuerungsprozesse; den allmählichen Abbau der cerebralen Antriebs- gegenüber den Hemmungsprozessen und damit verknüpft die Anstiege in der Konzentrations- und motorischen Merkfähigkeit (Weineck, 1990). Die Entwicklungszeit von der Einschulung bis zur Pubeszenz mit ihren typischen Wachstums- und Reifungsmerkmalen wird nach den gegenwärtigen Erkenntnissen zur Ontogenese der Kindheit als die eigentliche „Hoch-Zeit“ für die Schulung von koordinativen Fähigkeiten bezeichnet (Winter, 1981). Vor allem die Ausreifung des Zentralnervensystems und der Zuwachs an kognitiven Fähigkeiten wirken sich positiv auf die koordinative Entwicklung aus (Bös, 2003). Versäumnisse bei der koordinativen Ausbildung können, im Unterschied zur konditionellen Vervollkommnung, in der späteren Entwicklung nur noch schwer ausgeglichen werden (Winter, 1981).

Biologisch liegt die Charakteristik dieser Entwicklungsphase in den typischen körperbaulichen Voraussetzungen, die die Aneignung und Vervollkommnung koordinativer Fähigkeiten begünstigen (Winter, 1981). Der Körperbau verändert sich vom „kopflastigen“ Kleinkind zum relativ niedrigen Schwerpunkt bei älteren Kindern. Dadurch kann die Gleichgewichtsregulation besser erreicht werden (Karch,

2001). Ferner ergeben sich bzgl. des Körperhöhenwachstums und der Gewichtszunahme wie auch anderer Körperbaumerkmale bis zum Alter von neun bis zehn Jahren noch keine Geschlechtsunterschiede (Crasselt, 1977). Bis zum Wachstumsschub sind die Kinder noch relativ leicht und klein. Die Zunahme von Körperhöhe und Körpermasse ist relativ gering und verläuft ruhig und stetig. Die Kraft-Hebelverhältnisse sind ausgeglichen und unterliegen im Gegensatz zur Pubeszenz keinen größeren Veränderungen. Entsprechend der gleichmäßigen körperbaulichen Entwicklung in dieser Phase verlaufen die Bewegungssteuerung und zugrunde liegende sensomotorische Prozesse stabil (Winter, 1981). Erst im Schulalter sind die Kinder fähig, automatisierte und damit auch effektive Reaktionen zu zeigen. Bezüglich der Funktionstüchtigkeit der Analysatoren spielt die Geschwindigkeit der Reizweiterleitung eine bedeutende Rolle: „Erwachsenenwerte“ werden spätestens im Alter von fünf bis sieben Jahren erreicht (Karch, 2001). Bei Gallahue wird die Phase zwischen dem sechsten und zehnten Lebensjahr als Phase der langsamen, aber stetigen Gewichts- und Größenzunahme und einer Steigerung der Organisation motorischer und sensorischer Systeme charakterisiert. Die Kinder lernen insgesamt sehr schnell: Das langsame Wachstum gibt Zeit, sich an die Eigenschaften und die Funktionsfähigkeit des eigenen Körpers zu gewöhnen, und ist ein wichtiger Faktor bezüglich der starken Entwicklung der Koordinationsfähigkeit im Kindesalter (Gallahue, 1998).

Psychisch ist die Phase vom Schulbeginn bis zur Pubeszenz vor allem durch eine rasche Zunahme der intellektuellen Fähigkeiten gekennzeichnet, die vor allem durch den Schulbesuch an sich und die höheren Ansprüche und Einwirkungen von Eltern und Erziehern verursacht wird (Winter, 1981). Auch das sportliche „Könnenwollen“ nimmt einen höheren Stellenwert ein als zuvor. Das Bewegungsbedürfnis und die Einsatzbereitschaft begünstigen die motorische Entwicklung der Kinder (Winter, 1981). Mobilität und Lebendigkeit sind kennzeichnend für das Bewegungshandeln, wobei der Drang nach Erkunden, Erproben und Bewegung und Sport allgemein typisch sind. Im Alter von neun bis zehn Jahren wird von Bös ein Höhepunkt in der motorischen Entwicklung angenommen, der durch gesteigerte Geschicklichkeit, Ökonomie und Variabilität gekennzeichnet ist. Abhängig von den Lern- und Übungsgelegenheiten stabilisieren sich Bewegungsformen; Bewe-

gungsbeherrschung und Zielgerichtetheit der Bewegungssteuerung nehmen zu (Bös, 2003). Insgesamt zeigt sich eine sehr dynamische, aber auch harmonische Entwicklung der Leistungsfähigkeit. Der kindliche Organismus befindet sich in einem günstigen Stadium für die Entwicklung koordinativer Fähigkeiten, da alle Analysatoren ausgereift sind, die hormonelle und nervale Steuerung des Organismus stabil verläuft und die Körperproportionen nahezu konstant bleiben (Hirtz, 1986). Auch die schnelle Zunahme der motorischen Lernfähigkeit erweist sich für die Phase zwischen dem siebten und zehnten Lebensjahr als besonders ausgeprägte motorische Entwicklungstendenz (Meinel, 2006). Auch resultiert eine Verbesserung in der motorischen Koordinationsleistung in positiven Rückwirkungen im schulischen Leistungsfeld und kann zu sozialer Aktivität führen (Gutezeit, 1977).

Das puberale Längenwachstum ist für die koordinative Entwicklung ein bedeutender Faktor. Es konzentriert sich bei Mädchen auf das fünfte und sechste Schuljahr und betrug in Untersuchungen von Hirtz maximal zehn Zentimeter im Jahr. Das maximale Längenwachstum trat bei Jungen erst im siebten und achten Schuljahr auf und ergab Wachstumsraten von über zehn Zentimetern. Mit der Phase dieser so genannten „zweiten Streckung“ ist außerdem ein besonders starkes Längenwachstum der Extremitäten verbunden, das im Zusammenhang mit der auftretenden Ungleichmäßigkeit des Wachstums verschiedener Körperteile in Disproportionen des Körpers resultiert. Mit dem Einsetzen des beschleunigten Längenwachstums folgt eine Phase eingeschränkter koordinativer Leistungsfähigkeit. Bei Mädchen tritt zusätzlich ein zweiter hormonell bedingter Rückgang der koordinativen Leistungsfähigkeit mit der Menarche ein (Hirtz, 1986). Aufgrund der körperkonstitutionellen Leistungsvoraussetzungen werden Last-Kraft und Kraft-Hebel-Verhältnisse ungünstig und es muss eine Umstrukturierung der Bewegungskoordination erfolgen (Roth, 1994). Insgesamt wird die puberale Phase als Phase der Instabilität und Neuanpassung der Bewegungssteuerungsprozesse bezeichnet, für die ein Wechsel von Entwicklung und Rückgang koordinativer Leistungsfähigkeit charakteristisch ist. Die koordinative Vervollkommnung hat hier die Funktion der Gewöhnung an die veränderten Proportionen und des Sammelns neuer oder der Präzisierung bisheriger Bewegungserfahrungen (Hirtz, 1986).

In der Adoleszenz erfolgt eine Stabilisierung oder eine weitere Entwicklung der koordinativen Leistungsfähigkeit. Die körperlichen Disproportionen sind aufgehoben und stabile hormonelle Verläufe bilden die Basis für eine Erhöhung der Leistungsfähigkeit. Es liegt weiterhin noch eine Plastizität des Nervensystems vor, die die bewusste Steuerung von Bewegungshandlungen begünstigt. Die Erhöhung der Leistungsfähigkeit ist aber ohne motorische Aktivität und so der Ausnutzung physiologischer Möglichkeiten kaum möglich (Hirtz, 1986). Charakteristisch für diese Phase ist eine starke Ausprägung individueller Bewegungsspezifika – es hat sich bis zum Eintritt in das Erwachsenenalter eine „koordinative Handschrift“ stabilisiert (Roth, 1994).

Das Erwachsenenalter ist durch die volle Ausprägung und die Verfestigung der individuellen Merkmale der Motorik gekennzeichnet. Im frühen Erwachsenenalter sind bei entsprechendem Training in den meisten Sportarten motorische Höchstleistungen möglich. Bei nicht Trainierenden ist das Ausmaß des sportmotorischen Leistungsrückgangs bis zum Ende des dritten Lebensjahrzehnts bereits beträchtlich und schreitet mit zunehmendem Alter fort. Auch bei Sporttreibenden sind dann im späten Erwachsenenalter mehr oder weniger ausgeprägte und irreversible Leistungsminderungen festzustellen. (Meinel, 2006).

Es wird für den Entwicklungsprozess besonders darauf hingewiesen, dass die motorische Leistungsentwicklung sich im ontogenetischen Entwicklungsprozess nicht als Selbstlauf entfaltet. Es scheinen häufiger auftretende sportlich schwache Leistungen durch früh einsetzenden Bewegungsmangel und unzulängliche sportliche Betätigung bedingt zu sein (Winter, 1981). Bewegungsmangel führt nicht nur zur Schwächung der Gesundheit, sondern auch zur Beeinträchtigung der koordinativen Fähigkeiten. Vielseitige und disponibel einsetzbare Bewegungsfertigkeiten und genügende Bewegungserfahrungen sind aber unerlässlich, um Kinder gut auf das Leben vorzubereiten (Hirtz, 1976). Die Kenntnisse über das Wesen, die Bedeutung und die Möglichkeiten und Grenzen von Entwicklungsphasen vor allem im Kindes- und Jugendalter sind elementare Voraussetzungen für eine gewinnbringende Bewegungserziehung und ein erfolgreiches Training.

## 2.3 Der Koordinationsbegriff und Strukturierungsansätze

Ausgehend davon, dass die Fähigkeit zur motorischen Koordination von Bewegungen als Teilaspekt dem Bereich Motorik zuzuordnen ist, wird im Folgenden zunächst eine möglichst konkrete Begriffsbestimmung angestrebt. Nach der Klärung der Begrifflichkeiten werden die historische Entwicklung des Koordinationsbegriffs und vertraute sowie neue Modelle und Strukturierungsansätze dargelegt und diskutiert. Auf der fundierten theoretischen Auseinandersetzung kann dann die Wahl des Ansatzes für die Entwicklung des vorliegenden Koordinationstests hergeleitet werden.

### *2.3.1 Begriffsbestimmung und Bedeutung koordinativer Fähigkeiten*

Hinsichtlich der Definition und Beschreibung der koordinativen Fähigkeiten, ebenso wie in Bezug auf die motorische Leistungsfähigkeit insgesamt sowie auf das Phänomen Bewegungsmangel, herrscht heute eine starke Diversität von Ansätzen und Auffassungen. Eine differenzierte Betrachtungsweise entstand aber erst in den sechziger Jahren. Nachdem lange Zeit der Begriff „Gewandtheit“ die gute Koordination der Gesamtmotorik des ganzen Körpers als eine der grundlegenden Bewegungseigenschaften beschrieb, wurde 1968 ein neuer Strukturierungsansatz eingeführt. Gundlach unterteilte die motorischen Fähigkeiten in energetisch bedingte konditionelle Fähigkeiten und koordinativ bedingte Bewegungssteuerungsfähigkeiten (Gundlach, 1968). Diese Gruppierung bedeutet allerdings nur eine Akzentuierung und keine absolute Separierung: Konditionelle Fähigkeiten sind zum Teil koordinativ bedingt - weit weniger bedeutsam, aber dennoch vorhanden ist der energetische Einfluss auf die koordinativen Fähigkeiten (Schnabel, 2002). Erste Definitionen wurden 1973 von Schnabel und Hirtz veröffentlicht, wonach koordinative Fähigkeiten primär durch Prozesse der Steuerung und Regelung der Bewegungstätigkeit bedingt sind und spezifische Leistungsvoraussetzungen im Sinne von verfestigten Verlaufsqualitäten der Steuerung und Regelung darstellen. Ende der siebziger Jahre wurden die koordinativen Fähigkeiten als latentes Konstrukt in Theorie und Praxis der Sportwissenschaft akzeptiert und als wichtige und



leistungsbestimmende Komponente in den Sportarten erfasst. Der Nachweis ihrer Existenz, ihrer Entwicklungsdynamik und ihrer Wirksamkeit wurde zu einer bedeutsamen Disziplin (Hirtz, 2002). Es sollte der Tatsache Rechnung getragen werden, dass sowohl im Sport als auch im Alltag sehr unterschiedliche und vielfältige Anforderungen an die koordinativen Befähigungen zur Aneignung, Anwendung und Vervollkommnung von Bewegungshandlungen gestellt werden (Zimmermann, 1985).

Unterschiedliche Standpunkte und Definitionen zum Begriff koordinativer Fähigkeiten resultieren in erster Linie aus unterschiedlichen Zielsetzungen oder unterschiedlichen Wissenschaftsdisziplinen: Findet das Konstrukt koordinative Fähigkeit beispielsweise im Leistungssport oder im Rehabilitationssport seine Anwendung, werden koordinative Fähigkeiten auf der Basis physiologischer Prozesse untersucht oder liegen bei der Diskussion psychologische oder motivationale Gesichtspunkte zugrunde. Im Sinne einer umfassenden Beschreibung koordinativer Fähigkeiten sollten verschiedene wissenschaftliche Ausgangspunkte verknüpft werden. So finden Positionen die Koordination als Abstimmung synergistischer und antagonistischer Muskelarbeit, als Einordnung von Kraftimpulsen oder als Zusammenordnung von ganzen Bewegungsphasen ihre Berechtigung. Ein bedeutender Aspekt ist auch die Übertragbarkeit des wissenschaftlichen Erkenntnisgewinns in die Praxis: Die Abstimmung aller betrachteten Teilprozesse muss im Hinblick auf das Ziel ausgerichtet sein, welches mit dem Bewegungsvollzug, also dem motorischen Akt, verfolgt wird (Meinel, 2006). Als relativ umfassend und allgemein anerkannt wird dieser Arbeit die folgende Definition zugrunde gelegt: Koordinative Fähigkeiten stellen weitgehend verfestigte und generalisierte Verlaufsqualitäten für Bewegungsorganisations- und Regulationsprozesse dar und sind Leistungsvoraussetzungen zur Bewältigung unterschiedlicher Bewegungen mit dominant koordinativen Anforderungen (Hirtz, 1990, Meinel, 2006, Zimmermann, 2002b).

Die Bedeutung eines hohen Leistungsniveaus koordinativer Fähigkeiten zeigt sich insbesondere in der sportartspezifischen Ausbildung von Fähigkeiten und Fertigkeiten. Es wird davon ausgegangen, dass durch zielgerichtete Schulung koordinative

tiver Fähigkeiten eine sporttechnische Ausbildung beschleunigt und qualitativ verbessert wird und die Möglichkeiten zur Vervollkommnung sporttechnischer Fertigkeiten steigen (Blume, 1978). Koordinative Fähigkeiten haben überdies eine hohe Bedeutung für eine universelle Lebensbefähigung. Wachsende Anforderungen an die Bewegungstätigkeit werden z.B. bei der Aufnahme und Verarbeitung eines steigenden Informationsangebotes oder der Steuerung von Bewegungen bei wachsender Geschwindigkeit gestellt (Hirtz, 1981). Koordinationsfähigkeit ist nicht nur Voraussetzung für sportliche Leistungsfähigkeit, sondern spielt auch im Arbeits- und Alltagsleben in Bezug auf Produktivität und Sicherheit eine bedeutende Rolle (Fetz, 1998). Besondere Aufmerksamkeit ist den koordinativen Leistungsvoraussetzungen gerade „im Rahmen der Lebensbefähigung und der psychophysischen Vervollkommnung der Kinder und Jugendlichen“ (Hirtz 1976, S. 83) zu widmen. Im Sinne der Entwicklung beziehungsweise des Erhalts einer universellen Lebenstüchtigkeit sind sie aber auch bedeutsam für Menschen aller Altersklassen (Schielke, 1983). Verschiedene Anwendungsbereiche koordinativer Leistungsvoraussetzungen werden von Schnabel explizit erwähnt. Zunächst wird die Bewältigung koordinativer Anforderungen im Alltag und Arbeitsprozess genannt. Spezieller werden koordinative Voraussetzungen auch auf die Vorbereitung und Unterstützung der Aneignung sporttechnischer Fähigkeiten angewandt. Weitere bedeutsame Aspekte liegen in der optimalen Nutzung energetischer Potentiale, der Gesunderhaltung und der Verletzungsprophylaxe in Alltag und Sport. Unter Einbeziehung psychosozialer Ebenen bieten koordinative Leistungsvoraussetzungen auf hohem Niveau sowohl in der Kindheit als auch im hohen Alter eine beträchtliche Bewegungssicherheit (Schnabel, 2002).

Das materielle Substrat koordinativer Bewegungsvollzüge bilden die höchsten Ebenen des Zentralnervensystems und die sensomotorischen Teilsysteme des Körpers. Ein Bewegungsplan zur willkürlichen Bewegungshandlung wird in der Großhirnrinde entwickelt und über Pyramidenbahnen und tiefere Hirnstrukturen auf die motorischen Nervenbahnen im Rückenmark umgeschaltet und den zuständigen Effektoren, der Skelettmuskulatur, zugeleitet. Dabei initiieren aufeinander abgestimmte Erregungs- und Hemmungsprozesse die Muskelaktivität von Agonisten und Antagonisten zu einer zielgerichteten Bewegung. Eine Verbesse-

Die Qualität von Bewegungskoordination resultiert von einem zunächst an die Großhirnrinde gebundenen Prozess in einen zunehmend unbewusst ablaufenden Vorgang, der Automatisierung der Bewegung (Gottschalk, 1985). Eine Verbesserung der Bewegungskoordination kann auf diese Weise durch Wiederholung bestimmter Bewegungsabläufe erreicht werden. Als unumstritten gilt, dass koordinative Fähigkeiten immer – unabhängig aus welcher theoretischen Perspektive sie betrachtet werden – an die morphologisch-funktionelle Qualität des sensomotorischen Systems gebunden sind und nicht unerheblich auf genetischen Prädispositionen basieren (Roth, 1994). Die Existenz koordinativer Fähigkeiten ist an die Sinnesorgane, das Zentrale und das Periphere Nervensystem und die Muskulatur gebunden und auf Prozesse der Rückkopplung angewiesen (Hirtz, 1976). Zimmermann betont, dass die Steuer- und Regelprozesse der Bewegungskoordination immer den gleichen physiologischen Gesetzmäßigkeiten folgen, aber in ihrer Geschwindigkeit, Exaktheit, Differenziertheit und Flexibilität interindividuell sehr stark variieren können (Zimmermann, 2002a). Im Prozess der Vervollkommnung und der Anwendung sind die koordinativen Fähigkeiten wesentlich von habituellen, motivationalen und kognitiven Prozessen und Potenzen abhängig (Roth, 1994). Die Komplexität der Wirkungs- und Beziehungsgefüge koordinativer Fähigkeiten wird insgesamt durch den engen Zusammenhang leistungsbeeinflussender Faktoren wie den biomechanischen und neurophysiologischen Gesetzmäßigkeiten oder konditionellen, kognitiven, motivationalen und intellektuellen Faktoren gesteigert. Auch stehen koordinative Fähigkeiten in wechselseitiger Beziehung zu konditionellen Fähigkeiten, da sie z.B. immer den Ausnutzungs- und Umsetzungsgrad der konditionellen Potenzen mitbestimmen. So ist z.B. die Krafftähigkeit primär energetisch bestimmt, erfordert aber auch die intramuskuläre Koordination und damit informationelle und regulatorische Prozesse. Umgekehrt haben koordinative Fähigkeiten einen energetischen Anteil und werden über Energieflüsse reguliert (Hartmann, 2002).

### *2.3.2 Theoretische Modelle und Strukturierungsansätze*

So wie sich der Begriff der Koordination im Laufe der Zeit erst entwickeln musste, so entstanden in den letzten 50 Jahren auch verschiedene Modelle, die Erkenn-

tnisse und Erklärungen zur Bewegungskoordination und den überaus komplexen Vorgängen, auf denen Bewegungskoordination basiert, zu liefern versuchen. Diese sind in unterschiedlichem Maße gesichert und in der Praxis umsetzbar. Alle Modelle haben ihre Berechtigung und einen gewissen Erklärungswert, können aber nicht für sich beanspruchen, das Problemfeld Motorik oder Koordination abschließend und umfassend zu behandeln. Der Bereich der Motorikforschung entwickelte sich zunächst aus der Differenziellen Psychologie. Zu Beginn des 19. Jahrhunderts bildeten Behavioristische Theorien die Grundlage psychologischer Lerntheorien. Lerntheoretische Modelle und die Gestalttheorie bildeten die Bezugssysteme zur Untersuchung menschlichen Verhaltens, wenngleich grundlegende Unterschiede zwischen ihnen bestanden: Die Behavioristen waren vor allem auf situative Kontrolle und Konditionierungsprozesse fixiert, während für die Gestalttheoretiker individuelle kognitive und perzeptive Prozesse im Vordergrund standen (Singer, 1985). Auf der Grundlage und durch Weiterentwicklung dieser Ursprünge entstanden ab etwa 1960 neuere Modelle und Theorien, die spezifischer auf den Bereich der Motorik ausgerichtet waren. Die Ansätze reflektieren zumeist theoretische Vorstellungen bezüglich des Erwerbs von motorischen Fertigkeiten. Singer unterteilt die vorherrschenden Modellvorstellungen 1985 wie folgt:

- deskriptive Modelle gekennzeichnet durch die Hervorhebung allgemeiner Charakteristika gekonnter Fertigkeiten,
- Informationsverarbeitungsmodelle fokussieren Wahrnehmungs- und Entscheidungsprozesse sowie Prozesse der Informationsverarbeitung und -speicherung,
- kybernetisch orientierte Modelle mit der Betonung auf individuelle Steuerungs- und Regelungsmechanismen,
- Modelle adaptiver oder hierarchischer Kontrolle, die die Programme höherer und niederer Ordnung zur Organisation und Verhaltensteuerung hervorheben.

Allgemeine deskriptive Modelle zum Erwerb von Fertigkeiten beschreiben jeweils unterschiedliche grundlegende Prozesse, ohne sich an eine der anderen Hauptströmungen anzulehnen. Die „Gedächtnistrommel-Theorie“, die 1960 von Henry entwickelt wurde und die Funktionen beim motorischen Leistungsvollzug mit de-

nen eines Computers vergleicht, löste eine Reihe weiterer Untersuchungen über das Problem der allgemeinen gegenüber der spezifischen Leistungsfähigkeit aus. So entstand auch 1967 das Fitts-Posner Modell, welches den Fertigkeitserwerb als dreiphasig beschrieb. Der Lernende durchläuft hiernach zunächst eine bewusste Phase, in der die Bewegungsabläufe in der Grobform erlernt werden. Dieser frühen kognitiven Phase folgt die mittlere oder assoziative Phase. Schließlich kommt es in der finalen oder autonomen Phase zur Bildung von Automatismen, die nur noch minimaler Bewusstseinsbeteiligung bedürfen (Singer, 1985). Dieses Beispiel für ein deskriptives Modell stellt einen relativ übergreifenden Ansatz zur Erklärung des Fertigkeitserwerbs dar und weist deutliche Parallelen zu heute gängigen Vorstellungen zum motorischen Lernen auf. Z.B. wird bei Meinel und Schnabel ebenfalls von drei Phasen des koordinativen Lernverlaufs, der Entwicklung der Grobkoordination, der Entwicklung der Feinkoordination und der Stabilisierung der Feinkoordination und Ausprägung der variablen Verfügbarkeit ausgegangen (Meinel, 2006). Weitere deskriptive Modelle gehen auf Cratty (1966) und Gentile (1972) zurück. Insgesamt ist das Erklärungspotential deskriptiver Modelle relativ gering und nur für spezifische Fragestellungen praktikabel.

Nach dem Verständnis informationstheoretischer Modelle wird das menschliche Verhalten von sensorischen und perzeptiven Mechanismen, dem Gedächtnis, von Codierungs- und Decodierungsprozessen und von Evaluation, Speicherung und Abruf kontrolliert. Die Beherrschung einfacher und komplexer Bewegungshandlungen hängt primär von der Fähigkeit ab, zwischen einer Vielzahl verschiedener Reize sinnvoll zu unterscheiden. Das analytische Interesse richtet sich hierbei auf die Fähigkeit des Lernenden, sich mit spezifischen Reizen auseinanderzusetzen, der schnellen Informationsübertragung und des Abrufs gespeicherter Informationen aus dem Gedächtnis. Eines der ältesten und bekanntesten Modelle auf diesem Gebiet wurde von Whiting (1972) entwickelt. Mittels eines einfachen Modells kann eine relativ große Einsicht in die Systeme der motorischen Leistungsfähigkeit gewonnen werden: Sinnesorgane, zentrale Mechanismen und muskuläre Systeme sind dem Modell nach auf funktionaler Ebene für Input, Entscheidungsprozesse und Output durch Effektoren verantwortlich. Auf einer komplexeren Analyseebene werden drei Hauptfunktionen zentraler Mechanismen unterschieden: Wahrneh-

mung, Informationsübertragung und effektorische Kontrolle. Unter Einbeziehung von Input und Rückmeldung werden diese Untergliederungen zu einem Modell zusammengesetzt (Singer, 1985). Das Paradigma der Informationsverarbeitung wurde in der Motorik-, Verhaltens- und Handlungsforschung breit akzeptiert. Da informationstheoretische Modelle Systeme der Selbststeuerung und -regulierung implizieren, sind neuere Modelle nicht ohne weiteres von kybernetischen Modellen zu trennen.

Ein heute gängiges Modell basiert auf kybernetisch orientierten theoretischen Vorstellungen von Bernstein (1957). Als zentrales Problem der Bewegungskoordination wird die Behebung beziehungsweise Verringerung von motorischen Soll-Istwert-Differenzen und damit die Optimierung von Regelungsvorgängen betrachtet. Meinel und Schnabel entwickelten ein Modell beruhend auf der Vorstellung, dass die Bewegungstätigkeit die wesentlichste Form einer Wechselwirkung mit der Umwelt ist (Abbildung 3). Es wird darüber hinaus aktiv auf die Umwelt eingewirkt, um diese mit wesentlichen Ergebnissen für das Lebewesen zu verändern (Bernstein, 1988). Das Modell geht von der Bewältigung mehrerer Teilfunktionen zur Lösung einer sportlichen Tätigkeit aus: In der so bezeichneten Afferenzsynthese werden afferente und reafferente Informationen über den Bewegungsvollzug und seine Bedingungen aufgenommen und aufbereitet. Es werden dann die auszuführenden Bewegungsabläufe programmiert und deren Ergebnisse antizipiert. Zeitgleich werden eventuell notwendige Korrekturen des Bewegungsablaufs durch Abruf in motorischen Speichern festgelegter Muster realisiert. Erst dann wird durch efferente Steuerungs- und Korrekturimpulse an die Muskulatur die Bewegung ausgeführt. Der permanent durchgeführte Vergleich der eingehenden afferenten Informationen mit dem vorgegebenen Ziel und den erwarteten Rückinformationen ermöglicht weitere Korrekturen. Der Soll-Istwert-Vergleich dient weitestgehend der Handlungskontrolle. Programmierung, Antizipation und Soll-Istwert-Vergleich werden durch das Handlungsziel entscheidend bestimmt.

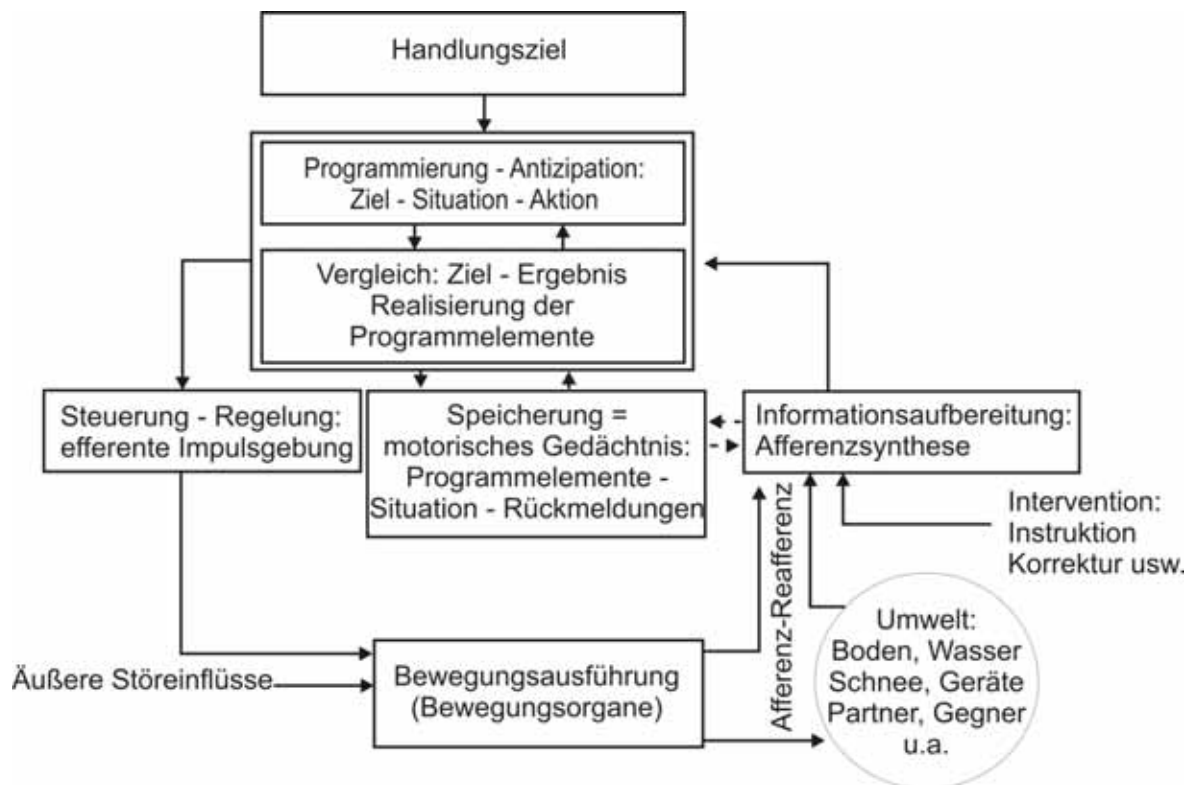


Abbildung 3: Vereinfachtes Modell der Bewegungskoordination (aus: Meinel 2006, S. 42).

Gespeicherte Erfahrungen oder Programme werden im Koordinationsprozess abgefragt. Gleichzeitig können neu erarbeitete Programme und ihre Ergebnisse gespeichert werden. Dieses durch Projektion der vernetzten Prozesse auf eine Ebene und Vernachlässigung von Antriebs- und Entscheidungsprozessen vereinfachte Modell lässt einen Blick auf das Prinzipielle der Bewegungskoordination, auf den Grundvorgang, zu. Ausgehend von diesem Modell werden drei Funktionskreise beschrieben, die Schlüsselmechanismen der Koordination beinhalten: die Informationsaufnahme und -aufbereitung, die Programmierung des motorischen Verhaltens und Bewegungsantizipation und der Soll-Istwert-Vergleich (Meinel, 2006). Die Informationsaufnahme und -aufbereitung umfasst informationelle Prozesse der sensomotorischen Steuerung, die in der Folge eine dem Handlungsziel dienende zweckmäßige Regelung der energetischen Prozesse zur Muskelaktivierung bewirken. Wesentlich für die Aufnahme und Verarbeitung von Informationen ist, dass die Bedingungen, die der Bewegungsausführung zugrunde liegen, bekannt sind, dass also eine hinreichende Orientierungsgrundlage vorhanden ist. Aufzunehmende Informationen müssen dabei bewertet, gefiltert und zu relevanten hand-

lungsspezifischen Informationen zusammengefasst werden. Für die Umsetzung des Modells in die Praxis müssen diejenigen Mechanismen bekannt sein, auf denen die beschriebenen Prozesse basieren und die für die Trainingspraxis zugänglich sind. Meinel und Schnabel sprechen von den so genannten Analysatoren, die Teilsysteme der Sensorik darstellen. Zu einem Analysator sind jeweils die spezifischen Rezeptoren, die afferenten Nervenbahnen und die sensorischen Zentren bis zum primären Projektionsfeld in der Hirnrinde zugehörig. Entsprechend der Modalitäten verschiedener Analysatoren werden die Signale von den Rezeptoren aufgenommen, umkodiert, weitergeleitet und verarbeitet. Für die motorische Koordination spricht Meinel fünf Analysatoren Bedeutung zu: dem kinästhetischen, dem taktilen, dem statico-dynamischen, dem optischen und dem akustischen Analysator. Sowohl seriell als auch parallel zur Informationsaufnahme und -aufarbeitung muss eine Entscheidung über den Bewegungsvollzug getroffen werden, die ausgehend von der Vorausnahme der Ergebnisse der Handlung bestimmte Programme bildet. Die Programmierung wird durch Zusammenwirken verschiedener Regulationsebenen realisiert. Grundlage dafür sind neben den aktuell eingehenden Informationen die gespeicherten Bewegungsprogramme und die Situationsafferenzen. Als entscheidendes Konstrukt im Rahmen der Modellvorstellung wird der Soll-Istwert-Vergleich gesehen. Alle Teilschritte der Bewegungsausführung werden mit dem Handlungsprogramm und den sich gegebenenfalls auch ändernden Situationsbedingungen abgeglichen. Auf diesem Vergleichsvorgang basiert die Möglichkeit zur korrigierenden Einflussnahme. Das beschriebene Modell der Handlungsregulation wird von den Autoren potentiell als integratives Gesamtmodell der Bewegungskoordination betrachtet und bietet ihrer Ansicht nach innerhalb der kontroversen Diskussion um die koordinativen Fähigkeiten einen übergreifenden Zugang (Meinel, 2006).

Modelle hierarchischer Kontrolle beruhen auf der Annahme, dass Verhalten unter dem Aspekt höher- und niederrangiger Handlungen betrachtet werden kann. Gekonnte Fähigkeiten können durch die Identifikation höher- und niederrangiger Funktionsprozesse erklärt werden, durch die Beherrschung niederrangiger Aufgaben wird die Bewältigung höherrangiger Aufgaben vorbereitet. Zu den Modellen hierarchischer Ordnung zählt die Schema-Theorie von Schmidt (1975), die Ideen



der „open-“ und „closed-loop“ Theorien aufnimmt und initiierend auf Arbeiten im Bereich der Motorikforschung wirkte. Der Begriff „Schema“ ersetzt bei Schmidt den sonst üblichen Begriff „Programm“ und impliziert damit das Vorhandensein generalisierter motorischer Programme für eine gegebene Klasse von Bewegungen. Um eine Willkürbewegung ausführen zu können, sind nach Schmidt vier Informationsquellen obligat: Kenntnis der Ausgangsbedingungen, Kenntnis der spezifischen Bewegungsanforderung, Kenntnis der durch die Bewegungshandlung erzeugten sensorischen Konsequenzen und das Handlungsergebnis. Als Schemata nennt Schmidt das Abrufschema und das Erkennungsschema. Erstere erwachsen aus der Beziehung zwischen früheren Handlungsergebnissen und den spezifischen Handlungsanforderungen und sind damit auf die Handlungsmuster bezogen. Das Erkennungsschema repräsentiert die Beziehung zwischen dem Handlungsergebnis und den bewegungsbegleitenden sensorischen Konsequenzen und entspricht in wesentlichen Teilen dem Soll-Istwert-Vergleich (Singer, 1985).

Auch neuere theoretische Ansätze zur Strukturierung greifen oft auf die „alte“ Terminologie und die damit verbundenen Modelle zurück, bauen darauf auf oder binden sie ein. So wird die menschliche Motorik nach Roth und Willimczik aus verschiedenen Perspektiven analysiert. Als aktuelle Betrachtungsweisen werden neben der fähigkeitsorientierten Perspektive die Biomechanik, ganzheitliche und funktionale Konzeptionen genannt. Inhaltlich werden die letzteren drei Ansätze als Erklärungsansätze gekennzeichnet, die allgemeine Gesetzmäßigkeiten zu identifizieren versuchen, die auf ein durchschnittliches Individuum zutreffen. Im Gegensatz dazu wird innerhalb der fähigkeitsorientierten Betrachtungsweise die Abweichung von übergreifenden Prinzipien betrachtet. Informationstheoretische Modelle werden z.B. hier als funktionale Konzeption eingeordnet (Roth, 1999, 2002). Von Roth und Winter werden auf höherer Abstraktionsebene zwei Erklärungsansätze unterschieden: Prozessorientierte Ansätze dienen der Erklärung der Kontrolle bzw. des „Funktionierens“ gekonnter Bewegungshandlungen und umfassen auf niedrigerer Strukturierungsebene Perspektiven der Neurophysiologie, der Informationsverarbeitung, Handlungstheorien und dynamische Systemtheorien. Fähigkeitsorientierte Ansätze haben im Gegensatz dazu das Ziel der Erklärung sichtbarer

Bewegungsleistungen über theoretische Konstrukte, den „Fähigkeiten“ (Roth, 1994).

Da bei der Beurteilung und differenzierten Betrachtung menschlichen Verhaltens und menschlicher Eigenschaften nicht immer auf unmittelbar zugängliche Parameter zurückgegriffen werden kann, wurden im Rahmen des Fähigkeitskonzeptes bestimmte Personenmerkmale konstruiert, so genannte „latente Konstrukte“, um intra- und interindividuelle Unterschiede fassbar zu machen (Roth, 2002). Der Begriff „Fähigkeit“ umschreibt ein theoretisches Konstrukt, welches als Analyseeinheit in Forschung und Praxis handhabbar ist (Neumaier, 2003). Fähigkeiten stellen Hilfskonstrukte dar, die induktiv aus dem menschlichen Verhalten gewonnen und deduktiv aus sozial- und naturwissenschaftlichen Theorien abgeleitet wurden (Hartmann, 2002). Mit dem Fähigkeitsbegriff werden verschiedene Grundeigenschaften der konstruierten Merkmale definiert: Fähigkeiten stellen technikunabhängige Leistungsdifferenzen dar und sind damit von genereller, bewegungsübergreifender Bedeutung. Z.B. haben koordinative Fähigkeiten einen relativ hohen Allgemeinheitsgrad und Generalitätsanspruch. Darüber hinaus besitzen sie querschnittliche Konsistenz, längsschnittliche Stabilität und sind nicht gruppenspezifisch, sondern auf alle Personengruppen anwendbar. Das wesentliche Ziel fähigkeitsorientierter Ansätze ist die Ableitung jener Konstrukte, die motorische Fähigkeiten konkret voneinander abgrenzen und die sich für differenzielle Beschreibungen und Erklärungen eignen (Roth, 2002).

Neben den Modellen und Theorien zur Erklärung derjenigen Vorgänge, die der Koordination zugrunde liegen, entstanden auf der Basis des Fähigkeitskonzeptes mehrere Strukturierungsansätze koordinativer Fähigkeiten. Es wurde bei der Anwendung der theoretischen Erkenntnisse auf alltägliche Handlungsbereiche wie auf sportliche Leistungsvoraussetzungen deutlich, dass eine weitere Unterteilung und Differenzierung des Begriffs Koordination notwendig ist. Die Versuche, verschiedene koordinative Fähigkeiten abzuleiten, führten zu Perspektiven, die sich vor allem in ihrem Allgemeinheitsgrad unterscheiden. Die Betrachtungsweisen ergaben von der Unterscheidung einiger weniger koordinativer Fähigkeiten bis hin

zu einer größeren Anzahl konkreter elementarer Fähigkeiten verschiedene Ansätze. Wesentliche Konzepte zur Strukturierung werden im Folgenden exzerpiert:

Aus drei wichtigen Äußerungsformen der Gewandtheit leitete Schnabel drei allgemeine koordinative Grundfähigkeiten ab. Es wird davon ausgegangen, dass Bewegungskoordination mehrere Teilvorgänge umfasst. Ähnlich wie bei dem Modell der Bewegungskoordination von Meinel und Schnabel wird hier von einer orientierenden und motivierenden Informationsaufnahme und -aufbereitung durch Analytoren ausgegangen. Die Programmierung und Korrektur der Bewegungshandlung basiert, ebenfalls auf der Grundlage der Handlungsziele, auf Auswertung der Informationen sowie der gespeicherten Muster und Erteilung von Regelimpulsen auf die Effektoren. Kompliziert wird die Bewegungskoordination durch die Beteiligung kognitiver und volitiver Prozesse. Das von Schnabel erstellte Konzept gründet sich auf der Forderung nach klaren theoretischen Überlegungen, die den Bedürfnissen der sportlichen Praxis gerecht werden. Als Ausgangspunkt für ein Maß koordinativer Fähigkeiten sieht Schnabel die Kompliziertheit der motorischen Aufgabe, die Anpassung an wechselnde Aufgaben und Bedingungen und die Anzahl der Übungswiederholungen, die beim motorischen Lernen benötigt werden (Schnabel, 1973). Die Koordinationsaufgabe bei sportlichen Tätigkeiten trägt demnach drei Hauptakzente:

- Die motorische Steuerungsfähigkeit, das heißt die Fähigkeit, die Bewegungen auch bei hohen Koordinationsschwierigkeiten so genau zu steuern, zu regulieren und zu korrigieren, dass die motorische Aufgabe gelöst werden kann.
- Die Anpassungs- und Umstellungsfähigkeit, das heißt die Fähigkeit, sich ungewohnten sowie schnell und unvermittelt wechselnden Bedingungen und Aufgaben anzupassen und die motorischen Aktionen zweckmäßig umzustellen.
- Die motorische Lernfähigkeit als die Fähigkeit zu schnellem und sicherem Erlernen von Bewegungsformen beziehungsweise -techniken.

Alle drei Fähigkeiten beziehen sich auf den kompletten Bereich sportlicher Bewegungshandlungen, ohne speziellere koordinative Anforderungen weiter zu differenzieren. Zu speziellen koordinativen Fähigkeiten zählt Schnabel die Geschick-

lichkeit als feinmotorische Steuerungsfähigkeit, die Gleichgewichtsfähigkeit, die Kombinationsfähigkeit und die Rhythmusfähigkeit. Schnabel beansprucht für sein Konzept eine prinzipielle Möglichkeit zur Erfassung im Sinne von Messung. Es wird aber auch darauf hingewiesen, dass zunächst weitere Überlegungen und untersuchungsmethodologische Vorarbeiten zu leisten sind (Schnabel, 1974). Die Unterscheidung spezieller koordinativer Fähigkeiten erscheint Schnabel zu Folge willkürlich und ergänzungsbedürftig, ist aber zwingend notwendig, da diese nicht direkt in den Grundfähigkeiten enthalten sind und für das Erreichen eines höheren Niveaus einer speziellen Ausbildung bedürfen (Schnabel, 1973).

Zur Lösung von praktischen Aufgaben, z.B. im Training von Fähigkeiten und Fertigkeiten, entwickelte auch Blume ein theoretisches Konzept. Hierbei steht der Leistungsaspekt im Vordergrund. Es wird davon ausgegangen, dass oft eine zu enge sportartspezifische koordinative Basis vorliegt, die es systematisch und zielgerichtet zu erweitern gilt. Aus trainingsmethodischen und untersuchungstechnischen Gesichtspunkten wurde die Klassifizierung der sportlichen Tätigkeit nach real existierenden Sportarten vorgenommen. Es wurde der Überlegung nachgegangen, welche koordinativen Fähigkeiten für hohe Leistungen in den verschiedenen Sportarten notwendig sind. „Durch Vergleich der abgeleiteten koordinativen Fähigkeiten und Zusammenfügung annähernd gleicher Begriffsinhalte im Sinne der Gerichtetheit der Fähigkeiten konnten sieben koordinative Fähigkeiten herausgearbeitet werden“ (Blume 1978, S. 34). Die so entwickelte Differenzierung koordinativer Fähigkeiten beansprucht eine hinreichende Abgrenzung zwischen den Fähigkeiten ihrerseits und eine allgemeine Ausprägung. Die wesentlichen koordinativen Fähigkeiten sind nach Blume:

- Orientierungsfähigkeit als Fähigkeit zur Bestimmung und Veränderung der Lage und Bewegung des Körpers in Raum und Zeit auf ein definiertes Aktionsfeld;
- Kopplungsfähigkeit als Fähigkeit zur Organisation der Teilkörperbewegungen untereinander, die im Zusammenspiel räumlicher, zeitlicher und dynamischer Bewegungsparameter zum Ausdruck kommt;

- Differenzierungsfähigkeit als Fähigkeit zum Erreichen einer hohen Genauigkeit und Ökonomie von Teilbewegungen, Bewegungsphasen sowie der Gesamtbewegung;
- Gleichgewichtsfähigkeit als Fähigkeit, den gesamten Körper im Gleichgewichtszustand zu halten oder während und nach Bewegungshandlungen diesen Zustand beizubehalten bzw. wieder herzustellen;
- Rhythmisierungsfähigkeit als die Fähigkeit, den charakteristischen dynamischen Wechsel eines Bewegungsablaufs zu erfassen und zu realisieren.
- Reaktionsfähigkeit als Fähigkeit zur schnellen Einleitung zweckmäßiger motorischer Aktionen auf ein bestimmtes Signal hin;
- Umstellungsfähigkeit als Fähigkeit, entsprechend der aktuellen Situation und der vorzunehmenden Situationsveränderung das optimale Handlungsprogramm zu entwerfen, seine motorische Realisierung zu kontrollieren und entsprechend zu korrigieren.

Bei den sieben koordinativen Fähigkeiten wird davon ausgegangen, dass jede einen allgemeinen Aspekt und spezielle sportartspezifische Aspekte hat. Innerhalb der Umsetzung dieses Konzepts in die Praxis verschiedener Sportarten hat sich gezeigt, dass anhand der Fähigkeiten ein systematisiertes Übungsgut zur zielgerichteten Schulung identifiziert werden konnte (Blume, 1978).

In erster Linie bezogen auf den Schulsport betrachtete Hirtz 1997 die konzeptionelle Differenzierung koordinativer Fähigkeiten. Aus dieser Sicht war es wichtig, sich auf die Vervollkommnung nur weniger grundlegender koordinativer Fähigkeiten zu konzentrieren. Hirtz analysierte die gesellschaftlichen Anforderungen an Bewegungstätigkeit und betrachtete leistungsbestimmende koordinative Aspekte der Lehrplansportarten. Es wurden außerdem psychische und neurologische Funktionsgrundlagen in die Erstellung eines praktikablen Konzepts eingebunden. In konkreten Studien wurden 2000 Kinder untersucht und so eine Fundamentaltätsbestimmung vorgenommen: Anhand von 20 erfassten koordinativen Merkmalen konnten mit Hilfe der Faktorenanalyse Aussagen zur Infrastruktur koordinativer Fähigkeiten gemacht werden. Der Analyse zu folge und unter Berücksichtigung

aller genannten Aspekte und Forderungen wurden fünf für den Schulsport fundamentale koordinative Fähigkeiten bestimmt: Rhythmusfähigkeit, Gleichgewichtsfähigkeit, Reaktionsfähigkeit, kinästhetische Differenzierungsfähigkeit und räumliche Orientierungsfähigkeit (Hirtz, 1997).

Neben der Herausarbeitung konkreter koordinativer Fähigkeiten wurden zahlreiche Konzepte entwickelt, die eine Strukturierung auf höheren Ebenen vornahmen. So erarbeitete z.B. Roth 1982 auf der Grundlage bisheriger Erkenntnisse und eigener empirischer Untersuchungen ein hierarchisches System koordinativer Fähigkeiten. Es wurde eine Differenzierung nach der bei einer Bewegung verfügbaren Bewegungszeit und den an eine Bewegung gestellten Anforderungen an die Genauigkeit vorgenommen. Zusätzlich zu dieser Zweiteilung wurde der Situationsfaktor betrachtet. Durch dieses nachgeordnete Klassifikationskriterium geht Roth von vier koordinativen Grundfähigkeiten aus: Fähigkeit zur schnellen motorischen Steuerung, Fähigkeit zur schnellen motorischen Anpassung und Umstellung, Fähigkeit zur präzisen motorischen Steuerung und Fähigkeit zur präzisen motorischen Anpassung und Umstellung. Auf hierarchisch tiefer liegenden Ebenen werden weitere elementare Fähigkeitsaspekte abgeleitet (Roth, 1982).

Ebenfalls mit Hilfe empirischer Untersuchungen und auf der Grundlage theoretischer Positionen vor allem von Bernstein (1975) stellte Zimmer (1984) ein Strukturmodell auf. Auch hier werden auf oberer hierarchischer Ebene zwei komplexe koordinative Fähigkeiten differenziert, die Fähigkeit zur Stabilisierung der Bewegungskoordination bei Ablaufkonstanz und die Fähigkeit zur Stabilisierung der Bewegungskoordination bei Ablaufvariation. Auf niedriger Klassifikationsebene werden die den komplexen koordinativen Fähigkeiten zugrunde liegenden elementaren Fähigkeiten genannt: Kopplungs-, Rhythmisierungs-, Orientierungs-, Reaktions-, Gleichgewichts-, Umstellungs- und Differenzierungsfähigkeit (Meinel, 2006, Zimmermann, 2002a) .

1989 wurde von Hirtz postuliert, dass die Forderung nach Vereinfachung und Generalisierung koordinativer Fähigkeitskonzepte besteht, wenngleich Leistungen auf höchsten hierarchischen Ebenen sich über allgemeine Fähigkeiten nur schwer erklären lassen. Auch er beteiligt sich an der Erstellung von Konzepten zur über-

geordneten Strukturierung koordinativer Fähigkeiten. Er unterscheidet generell zwischen genauen, genauen und schnellen sowie genauen, schnellen und variablen Anforderungen an die Bewegungsregulation. Die Fähigkeit zur genauen Koordination bekannter, langsamer und kontrollierter Bewegungshandlungen stellt eine Basisfähigkeit dar. Die Anforderungsbewältigung unter Zeitdruck, gesteigert durch plötzliche und ständig wechselnde Bedingungen ist komplexer (Hirtz, 1989). Es werden höherwertige koordinative Leistungsvoraussetzungen benötigt bzw. höhere Anforderungen an die Basisfähigkeit gestellt. Als Grundfähigkeiten ergeben sich aus den Anforderungen die Fähigkeit zur präzisen Bewegungsregulation, die Fähigkeit zur Koordination unter Zeitdruck und die Fähigkeit zur motorischen Anpassung und Umstellung (Zimmermann, 2002a). In jeder dieser Grundfähigkeiten sind die Leistungsvoraussetzungen der Orientierung, Differenzierung, Kopplung, Rhythmisierung und des Gleichgewichts enthalten. Die jeweilige Anforderungsbewältigung stellt dabei steigend höhere Anforderungen an die Leistungsvoraussetzungen (Hirtz, 1989).

Die Existenz einer fundamentalen Fähigkeitsstruktur wird von Zimmermann angenommen, der die Struktur grundlegender koordinativer Anforderungen und die Fähigkeitsstruktur verbindet. Genauigkeit, Schnelligkeit und Variabilität der Bewegungsregulation sind von wesentlicher Bedeutung. Es lassen sich daraus in idealtypischer Differenzierung drei grundlegende Komplexfähigkeiten ableiten: die Fähigkeit zur Koordination unter Präzisionsdruck, die Fähigkeit zur Koordination unter Zeitdruck und die Fähigkeit zur Koordination unter Variabilitätsdruck. Diese Fähigkeiten sind gleichberechtigt und kennzeichnen die Struktur der oberen Ebene des koordinativen Bereiches. Auf einer niedrigeren Ebene sind die elementaren koordinativen Fähigkeiten wie Differenzierungs-, Gleichgewichts-, Orientierungs-, Reaktions-, Umstellungs- und Kopplungsfähigkeit einzuordnen. Die Fähigkeiten beider Ebenen stehen dabei in wechselseitigem Bezug zueinander. Die elementaren Fähigkeiten sind zu unterschiedlichen Anteilen in den Komplexfähigkeiten enthalten: „Das Niveau der grundlegenden Komplexfähigkeiten bestimmt den Ausprägungsgrad der elementaren koordinativen Fähigkeiten mit, wie auch umgekehrt“ (Zimmermann 2002a, S. 68).

Insgesamt hat sich ausgehend von Gundlach der Begriff der koordinativen Fähigkeiten durchgesetzt, die als generelle sportart- und bewegungsübergreifende Fähigkeiten das Niveau der Vorgänge von Regelung und Steuerung bestimmen (Neumaier, 2003). Es wurden im Laufe der letzten fünfzig Jahre verschiedene Fähigkeiten postuliert und zu Fähigkeitskomplexen zusammengefügt. Die Fähigkeiten wurden auf der Basis statistischer Verfahren geprüft, verschiedenen Hierarchieebenen zugeordnet und als Grundlage für die Entwicklung von Trainingskonzepten und motorischen Diagnoseverfahren genutzt (Hartmann, 2002).

Obwohl sich das Konzept der koordinativen Fähigkeiten in Deutschland eingebürgert hat, fand es in den letzten 30 Jahren doch keine einheitliche Resonanz. Es wurde in den Anfangsjahren gut akzeptiert und für die Praxis in Gebrauch genommen. Das Fähigkeitskonzept wurde vielfach aufgegriffen, ergänzt und weiterentwickelt, es wurde ihm aber auch eine unzureichend exakte wissenschaftliche Fundierung angelastet. Fähigkeitsorientierte Erklärungsansätze haben zwar zu einem differenzierten Begriffsverständnis geführt, aber ebenso zu einer Vielfalt der Begriffe, die oft weniger erklärend als vielmehr verwirrend wirken (Hartmann, 2002). Trotz vielfältiger Ansätze und unterschiedlicher Begrifflichkeiten kristallisierten sich grundsätzliche Kritikpunkte am Fähigkeitskonzept heraus.

Ein wesentlicher Kritikpunkt, der grundsätzliche Eigenschaften fähigkeitsorientierter Ansätze betrifft, zielt auf den nomothetischen Charakter, also die umfassende Anwendbarkeit. Intra- und interindividuelle Differenzen, so proklamieren kritische Stimmen, setzen die Erstellung detaillierter Einzelbiografien voraus. Vor allem für den Leistungssport wird diese Eigenschaft der fähigkeitsorientierten Sichtweise als unzureichend und problematisch beschrieben (Roth, 2002). Einen weiteren Ansatz zur Kritik liefert der hohe Komplexitätsgrad der koordinativen Fähigkeiten, der in der Konsequenz kaum mehr eine Differenzierung zulässt, da Bewegungshandlungen immer die Fähigkeitsstruktur als Ganzes beanspruchen. Ein derartiges Verschmelzen von mehreren Prozessen in den Fähigkeiten impliziert eine starke Wechselbeziehung. Die Identifikation spezifischer Einflussgrößen wird damit außerordentlich. Auch das Dominanzprinzip vermag die Vermischung verschiedener Einflussgrößen in eine Fähigkeit nicht aufzulösen. Es erklärt zwar eine Bewe-



gungshandlung als vorrangig von einem bestimmten Fähigkeitskomplex abhängig, schließt aber den Einfluss anderer Fähigkeiten nicht aus (Neumaier, 2003). Bezogen auf den Generalitätsanspruch des Konzepts koordinativer Fähigkeiten wird die starke Betonung bewegungsübergreifender Konstrukte kritisiert: Die angenommenen Verhaltenskonsistenzen und -stabilitäten werden von Kritikern als deutlich überschätzt ausgewiesen (Roth, 2002). Relativ große Einigkeit wird in der Ansicht erreicht, dass das Konzept koordinativer Fähigkeiten zu allgemein und zu unspezifisch orientiert ist, als dass es für Leistungen auf hohem Niveau hinreichend sein könnte (Schnabel, 2002). Um der Komplexität und Spezifität von einzelnen Sportarten oder Disziplinen auf höherem Leistungsniveau gerecht zu werden, ist das Konzept nicht ausreichend differenziert (Neumaier, 1994). Insgesamt wird die fähigkeitsorientierte Betrachtungsweise oft als weit entfernt von der Bereitstellung allgemein akzeptierter, empirisch wie theoretisch abgesicherter Merkmalssysteme angesehen. Zum Teil scheint sogar der praktische und theoretische Ertrag der fähigkeitsorientierten Beschreibungs- und Erklärungsansätze in Zweifel gezogen zu sein (Roth, 2002).

Auch Hossner gehört zu den Kritikern des Fähigkeitskonzeptes. Er trug 1998 im Rahmen eines Kolloquiums zur „Theorie und Empirie sportmotorischer Fähigkeiten“ Überlegungen zu einer Weiterentwicklung des Konzepts der koordinativen Fähigkeiten von Hirtz vor. Der Ansatz von Hossner beruht auf der Überlegung, dass eine Unterscheidung von „horizontalen“ und „vertikalen“ Fähigkeiten für die Strukturierung des Problembereichs Koordination sinnvoller ist und mit dem Wechsel vom Begriff „Fähigkeit“ zum Begriff „Modul“ die strukturellen Eigenschaften von Leistungsvoraussetzungen gewinnbringender fokussiert werden können. Die theoretische Basis seiner sensomotorischen Modularitätshypothese findet Hossner bei Fodor (1983) und sieht darin eine Möglichkeit, die induktiven und deduktiven Wege der Herleitung koordinativer Fähigkeiten zu vereinen. Der kognitive Apparat wird nach Hossner in modulare und zentrale Systeme untergliedert, wobei die Module durch Domänenspezifität, informationelle Einkapselung, Assoziation mit neuronalen Strukturen, hoher Verarbeitungsgeschwindigkeit und autonomer und verbindlicher Prozessierung gekennzeichnet sind. Die zentralen Systeme sind mit höheren kognitiven Prozessen assoziiert, die nicht modular aufgebaut sind.

Bewegungen werden als das Resultat der unmittelbaren Verbindung von Input- und Output-Modulen interpretiert, die gegebenenfalls über die zentralen Systeme moduliert werden können. Hossner selbst merkt einschränkend an, dass eine ausgearbeitete Theorie zu der Modularitätshypothese noch nicht vorliegt. Er sieht dennoch einen entscheidenden Vorteil des Modulbegriffes darin, dass stärker als beim Fähigkeitsbegriff auf die Person-Umwelt-Interaktivität verwiesen wird (Hossner 1996, 2002)

Ebenso sind Neumaier und Mechling zu einer kritischen Sichtweise des Fähigkeitskonzepts gelangt. Sie betonen z.B., dass sich in empirischen Untersuchungen nur schwache korrelative Beziehungen zwischen den spezifischen Erscheinungsformen koordinativer Fähigkeiten finden und bezweifeln die Existenz genereller koordinativer „Überfähigkeiten“. Das Problem allgemeiner und spezieller Ausprägungsgrade koordinativer Fähigkeiten wird z.B. durch Ableitung sportartspezifischer von den allgemeinen koordinativen Fähigkeiten aufzuheben versucht. Insgesamt wird an der Wirksamkeit eines allgemeinen koordinativen Fähigkeitstrainings für eine spezifische Leistungssteigerung gezweifelt. Ein Ansatz, der vor allem zielgerichtetes Training der koordinativen Fähigkeiten in den Sportarten ermöglichen soll, wurde aufgrund dieser Kritik von Neumaier und Mechling 1995 entwickelt. Es werden keine konkreten koordinativen Fähigkeiten benannt, vielmehr wird ein sportartübergreifendes Modell und damit einhergehend ein Analyseraster zu koordinativen Anforderungen dargestellt. Der Strukturierungsansatz beinhaltet die folgenden koordinativen Anforderungskategorien beziehungsweise Druckbedingungen: Genauigkeit / Präzision, verfügbare Bewegungszeit / Zeitdruck, Bewegungskomplexität und -organisation / Komplexitätsdruck, Umweltanforderungen / Situationsdruck und Belastung / Beanspruchung bzw. Belastungsdruck. Die Druckbedingungen ermöglichen eine Bestimmung sportartspezifischer koordinativer Anforderungen, die als Grundlage für ein differenziertes Koordinationstraining dienen sollen (Meinel, 2006, Zimmermann, 1985). Ein zweiter Teil, derjenige der Informationsanforderungen, dient der Feststellung der mit der Bewegungsaufgabe verbundenen Anforderungen. Die für den Koordinationsprozess wesentlichen Informationsquellen sind die Analysatoren (optisch, akustisch, kinästhetisch, vestibulär, taktil). Eingeschlossen wird die integrative Sinnes-

leistung zur Bewältigung der Gleichgewichtsanforderungen. Bei diesem Lösungsvorschlag von Neumaier und Mechling stehen demnach nicht die koordinativen Leistungsvoraussetzungen im Vordergrund, sondern es werden in einem Perspektivenwechsel primär die typischen koordinativen Leistungsanforderungen von motorischen Aufgabenstellungen fokussiert (Neumaier, 2003). Bestärkt wird diese Sichtweise durch Aussagen von Bernstein, dass Gewandtheit durch den Grad der Übereinstimmung der Bewegung mit den sie umgebenden Anforderungen und Bedingungen bestimmt wird oder von Hirtz, dass Anforderungen und Ausführungsbedingungen für die Diagnose der Gewandtheit entscheidend sind. Die Autoren selbst sehen grundlegende Einschränkungen des Modells, z.B. die Tatsache, dass Informations- und Druckanforderungen nicht voneinander unabhängig sind, sondern in Wechselwirkung stehen. Auch stellen die Ausprägungen der Anforderungen keine absoluten, objektiven Größen dar. Wenngleich Neumaier und Mechling betonen, dass die koordinativen Anforderungskategorien keinesfalls fähigkeitsorientiert interpretiert werden dürfen, ordnen sie doch die verschiedenen koordinativen Fähigkeiten im eigenen Strukturierungsmodell ein. Mit Hirtz halten Neumaier und Mechling aber trotz der Entwicklung zum Fähigkeitskonzept konkurrierender Ansätze fest, dass voreilige Schlüsse über die völlige Vernachlässigbarkeit von allgemeinen motorischen Fähigkeiten zugunsten von spezifischen Leistungsvoraussetzungen nicht angebracht sind. Es sei letztlich wissenschaftlich noch nicht geklärt, welchen Nutzen eine Ausbildung allgemeiner motorischer Fähigkeiten vor allem in frühen Stadien der Leistungsentwicklung langfristig bringt (Neumaier, 2003, Neumaier, 1994).

Es wird bei der Betrachtung verschiedener Konzepte deutlich, dass auf beiden Seiten wesentliche Stärken und Schwächen zu verzeichnen sind.

So hat z.B. das Strukturmodell zu koordinativen Anforderungskategorien nach Neumaier/Mechling entscheidende Vorteile durch die Bereitstellung vieler Kombinationsmöglichkeiten bei der Planung von Koordinationstraining. Es ermöglicht eine außerordentlich differenzierte Anforderungsanalyse mit Schätzung von Schwierigkeitsgraden. Auf der anderen Seite bietet es aber, noch weniger als die Leistungsanforderungen beim Fähigkeitskonzept, eine konkrete Differenzierung

der Einflussfaktoren, da Informationsanforderungen und Druckbedingungen auch in Wechselbeziehung stehen. Auch hier werden unter den Oberbegriffen jeweils verschiedene Anforderungsaspekte zusammengefasst. Im Fokus testtheoretischer Überlegungen wird von den Autoren selbst darauf hingewiesen, dass die Ausprägung der Anforderungen keine objektiven Größen darstellen und keine adäquaten Messverfahren vorliegen. In Anbetracht der vielfachen Kombinationsmöglichkeiten von Informations- und Druckanforderungen scheint es auch kaum möglich Messverfahren oder Tests zu finden, die der Komplexität genügen würden. Hinzu kommt, dass mit dem Blick auf Leistungsanforderungen Leistungsstände, also Leistungsvoraussetzungen, nicht getestet werden können und diese durch das Modell nicht erfasst und erklärt werden. Im Vergleich der Konzepte merken auch Neumaier und Mechling an, dass die vorliegenden Konzepte zu „koordinativen Fähigkeiten“ im Wesentlichen für die Koordinationsschulung im Grundlagenbereich, das heißt für ein relativ niedriges Leistungsniveau, umgesetzt wurden und dort auch brauchbar sind. Wenngleich sie für hohe Leistungsniveaus nicht tauglich scheinen, erfassen sie doch wesentliche Aspekte des vielschichtigen und komplexen Gegenstandsbereiches (Neumaier, 1994).

Es wird also auch von Kritikern eingeräumt, dass der Fähigkeitsansatz zumindest auf relativ niedrigem Leistungsniveau seine Berechtigung hat. Es bietet neben seiner potentiellen Einfachheit, relativen Überschaubarkeit und Allgemeingültigkeit praktikable Ableitungen für Diagnostik und Ausbildungsmethodik (Zimmermann, 2002a). Durch die Einteilung in koordinative Fähigkeiten gelingen eine Vereinfachung der komplexen Bedingungsgefüge und eine enorme Praktikabilitätserhöhung durch die Erschaffung handhabbarer Analyseeinheiten. Hartmann betrachtet, ausgehend vom Gegenstandsbereich der gängigen Wissenschafts- und Lehrdisziplinen und bezogen auf die Erklärungsansätze sportlicher Handlungen und Leistungen insgesamt, eine Konzentration auf motorische Fähigkeiten als angebracht (Hartmann, 2002).

Trotz aller Kritik wird davon ausgegangen, dass andere Konzepte ebenfalls wesentliche Schwächen haben, das Fähigkeitskonzept aber als einziges konkrete Möglichkeiten birgt, in die Praxis der Diagnose im Grundlagenbereich der Bewe-

gung heruntergebrochen werden zu können: „So lange kein allgemein anerkanntes, wissenschaftlich weitgehend abgesichertes Konzept vorliegt, kann gegenwärtig von einem oft angemahnten Paradigmenwechsel noch keine Rede sein. Die Bedeutung eines gut ausgeprägten koordinativen Fähigkeitspotentials ist in allen Motorik- bzw. Anwendungsbereichen von Sport ableitbar. Vermutlich wird man auch zukünftig nicht ohne eine Klassifizierung der motorischen Fähigkeiten und deren Betrachtung als Hilfskonstruktionen auskommen (...)“ (Hartmann 2002, S. 73). Auf wissenschaftlicher Ebene konnten die vielfältigen und komplexen Funktionsprozesse der Koordination bisher noch nicht zu einem Kenntnisstand geführt werden, der Motorik und Leistung umfassend zu erklären vermag. Möglicherweise bleibt aktuell eine andere Wahl, als aufgrund mangelnder abgesicherter Kenntnisse auf motorische Fähigkeiten als Hilfskonstrukte zurückzugreifen (Hartmann, 2002).

## 2.4 Motorische Testverfahren und deren Güte

Voraussetzungscharakter für die Entwicklung eines sportmotorischen Tests haben neben den in Kapitel 2.1 bis 2.4 diskutierten Grundlagen auch testtheoretische Bedingungen: die Gütekriterien. Diese müssen Grundlage eines neuen Testverfahrens sein, um den Wert dessen möglichst hoch ansetzen zu können. Es ist daher notwendig, die Gütekriterien detailliert zu kennen, zu diskutieren und daraus Anforderungen an den zu entwickelnden Test herzuleiten. Darüber hinaus muss auch eine fundierte Kritik an bereits vorhanden Testverfahren an gültigen Forderungen der Testtheorie orientiert sein. An die ausführliche Auseinandersetzung mit den testtheoretischen Gütekriterien wird dann eine Darstellung beziehungsweise Diskussion vorhandener Testverfahren angeschlossen. Auf Basis der Diskussion vorhandener Testverfahren und deren Güte wird abschließend der Körperkoordinationstest für Kinder (KTK) als ein gängiges Testverfahren analysiert.

### *2.4.1 Gütekriterien für motorische Testverfahren*

Motorische Tests sind notwendig, um verschiedenen Aufgaben gerecht zu werden: Sie dienen der Überprüfung der Wirksamkeit von angewendeten Übungen und Methoden, der Kontrolle der Entwicklung motorischer Fähigkeiten und dem weiteren Erkenntnisgewinn über ihr Wesen und vorhandene Wechselbeziehungen (Blume, 1984). Bezüglich koordinativer Fähigkeiten im Speziellen folgern Meinel und Schnabel aus der Aktualität und Bedeutung koordinativer Fähigkeiten, dass neben der Anwendung wirkungsvoller Übungen zur Vervollkommnung auch authentische Diagnosemethoden entwickelt werden müssen. Diese müssen die Entwicklung der koordinativen Fähigkeiten kontrollieren, die Wirksamkeit der Übungen und Methoden überprüfen und weitere Einblicke in Wesen und Einflussfaktoren koordinativer Fähigkeiten geben. Da koordinative Fähigkeiten als Konstrukt zu betrachten sind (siehe Kapitel 2.3), stellt der Koordinationstest als sportmotorischer Test die Hauptdiagnosemethode dar. Für dessen Anwendung spricht zum einen, dass dieser den koordinativen Fähigkeiten am ehesten gerecht wird: Vom Resultat einer motorischen Handlung als Testaufgabe wird auf die Ausprägung

einer Fähigkeit geschlossen. Zum anderen ist der sportmotorische Test als Feldmethode mit relativ geringem Aufwand anwendbar (Meinel, 2006). Sportmotorische Tests haben so große Bedeutung, weil sie als Forschungsmethode zur Untersuchung leistungsbestimmender Faktoren beitragen und wegen der einfachen Handhabung als Kontrollmethode im Trainingsprozess vielfach angewandt werden. Ein vollständiger Test besteht aus seiner Bezeichnung, der Bestimmung seines Aussagebereiches, der Testaufgabe, der Beschreibung der Testdurchführung, der Vorschriften für die Testauswertung, der Bestimmung der Testauthentizität, also Angaben über die Erfüllung der Testgütekriterien (Blume, 1983). „Um möglichst objektive Aussagen darüber zu erhalten, mit welcher Sicherheit die betreffende Fähigkeit mit dem jeweiligen Test geprüft wird und für welche Leistungs- oder Altersgruppe der Test erfolgreich und aussagekräftig eingesetzt werden kann, muss gefordert werden, dass die verwendeten Tests bestimmte Anforderungen hinsichtlich Validität, Reliabilität und Objektivität erfüllen. Dies ist jedoch gegenwärtig nicht immer in ausreichendem Maße der Fall (...)“ (Sharma 1993, S. 288).

Die Bedeutung der Gütekriterien wird immer wieder betont und ihre Einhaltung gefordert: „Ein Test ist ein standardisiertes Prüf- und Messverfahren. Als Grad seiner Aussagefähigkeit gilt die Testauthentizität (Echtheit), unter der man den Ausprägungsgrad der Hauptgütekriterien – Gültigkeit (Validität), Zuverlässigkeit (Reliabilität) und Objektivität – versteht“ (Meinig 1975, S. 51). Die Erfüllung dieser Forderungen wird als unverzichtbar erachtet, wenn ein Test die gewünschten Informationen mit hoher Sicherheit liefern und als wissenschaftlich begründetes Verfahren gelten soll (Meinel, 2006, Neumaier, 1983). Zwischen den Hauptgütekriterien bestehen hierarchische Beziehungen: Eine hohe Validität beinhaltet zwingend eine hohe Objektivität und Reliabilität und weist damit die Validität als zentrales Gütekriterium aus. Ein Test, der zwar objektiv und reliabel ist, aber keine Validität besitzt, ist praktisch wertlos (Bös, 2001a). Obwohl die Einhaltung der Hauptgütekriterien und im Besonderen der Validität übereinstimmend als zwingend notwendig erachtet werden, ist die Güte vieler Tests nicht wissenschaftlich gesichert. Die Mittel der Wahl waren und sind bis heute Befragungen, Paralleltests und Expertenratings, also Einschätzungen durch Worturteile. Obwohl die Nutzung von phy-

siologischen, sportmedizinischen und biomechanischen Methoden zur weiteren inhaltlichen Erforschung des Gegenstandsbereiches Koordination und Sicherung der Validität sportmotorischer Tests ausdrücklich gefordert wird (Meinel, 2006, Zimmermann, 1985), haben diese bisher noch keinen Eingang in die Praxis der Testentwicklung gefunden.

#### 2.4.1.1 Validität

Um den Aufgaben eines Testverfahrens gerecht zu werden, ist es notwendig, einen möglichst hohen Aussagegrad der Testmethode zu erreichen und die Einhaltung der Testbedingungen zu sichern (Meinig, 1975). Die Validität gibt den Grad der Genauigkeit an, mit dem der Test das entsprechende Merkmal, welches gemessen werden soll, auch tatsächlich misst (Neumaier, 1983). Mit der Bestimmung der Validität wird also der inhaltliche Wert eines Tests bestimmt. Die Validität wird als wesentliches Gütekriterium erachtet: Eine Sicherung der Authentizität eines Tests kann nur durch einen hohen Wahrheitsgehalt und damit Validität erreicht werden. Mangelnde Validität durch eine hohe Reliabilität und Objektivität zu kompensieren kann nicht gelingen (Meinig, 1975). Als perfekt valide ist ein Test zu bezeichnen, wenn ein fehlerfreier Rückschluss von einem gemessenen Resultat auf das entsprechende Persönlichkeitsmerkmal oder die Eigenschaft zu ziehen ist (Bös, 2002b). Es leuchtet unmittelbar ein, dass Ergebnisse eines Tests wertlos sind, wenn nicht klar definiert ist, was der Test überhaupt gemessen hat (Neumaier, 1983). International wird Validität auch als Ausmaß bezeichnet, in welchem sowohl der Nachweis als auch die Theorie die Bewertung von Testergebnissen, die durch die vorgegebene Nutzung des Tests ermittelt wurden, übereinstimmend belegt werden (Van-Waelvelde, 2004).

Generell werden bei der Validität drei Aspekte unterschieden: die inhaltliche oder auch logische Validität, die Konstruktvalidität und die kriterienbezogene Validität (Bös, 2001a, Neumaier, 1983). Die inhaltliche Validität bezieht sich hierbei auf die Abhängigkeit des Testverhaltens von der zu erfassenden Fähigkeit. Die Konstruktvalidität zielt auf die Analyse der Struktur einer Fähigkeit und die kriterienbezogene Validität bezeichnet den Zusammenhang zwischen dem Testverhalten und



einem Kriterium, welches seinerseits als valide erachtet wird (Neumaier, 1983). Teilweise wird von verschiedenen Autoren zusätzlich der Aspekt der Vorhersagevalidität aufgenommen. Sie drückt den Grad der Genauigkeit aus, mit dem ein Test die Entwicklung motorischer Fähigkeiten oder sportlicher Leistungen vorher-sagen kann (Meinel, 2006). Besonders bei der Eignungsdiagnostik oder bei der Auswahl für bestimmte Sportarten sind Tests mit hoher Vorhersagevalidität von Bedeutung.

Meinig verdeutlicht, dass die Aspekte der Validität durch bestimmte Methoden er-mittelt werden (Meinig, 1975):

- inhaltliche Validität durch Befragung, also durch Expertenratings
- Konstruktvalidität durch Faktorenanalyse
- kriterienbezogene Validität durch Korrelationen.

Seit den 70er Jahren scheinen sich die klar vorgegebenen Methoden zur Prüfung der Validität nicht verändert zu haben.

Als inhaltlich oder logisch valide kann ein Testverfahren bezeichnet werden, wenn es das optimale Kriterium für das zu messende Persönlichkeitsmerkmal darstellt. Dabei lässt das Testverfahren in relativ reiner Form Aussagen über den zu unter-suchenden Sachverhalt zu und die Testleistung wird insgesamt durch verhältnis-mäßig wenige Faktoren bestimmt: Die Dominanz der Zielaussage ist in hohem Maße gewährleistet (Meinig, 1975). Für den Nachweis der inhaltlichen Validität beschränkt man sich bisher meist auf eine begründete Gültigkeitsvermutung. Be-sonders bei der Konstruktion von Tests der koordinativen Fähigkeiten ist dies bis-her der Fall (Meinel, 2006). Ist bei manchen Tests die Übereinstimmung der Test-aufgabe mit dem zu erfassenden Merkmal derart augenscheinlich, dass auf eine weitere Validierung verzichtet werden kann, so spricht man von einer trivialen oder logischen Validität. Ist das Bedingungsgefüge nicht trivial, ist eine weitere Bekräftigung der Annahme auf Plausibilitätsebene notwendig. Tritt ein derartiger Fall ein, wird eine Gruppe kompetenter Beurteiler nach dem Grad der Validität befragt, um die Validität zu bescheinigen. Ein numerischer Validitätskoeffizient kann hier nicht geliefert werden (Neumaier, 1983). Die inhaltliche Validität wird zumeist auf Plau-sibilitätsebene, also theoretisch begründet und durch Expertenurteil bestärkt, defi-

niert (Bös, 2002b). Diese Methode des Expertenratings zum Nachweis der inhaltlichen Validität scheint in der Wissenschaft bisher als einzige Methode angewandt zu werden. Es ist eine einfache und ökonomische Form, bei der aber z.B. differenzierte Aussagen zu einzelnen Alterstufen oder Geschlechtern schwierig sind. Es steht außer Frage, dass die Beurteilung hier subjektive Anteile enthält und die Ergebnisse in starkem Maße vom Kenntnisstand der Beurteiler sowie vom inhaltlichen Aufbau der Befragung abhängen (Meinig, 1975). Obwohl die Fachkompetenz der Beurteiler hier nicht in Zweifel gezogen werden soll, ist die Verlässlichkeit der Methode des Expertenratings doch sehr kritisch zu prüfen, zumal ja der Grad der Validität eines Tests erst den Wert desselben ausmacht. Durch zahlreiche Studien wird die Forderung nach einer kritischen Betrachtung der diskutierten Validierungsmethoden unterstützt. In einer Validierungsstudie von Meinig stimmten z.B. die Ergebnisse des Expertenratings nicht mit anderen Aspekten der Validität überein: Für die Begutachtung des „Dreierhop“ als Einzeltest wurde von den Beurteilern Kraft, Gewandtheit und Schnelligkeit im Bereich der Beinmuskulatur als ausschlaggebendes Kriterium angegeben, bei der Prüfung der Konstruktvalidität ergab sich die Schnellkraft als dominierender Faktor (Meinig, 1975, Neumaier, 1983). Im Rahmen eigener Validitätsprüfungen mit biomechanischen Messmethoden für den hier vorzustellenden Koordinationstest wird ebenfalls gezeigt, dass bei einem gängigen und durch Fachleute gestützten Test zur Reaktionsfähigkeit die Ergebnisse tatsächlich nicht von der Reaktionszeit, sondern von der Handlungszeit, also der Schnelligkeit der Versuchspersonen, abhängen (siehe Kapitel 4.4.5). Wenngleich eine Sicherung der Gültigkeit einer Testaufgabe durch Fachleute zweckmäßig und sicher begründet ist, erscheint der wissenschaftliche Nachweis in Form von numerischen, also gemessenen Ergebnissen gewisser und unzweifelhafter. Die Möglichkeiten, naturwissenschaftliche Methoden zur Prüfung von Zielaussagen vorliegender Einzeltests zu nutzen, sind mannigfaltig und werden im Rahmen der vorliegenden Dissertationsschrift am Beispiel biomechanischer Methoden dargelegt.

Unter Konstruktvalidität wird eine Beziehung zwischen dem Test und einer latenten Dimension, die nicht direkt messbar ist, verstanden. Die Bedeutung der Konstruktvalidität liegt primär in der theoretischen Klärung dessen, was der Test prüft.

Es werden Kriterien interpretiert, die maßgebend für das fassbare Testverhalten sind. Die Validierung erfolgt über eine Prüfung des Zusammenhangs zwischen abgeleiteten Fähigkeitskonstrukten und den entsprechenden Testergebnissen. Die Methode der Wahl ist hier die Faktorenanalyse: Bei der Prüfung der Konstruktvalidität werden Kriterien, also konstruktnahe und -ferne Tests einer Faktorenanalyse unterzogen und die extrahierten Faktoren werden im Sinne des Konstrukts interpretiert. Die Korrelationen zwischen den Variablen bilden die Grundlage für den Schluss auf die Faktoren, die diese Korrelationen bewirken. Das Ziel dieser Methode liegt darin, aus einer relativ großen Anzahl von Merkmalen eine begrenzte Anzahl von Faktoren zu bestimmen, die den wesentlichsten Einfluss auf das zu untersuchende Merkmal ausüben (Bös, 2002b, Meinig, 1975). Bedenkt man, dass gerade Koordinationstests nicht nach praktisch-operationalen Gesichtspunkten konstruiert werden, sondern abgeleitete und erschlossene latente Konstrukte messen sollen, von denen angenommen wird, dass sie zu dem gewünschten Testverhalten führen, erschließt sich eine relativ hohe Bedeutsamkeit der Konstruktvalidität. Wenngleich als Methode zur Validierung verschiedene Verfahren wie logische Analysen und empirisch-korrelationsstatistische Varianzanalysen herangezogen werden können, ist die am meisten verwendete Methode die Faktorenanalyse. Enthält danach ein Test eine einheitliche Faktorenstruktur oder vorwiegend Faktoren, die im angenommenen Gültigkeitsbereich liegen, wird er als valide angesehen (Neumaier, 1983). Negativ zu beurteilen ist bezüglich der gängigen faktorenanalytischen Prüfung der Konstruktvalidität, dass die Darstellung, Diskussion und Interpretation der Ergebnisse nicht den Methodenstandards entspricht und sie darüber hinaus nicht transparent dargelegt werden (Bös, 2001a).

Die kriterienbezogene Validität wird anhand von Beziehungen zwischen Testwerten und Kriterienwerten mit Hilfe von Korrelationen ermittelt. Es wird unterschieden zwischen der inneren kriterienbezogenen Validität, bei der mittels des Paralleltestverfahrens die Testwerte mit Kriterienwerten eines anderen validen Tests korreliert werden. Die äußere kriterienbezogene Validität wird durch Korrelation mit einem Außenkriterium, wie z.B. der Sportnote, ermittelt (Meinig, 1975). Bös vertritt die Ansicht, dass die kriterienbezogene Validität das wichtigste Maß für die Authentizität eines Testverfahrens darstellt. Er weist darauf hin, dass die Gültigkeit des

Tests in einem Vergleich mit einem Test, dessen Validität bereits hinreichend nachgewiesen ist, überprüft wird, und führt als Beispiel motorische Paralleltests oder Schulnoten an (Bös, 2002b). Eine Validierung von Tests an bereits als gültig bestimmten anderen Tests ist besonders dann sinnvoll, wenn der neue Test im Vergleich ökonomischer ist oder wenn die Prüfung eines Merkmals im Wechsel der Paralleltests vorgenommen werden soll, um Lern- oder Erinnerungseffekte auszuschließen (Meinel, 2006). Kritisch zu bemerken ist aber, dass die Validität anderer motorischer Testverfahren und vielmehr noch die von Schulnoten als Mittel der Quantifizierung in Zweifel gezogen werden kann. Eine Validierungsmethode, die auf der Basis anderer, oftmals tatsächlich nicht oder nicht ausreichend validierter Testverfahren durchgeführt wird, ist keinesfalls als adäquates Mittel zu betrachten. Die Tatsache, dass zwei Tests miteinander korrelieren, bedeutet, dass sie das gleiche Merkmal prüfen, aber nicht zwingend, dass es auch das gewünschte Merkmal ist. Neumaier führt neben diesen Methoden zur Prüfung der Kriteriumsvalidität eine weitere an. Das Testergebnis wird danach mit sportmedizinischen Messgrößen oder mit biomechanischen Methoden in Beziehung gesetzt, die das betreffende Merkmal erfassen (Neumaier, 1983).

Das vorwiegend verwendete Verfahren zur Berechnung der Gütekoeffizienten ist die Korrelationsstatistik. Es wird der lineare Korrelationskoeffizient berechnet, da es sich um den Zusammenhang zweier Variablen handelt wie z.B. Testleistung und Kriteriumswert. Sind die Werte beider Variablen metrisch skaliert und liegt eine Normalverteilung vor, so wird der Gütekoeffizient nach der Maßkorrelation berechnet (Meinel, 2006).

Bei der Bewertung der Validitätskoeffizienten gibt es, ebenso wie bei den anderen Hauptgütekriterien, keine allgemein anerkannten und verbindlichen Richtlinien. An einen neuen Test sind generell höhere Ansprüche an die Validität zu stellen, es sei denn, er zeichnet sich durch eine höhere Testökonomie aus. Innerhalb einer Testbatterie kann ein Validitätskoeffizient von  $r = .3$  ausreichend sein. Liegen neben dem Testergebnis weitere Informationen zur Leistungsbeurteilung vor, genügt ein Koeffizient von  $r = .5$ . Nach Meinel ist für die Praxis prinzipiell ein Validitätskoeffizient von mindestens  $r = .6$  anzustreben (Meinel, 2006). Neumaier zitiert

Vorgaben verschiedener Autoren, die für eine ausreichende Validität Koeffizienten von mindestens  $r = .7$  fordern. Hängt das Urteil über den Ausprägungsgrad eines Merkmals ausschließlich von dem vorliegenden Test ab, werden auch Mindestwerte von  $r = .8$  erwartet. Es wird aber von Neumaier eingeräumt, dass in der Praxis solch hohe Validitätskoeffizienten häufig nicht erreicht werden. Liegen weitere Informationsquellen bezüglich der getesteten Merkmalsausprägung vor wie z.B. Trainer- oder Lehrerurteile, so könne man die Anforderungen an die Höhe des Validitätskoeffizienten bis auf  $r = .5$  reduzieren. Insgesamt sind bei der Einstufung der Validitätskoeffizienten immer Faktoren wie Komplexität des untersuchten Merkmals, Umfang der Validierungsstichprobe, Höhe der anderen Gütekriterien und das Vorhandensein zusätzlicher Informationen zum Leistungsverhalten zu berücksichtigen (Neumaier, 1983). Generell gilt außerdem, dass ein Test zunächst einmal so valide sein muss, dass seine Anwendung eine bessere Aussage ermöglicht als seine Unterlassung (Meinel, 2006). Die Beurteilung dessen schließt auch die Frage ein, inwieweit das getestete Merkmal leicht oder schwer zugänglich ist. Bei schwer erfassbaren Persönlichkeitsmerkmalen ist ein Test mit geringer Validität immerhin nützlicher als gar kein Test. Dies bedeute, so Meinel, dass man sich in der Praxis mit einem auf dem 1-Prozent-Niveau gesicherten Korrelationskoeffizienten zufrieden geben müsse (Meinel, 2006).

#### 2.4.1.2 Reliabilität

Durch die Reliabilität wird der Grad der Zuverlässigkeit ausgedrückt, mit der ein Testverfahren ein bestimmtes Persönlichkeitsmerkmal abbildet. Bei einer Testwiederholung wird dabei im Optimalfall dasselbe Ergebnis erzielt (Bös, 2002b). Die Reliabilität ist dabei zunächst unabhängig davon, was der Test messen soll oder zu messen vorgibt. Faktoren, die zur Einschränkung der Reliabilität führen können, sind z.B. Übungseffekte, intraindividuelle Verschiebungen der oberen Leistungsgrenzen und äußere Störgrößen sowie Zufallsfehler. Der beobachtete Messwert setzt sich daher aus dem Wert, der von der tatsächlich gemessenen sportmotorischen Fähigkeit bestimmt wird, und dem Messfehler additiv zusammen. Der Messfehler ist immer sowohl vom Grad der Objektivität als auch von der Konstanz des zu erfassenden motorischen Merkmals abhängig. Es ist davon aus-

zugehen, dass bei physikalisch-technischen oder anthropometrischen Variablen eine hohe Merkmalskonstanz vorliegt, während bei sportmotorischen Fähigkeiten, vor allem mit hohem Schwierigkeitsgrad, größere Schwankungen auftreten (Neumaier, 1983). Mathematisch resultiert die Reliabilität aus dem Varianzverhältnis von „true-score“-Varianz und Testvarianz und gibt damit das Verhältnis der wahren Varianz zur Testvarianz an. Die Reliabilität ist maximal, wenn die Testvarianz identisch mit der wahren Varianz ist. Die Fehlervarianz ist in diesem Fall 0 (Bös, 2001a). Die Reliabilität kommt in der Praxis darin zum Ausdruck, inwieweit eine Person unter gleichen Bedingungen adäquate Ergebnisse erzielt, und ist damit ein Maß für die Beständigkeit oder Stetigkeit der Testleistung bei wiederholter Durchführung. Eine Testleistung muss bei der wiederholten Durchführung, der Bedeutung des Wortes entsprechend, nicht dieselbe sein, sondern etwa der Rangplatz der Person innerhalb der Gruppe muss erhalten bleiben (Meinel, 2006). Die Prüfung der Reliabilität eines Tests kann auf verschiedene Weise operationalisiert werden. Gängige Methoden sind die Testwiederholung, der Paralleltest und die Testhalbierung (Neumaier, 1983). Nach Cronbach lassen sich aus den verschiedenen Verfahren zu Reliabilitätsprüfung der obigen Reihenfolge entsprechend die Aspekte Stabilität, Äquivalenz und Konsistenz eines Testverfahrens ableiten (Bös, 2001a). Die geläufigste Methode zur Prüfung der Reliabilität ist die Test-Retest Methode, da die Voraussetzungen für Paralleltest und Testhalbierung nur schwer zu erreichen sind.

Bei der Test-Retest-Methode wird der Test zu verschiedenen Zeitpunkten unter möglichst konstanten Bedingungen mit derselben Stichprobe durchgeführt. Sie ist nur dann sinnvoll, wenn Wiederholungseinflüsse wie z.B. Übungseffekte weitgehend ausgeschlossen sind. Eine zwischen den Testzeiträumen erfolgte Leistungsverbesserung fällt bei der Reliabilitätsprüfung dann nicht ins Gewicht, wenn sie bei allen Versuchspersonen übereinstimmt. Wird bei einem Retest infolge geringer Merkmalskonstanz ein anderer Aspekt des zu untersuchenden Merkmals erfasst als beim Test, sind davon sowohl Reliabilität als auch Validität tangiert: Bei einem Test muss gesichert sein, dass das gemessene Merkmal eine möglichst kleine Variationsbreite aufweist und der Parameter somit reproduzierbar ist (Neumaier, 1983).

Auch durch Vergleiche mit Ergebnissen aus einem Paralleltest kann die Reliabilität eines Tests nachgewiesen werden. Lerneffekte, die bei der Durchführung von Testaufgaben auftreten können, sind auszuschließen. Der zeitliche Abstand der Durchführung beider Tests sollte maximal wenige Tage betragen (Neumaier, 1983). Das Paralleltestverfahren kann nur dann durchgeführt werden, wenn bereits andere Tests existieren, die als valide, reliabel und objektiv bestimmt wurden und denselben Gültigkeitsbereich umfassen. Mit dieser Methode wird gleichzeitig die kriterienbezogene Validität geprüft (Meinel, 2006).

Sind weder Testwiederholung noch Paralleltestmethode durchführbar, kann die Reliabilität eines Tests mit Hilfe der Testhalbierungsmethode durchgeführt werden. Der Test wird dabei in zwei gleichwertige Hälften zerlegt, die als Parallelförmigkeiten betrachtet werden können. Die beiden Hälften müssen bezüglich des Aufgabeninhaltes parallelisiert werden, das heißt, sie müssen dieselben motorischen Fähigkeiten messen und gleich schwierige Bewegungsaufgaben enthalten. Den Forderungen entsprechend ist die Anwendung dieser Methode nur bei Tests mit vielen Testaufgaben möglich und gibt vor allem Auskunft über die innere Konsistenz eines Tests. Die Ergebnisse beider Testhälften werden korreliert und bilden so den Reliabilitätskoeffizienten (Neumaier, 1983).

Die Angaben darüber, wie hoch der Reliabilitätskoeffizient sein muss, damit der entsprechende Test als zuverlässig gilt, sind sehr unterschiedlich. Eine feste Grenze zu setzen, ist aufgrund der verschiedensten Einflussfaktoren auf die Reliabilität, wie Heterogenität des Testverfahrens, Zeitintervall zwischen Test und Retest, Wiederholungseinflüsse etc. ohnehin problematisch (Neumaier, 1983). Nach Bös sollte ein Reliabilitätskoeffizient von mindestens  $r = .5$  erreicht werden. Im Falle von Werten über  $r = .8$  ist von einer sehr guten Reliabilität zu sprechen (Bös, 2002b). Von der Länge des Zeitintervalls zwischen den Testzeitpunkten muss die Beurteilung der Höhe des Koeffizienten in besonderer Weise abhängen (Bös, 2001a). Die Frage, welches Zeitintervall für die Reliabilitätsbeurteilung tatsächlich angemessen ist, wurde bisher nicht mit ausreichendem Informationsgehalt diskutiert oder gar abschließend definiert.

### 2.4.1.3 Objektivität

„Unter Objektivität eines Tests versteht man den Grad, in dem die Testergebnisse unabhängig vom Untersucher und von situativen Einflüssen sind. Man unterscheidet die Objektivität der Durchführung, der Auswertung und der Interpretation.“ (Bös 2002b, S. 9). Unter Einbeziehung der personalen Vertreter der Dimensionen von Objektivität und der Phasen eines testdiagnostischen Prozesses wird beim Grad der Objektivität auch von der Unabhängigkeit der Testergebnisse gegenüber Einflüssen seitens des Untersuchers, des Auswerters und des Beurteilers gesprochen. Die Objektivität bezeichnet daher das wissenschaftliche Kriterium der intersubjektiven Überprüfbarkeit. (Neumaier, 1983). Wenngleich bei sportmotorischen Tests die Objektivität meist als gegeben angenommen wird, sind die jeweiligen Testsituationen doch immer verschiedenen Einflüssen ausgesetzt. Diese werden bei Bös als milieuspezifische, materialspezifische, psychophysiologische und testleiterspezifische Störgrößen zitiert und machen eine Prüfung der Objektivität unumgänglich (Bös, 2001a).

Die Durchführungsobjektivität beschreibt den Grad der Unabhängigkeit der Testergebnisse von zufälligen oder systematischen Verhaltensvariationen des Untersuchers, die ihrerseits zu Verhaltensvariationen der Probanden führen und damit die Ergebnisse beeinflussen. Sie wird oft auch als Objektivität der Datengewinnung bezeichnet (Meinel, 2006, Neumaier, 1983). Voraussetzung für eine hohe Durchführungsobjektivität ist eine hohe Standardisierung des Tests: Die Bedingungen, unter denen der Test durchgeführt werden soll, müssen so exakt wie möglich festgelegt werden. Die Testanweisungen dürfen nach Möglichkeit keinen Interpretationsspielraum eröffnen, damit die Probanden genau über die geforderten Bewegungsabläufe informiert werden. Unterstützend kann eine Demonstration des Testablaufs hinzugezogen werden (Neumaier, 1983). Zur Standardisierung einer Testsituation empfiehlt es sich, folgende Maßnahmen zu ergreifen: Allen Probanden muss der Test in gleicher Weise vorgestellt und die soziale Interaktion zwischen Untersucher und Probanden auf ein Minimum reduziert werden. Es müssen außerdem genaue Angaben über die zu verwendenden Sport- und Messgeräte sowie über ihren Aufbau und die Organisation vorliegen. (Neumaier, 1983).



Die Art und Genauigkeit der Datengewinnung ist für die Durchführungsobjektivität entscheidend: Bei einer metrischen beziehungsweise proportional skalierten Ergebniserfassung durch Messung ist generell eine hohe Objektivität gewährleistet, wenn der Messfehler in vertretbaren Grenzen gehalten wird. Um eine objektive Ergebniserfassung bei auf bestimmten Qualitätsmerkmalen basierenden ordinal skalierten Ergebnissen zu sichern, sind exakte Beurteilungsmerkmale und die Qualifiziertheit des Beurteilers Voraussetzung (Meinel, 2006). Das Maß der Durchführungsobjektivität wird ermittelt, indem zwei oder mehrere Untersucher den Test an derselben Stichprobe durchführen und die Ergebnisse statistisch miteinander vergleichen und zu einem durchschnittlichen Koeffizienten zusammengefasst werden (Neumaier, 1983). Die Wiederholung der Testdurchführung durch verschiedene Testleiter bedeutet aber nicht nur die Prüfung der Objektivität, sondern in gleichem Maße die Ermittlung der Test-Retest-Reliabilität: Zufallsfehler, die auf Unterschieden in der Testanweisung oder Protokollierung beruhen, lassen sich nicht von Fehlern aufgrund von Lern- oder Übungseffekten oder aufgrund von Instabilität des zu erfassenden Merkmals im Ergebnis der Testwiederholung voneinander trennen. Daher existiert genau genommen keine reine Durchführungsobjektivität (Neumaier, 1983).

Die Auswertungsobjektivität beinhaltet die numerische oder kategoriale Auswertung des registrierten Testverhaltens nach vorgegebenen Regeln. Die Ermittlung von Testergebnissen bei Leistungsmessungen, wenn also keine qualitativen Bewertungen, sondern Mess- oder Zähloperationen durchzuführen sind, erzielt in der Regel eine deutlich höhere Auswertungsobjektivität. Die Höhe der Auswertungsobjektivität wird bestimmt, indem ein Test zwei Auswertern zur Rohwertbestimmung übergeben wird und die gewonnenen Rohwerte korreliert werden. Unter Auswertungsobjektivität fällt unter anderem auch z.B. das Ablesen einer Weite vom Maßband oder das Stoppen einer Zeit (Neumaier, 1983). Die Auswertungsobjektivität kann bei sportmotorischen Tests als verwirklicht betrachtet werden, da die Auswertung nach festgelegten Vorschriften keine subjektiven Einflüsse ermöglicht (Meinel, 2006).

Bezüglich der Interpretation von Testergebnissen wird zwischen der unmittelbar auf die durch den Test gewonnenen Daten selbst bezogenen Interpretation und der Interpretation bei der Deutung dieser Ergebnisse unterschieden. Die Interpretationsobjektivität im Sinne eines Gütekriteriums beschränkt sich hierbei auf die unmittelbare Interpretation: In der Interpretationsobjektivität kommt der Grad der Ungebundenheit der Interpretation des Ergebnisses von der Person des Interpretenden zum Ausdruck. Wenn ein Test numerische Ergebnisse liefert, die eine Einschätzung in die Klassen „gut“ oder „schlecht“ etc. nach sich ziehen, bereitet die Interpretation in der Regel keinen Spielraum und damit auch keine Probleme (Neumaier, 1983).

Bezüglich aller Dimensionen der Objektivität stellt Neumaier geringe Schwierigkeiten fest, wenn natürliche, numerische Messgrößen zur Verfügung stehen. Bei einer zufrieden stellenden Reliabilität kann auf die gesonderte Überprüfung der Objektivität ganz verzichtet werden (Neumaier, 1983). Wird die Objektivität geprüft, so wird ihre Höhe quantitativ durch die Höhe der Korrelationen von Messwertreihen bei verschiedenen Versuchsleitern beschrieben. Je näher der Korrelationskoeffizient am Wert 1 liegt, desto höher ist die Testobjektivität. Bei einem Koeffizienten über  $r = .8$  wird von einer mittleren bis sehr guten, zwischen  $r = .6$  und  $r = .8$  von einer mäßigen und unter  $r = .6$  von einer schlechten Objektivität ausgegangen (Bös, 2002b). An anderer Stelle fordert Bös: „Es ist notwendig, eine hohe Testobjektivität (über 0.9) zu fordern, da sie eine unerlässliche Voraussetzung für eine hohe Testreliabilität und -validität ist“ (Bös 2001a, S. 547). Neumaier betont, dass für die Beurteilung eines Koeffizienten lediglich Richtwerte angegeben werden können. Es ist aber zu beachten, dass ohne ausreichende Objektivität eines Testverfahrens eine hohe Validität sowie hohe Reliabilität ausgeschlossen sind. Tests, die keine genügende Objektivität aufweisen, sind daher unbrauchbar (Neumaier, 1983).

#### 2.4.1.4 Nebengütekriterien und weitere Anforderungen

Zusätzlich zu der enormen Komplexität des Konstrukts „Koordinative Fähigkeiten“ und der unumgänglichen Realisierung der testtheoretischen Anforderungen von

Validität, Reliabilität und Objektivität sind zugunsten der praktischen Durchführbarkeit zahlreiche weitere Faktoren bei der Entwicklung eines Koordinationstests zu beachten. Hierbei müssen zunächst die testtheoretisch fundierten Nebengütekriterien, die Nützlichkeit, die Ökonomie, die Normierung und die Vergleichbarkeit genannt werden. Soll der Test mit Kindern, insbesondere im Setting Schule durchgeführt werden, so sind sowohl Eigenschaften von Kindern als auch die Rahmenbedingungen in der Schule bei der Testentwicklung zu berücksichtigen. Die Nebengütekriterien sowie die weiterführenden Anforderungen an Testverfahren beschreiben in erster Linie den praktischen Nutzen eines Tests. Während für Testtheoretiker die Nebengütekriterien nur von zweitrangigem Interesse sind, stellt sich für Testanwender in erster Linie die Frage der Testökonomie oder Nützlichkeit bei der Auswahl von Testverfahren (Bös, 2001a).

#### *Nützlichkeit*

Nützlich ist ein Test dann, wenn durch ihn nicht unwesentliche oder durch andere Tests besser messbare Merkmale erfasst werden. Für die Kenntnis der zu erfassenden Fähigkeit oder Fertigkeit muss es demnach ein praktisches Bedürfnis geben, welches nicht oder nicht so gut mit anderen Tests erfüllt werden kann (Bös, 2001a, Neumaier, 1983).

#### *Ökonomie*

Sportmotorische Tests sollten den Vorteil bieten, ohne größeren apparativen Aufwand in Trainings- und Unterrichtspraxis anwendbar zu sein (Blume, 1984). Ein Test kann nur dann als ökonomisch gelten, wenn er bezogen auf organisatorische, räumliche, zeitliche, personelle und instruktions- und gerätespezifische Durchführungsbedingungen geringe Ansprüche an die Testleiter und die Testpersonen stellt (Bös, 2002b). Die Ökonomie eines Tests betrifft also seine Durchführung und Auswertung. Konkret kann ein Test als ökonomisch eingestuft werden, wenn er eine kurze Durchführungszeit benötigt, wenig Testmaterial und Geräteaufwand verlangt, einfach zu handhaben ist und sich durch eine schnelle und bequeme Auswertung auszeichnet (Neumaier, 1983).

Die Ökonomie eines Tests gilt als besonders wichtig, wenn er als Routineverfahren in Trainingsgruppen oder im Sportunterricht eingesetzt werden soll. Es bietet sich unter diesem Gesichtspunkt an, Testbatterien zu verwenden, die einem Circuit-Training gleich aufzubauen sind. Es kann so durch einen Testbetrieb an mehreren Stationen gleichzeitig Zeit eingespart werden. Ein solches Vorgehen setzt aber voraus, dass die Testteilnehmer in der Lage sind, die Testaufgabe eigenständig zu realisieren oder, im Fall von kleineren Kindern, an jeder Station ein Testhelfer zur Verfügung steht (Neumaier, 1983).

Generell ist aber immer zu beachten, dass die Ökonomie eines Tests immer nur in Relation zu seinem Zweck beurteilt werden kann (Meinel, 2006).

### *Normierung*

Um das Ergebnis eines Tests und seine Bedeutung einschätzen zu können, wird eine Bezugsgröße, die so genannte Norm benötigt. „Erst wenn man die Resultate in Beziehung zu anderen Ergebnissen setzen kann, kann man beurteilen, ob das Ergebnis gut oder schlecht ist“ (Bös 2002b, S. 9). Um aus Testverfahren adäquate Erkenntnisse und Maßnahmen ableiten zu können, ist eine Normierung des Tests und damit der Beurteilung der Leistungsfähigkeit unabdingbar. Unabhängig von zahlreichen Varianten des Normbegriffs, kann generell zwischen kriterienbezogenen Normen, die auf vorgegebenen Vergleichsmaßstäben basieren, und sozialen Normen, die sich auf Vergleichswerte von Bezugsgruppen beziehen, unterschieden werden. Bei Ersterem werden die Testwerte mit den Vorgaben eines zu erreichenden Kriteriums verglichen und bestimmten Kategorien zugeordnet. Statistische oder soziale Normen basieren auf sozialen Vergleichsverfahren und damit auf der Stellung des Individuums in einer Referenzgruppe (Bös, 2001a, Bös, 2002b).

Es sind immer die Normwerte für den Personenkreis zu erarbeiten, bei dem der Test seine Anwendung finden soll. Normen für nicht sport- beziehungsweise leistungsspezifische Tests sind auf Großzahluntersuchungen zu gründen und müssen eine entsprechende Abstufung nach Alter und Geschlecht beinhalten (Meinel, 2006).

Die Auswertung von Testergebnissen repräsentativer Stichproben ergibt einen Maßstab für die Einordnung des Einzelnen unter dem Aspekt des gesellschaftlich notwendigen Anforderungsniveaus (Meinig, 1975). Neumaier spricht analog von der so genannten „idealen Norm“, die sich an Weltbestleistungen orientiert oder durch mathematische Modelle gewonnen wird und der „statistischen Norm“, die in der Sportpraxis eine herausragende Rolle spielt und die Bestimmung einer relativen Position einer individuellen Leistung in einer Bezugsgruppe ermöglicht (Neumaier, 1983).

Normangaben können als Richtwerte dienen und damit im Prozess der Trainingssteuerung oder Unterrichtsgestaltung die Funktion von Sollwerten übernehmen, wenngleich eine derartige Bewertungsgrundlage vom pädagogischen Standpunkt aus kritisch zu bewerten ist (Neumaier, 1983). In den meisten Fällen liegen die Ergebnisse koordinativer Tests als metrische oder kategoriale Messwerte vor und können damit als Intervallskala interpretiert werden. Darauf basiert eine Zuordnung von relativen Messwerten, ihre Identifizierung und eine Rangordnung der Werte (Bös, 2001a). Als statistische Methode kommt für sportmotorische Tests primär die Zuordnung zu Prozentrangnormen nach der Methode der Summenprozentkurve zum Einsatz (Meinel, 2006).

### *Vergleichbarkeit*

Ein sportmotorischer Test verfügt nach Neumaier genau dann über Vergleichbarkeit, wenn ein oder mehrere Paralleltests vorhanden sind und validitätsähnliche Tests vorliegen. Durch sie wird eine intraindividuelle Reliabilitätskontrolle und Validitätskontrolle möglich (Neumaier, 1983). Bei der Anwendung von Tests ist die Vergleichbarkeit auch von praktischer Bedeutung, wenn nämlich Wiedererkennungs- oder Übungseffekte bei einer Kontrolle in regelmäßigen Zeitabschnitten durch die Verwendung von Paralleltests vermieden werden können (Meinel, 2006).

### *Weitere Anforderungen*

Für den Unterricht und damit für Lehrer oder Übungsleiter sollten sportmotorische Tests möglichst einfach sein, um in die Praxis integriert werden zu können. Außerdem müssen sie Aussagekraft besitzen und über die aktuelle Leistungsfähigkeit und deren Veränderung Auskunft geben können (Bös, 2002b). Es ist dabei immer zu beachten, dass bei Messungen von Bewegungsleistungen in der frühen und mittleren Kindheit generell Probleme der Testbarkeit auftreten. Besonders Kleinkinder sind oft nur mit Geduld und Einfühlungsvermögen zu Testleistungen zu animieren. Ein entscheidender Einfluss auf das Testverhalten liegt auch im jeweiligen Zustand des Kindes während der Untersuchung: Allein die Anwesenheit fremder Personen kann leistungsverzerrende Einflüsse bewirken (Bös, 1993). Das Umfeld muss also eine repräsentative Testleistung ermöglichen. Die Testaufgaben dürfen außerdem nicht zu schwer sein, so dass die Kinder jegliche Motivation verlieren. Hinzu kommt, dass ein Test nicht von den Kindern selbst adäquat durchgeführt werden kann. Es müssen immer ein oder mehrere erwachsene Testleiter zur Verfügung stehen. Faktoren, die die Testleistung von Kindern beeinflussen können, sind neben der Anwesenheit fremder Personen eine unnatürliche Umgebung, Einflüsse wie Ehrgeiz oder Hemmung durch die Anwesenheit der Mitschüler.

Bereits 1989 wurden von Jung die Möglichkeiten und Probleme koordinativer Testverfahren für den Schulsport diskutiert. Es wird deutlich, dass eine Diagnostik koordinativer Leistungsfähigkeit im Kontext Schule als Kompromisslösung betrachtet werden muss: „Dazu sind Kontrollübungen notwendig, die einerseits alle Wesensmerkmale eines Tests sowie eine möglichst hohe Authentizität besitzen, andererseits aber im Aufbau, in der Durchführung und in der Auswertung einfach und schnell zu gestalten sind sowie unter den konkreten Praxisbedingungen eine hohe Praktikabilität aufweisen“ (Jung 1989, S. 147). Weitere Hinweise zu Anforderungen an Koordinationstests für den Schulsport wurden durch vielfältige praktische Erfahrungen inspiriert von Kahl gegeben. Durch die Anwendung verschiedener koordinativer wie auch konditioneller Tests im Rahmen des Jugendgesundheitssurveys in Schulen wurden unter anderem die Beanspruchung von wenig Zeit

und wenig Material- und Gerätebedarf als wichtige Kriterien für einen Test ausgemacht. Außerdem sollte ein praktikabler Test keinen großen Aktionsradius benötigen und nicht nur durch geschultes Fachpersonal, sondern auch in hinreichend zuverlässigem und präzisiertem Maße von Erziehern, Lehrern oder Eltern durchgeführt werden können. Unter keinen Umständen darf eine erhöhte Verletzungsgefahr durch den Test entstehen, weder durch die Art der Testaufgaben noch dadurch, dass Kinder bei der Durchführung, etwa weil sie mit „ihrer Testaufgabe schon fertig“ sind, unter Umständen unbeaufsichtigt sind (Kahl, 2002).

Neben der Tatsache, dass die entwicklungsphysiologischen Grundlagen bei Kindern im Alter zwischen 6 und 11 Jahren eine stark gewinnbringende Basis für Ausbildung und Vervollkommnung koordinativer Fähigkeiten bilden und in der Grundschule erstmalig alle Kinder unabhängig von Sozialstatus, Konfessionalität oder Engagement der Eltern erreicht werden können, sprechen darüber hinaus weitere praxisrelevante Faktoren für eine Fokussierung auf den dort vorliegenden Altersbereich: Für Kinder unter sechs Jahren entscheiden Umgebung und Stimmungslage über die Bereitschaft, beim Test mitzumachen. Die standardisierte Durchführung des Tests wird durch Probleme beim Verständnis der Bewegungsaufgabe und der damit einhergehenden Notwendigkeit eines individuellen Eingehens auf die Kinder erschwert. Die Durchführung von Testaufgaben in der Altersgruppe von 6-10 Jahren bereitet dagegen in der Regel keine Schwierigkeiten: Bereitschaft, Verständnis und Motivation sind bei allen Kindern gegeben, die ein Interesse haben, ihre körperliche Leistungsfähigkeit zu zeigen (Kahl, 2002).

Neben den speziellen Anforderungen einer Altersgruppe sind bei der Konstruktion und Anwendung sportmotorischer Tests zur Niveaubestimmung koordinativer Fähigkeiten grundsätzlich folgende Aspekte zu beachten:

Koordinative Fähigkeiten sind komplexe Leistungsvoraussetzungen. Sowohl im Bewegungsvollzug als auch im Testergebnis kommen immer mehrere koordinative Fähigkeiten zum Ausdruck. Da eine Bewegungsaufgabe innerhalb einer Testbatterie aber Aussagen über eine bestimmte Fähigkeit zulassen soll, muss diese so konstruiert sein, dass der Handlungsvollzug und das Resultat so weit wie möglich vom individuellen Ausprägungsgrad der zu testenden koordinativen Fähigkeit be-

stimmt werden (Zimmermann, 1985). Eine Erfassung von Fähigkeiten über Testaufgaben erfordert die möglichst vollständige Isolation der Fähigkeit in der Testaufgabe (Bös, 2002b). Meinel und Schnabel gehen davon aus, dass die zu erfassende Fähigkeit mehr oder weniger hypothetisch in ihrer Äußerungsform analysiert werden muss, so dass sich in der ausgewählten Bewegungshandlung dominant und eindeutig die spezielle koordinative Fähigkeit widerspiegelt. Davon ausgehend, dass eine Fähigkeit Voraussetzung für mehrere Handlungen darstellt, kann das Ergebnis eines Bewegungsvollzuges nie eine koordinative Fähigkeit umfassend widerspiegeln. In der Testleistung spiegeln sich nur einige Komponenten der dominant erfassten koordinativen Fähigkeit wider. Es sollte daher auf eine differenzierte Prüfung einzelner koordinativer Fähigkeiten in Form mehrerer sportmotorischer Einzeltests zurückgegriffen werden. Generell muss auch beachtet werden, dass keine motorische Leistung ausschließlich von koordinativen Faktoren bestimmt ist. Solange man von realen Bewegungshandlungen ausgeht, wird kein motorischer Test Ausdruck eines nur koordinativen Merkmals sein. Es ist davon auszugehen, dass die in einem motorischen Test geprüfte Leistung Ergebnis einer Bewegungshandlung ist, die sowohl Koordination als auch Kondition beinhalten kann. Demnach sollte ein möglicherweise vorhandener Einfluss konditioneller Fähigkeiten auf die Testleistung weitestgehend ausgeschlossen werden. In einer Studie mit 63 Schülern im Alter von 13 Jahren untersuchte Sharma anhand verschiedener Koordinationsaufgaben und der Körperbaumerkmale Zusammenhänge zwischen selbigen und den Testleistungen. Auf der Grundlage dessen, dass konditionelle Fähigkeiten in der Pubertät generell linear mit den Körperbaumerkmalen korrelieren und in seiner Untersuchung kein linearer Zusammenhang zwischen den genannten Parametern vorlag, schloss Sharma, dass ein deutlicher Einfluss der konditionellen Fähigkeiten auf die Testleistung ausgeschlossen werden kann. Unterschiede in den Testleistungen seien also ausschließlich auf die Varianz der koordinativen Fähigkeiten zu beziehen. Darüber hinaus wurde gezeigt, dass Körperbaumerkmale wie Körperhöhe und Körpermasse auf die Ergebnisse der durchgeführten Tests Einfluss nahmen (Sharma, 1993). Für die Entwicklung koordinativer Testaufgaben sollte also angestrebt werden, das Auftreten solcher Zusammenhänge zu vermeiden: „(...) muss das Bestreben in der Sportwissenschaft da-



hin gehen, die einzelnen Faktoren oder Merkmale der Motorik, die Grundeigenschaften und Fähigkeiten klarer zu erkennen und herauszuarbeiten als bisher und dazu auch spezifische Tests zu entwickeln“ (Schnabel 1963, S. 1072). Bezüglich vorhandener Tests verlangt Philipp, unter dem Gesichtspunkt der Forderung nach einer weitestgehenden Eliminierung konditioneller Einflüsse, eine kritische Überprüfung von Testverfahren (Phillip, 1997).

Mit dem Ziel, umfassende Aussagen über die koordinative Leistungsfähigkeit eines Probandenkollektivs tätigen zu können, muss eine Testaufgabe darüber hinaus dem Leistungsstand der zu testenden Gruppierung angepasst sein, um die Voraussetzungen für eine hohe Zuverlässigkeit zu schaffen. Eine große Bedeutung hat hierbei der Schwierigkeitsgrad der Testaufgabe: Sie sollte so schwierig sein, dass sie vom leistungsschwächeren Kind oder Jugendlichen gerade noch bewältigt werden kann und gleichzeitig für das leistungsstärkere Kind und den leistungsstärkeren Jugendlichen eine Leistungsanforderung bedeutet (Meinel, 2006, Zimmermann, 1985).

Im Zusammenhang mit dem Schwierigkeitsgrad einer Testaufgabe ist zur Gewährleistung einer objektiven Interpretation des Testresultats auch der individuelle Fertigungsstand bezüglich der auszuführenden Testaufgabe zu berücksichtigen. Diese Forderung gewinnt vor allem bei sportartspezifischen Tests mit koordinativ komplizierten Bewegungshandlungen an Bedeutung. Bei koordinativ relativ einfachen Testhandlungen kann davon ausgegangen werden, dass der Fertigungsgrad bei allen etwa konstant ist und unterschiedliche Testresultate somit auf verschiedene Ausprägungsgrade der koordinativen Fähigkeit zurückzuführen sind (Zimmermann, 1985). Auch von Sharma wird darauf hingewiesen, dass von der einem Test zugrunde liegenden Bewegungshandlung und damit auch vom Testergebnis neben dem Ausprägungsgrad der koordinativen Fähigkeit auch der erreichte Stand der Fertigungsentwicklung widerspiegelt wird. Um diesen Einfluss des Fertigungsgrades auf die koordinative Testleistung möglichst gering zu halten, sollte die Anwendung als Trainingsmittel vermieden werden (Sharma, 1993): Um eine Automatisierung der im Test geforderten Bewegungshandlungen zu verhindern, dürfen der sportmotorische Test und seine zugrunde liegenden Bewegungsvollzö-

ge im Rahmen der sportlichen Ausbildung nicht in der gleichen Art und Weise geübt werden wie im Test. Damit wird sichergestellt, dass die auszuführende Bewegung und deren Ergebnis nicht auf den spezifischen Fertigungsgrad, sondern auf das generalisierte Ausprägungsniveau der koordinativen Fähigkeit zurückzuführen sind (Zimmermann, 1985). In diesem Kontext ist ferner zu beachten, dass die den sportmotorischen Tests zur Erfassung koordinativer Fähigkeiten zugrunde liegenden Bewegungsvollzüge nicht üblich sind. Sie dürfen weder in der gleichen Art und Weise wie im Test, im Rahmen der normalen sportlichen Ausbildung oder im schulischen Sportunterricht noch im alltäglichen Spiel und Sport eingesetzt werden. Bei ständiger Wiederholung der Bewegungen werden diese automatisiert und somit auf hohem Niveau eingeübt und generalisiert. Dadurch besteht die Gefahr, dass die Bewegungshandlung nicht Ergebnis einer koordinativen Fähigkeit, sondern Ausprägung einer automatisierten Fertigkeit ist (Meinel, 2006). Verschiedene Autoren fordern in Anlehnung an die in der Intelligenzdiagnostik geführte Diskussion „kulturfreie“ oder „alltagsferne“ Tests zur Erfassung motorischer Fähigkeiten, um übungsbedingte Sozialisationsvorteile bestimmter Gruppen auszuschließen (Bös, 2001a).

Auch ohne eine Anwendung der Testaufgaben als Trainingsmittel oder im Alltag kann angenommen werden, dass bei mehrfacher Wiederholung einer Testaufgabe eine gewisse Leistungsverbesserung während der ersten Versuche vorliegt. So stellte z.B. Blume bei einer Testaufgabe fest, dass ein deutlicher Leistungsanstieg vom ersten bis zum dritten Versuch zu verzeichnen war (Blume, 1984). Eine mögliche Reduzierung dieses nicht gewünschten Effektes innerhalb der Testausführung könnte erreicht werden, indem die Aufgabe einmal „geübt“ wird und die Wertung erst ab dem zweiten Versuch stattfindet. Der Lerneffekt kann so sicher nicht völlig ausgeschlossen, aber doch zumindest geschmälert werden.

Jeder motorische Test, der objektive und nachprüfbare Ergebnisse mit sich bringen soll, setzt außerdem standardisierte Bedingungen voraus. Es müssen z.B. Maße und Abstände sowie die Art der Aufgabenstellung, die Anzahl an Vorversuchen und an Wertungsdurchgängen und Vorgehensweisen bei Fehlversuchen genau festgelegt sein. Soll der Test über längere Entwicklungsabschnitte im Kindes-

und Jugendalter angewandt werden, müssen Höhen und Entfernungen den körperlichen Veränderungen angepasst werden, sofern diese in das Testergebnis mit einfließen. Es muss immer der Tatsache Rechnung getragen werden, dass nur Testergebnisse, die unter standardisierten Bedingungen erzielt worden sind, verwertbar und vergleichbar sind (Schnabel, 1963).

Ein weiteres wichtiges Charakteristikum eines koordinativen Testverfahrens muss sein, zu eindeutig fassbaren Ergebnissen zu führen. Möglichkeiten zum Erzielen von Ergebnissen können in direkt messbaren Merkmalen der Testbewegung, der qualitativen Bewertung der Testausführung oder in der Feststellung von Aufgabenerfüllung oder -nichterfüllung liegen (Schnabel, 1963). Alle genannten Möglichkeiten haben Vorteile und Grenzen: Die Grenzen einer qualitativen Bewertung von Bewegungsleistungen liegen eindeutig in den subjektiven Anteilen, die eine Vergleichbarkeit der Ergebnisse nahezu unmöglich macht. Zudem sind im Falle einer qualitativen Wertung Erfahrungen und ein geschultes Auge des Beurteilers Voraussetzungen für ein verwertbares Ergebnis. Klare Möglichkeiten beinhaltet diese Methode in Bezug auf eine sehr spezielle und detaillierte Betrachtung von Bewegungshandlungen etwa im Leistungssport. Eine Beurteilung der Leistung durch die Einstufung in „Aufgabe erfüllt“ oder „Aufgabe nicht erfüllt“ und auch eine weiterreichende graduelle Abstufung in Bezug auf die Erfüllung der Bewegungsaufgabe erscheinen zur differenzierten Bewertung der Leistungsfähigkeit zu grob. Zudem muss das Ergebnis im Falle nicht eindeutiger Bewegungsvollzüge auf eine unmittelbare Eindrucksanalyse gegründet werden, die wieder subjektiven Komponenten unterliegt. Die Vorteile quantitativer Testmethoden im Sinne von messbaren Merkmalsausprägungen liegen vor allem in der Objektivität. Der Einsatz möglichst motometrischer Verfahren zum Zwecke der Minimierung von Untersuchervariabilität wird in der wissenschaftlichen Literatur gefordert (Kahl, 2002). Ein weiterer Vorteil liegt in der leichten Handhabbarkeit. Diese Form der Prüfmethode eignet sich also hervorragend für die Gewinnung relativ allgemeiner Ergebnisse bei einer Vielzahl von Probanden. Für die Beantwortung spezieller, etwa im Bereich des Leistungssports, zu beantwortenden Fragestellungen eignet sich die Analyse der auf diese Weise ermittelten quantitativen Leistungen nicht (Schnabel, 1963).

Als Problem bei der Testentwicklung wird die Verquickung der dem koordinativen Test zugrunde liegenden Prozesse der Handlungsregulation, der Informationsaufnahme und -verarbeitung, der Rückkopplungs- und Korrekturmechanismen sowie der Güte der Bewegungsvorstellung mit dem Ausdruck der motorischen Handlung, also ihrem Wirkungsgrad, betrachtet. Die Trennung von sensomotorischen Vorgängen und der motorischen Handlung sei anzustreben, aber durch Fehlen einfacher diagnostischer Mittel in der Forschungsarbeit nicht zu trennen (Sharma, 1993). Für Forschungszwecke und mit dem Ziel der tieferen Durchdringung des Phänomens Koordination ist eine detaillierte Trennung der verschiedenen Prozesse und deren Auswirkungen sicherlich als wünschenswert zu betrachten. Für die praktische Anwendung von Tests zum Zwecke der Diagnose einer „koordinativen Alltagstauglichkeit“ im Sinne von zu beurteilenden allgemeinen koordinativen Fähigkeiten scheint eine solche Trennung aber nicht sinnvoll, da die motorische Handlung direktes Ergebnis sensomotorischer Prozesse ist. Prozess und Handlung kann zur Einschätzung der Koordinationsfähigkeit auf allgemeiner Ebene als Einheit betrachtet werden. Über die Handlungsleistung innerhalb des Tests wird auf die Ausprägung motorischer Steuerungs- und Funktionsprozesse rückgeschlossen: Bei der testdiagnostischen Vorgehensweise mittels motorischer Testverfahren wird auf Fähigkeitskonzepte zurückgegriffen. Hierbei wird nicht auf der Prozessebene gemessen, sondern es wird versucht, sichtbare Bewegungsleistungen über nicht direkt beobachtbare motorische Fähigkeiten zu erklären. Dem entsprechend ist die Ausprägung der motorischen Fähigkeiten ursächlich für die Qualität der beobachtbaren Bewegungsleistungen (Bös, 2002b).

Hinzu kommt, wie in Kapitel 2.3 dargelegt und diskutiert wurde, dass auch heute noch keine klare und eindeutige Bestimmung und Abgrenzung der einzelnen motorischen Eigenschaften und ihrer Bedingungsgefüge existiert. Verschiedene Klassifikationen und Strukturierungsansätze erschweren auch heute noch eine eindeutige und differenzierte Bestimmung von Testaufgaben und Testaussagen (Schnabel, 1963). Die Untersuchung koordinativer Fähigkeiten wird also noch immer erheblich durch das lückenhafte Wissen über das Wesen koordinativer Fähigkeiten und ihr materielles Substrat erschwert (Zimmermann, 1985). „Die Bewegungskoordination ist eines der wesentlichsten Elemente der allgemeinen und

speziellen körperlichen Leistungsfähigkeit. (...) Die Koordination ist sehr schwer als eine selbstständige motorische Eigenschaft auszusondern und einer eingehenden Prüfung zu unterziehen. (...) Infolgedessen sind weitere Forschungen notwendig, die die Messung und die Bewertung der Koordination zum Ziele haben.“ (Starosta 1994, S. 109). Nach Zimmermann sind zu erfassende koordinative Fähigkeiten auf der Grundlage empirischer und theoretischer Erkenntnisse hypothetisch zu beschreiben und ihre Äußerungsformen im Rahmen der sportlichen Tätigkeit zu analysieren (Zimmermann, 1985). Außer Acht lässt Zimmermann hierbei die von ihm selbst geforderten Möglichkeiten der verschiedenen Wissenschaftsdisziplinen. So ist es sicher wünschenswert, die Testaufgaben z.B. mit Hilfe biomechanischer Methoden daraufhin zu überprüfen, ob das Ergebnis den Ausprägungsgrad der zu testenden koordinativen Fähigkeit widerspiegelt. Eine solche wissenschaftliche Basis wertet den sportmotorischen Test im Hinblick auf Fragen der Validität gegenüber ausschließlich theoretischen und hypothetischen Betrachtungen deutlich auf. Auch Meinel und Schnabel fordern die stärkere Einbeziehung biomechanischer Untersuchungsmethoden in die Praxis der Testmethodik, da mit ihrer Hilfe elementare Funktionen des Koordinationsprozesses untersucht werden können, die Grundlagen für die koordinativen Fähigkeiten darstellen (Meinel, 2006).

#### *2.4.2 Darstellung und Diskussion verfügbarer Testverfahren*

Personale Eigenheiten sowie der motorische Entwicklungsstand manifestieren sich in der Bewegungstätigkeit. Um sie einschätzen zu können, müssen erfassbare motorische Eigenschaften oder Fähigkeiten benannt werden (Schnabel, 2002). Basierend auf der Erkenntnis, dass in einer heute bewegungsarmen Welt bereits die Kindergartenkinder nicht die nötigen Bewegungsreize erfahren und so zahlreiche negative Folgen auf sich ziehen, wird von Erziehern und Pädagogen immer mehr eine kompensierende Wirkung in Form von Prävention und Intervention gefordert. Jedes pädagogische Einwirken im Kindergarten sowie in der Schule muss diagnostische Informationen voraussetzen. So gilt auch für die motorische Förderung, dass zur Bestimmung des aktuellen Leistungsstandes und der Leistungsentwicklung die Anwendung diagnostischer Verfahren notwendig ist. Ein Bewe-

gungsangebot kann dann optimal den individuellen kindlichen Voraussetzungen angepasst werden (Bös, 2004). Die Probleme bei der Erfassung koordinativer Fähigkeiten ergeben sich daraus, dass sie aufgrund ihrer Komplexität schwer objektivierbar und nicht direkt messbar sind. Bei der Quantifizierung der koordinativen Fähigkeiten kann nur die indirekte Messung angewandt werden, bei der ein Bewegungsvollzug durchgeführt wird, dessen Ergebnis dominant durch die zu erfassende Fähigkeit bestimmt wird. Aus der Testleistung wird somit das Niveau der koordinativen Fähigkeit abgeleitet (Sharma, 1993).

Der Begriff „Test“ wird in vielerlei Zusammenhängen benutzt und bedarf vorab daher einer genaueren Bestimmung. Als Methode in der Forschung dient er zur Erfassung bestimmter Persönlichkeitseigenschaften. Der sportmotorische Test muss ein wissenschaftlich begründetes und standardisiertes Routineverfahren sein, dessen Ergebnis ein Indikator für individuelle Merkmalsausprägungen ist, die der direkten Erfassung nicht zugänglich sind. Das Ergebnis sollte eine quantitative Aussage enthalten, kurzzeitig gewonnen werden und die Einordnung der Person innerhalb einer Population vergleichbarer Personen ermöglichen. Die Testaufgaben sollen aus ganzkörperlichen sportlichen Handlungen bestehen, die dem breiten Repertoire sportlicher Bewegungen entsprechen. Die zu testenden Persönlichkeitsmerkmale sind für die sportliche Leistung wesentliche motorische Fähigkeiten und gleichermaßen nicht direkt erfassbare Merkmale der Fertigkeit ausprägung. Bereits 1983 wurde von Blume eine relativ umfassende Definition des sportmotorischen Tests gegeben: Unter einem sportmotorischen Test versteht man ein wissenschaftlich begründetes Untersuchungsverfahren, das durch Lösen sportmotorischer Bewegungsaufgaben unter standardisierten Bedingungen motorische Fähigkeiten des Menschen prüft und dessen möglichst quantitativ und kurzzeitig ermitteltes Resultat die Einordnung des Menschen in eine Gruppe vergleichbarer Personen ermöglicht (Blume, 1983). Die Anwendungsbereiche sportmotorischer Tests sind vielfältig. Ursprünglich war das primäre Ziel sportmotorischer Tests die Leistungsdiagnostik, also die Überprüfung der sportlichen Leistungsfähigkeit bezogen auf eine bestimmte Sportart, in der möglichst hohe Leistungen zu erbringen sind. Die Entwicklungsdiagnostik stellt heute einen sehr starken Aufgabenbereich dar, in dem die Frage nach dem Entwicklungsverlauf be-

stimmter Fähigkeiten unter den jeweiligen Bedingungen beantwortet werden soll. Auch hier kann die Einwirkung des sportlichen Trainierens überprüft werden. Darüber hinaus werden motorische Tests im Sport für eignungsdiagnostische Aufgaben genutzt und schließen damit die Fragestellung nach der Vorhersagbarkeit der sportlichen Leistungsentwicklung ein (Blume, 1983). Ziele von Koordinationstests im Speziellen sind nach Schnabel auf verschiedene Anwendungsbereiche ausgerichtet: auf die koordinativen und feinmotorischen Anforderungen im Alltag, auf die Aneignung und Vervollkommnung sporttechnischer Fähigkeiten, auf die optimale Ausnutzung energetischer Potenziale, auf die Gesunderhaltung, Verletzungsprophylaxe und das allgemeine Wohlbefinden und auf die Entwicklung hoher Bewegungssicherheit (Schnabel, 2002). Diesen vielfältigen Möglichkeiten sportmotorischer Testverfahren wird bis heute nicht ausreichend Rechnung getragen:

Die ersten motorischen Testverfahren wurden zu Beginn des 20. Jahrhunderts ausgearbeitet. Sie wurden von verschiedenen Strömungen und Forschungsrichtungen beeinflusst. Anregungen kamen vor allem aus der Entwicklungspsychologie und der klinisch - psychologischen Praxis. Die Bedeutung der Entwicklungsdiagnostik wurde auf politischer Ebene durch das gesetzliche Früherkennungsprogramm seit 1971 und die Anerkennung standardisierter Skalen in der ärztlichen Gebührenordnung unterstützt. Hinzu kam die zunehmende Verbreitung und Anwendung in Beratungs- und Förderstellen, in Kliniken und in der Schulpraxis (Bös, 2004). Bis 1974 wurde der Forschungsstand bezüglich der motorischen Entwicklung von Kindern als ausgesprochen rückständig bezeichnet. Die geringe Bedeutung, die der Motorik beigemessen wurde, ist z.B. an den wenigen Messinstrumenten, die zur Erfassung motorischer Leistungen dienten, abzulesen. Im Wesentlichen wurde die Oseretzky-Skala (1931) genutzt, die Wegener 1960 durch die Übersetzung der Revision der Lincoln-Oseretzky-Skala (LOS) von Sloan (1955) in den deutschen Sprachraum einführte. Diese wurde von Eggert 1971 aus Gründen der Handhabbarkeit auf eine Kurzform reduziert (LOS KF). Schilling und Kiphard entwickelten schließlich 1974 den Körperkoordinationstest für Kinder (KTK), mit dem primären Ziel der Erfassung motorischer Behinderungen im Sinne von hirnororganisch bedingten Ausfällen und Beeinträchtigungen (Gutezeit, 1977). Der KTK ist in Deutschland bis heute der meist genutzte Test zur Quantifizierung der Ge-

samtkörperkoordination bei Kindern. Neuere sportmotorische Testverfahren stehen meist im Kontext von Untersuchungen der Fitness oder allgemein der motorischen Leistungsfähigkeit. Tabelle 2 zeigt die verschiedenen in Deutschland gängigen Koordinations- und Komplextests für Kinder. Die verfügbaren Koordinations- und Komplextests für das Kindes- und Jugendalter sind mindestens 15 Jahre alt. Häufig stellen diese Tests zum praktischen Gebrauch einen hohen Aufwand an Material und Zeit. So sind z.B. für die Durchführung des KTK standardisierte Materialien notwendig, die zurzeit für einen Betrag von ca. 600 € erworben werden können. Eine weitere Erschwernis liegt oft auch in der Anzahl der Testaufgaben: Ein Test, der 18 oder 20 Einzeltests umfasst, wird an Praktikabilität gerade auch in der Anwendung bei Kindern einbüßen. Über diese Probleme der Praktikabilität hinaus finden sich bei der Betrachtung der verschiedenen Testverfahren auch bezüglich der testtheoretischen Fundiertheit Kritikpunkte: Es wird von verschiedenen Autoren beklagt, dass die Mehrzahl der in der Praxis verwendeten Koordinationstests Faktoren wie Kraft und Kondition im Testergebnis in zu hohem Maße einschließen und damit keine reinen Aussagen zur Koordinationsfähigkeit zulassen (Bös, 2001a, Meinig, 1975). Einige Tests sind darüber hinaus nicht oder nur unzureichend auf ihre Validität hin überprüft. Bei den meisten Tests wurde z.B. die inhaltliche Validität durch subjektive Verfahren, nämlich auf Plausibilitätsebene oder durch Expertenratings, definiert. Die inhaltliche Validierung durch einen numerischen Validitätskoeffizienten blieb durchgängig aus und damit auch der exakte Nachweis der Validität. Schon bei oberflächlicher Betrachtung der vorhandenen Testverfahren lassen sich also Kritikpunkte erkennen, die Möglichkeiten einer neueren Testentwicklung als lohnend erscheinen lassen.

Die Situation bezüglich vorhandener Koordinationstests ist insgesamt bedenklich. Demgegenüber besteht die Notwendigkeit, für sportliches Training und für die Kontrolle koordinativer Leistungsfähigkeit über praktikable und gültige Testverfahren verfügen zu können. Der Diagnosemethodik im koordinativen Bereich ist, so Meinel, große Aufmerksamkeit zu schenken, da erst mit ihrer Hilfe eine planbare, kontrollierbare und steuerbare Ausbildung der koordinativen Fähigkeiten durchgeführt werden kann (Meinel, 2006).



<i>Autor</i>	<i>Jahr</i>	<i>Normierungs- stichprobe</i>	<i>Alters- bereich</i>	<i>Anzahl der Aufgaben</i>	<i>inhaltliche Validität</i>
<b>Koordinationstests</b>					
Trampolin Körperkoordinationstest (TKT)					
Kiphard	1967	n = 828	ab 4 J.	1	-
Kasten-Bumerang Lauf					
Töpel	1972	n = 546	6 - 18 J.	1	Experten-Rating
Lincoln-Osereztky Skala (Kurzform: LOS KF)					
Osereztky, Eggert	1971	n = 556	5 - 13 J.	18	-
Körperkoordinationstest für Kinder (KTK)					
Kiphard, Schilling	1974	n = 1228	5 - 14 J.	4	-
Heidelberger großmotorischer Geschicklichkeitstest (HGT)					
Rieder, Mechling	1977	n = 2000	9 - 13 J.	7	Experten-Rating
Bewegungskoordinationstest für 10jährige Schüler (BKT)					
Bös, Mechling	1983	k.A.	9 - 14 J.	20	Experten-Rating
Motoriktest für 4-6jährige Kinder (MOT 4-6)					
Zimmer, Volkamer	1987	n = 1200	4 - 6 J.	18	Plausibilitätsebene
Movement Assessment Battery for Children (Movement ABC)					
Henderson, Sugden	1992	n = 1234	4 - 12 J.	9	k.A.
<b>Komplextests</b>					
Allgemeiner sportmotorischer Test (AST)					
Bös, Wohlmann	1987	n = 1500	6 - 11 J.	6	Experten-Rating
Eurofit					
van Mechelen	1988	-	6 - 18 J.	9	-
Auswahltest für den Sportförderunterricht (ATS) / Münchner Fitnessstest (MFT)					
Rusch, Irrgang	1991	n = 1169	9 - 17 J.	6	Experten-Rating
Karlsruher Testsystem für Kinder (KATS-K)					
Bös	2001	n = 1442	6 - 11 J.	13	-

Tabelle 2: Beschreibung der gängigsten Testverfahren koordinativer Fähigkeiten und Komplextests mit koordinativem Anteil für Kinder und Jugendliche (Bös, 2001a, Bös, 2001b, Schmidt, 2003a).

Diese Forderung nach solchen Diagnosemitteln wurde bereits 1963 gestellt und scheint bis heute nicht in genügendem Maße erfüllt zu sein: In den letzten Jahren finden sich in der Forschung immer häufiger Untersuchungen, bei denen motori-

sche Testverfahren angewandt werden. Im Leistungssport spielen Leistungstests eine große Rolle, um den Trainingsstand der Sportler einschätzen zu können. Im Schulsport werden schon lange Tests zur Überprüfung des Standes der vielseitigen athletischen Grundausbildung durchgeführt. Aufgrund der vielseitigen Verwendung muss das Problem motorischer Testverfahren grundsätzlich thematisiert werden, um Aussagekraft und Anwendungsbereich bestimmen zu können (Schnabel, 1963). Über die damalige Situation hinaus ergibt sich die Notwendigkeit, einen Fokus auf Testverfahren zu legen, die die Diagnose alltags- und gesundheitsbezogener Motorik in den Mittelpunkt der Aufmerksamkeit rücken. Zu Schwerpunkten der athletischen Grundausbildung und der leistungsbezogenen Fertigungsprüfung ist also die Prüfung der allgemeinen Motorik hinzugekommen.

Auch in der wissenschaftlichen Diskussion werden an vielen Stellen die mangelhafte Situation bzgl. vorhandener Testverfahren beklagt und für verschiedene Anwendungsbereiche neue Testverfahren gefordert. So stellt Blume schon 1984 fest, dass zum einen die Aktualität der koordinativen Fähigkeitsentwicklung, die sich bis heute eher gesteigert hat, neben der Anwendung wirkungsvoller Übungen besonders auch authentische Prüf- und Kontrollverfahren verlangt. Zum anderen stehen sportmotorische Tests noch nicht in ausreichender Anzahl und mit ausreichender Authentizität zur Verfügung, weshalb Blume die Konstruktion aussagekräftiger Tests als eine vorrangige Aufgabe bezeichnet (Blume, 1984). Trotz dieser Einschätzung Blumes zeigt Tabelle 2, dass seither nur sehr wenig Aufmerksamkeit auf die Neuentwicklung koordinativer Testverfahren gelegt wurde. Dieser Mangel wird auch in Bezug auf Trainingsmittel beklagt: Vor allem für die koordinativ-motorische Vervollkommnung sieht Zimmermann neben der Anwendung wirkungsvoller Trainingsmittel auch den Einsatz authentischer Diagnosemethoden als essenziell an. Eine aussagekräftige Prüfung der Wirksamkeit von Trainingsmethoden und eine weitere theoretische Durchdringung des Konstrukts Koordination sei ohne zuverlässige Verfahren nicht möglich (Zimmermann, 1985). Auch in jüngerer Zeit wird der Problemkomplex „koordinative Fähigkeiten - koordinative Vervollkommnung“ als handlungsbedürftig klassifiziert: „Die Bewegungskoordination ist eines der wesentlichsten Elemente der allgemeinen und speziellen körperlichen Leistungsfähigkeit. (...) Die Koordination ist sehr schwer als eine selbstständige

motorische Eigenschaft auszusondern und einer eingehenden Prüfung zu unterziehen. (...) Infolgedessen sind weitere Forschungen notwendig, die die Messung und die Bewertung der Koordination zum Ziele haben.“ (Starosta 1994, S. 109).

Die unbefriedigende Lage wird auch in der praktischen Anwendung und Datengewinnung deutlich. So wird die aktuelle Datenlage noch immer als unzureichend und nicht differenziert genug bezeichnet. Aufgrund der uneinheitlichen Datenlage zur motorischen Leistungsfähigkeit von Kindern und Jugendlichen wird empfohlen, ein praktikables Screeningverfahren bereitzustellen, um das jeweilige Maß an Gesundheits- und Entwicklungsförderung einschätzen zu können (Dordel, 2000). Es wird insgesamt von der Sportwissenschaft gefordert, Tests zu entwickeln, die objektiv, reliabel und valide und bundesweit normiert sind. Sie müssen sich außerdem für die praktische Umsetzung eignen, also ökonomisch sein (Schmidt, 2003a). Neben den Anforderungen, wissenschaftlichen beziehungsweise testtheoretischen Gütekriterien zu genügen, wird von neu zu entwickelnden Testverfahren auch in hohem Maße Praktikabilität gefordert. Tatsache ist, dass eine Vielzahl motorischer Testverfahren vorhanden ist, die vor allem in der Wissenschaft genutzt, aber in der Diagnosepraxis von Schule und Verein nicht eingesetzt werden. Von Praktikern werden Vorwürfe laut, die Testverfahren seien nicht realisierbar und ignorieren die praktischen Bedürfnisse (Bös, 2002b). Soll ein Test also in Schulen einsetzbar sein, müssen bei der Entwicklung zahlreiche Aspekte Beachtung finden, die in der wissenschaftlichen Testpraxis weniger von Belang sind: Ein wesentliches Ziel der Körpererziehung im Rahmen des Schulsports war und ist es, die körperliche Entwicklung durch Schaffung bestimmter Entwicklungsbedingungen zu beeinflussen, um eine gesunde körperliche und geistige Entwicklung der Kinder zu erreichen. Aus der Notwendigkeit, sowohl das Ausgangsniveau der kindlichen Leistungsfähigkeit zu kennen, als auch die Wirksamkeit von Methoden zur Förderung der sich vollziehenden Entwicklung von Leistungen zu prüfen, ergibt sich zwingend die Notwendigkeit, über geeignete Prüfverfahren zu verfügen, die einen hohen Grad von Objektivität aufweisen und einfach zu handhaben sind: „Im Unterrichts- und Trainingsprozess sind derartige Verfahren Mittel der ständigen Gütekontrolle und der rechtzeitigen Signalisierung eingetretener Veränderungen“ (Schnabel 1963, S. 1068).

### 2.4.3 Kritische Betrachtung eines ausgewählten Koordinationstests

Der am häufigsten verwendete und zitierte Koordinationstest für Kinder ist der 1974 von Kiphard und Schilling entwickelte Körperkoordinationstest für Kinder (KTK). Im Rahmen zahlreicher eigener Untersuchungen mit dem KTK und basierend auf den oben diskutierten Anforderungen an die Güte von Testverfahren sind deutliche Mängel am KTK erkennbar geworden. Diese erschweren das Verständnis der vielfachen unreflektierten Anwendung des KTK und verdeutlichen die Notwendigkeit der Neuentwicklung eines Koordinationstests. Im Folgenden werden zunächst Aufbau und Anwendung des KTK wertfrei dargestellt. Im Anschluss erfolgt eine auf theoretischen Überlegungen und praktischen Erfahrungen, sowie auf eigenen Studien basierende kritische Diskussion.

#### 2.4.3.1 Vorstellung des Körperkoordinationstests für Kinder (KTK)

Dem Anliegen folgend, motorische Defizite hirngeschädigter und verhaltensgestörter Kinder diagnostizieren zu können, wurde von Kiphard und Schilling 1970 der Hamm-Marburger-Koordinationstest für Kinder entwickelt. Nach vielen Überprüfungen und Überarbeitungen entstand dann 1974 der Körperkoordinationstest für Kinder, der eine reduzierte Anzahl von Aufgaben und Testmaterialien beinhaltete und Normwerte zur Beurteilung der Testleistungen zur Verfügung stellte (Undeutsch, 1978). Der KTK enthält vier verschiedene Aufgaben (Abbildung 4), die nur kurz beschrieben werden (Schilling, 2000, Undeutsch, 1978):

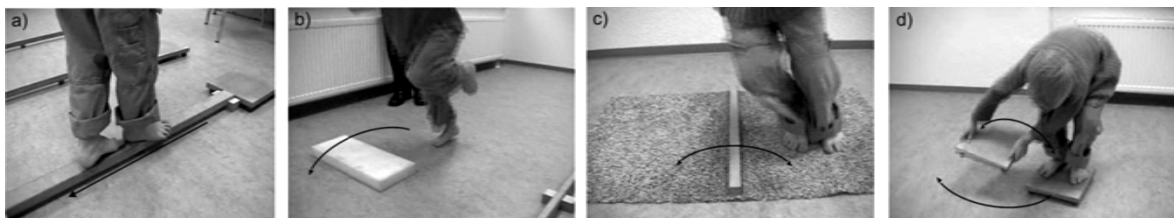


Abbildung 4: Körperkoordinationstest für Kinder nach Kiphard & Schilling (1974): a) Rückwärts Balancieren b) Monopedales Überhüpfen c) Seitliches Hin- und Herhüpfen d) Seitliches Umsetzen.

Beim Rückwärts Balancieren soll auf drei verschiedenen breiten Holzbalken rückwärts balanciert werden. Es sollen so viele Schritte wie möglich gemacht werden.

In die Wertung gehen maximal acht Schritte ein. Es werden pro Balken drei Versuche durchgeführt, bei denen die Schritte gezählt werden.

Beim Monopeden Überhüpfen gilt es einbeinig hüpfend Hindernisse aus bis zu zwölf Schaumstoffbrettern zu überwinden. Das Kind startet etwa mit 1.5 m Abstand zum Hindernis, überhüpft das Hindernis und hüpfert danach noch mindestens zwei Mal auf demselben Bein weiter. Die Höhe wird gesteigert. Ist eine Höhe nach dem dritten Versuch nicht übersprungen, wird die Wertung abgebrochen.

Auf einer Kunststoffmatte stehend, soll das Kind beim Seitlichen Hin- und Herhüpfen beidbeinig über einen Holzbalken in der Mitte springen. Der Holzbalken soll innerhalb von 15 Sekunden so häufig wie möglich übersprungen werden.

Beim Seitlichen Umsetzen werden zwei Holzbrettchen nebeneinander auf dem Boden platziert. Das Kind steht auf dem einen Brettchen und hat die Aufgabe, das jeweils andere von der einen auf die andere Seite umzusetzen. Es soll danach auf das gerade umgesetzte Brettchen übersteigen und wie beschrieben mit dem jetzt freien Brettchen fortfahren. Die Brettchen sollen innerhalb von 20 Sekunden so oft wie möglich umgesetzt werden.

Für jede der Testaufgaben wird durch Auszählen von Schritten, Sprüngen etc. eine Punktzahl erreicht. Durch Addition der Punktzahlen wird für jede Aufgabe ein Rohwert ermittelt, der wiederum zu einem „Gesamt-Rohwert“ aufsummiert wird. Diese Rohwerte werden dann zum Alter und zum Geschlecht des Kindes normiert, so dass mit Hilfe des so ermittelten Motorischen Quotienten (MQ) eine Beurteilung der relativen Leistung durch den MQ-Wert an sich und darüber hinaus durch die Einordnung in die vorgegebenen Kategorien „hoch“, „gut“, „normal“, „auffällig“ und „gestört“ möglich wird.

#### 2.4.3.2 Kritische Diskussion des KTK

Im Rahmen der motorischen Entwicklung werden motorische Muster entsprechend den Erfordernissen der Umwelt erlernt. Wird dieser Prozess durch Störungen beispielsweise im physisch-emotionalen Bereich, im kognitiven Bereich oder

im Bereich von sensorischen oder motorischen Funktionssystemen beeinträchtigt, kommt es zu einer von der Norm abweichenden Bewegungsentwicklung oder zu Persönlichkeitsstörungen. Schilling folgert daraus, dass Behinderungen im Kindesalter das Erlernen grundlegender Bewegungsmuster verzögern, verändern oder verhindern. Zur differenziellen Bewegungsdiagnostik im heilpädagogischen Bereich wurde auf Basis der Dimension „Körperbeherrschung“ der KTK entwickelt. Es wurde damit eine wichtige Voraussetzung für die Beurteilung der gesamten Persönlichkeitsentwicklung des Kindes geschaffen. Ziel des KTK ist es, behinderte und nicht behinderte Kinder in eine ungewohnte Testsituation zu bringen, in der sie nicht übliche Bewegungsmuster anwenden sollen. Die Entwicklung des neuen Tests wurde vor allem durch Unzufriedenheit mit den zeitlich aufwendigen und inhaltlich kaum definierbaren Oseretzky-Verfahren begründet (Schilling, 2000). Der KTK erfasst mit hoher Zuverlässigkeit motorische Defizite hirngeschädigter und verhaltensgestörter Kinder. Der Test zeichnet sich auch durch einfache Durchführung und Auswertung aus (Undeutsch, 1978). Inwieweit der KTK aber den Gütekriterien entspricht und damit als zuverlässiges Mittel zur Überprüfung der Körperkoordination gelten kann, wird kritisch betrachtet:

Als eines der wichtigsten Kriterien zur Feststellung der Güte eines motorischen Tests wurde die Validität des KTK lediglich auf Konstruktebene durch Faktorenanalyse geprüft. Insgesamt haben diese Analysen gezeigt, dass bei verschiedenen Behindertengruppen die Dimension Gesamtkörperbeherrschung getestet wird, die Einzelaufgaben aber nur geringe differenzialdiagnostische Bedeutung haben. Kritisch anzumerken ist auch, dass den oben dargestellten Ergebnissen der Konstrukt-Validierung nicht der KTK selbst, sondern dessen Vorgänger zugrunde lag: „Da der Testinhalt sich über die verschiedenen Versionen des HMKTK (Hamm-Marburger Körperkoordinationstest für Kinder) bis hin zum KTK nicht verändert hat, sind die bisherigen Ergebnisse zur Beurteilung des KTK durchaus brauchbar“ (Schilling 2000, S. 10). Eine hinreichende Brauchbarkeit kann allerdings schon aus Überlegungen der Plausibilität angezweifelt werden.

Dordel ließ mittels eines Expertenratings leistungsbestimmende Faktoren der Einzeltests beim KTK prüfen: Es werden nur das Rückwärts Balancieren und das

Seitliche Umsetzen als primär koordinative Beanspruchung bewertet. Bei den Tests Monopedales Überhüpfen und Seitliches Hin- und Herhüpfen wurden die Komponenten Kraft und Ausdauer als leistungsbestimmend angesehen. Diese Hinweise wurden teilweise untermauert: Mittels Interventionen mit dem Schwerpunkt der Körperwahrnehmung konnten die Leistungen beim Monopedalen Überhüpfen nicht gesteigert werden. „Bei dieser Aufgabe steht offensichtlich weniger die Bewegungskoordination als die Kraft, insbesondere der Fuß- und Beinmuskulatur im Vordergrund“ (Dordel 1999, S. 45). Auch Bös stellt fest, dass der KTK als bekanntestes sportmotorisches Testverfahren neben der Bewegungskoordination auch in erheblichem Maße konditionelle Faktoren erfasst, was auch die hohen Korrelationen mit Fitness-Tests erklärt (Bös, 2001a).

Auch die von Kiphard und Schilling nicht erwiesene inhaltliche Validität des KTK wird von verschiedenen Autoren in Zweifel gezogen. Es stellt sich auch unter diesem Aspekt die Frage, inwieweit die Ergebnisse des KTK nicht Ausdruck der Gesamtkörperkoordination, sondern darüber hinaus auch der von Kraft- und Ausdauerfähigkeit sind. Wenngleich konditionelle und koordinative Kompetenzen physiologisch nicht trennbar sind - intra- und intermuskuläre Koordination können beispielsweise die Krafftähigkeit stark erhöhen - so ist doch den Gütekriterien entsprechend Trennschärfe anzustreben. Kiphard und Schilling geben an, den Einfluss anderer Leistungskomponenten als der der Koordination selbst durch Pulsfrequenz-Messung ausgeschlossen zu haben. Mittlere Pulsfrequenzen von 130 bis 150 Schlägen korrelierten nicht mit den Testleistungen. Eine Minute nach der Testdurchführung wurde der Ruhepuls wieder erreicht. Daraus wurde gefolgert, dass die Testleistung nicht in Zusammenhang mit körperlicher Arbeit steht und der KTK somit nicht körperlich stark belastet (Schilling, 1975, 2000). Diese Methode ist ungenügend. Tatsächlich konnte die Abhängigkeit der Leistungen beim KTK von Kraft und Ausdauer nachgewiesen werden:

Eigene Erfahrungen mit an ca. 3000 Kindern durchgeführten Tests ließen vermuten, dass der KTK nicht nur Anforderungen an die Koordinationsfähigkeit stellt (Prätorius, 2004), und gaben daher Anlass, Untersuchungen in Bezug auf die beim KTK leistungsbestimmenden Faktoren durchzuführen (Lübeck, 2006). Es

wurden sowohl der KTK als auch verschiedene Einzeltests der Kraft- und der Ausdauerfähigkeit mit demselben Probandenkollektiv durchgeführt (n = 139). Abbildung 5 zeigt, dass Kinder, die beim KTK Leistungen im auffälligen oder gestörten Bereich zeigen, auch hoch signifikant schlechtere Ergebnisse bei den Kraft- und Ausdauertests erreichen im Vergleich zu Kindern mit normalen bis guten Leistungen beim KTK. Betrachtet man die Korrelationskoeffizienten, so liegen diese für den Gesamt-MQ zwischen  $r = .28$  und  $r = .51$ . Bei Differenzierung zwischen den Testaufgaben weist sich das Rückwärts Balancieren als am stärksten koordinativ bestimmt aus, da die Zusammenhänge mit konditionellen Faktoren nur bei  $r < .30$ . Ein relativ hoher Zusammenhang konnte zwischen dem Monopedalen Überhüpfen und der Anzahl ausgeführter Liegestützen nachgewiesen werden ( $r = .53, p < .01$ ). Kinder, die eine hohe Krafftähigkeit aufweisen haben also Vorteile beim Monopedalen Überhüpfen, was sich auf die Gesamtleistung beim KTK überträgt.

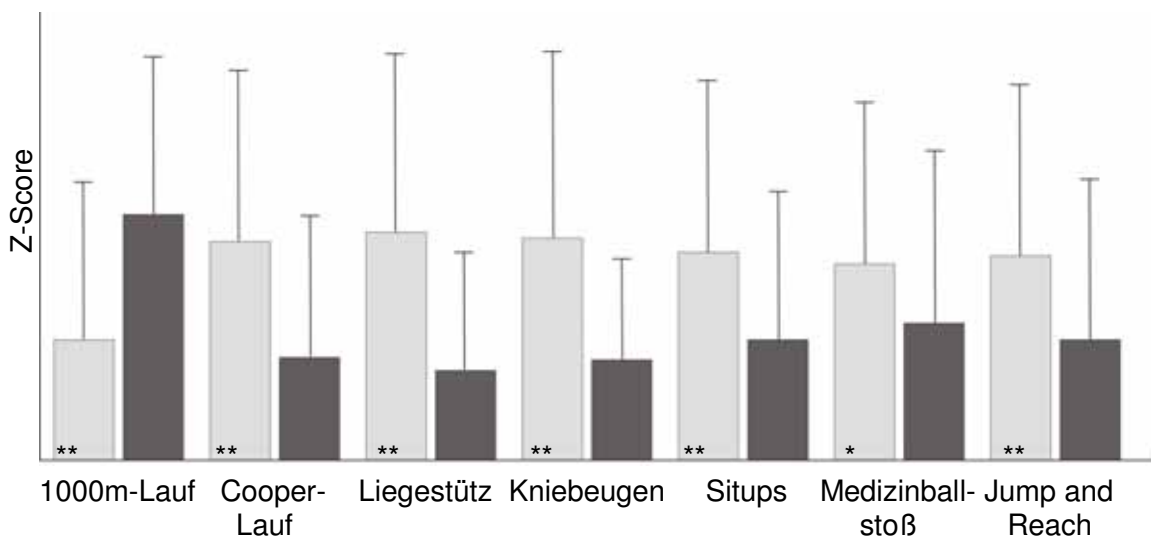


Abbildung 5: Unterschiede in den Leistungen der Kraft- und Ausdauertests zwischen Kindern mit normalen oder guten ■ und auffälligen oder gestörten ■ Leistungen beim KTK.

Wenngleich die Korrelationskoeffizienten nicht auf außerordentlich hochgradige Zusammenhänge zwischen den Ergebnissen beim KTK und Kraft- und Ausdauerkomponenten hinweisen, sind die Einflüsse von Kraft und Ausdauer auf die Ergebnisse beim KTK, der explizit als Koordinationstest ausgewiesen ist und als solcher verwendet wird, nachgewiesenermaßen deutlich zu hoch.



Die Objektivität des KTK ist durch die genau festgelegten Anweisungen zur Testdurchführung und Testauswertung gut gewährleistet. Es ist aber dennoch, besonders bei jüngeren Kindern, ein Einfluss des Testleiters festgestellt worden: Durch unterschiedliches Verhalten des Testleiters konnten Differenzen bis zu 20 Punkten in der MQ-Wertung generiert werden (Schilling, 2000).

Durch achtmalige Testwiederholung konnte gezeigt werden, dass die Testaufgaben nur geringfügig übbar sind. Um die Übbarkeit soweit wie möglich einzuschränken, sind bei allen Aufgaben Vorübungen erlaubt, um zumindest eine Geräte- und Situationsadaptation der Kinder zu erreichen, bevor die motorische Leistung gefordert wird (Schilling, 2000).

Bezüglich der Ökonomie des KTK sind verschiedene Aspekte zu betrachten: Die praktische Durchführung des Tests nimmt pro Kind etwa 15 bis 20 Minuten in Anspruch (Schilling, 1975, Undeutsch, 1978), was für die Untersuchung z.B. kleiner Trainingsgruppen akzeptabel ist. Soll der Test aber mit Großgruppen, wie z.B. an Schulen, durchgeführt werden, ist, wenn nicht dafür ein gesonderter Rahmen geschaffen wird, die geordnete und zuverlässige Durchführung kaum zu gewährleisten. Ein weiterer negativer Aspekt, der zumeist auch eine parallele Durchführung zweier Tests zur Zeitersparnis verhindert, sind die hohen Anschaffungskosten (ca. 600 €) für die Testmaterialien (Bös, 2001a).

Außerdem ist die Verletzungsgefahr bei einzelnen Übungen des KTK zu erwähnen. So klagen Kinder beim einbeinigen Hüpfen über bis zu 60 cm hohe Hindernisse nicht selten über Schmerzen im Fuß und brechen die Übung teils sogar ab. Auch beim Seitlichen Hin- und Herhüpfen treten Schmerzen und Ängste auf, die das Testergebnis beeinflussen können, so z.B. beim Aufkommen auf dem Holzbalken. Solche Mängel sind aus medizinischer, pädagogischer und testtheoretischer Sicht kaum tolerabel. Umso mehr verwundert es, dass der KTK der bekannteste und meist verwendete Koordinationstest in Deutschland ist.

### 3 Zielstellung der Arbeit

Trotz kontroverser Diskussionen um das Ausmaß der Verschlechterung von Bewegungszeiten, motorischen Fähigkeiten und gesundheitlichen Defiziten bei Kindern wird das Bestreben deutlich, der bedenklichen Entwicklung entgegenzuwirken. Es müssen Bewegungsräume geschaffen werden und Kinder sollen wieder zu einem aktiven Lebensstil herangeführt werden, der gesundheitlichen sowie psychosozialen Problemen präventiv gegenübertritt. Besonders motorisch bereits schwache Kinder müssen gefördert werden. Es werden adäquate und differenzierte Testverfahren benötigt, die defizitäre Leistungen aufdecken und eine Förderung oder weitere Untersuchung der Kinder ermöglichen. Verfügbare Tests sind nicht differenziert genug und entsprechen in unzureichendem Maße den Gütekriterien.

Das Ziel dieser Arbeit ist es daher einen so weit als möglich auf die Prüfung koordinativer Fähigkeiten beschränkten Test zu entwickeln und neue Methoden zur inhaltlichen Validierung vorzustellen. Bisherige Testverfahren sind nur unzureichend oder gar nicht validiert worden. So kritisiert Teipel die Situation bezüglich der Gütekriterien allgemein, dass „(...) die Gütekriterien bei koordinativen Tests und Kontrollübungen nicht in hinreichend ausführlicher und angemessener Weise untersucht und belegt sind (...)“ (Teipel 1988, S.17). Meinel fordert spezifischer: „An einen neu entwickelten Test müssen höhere Ansprüche hinsichtlich seiner Validität gestellt werden als an einen schon vorhandenen Test.“ (Meinel 2006, S. 370). Außerdem verlangt Meinel explizit die Einbeziehung biomechanischer Verfahren in die Entwicklung von Diagnosemethoden: „In geringem Umfang wurden bisher biomechanische, psychologische und physiologische Untersuchungsmethoden (...) zur Aufhellung des Gegenstandsbereiches herangezogen. Es ist anzustreben, diese Methoden stärker in die Arbeit einzubeziehen, da mit ihrer Hilfe relativ elementare Funktionen des Koordinationsprozesses untersucht werden können (...)“ (Meinel 2006, S. 223). Auch Neumaier fordert explizit die Anwendung biomechanischer Methoden zur Merkmalerfassung (Neumaier, 1983).

Die der Validierung vorangehende Entwicklung des Koordinationstests muss auf verschiedenen Themengebieten basieren:

Das Testverfahren muss aus entwicklungsphysiologischen Erkenntnissen resultieren, da nur so Inhalte und Zielgruppen adäquat ausgewählt werden können. Bis zum mittleren Kindesalter vollzieht sich eine besonders schnelle Entwicklung körperlicher und geistiger Kompetenzen. Aufgrund dessen, dass bis zum Eintritt in die Pubertät die schnelle neuronale Entwicklung in besonderem Maß die Herausbildung von koordinativen Fähigkeiten ermöglicht, muss der Fokus auf der Förderung und Überprüfung dieser Fähigkeiten liegen.

Ein Testverfahren koordinativer Fähigkeiten muss außerdem auf theoretischen Konzepten beruhen, die bemüht sind, das latente Konstrukt der Koordination fassbar zu machen und überprüfbare Kriterien zur Verfügung zu stellen. Ziel muss es sein, eine Konzeption zu wählen, die einen fundierten theoretischen Hintergrund hat und eine umfassende Struktur bietet, die es ermöglicht, diese zielgerichtet und möglichst trennscharf in Bewegungsaufgaben umzusetzen.

Darüber hinaus muss ein Koordinationstest den allgemeinen Gütekriterien der Testtheorie genügen: Neben der Validität des Tests muss dieser in ausreichendem Maße reliabel und objektiv sein. Um sich in der Praxis, also beispielsweise im Schulalltag, als brauchbar erweisen zu können, muss er zahlreiche Anforderungen, wie z.B. an die Ökonomie, erfüllen. Er soll für jeden zugänglich und somit mit einfachen Mitteln durchführbar sein. Der materielle sowie der zeitliche Rahmen zur Durchführung müssen sich auf ein Minimum beschränken. Natürlich darf der Test keine gesundheitsgefährdenden Elemente enthalten. Um eine allgemeine, sinnhafte Anwendbarkeit zu sichern, müssen die Testergebnisse in einer umfangreichen Untersuchung normiert werden, so dass die Leistungen der Kinder im Vergleich zur Bezugsgruppe adäquat eingeschätzt werden können und defizitäre Leistungen zuverlässig diagnostiziert werden.

Da bisher verfügbare Tests den Mangel aufweisen, nicht oder lediglich mit Hilfe subjektiver Ratings auf ihre Gültigkeit hin überprüft worden zu sein, ist das primäre Ziel dieser Arbeit den entwickelten Test objektiv, empirisch zu validieren. Eine solche zuverlässige Validierung wird mit Hilfe biomechanischer Methoden vorgenommen.

## 4 Entwicklung eines Koordinationstests für Kinder

Im Vorfeld einer Testentwicklung müssen einige Entscheidungen über die Auswahl von theoretischem Hintergrund, Zielgruppe, Umfang der Testaufgaben etc. getroffen werden. Es erfolgt hier zunächst eine Darstellung dieser konzeptionellen Entscheidungen und Anforderungen (Kapitel 4.1). Entsprechend der Auswahl des theoretischen Modells werden dann die fünf koordinativen Fähigkeiten nach Hirtz beschrieben und die Entwicklung der konkreten Testaufgaben wird daraus hergeleitet. Die Testaufgaben werden darauf folgend detailliert beschrieben. In Kapitel 4.4 wird die Validierung der einzelnen Testaufgaben dargelegt. Die Besprechung der einzelnen Testaufgaben ist jeweils in Einleitung, Darstellung der Methodik und Ergebnisdarstellung und -diskussion unterteilt. In Kapitel 4.5 folgen weitere Ergebnisse, die eine Beurteilung von Güte und Praktikabilität des Tests ermöglichen. Eine detaillierte Diskussion aller Ergebnisse findet sich in Kapitel 5.

### 4.1 Darstellung und Begründung konzeptioneller Grundlagen

Für die praktische Entwicklung des Koordinationstests ist es notwendig, bestimmte Entscheidungen über die Hintergründe und grundsätzlichen Eigenschaften des Tests zu treffen. Hier werden die Wahl des zu Grunde liegenden theoretischen Konzepts und die Auswahl der Zielgruppe hergeleitet und dargestellt. Des Weiteren ergeben sich aus den Gütekriterien (Kapitel 2.4.1) weitere Anforderungen z.B. an die Praktikabilität des zu entwickelnden Tests, die dargelegt und begründet werden.

Über die hohe Bedeutung von Motorik im Allgemeinen und Koordination im Speziellen besteht Einigkeit (Kapitel 2.1 und Kapitel 2.2). Ihre Komplexität führte aber zu zahlreichen grundlegend unterschiedlichen Konzepten der theoretischen Strukturierung (Kapitel 2.3.2). Auch innerhalb des Fähigkeitskonzepts existiert eine Vielgestaltigkeit koordinativer Fähigkeiten. Für einen Test der koordinativen Fähigkeiten, der nicht auf eine Beurteilung spezifischer Fertigkeiten zielt, sondern die allgemeine, grundlegende und nicht nur sport-, sondern auch alltagsbezogene koordinative Befähigung fokussiert, ist eine Beschränkung auf grundlegende und

wesentliche Fähigkeiten unerlässlich. Neben diesen inhaltlichen Gründen sprechen auch Gründe der Praktikabilität für eine Einschränkung auf wenige wesentliche Aspekte. Der vorliegende Koordinationstest wurde auf Basis des Fähigkeitskonzepts entwickelt. Wenngleich alle theoretischen Konzepte ihre Berechtigung haben und zur Aufhellung des Gegenstandsbereiches Koordination beitragen, musste ein Konzept gewählt werden, welches das Konstrukt Koordination umfassend und fassbar abdeckt und doch klar untergliedert:

Basis aller koordinativen Bewegungshandlungen ist das sensomotorische System: Um eine Bewegungshandlung durchführen zu können, müssen über die sensorischen Systeme, die von Meinel und Schnabel als Analysatoren bezeichnet werden, Informationen über die Lage des eigenen Körpers und über die Umwelt aufgenommen werden. Diese werden zentral verarbeitet und führen zusammen mit der willkürlichen oder unwillkürlichen Initialisierung einer Handlung zur Innervation der Effektoren und damit zu einer Bewegung. Eingehende Informationen und ausgeführte Bewegung werden im Soll-Istwert-Vergleich abgeglichen und die Bewegung bei Bedarf korrigiert. Die Güte koordinativer Bewegungshandlungen hängt wesentlich von der Funktionsfähigkeit der Analysatoren, vom Prozess der zentralen Verarbeitung und von der zweckentsprechenden Muskelkontraktion ab. So haben solche kybernetischen Modelle wie von Meinel und Schnabel oder „open-loop“ und „closed-loop“ Modelle sowie die Schematheorie einen großen Wert in Bezug auf die theoretische Aufhellung der Beziehungs- und Bedingungsgefüge koordinativer Teilprozesse, scheinen aber für die Übertragung in eine konkrete Testprozedur als zu sehr theoretisch und damit ungeeignet. Auch Hirtz selbst stellt das Fähigkeitskonzept zum Teil in Frage. Er beteiligt sich an Überlegungen zur übergeordneten Strukturierung koordinativer Fähigkeiten und stellt Grundfähigkeiten vor: die Fähigkeit zur präzisen Bewegungsregulation, die Fähigkeit zur Koordination unter Zeitdruck und die Fähigkeit zur motorischen Anpassung und Umstellung. In jeder dieser Grundfähigkeiten sind die Leistungsvoraussetzungen zu Orientierung, Differenzierung, Kopplung, Rhythmisierung und Gleichgewicht enthalten. Die jeweilige Anforderungsbewältigung stellt dabei steigend höhere Anforderungen an die Leistungsvoraussetzungen (Hirtz, 1989). Trotz einer übergeordneten Strukturierung bleiben hier also die Fähigkeiten auf niedriger Ebene

erhalten. Neuere Ansätze wie der von Zimmermann leiten drei grundlegende Komplexfähigkeiten ab: die Fähigkeit zur Koordination unter Präzisionsdruck, die Fähigkeit zur Koordination unter Zeitdruck und die Fähigkeit zur Koordination unter Variabilitätsdruck (Zimmermann, 2002a). Neumaier und Mechling sprechen in ihrem Ansatz von verschiedenen Druckbedingungen: Präzisionsdruck, Zeitdruck, Komplexitätsdruck, Situationsdruck und Belastungsdruck (Neumaier, 2003). In beiden Ansätzen werden übergeordnete Einflussfaktoren benannt, die für die Güte der koordinativen Bewegungshandlung ausschlaggebend sind. Diese charakterisieren die Bedingungen, unter denen Koordinationsleistungen erbracht werden. Diese Bedingungen finden sich aber ebenfalls auf höheren Ebenen. Neumaier und Mechling selbst bestätigen, dass die verschiedenen koordinativen Fähigkeiten nach Hirtz in das eigene Strukturierungsmodell eingeordnet werden können. Trotz zahlreicher kritischer Stimmen wird hier das Fähigkeitskonzept gewählt, da es das einzige Konzept ist, welches eine differenzierte und relativ trennscharfe Strukturierung auf unterer und damit konkreter und praxisnaher Ebene bietet. Auch Kritiker des Fähigkeitskonzepts sprechen von koordinativen Fähigkeiten und ordnen diese in eigene Konzepte ein. Darüber hinaus wird von Neumaier und Mechling eingeräumt, dass die vorliegenden Konzepte zu „koordinativen Fähigkeiten“ im Wesentlichen für die Koordinationsschulung im Grundlagenbereich, das heißt für ein relativ niedriges Leistungsniveau umgesetzt wurden und dort auch brauchbar sind (Neumaier, 1994). Der Fähigkeitsansatz bietet zudem neben seiner potentiellen Einfachheit, relativen Überschaubarkeit und Allgemeingültigkeit praktikable Ableitungen für Diagnostik und Ausbildungsmethodik (Zimmermann, 2002a).

Als Basis des Koordinationstests wird das Fähigkeitskonzept gewählt, da es sich in der Praxis bewährt hat und als einziges konkret fassbare und umsetzbare Konstrukte zur Verfügung stellt. Es wurden die fünf koordinativen Fähigkeiten nach Hirtz ausgewählt, die das Konstrukt koordinativer Fähigkeiten relativ umfassend abbilden und in Modelle übergeordneter Strukturierungen einzuordnen sind. Darüber hinaus wurden sie mit Hilfe faktorenanalytischer Untersuchungen als die fünf fundamentalen koordinativen Fähigkeiten für den Schulsport, der die Zielgruppe des zu entwickelnden Koordinationstests abbildet, definiert (Hirtz, 1985).

Auf Basis der fünf koordinativen Fähigkeiten werden fünf Testaufgaben entwickelt, die den dominanten Aspekten der fünf Fähigkeiten entsprechen. Da, wie in Kapitel 2.1 diskutiert, heute die Diagnose motorischer Defizite vor allem in Bereichen der grundlegenden und alltäglichen Anforderungen von Bedeutung ist, muss der Test für eine möglichst breite Masse zugänglich gemacht werden: Der Test sollte unter dem Aspekt der allgemeinen Verfügbarkeit vor allem für den Schulsport in der Grundschule konzipiert werden, da in der Grundschule zum ersten Mal alle Kinder, unabhängig von Religion, Sozialstatus usw., erreicht werden.

Bezüglich des Alters muss aus entwicklungsphysiologischen Überlegungen die Zielgruppe so jung wie möglich sein. In Anbetracht der Tatsache, dass in Kindergärten oder ähnlichen Einrichtungen nicht alle Kinder erreicht werden, wird der vorliegende Test für die Grundschule und damit den Altersbereich zwischen 6 und 11 Jahren konzipiert. Bei diesem Kompromiss sind die Kinder noch relativ jung und werden aufgrund der Schulpflicht komplett erfasst. Darüber hinaus liegt die intensivste Entwicklungsphase koordinativer Fähigkeiten zwischen dem siebten und elften Lebensjahr und gibt damit diesem Altersbereich eine herausragende Bedeutung.

Das primäre Ziel dieser Arbeit ist es, Wege zur unzweifelhaften Validierung koordinativer Testaufgaben mit Hilfe biomechanischer Methoden aufzuzeigen. Zu diesem Zwecke muss bei der Entwicklung der Testaufgaben die Möglichkeit der Messwerterfassung geeigneter Parameter zur inhaltlichen Gültigkeitsüberprüfung der Testaufgaben bedacht werden. Eine inhaltliche, mit Hilfe biomechanischer Methoden nachgewiesene Gültigkeit der Testaufgaben und damit der Dominanz des angegebenen Teilaspektes der Koordinationsfähigkeit muss nachgewiesen werden. Für eine Anwendbarkeit des Tests müssen die übrigen Gütekriterien ebenfalls geprüft werden. Um die Gültigkeit des Tests zu sichern, ist darüber hinaus zu gewährleisten, dass die Leistung bei den Testaufgaben rein koordinative Anforderungen stellt und nicht zusätzlich von Kraft- oder Ausdauerleistungsfähigkeit bestimmt wird. Die Tatsache, dass jede Bewegung unabhängig von der Koordinati-

onsleistung konditionelle Anteile hat, soll nicht außer Acht gelassen werden, jedoch ist eine weitgehende Reduktion dieser für die Testaufgaben anzustreben.

Außerdem muss bei der Entwicklung der Testaufgaben der Voraussetzungscharakter motorischer Fertigkeiten nach Möglichkeit verworfen werden. Die Bewegungsaufgaben müssen so allgemein gehalten werden, dass die elementarste Form der jeweiligen koordinativen Fähigkeit überprüft wird. Es wird dadurch sichergestellt, dass aus einer Nicht-Bewältigung oder nicht genügenden Bewältigung der Testaufgabe ein defizitärer koordinativer Entwicklungsstand des Kindes gefolgert werden kann. Würde der Test anspruchsvollere oder höhere Ebenen der Koordinationsfähigkeit zu prüfen suchen, so wäre eine unterdurchschnittliche Leistung unter Umständen fertigkeitenabhängig und damit dennoch nicht defizitär im Sinne von interventionsbedürftig. Des Weiteren dürfen, zur Ausschließung einer Fertigkeitenüberprüfung, die geforderten Bewegungsabläufe nicht zum alltäglichen Bewegungsrepertoire der Kinder gehören. Dadurch wird eine nicht kontrollierbare Übervorteilung einzelner Gruppierungen ausgeschlossen. Würde z.B. eine Testaufgabe die Kontrolle eines Balles mit dem Fuß beinhalten, so könnte davon ausgegangen werden, dass Jungen aufgrund ihres Freizeitverhaltens Vorteile bei der Durchführung hätten und ein besseres Testergebnis erzielen würden, welches nicht auf bessere allgemeine Koordinationsfähigkeit zurückzuführen wäre, sondern auf die Tatsache, dass die entsprechend Bewegung geübt ist.

Bei der Übungsauswahl und -entwicklung sind neben dem inhaltlichen Aspekt mit Blick auf den Anwendungsbereich Grundschule verschiedene Anforderungen an die Praktikabilität zu stellen. So muss bei der Entwicklung darauf geachtet werden, dass der Test nicht mit hohem zeitlichem und materiellem Aufwand verbunden ist. Die Aufgaben müssen derart gestaltet sein, dass das Material nach Möglichkeit in jeder Schule standardmäßig vorhanden ist. Zusätzliche Materialien dürfen nicht zu teuer und nicht schwer beschaffbar sein. Obwohl natürlich jeder Test der individuellen Leistungsfähigkeit von Schülern einen erhöhten Zeit- und Organisationsaufwand bedeutet, sollte dieser so gering wie möglich gehalten werden. Die Beschreibung der Testaufgaben muss einfach sein und darf dennoch, im Sinne der Objektivität, keinen Interpretationsspielraum eröffnen.



Die Forderung der Gesundheitsverträglichkeit des Testverfahrens muss erfüllt werden. Die Verletzungsgefahr darf nicht durch etwa zu hohe Aufbauten oder labil gelagerte Materialien erhöht sein. Auch potentiell haltungsschädigende Übungen sind auszuschließen. Die Stationen müssen ausreichend gesichert werden.

Die Anforderungen an die Praktikabilität des Koordinationstests sind entsprechend:

- Eine weitestgehende Reduktion konditioneller Anteile an den Testaufgaben muss realisiert werden.
- Eine Unabhängigkeit der Testaufgaben von motorischen Fertigkeiten, die aufgrund des Freizeit- oder Alltagsverhaltens erworben sein könnten, muss gewährleistet sein.
- Ein möglichst geringer zeitlicher und materieller Aufwand der Testaufgaben muss sichergestellt sein. Es muss eine klare und einfache Beschreibung der Testaufgaben vorliegen (Testmanual).
- Der Test darf keine erhöhte Gesundheitsgefährdung darstellen.

Über die konkreten inhaltlichen und praktikabilitätsbezogenen Aspekte der Entwicklung hinaus soll der Test im Falle einer Entsprechung der oben diskutierten Anforderungen normiert sein. In einer möglichst großen Stichprobe müssen Datensätze erfasst werden, auf deren Basis Normwerte erstellt und mit deren Hilfe die individuellen Leistungen in Relation zu einem Vergleichskollektiv bewertet werden können.

Im Sinne eines Paralleltestverfahrens ist es aus theoretischer Sicht erstrebenswert, den neu entwickelten Test mit dem KTK vergleichbar zu machen, vor allem da Vergleichswerte bis 1974 vorliegen. Wie aus der Diskussion aber hervorgeht, ist die Leistung beim KTK von konditionellen Aspekten abhängig, was bei der Neuentwicklung aber ausdrücklich vermieden werden soll. Es wird also im Rahmen dieser Arbeit darauf verzichtet eine Vergleichbarkeit mit dem KTK anzustreben. Es sei aber darauf hingewiesen, dass es plausibel erscheint, durch Erweiterung des hier entwickelten Koordinationstests, etwa mit einem Ausdauer- und einem Krafttest, eine Vergleichbarkeit herzustellen.

## 4.2 Fünf koordinative Fähigkeiten als Basis für fünf Testaufgaben

Im Folgenden werden die wichtigsten Aspekte dargelegt, die sowohl für die Testentwicklung als auch für die anschließende Validierung bedeutsame Hinweise liefern. Für alle fünf zu besprechenden koordinativen Fähigkeiten gilt, dass sie ein theoretisches Konstrukt darstellen, welches Teilprozesse der Koordinationsfähigkeit zu fokussieren versucht und ohne konkreten Bezug zu einer Bewegungsaufgabe inhaltslos bleibt. Bezüglich der Anforderungen, die durch die zu entwickelnden Testaufgaben gestellt werden, ist eine Beschränkung auf elementare Anforderungen anzustreben. Die Testaufgaben sollen daher die Komponenten Zeitdruck und Präzisionsdruck beinhalten. Die Anforderungskategorien Komplexitätsdruck, Situationsdruck und Belastungsdruck scheinen auf unterster Leistungsebene nicht sinnvoll, da sie leicht zur Überforderung führen können und oft fertigungsbedingt sind. Die Anforderungen an die Testaufgaben zu der jeweiligen koordinativen Fähigkeit werden hergeleitet. Eine detaillierte Beschreibung der Testaufgaben erfolgt in Kapitel 4.3.

### 4.2.1 Differenzierungsfähigkeit

Kinästhetische Differenzierungsfähigkeit bezeichnet relativ verfestigte und generalisierte Verlaufsqualitäten der Realisierung von genauen und ökonomischen Bewegungshandlungen aufgrund einer feindifferenzierten und präzisen Aufnahme und Verarbeitung vorwiegend kinästhetischer Informationen (Hirtz, 1985). Einer Definition von Meinel entsprechend wird Differenzierungsfähigkeit auch als „Fähigkeit zum Erreichen einer hohen Feinabstimmung einzelner Bewegungsphasen und Teilkörperbewegungen, die in großer Bewegungsgenauigkeit und Bewegungsökonomie zum Ausdruck kommen“ (Meinel 2006, S. 212), bezeichnet.

Auf der Wahrnehmungsebene bedeutet Differenzierungsfähigkeit die Fähigkeit zur Wahrnehmung von Muskelspannung und Muskelkraft, von Gelenkwinkelstellungen usw. Die gewonnenen Informationen werden für die Bewegungskoordination genutzt. Im Vordergrund stehen hier Bewegungsgenauigkeit im Sinne von Kraftdosierung und Feinabstimmung der Muskelkraft (Neumaier, 2003).

Die kinästhetische Differenzierungsfähigkeit hat eine große Bedeutung für die Bewegungssteuerung und das motorische Lernen und wird daher aus der rein sensorischen Betrachtungsweise herausgehoben und mit konkreten motorischen Handlungen in Zusammenhang gesetzt. Die praktische Bedeutung ergibt sich aus der Rolle fein differenzierter Kräfteinsätze, räumlich und zeitlich präziser Bewegungshandlungen und der Ökonomie durch zweckmäßigen Muskeleinsatz im Alltag sowie in den Sportarten (Hirtz, 1985).

Wirkungszusammenhänge bestehen vor allem in Bezug auf energetisch bedingte Faktoren wie Schnellkraft. Außerdem besitzt die Differenzierungsfähigkeit Voraussetzungscharakter für andere koordinative Fähigkeiten wie Gleichgewichtsfähigkeit (Hirtz, 1985). Die Differenzierungsfähigkeit steht auch in engem Zusammenhang mit der Rhythmusfähigkeit (Neumaier, 2003). Darüber hinaus wird Orientierungsfähigkeit als in enger Beziehung zur Differenzierungsfähigkeit stehend gewertet (Meinel, 2006).

Als Maß der Differenzierungsfähigkeit gilt die Genauigkeit der Ausführung bezüglich räumlicher, zeitlicher und dynamischer Parameter. Die Schwierigkeit der Aufgabe kann durch Variation der Ausführungsbedingungen gesteigert werden. Zu Aufgabenstellungen, die dominant ein hohes Maß an Differenzierungsfähigkeit erfordern, gehören beispielsweise Zielsprünge (Meinel, 2006).

Unter dem Aspekt der Einfachheit der Testaufgaben wurde für die konkrete Entwicklung die Genauigkeit der Ausführung bezüglich räumlicher Parameter gewählt. Diese wird in Form eines Zielsprungs von einem Kasten herunter überprüft. Im Vordergrund steht die Bewegungsgenauigkeit, bei der die Beinkraft und der Armschwung derart dosiert sein müssen, dass das Ziel mit der Ferse getroffen wird. Die Anforderungen der Testaufgabe sind in erster Linie Anforderungen an die Präzision. Ein zeitlicher Aspekt entsteht lediglich dadurch, dass nach dem Absprung in der kurzen Flugphase kaum noch Möglichkeiten zur Bewegungskorrektur bestehen.

#### 4.2.2 *Rhythmusfähigkeit*

Die Rhythmusfähigkeit bezeichnet relativ verfestigte und generalisierte Verlaufsqualitäten des Erfassens, Speicherns und Darstellens einer vorgegebenen beziehungsweise im Bewegungsverlauf enthaltenen zeitlich-dynamischen Gliederung (Hirtz, 1985).

Bezüglich der Rhythmusfähigkeit können zum einen die Wahrnehmung eines vorgegebenen Taktes und dessen Umsetzung in Bewegung und zum anderen das Herstellen einer zeitlich-dynamischen Gliederung einer Bewegung verstanden werden. Bei letzterer Betrachtungsweise steht die Ergebnisorientierung im Vordergrund: Die azyklische Bewegung wird darauf ausgerichtet, die biomechanischen Bedingungen für einen Beschleunigungsvorgang optimal zu nutzen, während bei der zyklischen Bewegung ein möglichst effektiver Vortrieb erzeugt werden soll. Unter diesem Aspekt wird der enge Verbund der Rhythmusfähigkeit mit der Differenzierungsfähigkeit deutlich (Neumaier, 2003). Die genannten Aspekte werden im Einzelnen in einer Definition von Meinel und Schnabel hervorgehoben, in der es heißt: „(...) Fähigkeit, einen von außen vorgegebenen Rhythmus zu erfassen und motorisch zu reproduzieren sowie den verinnerlichten, in der eigenen Vorstellung existierenden Rhythmus einer Bewegung in eigener Bewegungstätigkeit zu realisieren“ (Meinel 2006, S. 218).

Der Bewegungsrhythmus ist ein sehr komplexes Merkmal der Bewegungskoordination, welches sowohl zeitliche als auch räumliche und dynamische Dimensionen enthält. Zur Erreichung des Ziels der Validierung eines Tests der Rhythmusfähigkeit kommt erschwerend hinzu, dass vor allem zeitliche und dynamische Aspekte der Bewegung kaum objektiv wahrnehmbar sind und damit zunächst von den subjektiv wahrgenommenen Informationen und deren Verarbeitung des Beobachters abhängen. Darüber hinaus besteht über die Charakteristika des Bewegungsmerkmals keine Einigkeit. So werden z.B. Akzentuierung, Gliederung, Wiederholung, Wechsel von An- und Entspannung usw. als den Bewegungsrhythmus bestimmende Merkmale angegeben. Zum Zwecke der Entwicklung und Validierung einer Testaufgabe ist die Frage nach denjenigen Charakteristika ausschlaggebend, die sowohl für das Bewegungsmerkmal bestimmend als auch mess- bzw.

objektivierbar sind (Jaßmann, 1997). Als Maß für die Rhythmusfähigkeit wird von Meinel das richtige Erfassen und Reproduzieren vorgegebener Rhythmen gekennzeichnet. Die Erfassung erfolgt dabei über den Vergleich des vorgegebenen „Leitbildrhythmus“ mit dem Rhythmus der aktuell ausgeführten Bewegung. Als weitere Bewegungskriterien gelten Schnelligkeit und Genauigkeit der Aneignung des geeigneten Bewegungsvollzuges (Meinel, 2006).

Die Praxisbedeutung der Rhythmusfähigkeit ergibt sich vor allem aus der Rolle der Rhythmusfähigkeit für die Aneignung und Festigung von Fertigkeiten in verschiedenen Tätigkeitsbereichen und aus ihrem leistungsbestimmenden Charakter für viele Sportarten (Hirtz, 1985). Die Fähigkeit des Rhythmisierens erfüllt darüber hinaus meist ästhetische und für den Ausführenden selbst harmonisierende und energetisch-ökonomisierende Funktionen (Hotz, 1997). Von Holtz wurden verschiedene Studien zur tieferen Durchdringung der Qualität Rhythmusfähigkeit durchgeführt. Sie bestätigt zunächst die Komplexität des Bewegungsmerkmals und weist auf die große Bedeutung im täglichen Leben sowie im Sport hin. Im Rahmen einer Querschnittsuntersuchung von 1800 Schulkindern der Klassen eins bis zehn wurde festgestellt, dass die intensivste Entwicklungsphase der Rhythmusfähigkeit im Alter zwischen neun und elf Jahren liegt, was die Sinnhaftigkeit der Überprüfung der koordinativen Fähigkeiten im Grundschulalter unterstreicht. Holtz weist außerdem auf die Wichtigkeit der Rhythmusfähigkeit im Prozess der koordinativ-motorischen Vervollkommnung von Kindern und Jugendlichen hin (Holtz, 1977). Eine Trainierbarkeit der Rhythmusfähigkeit wurde nachgewiesen, was zusätzlich zu den konzeptionellen Überlegungen die Aufnahme in den Kanon der fundamentalen koordinativen Fähigkeiten zum Zwecke der differenzierten Diagnostik und Intervention rechtfertigt.

Innerhalb des Komplexes koordinativer Fähigkeiten steht die Rhythmusfähigkeit aus ihrer grundlegenden Bedeutung heraus in enger Beziehung zur Differenzierungs- und Orientierungsfähigkeit und darüber hinaus zu intellektuellen und musischen Fähigkeiten (Hirtz, 1985, Meinel, 2006).

Für die Entwicklung der konkreten Testaufgabe soll sich auf die Überprüfung elementarster koordinativer Fähigkeiten beschränkt werden. Die Auswahl der Bewe-

gungsaufgabe basiert daher auf dem Aspekt der Umsetzung eines vorgegebenen Rhythmus durch die eigene Bewegung. Würde der Aspekt der Rhythmisierung zyklischer oder azyklischer Bewegungen im Sinne der Herstellung eines „Eigenrhythmus“ und der optimalen Ausnutzung biomechanischer Gegebenheiten hier nach vorn rücken, so müsste auf Bewegungsfertigkeiten zurückgegriffen werden. Eine gute Rhythmisierung der Bewegung gelingt erst, wenn der entsprechende Bewegungsablauf besser als nur in der Grobform beherrscht wird (Neumaier, 2003). Da durch ein Voraussetzen von Fertigkeiten ungleiche Voraussetzungen geschaffen würden, wird auf die einfachste Form der Rhythmusfähigkeit zurückgegriffen.

Als Signal, welches den Rhythmus vorgibt, wird ein akustisches Signal in Form eines einfachen Rhythmus gewählt, den es in einer Ganzkörperbewegung zu reproduzieren gilt. Das akustische Signal ist auf theoretischer Ebene ebenso bedeutsam wie das optische. Im Gegensatz zur optischen Signalgebung besteht aber bei der akustischen die Möglichkeit ein mit einfachen Mitteln herstellbares, festgelegtes und unveränderbares und damit objektives Maß in Form eines einfachen Rhythmus, welcher von einer CD wiedergegeben wird, bereitzustellen.

Die aufgrund dieser Überlegungen entwickelte Testaufgabe zur Rhythmusfähigkeit besteht darin, einen von einer CD vorgegebenen Rhythmus über 20 Sekunden so genau wie möglich in Form beidbeiniger Sprünge zu reproduzieren. Je schneller und genauer die Erfassung und Reproduktion des Rhythmus, desto besser die Testleistung.

#### *4.2.3 Gleichgewichtsfähigkeit*

Gleichgewichtsfähigkeit bezeichnet relativ verfestigte und generalisierte Verlaufsqualitäten des Haltens beziehungsweise des Wiederherstellens des Gleichgewichts bei wechselnden Umweltbedingungen, der zweckmäßigen Lösung motorischer Aufgaben auf kleinen Unterstützungsflächen oder bei labilen Gleichgewichtsverhältnissen (Hirtz, 1985).

Trotz der kontroversen Diskussion um die koordinativen Fähigkeiten scheint unbestritten, dass die menschliche Gleichgewichtsfähigkeit den koordinativen Fähigkeiten zuzuordnen ist und eine zentrale Position einnimmt. Ohne ein gewisses Maß an Kontrolle von Haltung und Gleichgewicht sind koordinierte Bewegungen nicht möglich (Hasenberg, 1997). Die Gleichgewichtsfähigkeit hat also Basischarakter und bezieht ihre außerordentliche Bedeutung aus der Funktion von Bewegungshandlungen, bei denen durch die Lageveränderung des Körperschwerpunktes zur Unterstützungsfläche das Gleichgewicht gestört wird (Hirtz, 1985). Bei der Informationsaufnahme und -verarbeitung spielen der statico-dynamische, der optische und der kinästhetische Analysator zusammen und bilden die Grundlage von Gleichgewichtsleistungen. Die Gleichgewichtsfähigkeit steht daher in engem Bezug zur Differenzierungsfähigkeit und zur Orientierungsfähigkeit (Hirtz, 1985). Meinel betont den Bezug zu allen anderen koordinativen Fähigkeiten aufgrund des Voraussetzungscharakters des Lage- und Beschleunigungsempfindens (Meinel, 2006).

Die Gleichgewichtsfähigkeit basiert zum einen auf physiologischen Vorgängen der integrierten Wahrnehmung verschiedener Analysatoren und zum anderen auf physikalischen Gesetzen. Unter Gesichtspunkten der Motorik wird das Gleichgewicht in das Gleichgewicht des eigenen Körpers und das von Objekten differenziert, wobei das Körpergleichgewicht wiederum in statisches und dynamisches Körpergleichgewicht unterteilt wird (Hasenberg, 1997). Das Herstellen und Erhalten eines Objektgleichgewichts hat nichts mit der Gleichgewichtsfähigkeit einer Person zu tun (Neumaier, 2003) und wird daher hier außer Acht gelassen.

Beim statischen Gleichgewicht wird selbiges in relativer Ruhestellung oder bei sehr langsamen Bewegungen des Körpers gefordert. Der Gleichgewichtserhalt beruht hier vornehmlich auf der Verarbeitung von Informationen des kinästhetischen und taktilen, zum Teil auch des statico-dynamischen und des optischen Analysators. Die statische Gleichgewichtsfähigkeit wird auch als Lageempfinden bezeichnet und spielt vor allem im Sport bei aufrechter und liegender Haltung eine wesentliche Rolle (Meinel, 2006).

Das dynamische Gleichgewicht gewinnt seine Bedeutung vor allem bei großräumigen Lageveränderungen und bei Drehungen des Körpers. Hier besitzen die vestibulären Informationen die dominierende Bedeutung. Basis des Informationsgewinns bilden hier Reize, die durch Winkelbeschleunigung hervorgerufen werden. Die dynamische Gleichgewichtsfähigkeit beruht daher auf dem Beschleunigungsempfinden (Meinel, 2006).

Für die Regulation des Gleichgewichts können verschiedene Informationsanforderungen und Innervationsmuster aktuell sein. So kann z.B. die Gleichgewichtsregulation Voraussetzung für eine Bewegungshandlung sein oder das Ziel der Bewegungshandlung selbst. Bezüglich der Druckbedingungen nach Neumaier und Mechling sind in erster Linie Präzisionsanforderungen zu erfüllen (Neumaier, 2003).

Als Maß für die Gleichgewichtsfähigkeit wird die Dauer der Aufrechterhaltung eines Gleichgewichtszustandes und Tempo und Qualität der Wiederherstellung des Gleichgewichts beschrieben. Eine Erschwerung der Gleichgewichtsbedingungen kann durch eine schmale, schräge oder bewegliche Unterstützungsfläche und durch zusätzliche Reizung der Analysatoren hergestellt werden (Meinel, 2006).

Unter Berücksichtigung der genannten Aspekte wurde für den Test der Gleichgewichtsfähigkeit eine möglichst alltagsnahe und umfassende Aufgabe konstruiert: Unter Zuhilfenahme aller beteiligten Analysatoren sollen die Kinder vorwärts über eine umgedrehte Langbank balancieren. Aus Gründen der Alltagsnähe wird im Gegensatz beispielsweise zur Gleichgewichtsaufgabe beim KTK Vorwärtsgen verlangt. Um die Schwierigkeit der Testaufgabe passend zu erhöhen, werden auf der Bank sechs kleine Hindernisse befestigt, die es zu übersteigen gilt. Zeitdruck wird dadurch erzeugt, dass innerhalb von 20 Sekunden so viele Hindernisse wie möglich überwunden werden müssen.

#### *4.2.4 Orientierungsfähigkeit*

Die räumliche Orientierungsfähigkeit bezeichnet relativ verfestigte und generalisierte Verlaufsqualitäten der Bestimmung und zieladäquaten Veränderung der La-



ge und Bewegung des Körpers als Ganzes im Raum (Hirtz, 1985). Etwas detaillierter definiert Meinel die „Fähigkeit zur Bestimmung und zieladäquaten Veränderung der Lage und Bewegung des Körpers in Raum und Zeit bezogen auf ein definiertes Aktionsfeld und/oder ein sich bewegendes Objekt“ (Meinel 2006, S. 216).

Auch die Orientierungsfähigkeit wird nicht ausschließlich als sensorische Qualität belassen, sondern als Einheit mit motorischen Vollzügen betrachtet (Hirtz, 1985). Die Aufnahme und Verarbeitung optischer sowie statico-dynamischer und kinästhetischer Informationen und die motorische Aktion zur Lageveränderung des Körpers bilden eine Einheit (Meinel, 2006). Bewegungsabläufe, die gezielte Fortbewegung beinhalten, verlangen eine präzise Wahrnehmung des Bewegungsraumes in Relation zur eigenen Körperposition, verlangen also Fähigkeit zur Orientierung. Die Anforderungen an die Orientierungsfähigkeit werden durch variable Umweltsituationen oder durch zunehmenden Zeitdruck erhöht. Bezüglich der Informationsanforderungen wird der Orientierungsfähigkeit primär die visuelle Wahrnehmungsfähigkeit zugeordnet. Die Orientierungsfähigkeit ist immer intentionsgebunden, in Abhängigkeit z.B. davon, ob ein Ziel möglichst schnell erreicht oder eine Aufgabe möglichst genau gelöst werden soll (Neumaier, 2003). Aus der Rolle visueller und vestibulärer sowie kinästhetischer Informationen für die erfolgreiche Ausführung koordinierter Handlungen ergibt sich eine Beziehung der Orientierungsfähigkeit zu den anderen koordinativen Fähigkeiten (Meinel, 2006). Vor allem bestehen Beziehungen zur Differenzierungsfähigkeit und zur Reaktions-, Gleichgewichts- und Rhythmusfähigkeit, für die die Orientierungsfähigkeit Voraussetzungscharakter besitzt (Hirtz, 1985).

Die große Bedeutung der Orientierungsfähigkeit in der Praxis ergibt sich vor allem aus der führenden Rolle optischer Informationen für Bewegungshandlungen (Hirtz, 1985). Darüber hinaus setzt jede zielgerichtete Bewegung in Alltag und Sport eine Orientierung voraus. Orientierungsfähigkeit hat daher Basischarakter: Eine umfassende Orientierungsgrundlage ist Basis der Koordinationsentwicklung (Hotz, 1988). Für die Persönlichkeitsentwicklung von Kindern und Jugendlichen wird mit verbesserter Orientierungsfähigkeit auch die Sicherheit erhöht. Je sicherer die

räumliche Orientierung, desto mehr Valenzen werden darüber hinaus für andere Aspekte von Wahrnehmung und Bewegung frei (Hotz, 1997).

Als Maß für die Orientierungsfähigkeit werden Schnelligkeit und Genauigkeit des „Sich-Orientierens“ angegeben. „Zur Erfassung der Orientierungsfähigkeit sollten vorwiegend Bewegungshandlungen ausgewählt werden, die durch die Informationsaufnahme und -verarbeitung optisch-räumlicher Signale gekennzeichnet sind und die die raum-zeit-orientierte Steuerung des ganzkörperlichen Bewegungsvollzuges entsprechend der Wahrnehmung eigener und fremder Bewegungsabläufe beinhalten“ (Meinel 2006, S. 216).

Um in einer Testaufgabe die Anforderungen an die sehr komplexe Fähigkeit zur Orientierung einfach zu halten, wird diese auf die Bestimmung und zieladäquate Bewegung des Körpers in Raum und Zeit bezogen und auf ein definiertes Aktionsfeld beschränkt. Sich bewegende Objekte und damit Komplexitäts- und Situationsdruck werden ausgeschlossen. Bei der Entwicklung der Testaufgabe besteht vor allem die Schwierigkeit, konditionelle Aspekte der Leistung trotz ständiger Lageveränderung des Körpers soweit als möglich auszuschließen. Es muss sich daher auf ein relativ kleines Aktionsfeld beschränkt werden. Die konkrete Aufgabe besteht innerhalb des Aktionsfeldes darin, ein Ziel vorgegeben zu bekommen und sich so schnell als möglich zu diesem Ziel hinzubewegen. Damit die Aufgabe eine Orientierungsleistung darstellt, müssen mehrere mögliche Ziele verfügbar sein. Um als Maß sowohl Genauigkeit als auch Schnelligkeit zu nutzen, wird der zeitliche Aspekt hinzugenommen: Innerhalb eines bestimmten Zeitrahmens müssen durch Bewegung des Körpers im Raum so viele Ziele als möglich erreicht werden. Die Aufgabe stellt also Anforderungen sowohl in Form von Präzisionsdruck als auch von Zeitdruck. Basis der Orientierungsleistung auf sensorischer Ebene ist die optische Informationsaufnahme. „Das Auge geht der Bewegung voraus und steuert sie“ (Théraulaz 2005, S. 12). Die Tatsache, dass die Bewegung dorthin geht, wohin sich der Blick wendet, bildet die Grundlage sowohl für den Test der Orientierungsfähigkeit als auch für die Validierung des Tests. Das Ziel wird zunächst optisch gesucht und erfasst. Danach erst kann die Bewegung eingeleitet werden. Eine Steigerung der Orientierungsleistung kann es aber auch sein, sich

gleichzeitig mit der optischen Suche in Richtung auf das mögliche Ziel zu bewegen. Eine derartige Antizipation kann auf einer durch Erfahrungen gewonnenen „Orientierungssicherheit“ und durch dadurch freigewordene kognitive Valenzen z.B. zur bewussten Aufnahme und Speicherung der Position des vorgegebenen Ziels erreicht werden.

#### *4.2.5 Reaktionsfähigkeit*

Komplexe Reaktionsfähigkeit bezeichnet relativ verfestigte und generalisierte Verlaufsqualitäten einer schnellen und zweckentsprechenden Einleitung und Ausführung kurzzeitiger, ganzkörperlicher Bewegungshandlungen auf mehr oder weniger komplizierte Signale oder vorausgehende Bewegungshandlungen beziehungsweise aktuelle Reizsituationen (Hirtz, 1985).

Die Reaktionsfähigkeit ist zum einen von der Wahrnehmungszeit abhängig. Diese wiederum wird von der Informationsart (z.B. optisch oder akustisch), von der Komplexität des Reizes und der Auftrittswahrscheinlichkeit eines bestimmten Reizes beeinflusst. Zum anderen beanspruchen großmotorische Reaktionen mehr Zeit als feinmotorische. Neumaier bezeichnet die Reaktionsfähigkeit auch als den einleitenden Teil einer Bewegungshandlung, die unter Zeitdruck auszuführen ist (Neumaier, 2003).

Aspekte zur Systematisierung der Reaktionsfähigkeit ergeben sich also vor allem aus der Art der Signalgebung und aus situativen Gegebenheiten. Diese wird z.B. bei Baumann in einfache Reaktion, Wahlreaktion und komplexe motorische Reaktion unterteilt: Bei der einfachen Reaktion muss auf ein einfaches Signal, z.B. auf einen Startschuss, möglichst schnell reagiert werden. Bei der Wahlreaktion kann das Signal nicht nur eine, sondern mehrere mögliche motorische Aktionen zur Folge haben, wie z.B. beim Abwehren eine Strafstoßes beim Fußball. Besteht die Anforderung darin, in einer komplexen Situation auf verschiedene Signale adäquat zu reagieren, liegt eine komplexe motorische Reaktion vor (Baumann, 1994). Es kommt dabei darauf an, zum zweckmäßigsten Zeitpunkt und mit einer aufgaben-

adäquaten Geschwindigkeit zu reagieren, wobei die maximal schnelle Reaktion meist das Optimum darstellt (Meinel, 2006).

Die Bedeutung der Reaktionsfähigkeit wächst heute vor allem bei Arbeits- und Alltagshandlungen, da die Zeit zwischen Reizsetzung und motorischer Antwort oft sehr kurz ist, betrachtet man z.B. die auftretenden Situationen im Straßenverkehr. Im Sport nimmt Reaktionsfähigkeit vor allem bei situativen Sportarten eine bedeutende Rolle ein (Hirtz, 1985, Meinel, 2006).

Als Maß für die Reaktionsfähigkeit werden Schnelligkeit und Situationsangemessenheit des Reagierens auf ein Signal gewertet. Es sollten zur Erfassung vorwiegend ganzkörperliche und kurzzeitige Bewegungsreaktionen zur Anwendung kommen (Meinel, 2006).

Als in enger Verbindung mit der Reaktionsfähigkeit stehend sieht Meinel die Umstellungsfähigkeit, die Bewegungsschnelligkeit und intellektuelle Faktoren (Meinel, 2006).

Bei der Entwicklung der konkreten Testaufgabe zur Quantifizierung der Reaktionsfähigkeit wurde eine Aufgabe aus der Literatur verwendet (Hirtz, 1985, Sharma, 1993). Ein zwischen zwei schrägen Turnbänken herabrollender Ball muss auf ein akustisches Signal hin gestoppt werden. Die zu messende, vom Ball zurückgelegte Strecke soll von der Reaktionszeit, also von der Zeit vom Signal bis zur Einleitung der Bewegung, abhängig sein.

Um die elementarste Ebene der Reaktionsfähigkeit zu überprüfen, muss das Signal einfach und deutlich sein. Die Gabe einfacher optischer Signale würde zwar beide Anforderungen erfüllen, hat aber keine Entsprechung im Alltag: Optische Signale in der Realität besitzen weitaus höhere Komplexität, z.B. bei Sportarten oder auch beim Spiel mit anderen Kindern. Akustische Signale sind hingegen im Sport, z.B. durch Startsignale, im Spiel durch Zurufe und im Alltag, z.B. in Form eines hupenden Autos, von teils hoher Bedeutung. Sie sind umso wirkungsvoller, je kürzer sie sind und je deutlicher sie sich vom umgebenden Geräuschfeld abheben (Baumann, 1994). Für den Reaktionstest wurde daher ein akustisches Signal zur Einleitung einer großmotorischen Ganzkörperbewegung gewählt. Als Signal-

geber wurde ein Pfiff mit einer Trillerpfeife bestimmt, da hiermit kurze, deutliche Signale gegeben werden können.

### 4.3 Beschreibung des entwickelten Koordinationstests für Kinder

Die für die Durchführung des Tests benötigten Materialien liegen bei, sind in Turnhallen standardmäßig vorhanden oder einfach zu beschaffen:

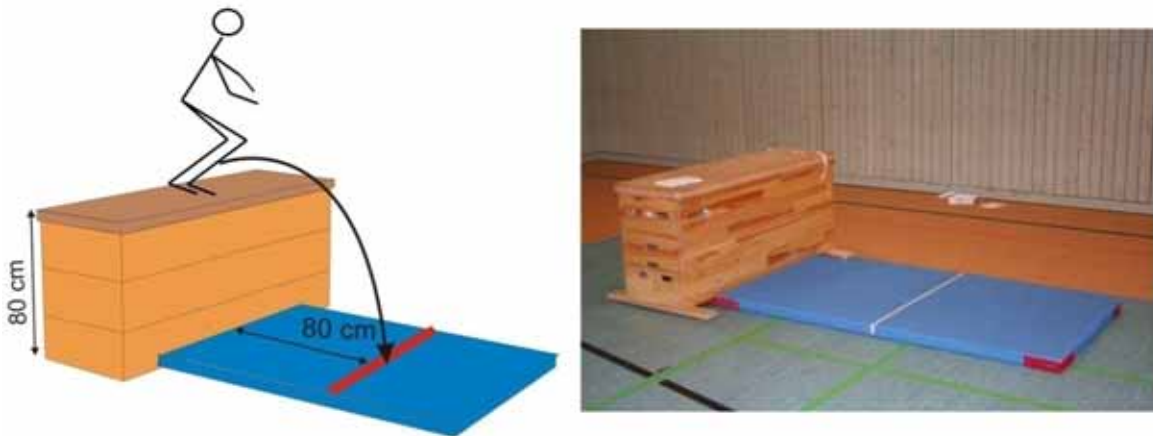
- KiKo CD (als Anlage beigefügt)
- CD-Player
- Karteikarten mit Würfelsymbolen 1-4 (als Kopiervorlage beigefügt)
- Rollen Toilettenpapier (leer)
- 1 Kasten (3 Kastenteile)
- 3 Langbänke (3,50 m Länge)
- 3 Matten
- 1 Sprossenwand
- 4 Medizinbälle (auch verschiedener Größe möglich)
- 1 Basketball
- 1 Trillerpfeife
- Kreide
- Maßbänder [insgesamt werden ca. 5 m Maßband für die Durchführung der Testaufgaben benötigt. Als besonders geeignet haben sich Papiermaßbänder herausgestellt (z.B. Ikea-Maßbänder), die dann mit Klebeband fixiert werden]
- Klebeband
- Testprotokoll (ist als Kopiervorlage beigefügt)

Beim Aufbau der Testaufgaben müssen die angegebenen Werte genau eingehalten werden (Messen!), da sonst die Vergleichbarkeit nicht gegeben ist. Die Aufgaben sollen kurz erklärt und demonstriert werden. Die Kinder dürfen jede Aufgabe einmal testen, bevor die Wertung beginnt. Wichtig ist, dass die Testaufgaben nicht geübt werden: Es soll der aktuelle Leistungsstand und nicht die Lernfähigkeit überprüft werden!

### 4.3.1 Test der Differenzierungsfähigkeit

**Material:** 1 Kasten aus 3 Kastenteilen, 1 Stück Kreide oder dünnes Klebeband, 1 Maßband, 1 Turnmatte

**Testaufbau:** Die Matte wird vor den Kasten (bestehend aus drei aufeinander gestapelten Kastenteilen) gelegt. Auf die Matte wird im Abstand von 80 cm zum Kasten ein Strich aufgezeichnet oder -geklebt (parallel zum Kasten).



**Testaufgabe:** Das Kind steht auf dem Kasten und soll, durch Niedersprünge den auf den Boden gezeichneten Kreidestrich mit der Ferse genau treffen.

**Testablauf:** Das Kind springt vom Kasten und soll beim Aufkommen auf der Matte mit beiden Fersen die Linie berühren. Nach dem Aufkommen muss das Kind stehen bleiben, damit der Abstand zur Linie gemessen werden kann. Gemessen wird der Abstand von der Linie bis zur Ferse des weiter entfernt stehenden Fußes. Dabei ist es egal, ob die Ferse vor oder hinter der Linie zum Stehen kommt. Bewegt das Kind nach dem Aufkommen die Füße muss der Versuch wiederholt werden. Es werden insgesamt drei Versuche durchgeführt.

**Ergebnisse und Auswertung:** Die drei Messwerte werden ins Protokoll unter „Differenzierungsfähigkeit“ Versuch 1 bis 3 eingetragen. Die Werte werden in cm notiert. Bei der Auswertung wird der Mittelwert der drei Messwerte gebildet und im Testprotokoll notiert.



### 4.3.2 Test der Rhythmusfähigkeit

Material: KiKo-CD, CD-Player

Testaufgabe: Ein Kind steht bereit, um beidbeinig im Takt auf und ab zu hüpfen, sobald die Musik beginnt. Der auf der CD befindliche Musik-Abschnitt dauert genau 20 Sekunden. Der Beginn des Liedes kennzeichnet den Start. Hört das Lied auf, ist die Übung beendet.

Testablauf: Das Kind steht bereit und die Musik wird eingeschaltet. Das Kind hüpfert möglichst im Takt zur Musik. Die Anzahl der tatsächlich vom Kind gemachten Hüpfen wird unabhängig vom gleichzeitig erklingenden Takt der Musik gezählt.

Ergebnisse und Auswertung: Es werden die Hüpfen während der 20 Sekunden gezählt. Das Lied hat über die Zeit von 20 Sekunden 45 viertel Schläge. Das Kind sollte also im Optimalfall 45-mal hüpfen während die Musik läuft. Die Differenz der Anzahl der gezählten Hüpfen zu 45 wird errechnet und als positiver Betrag in das Protokoll eingetragen. (Bsp.: Das Kind hüpfert 38-mal - in das Protokoll wird die Zahl 7 eingetragen).

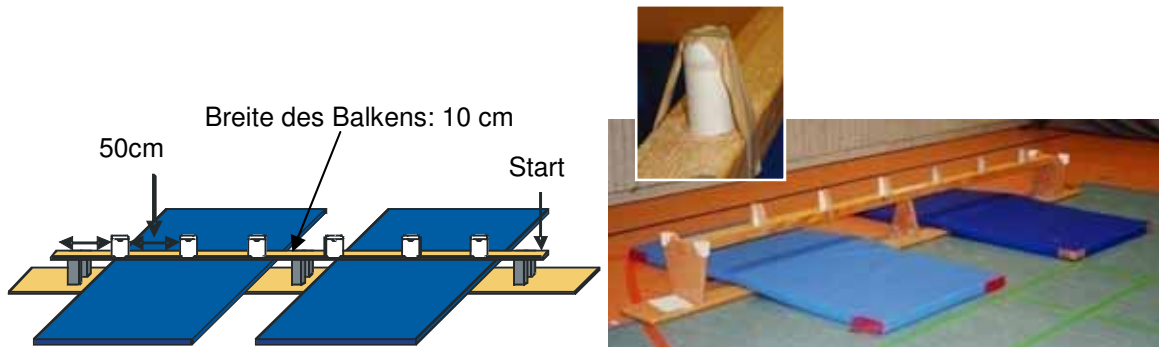




### 4.3.3 Test der Gleichgewichtsfähigkeit

**Material:** 1 Langbank (3,50 m), 2 Turnmatten, 6 Rollen Toilettenpapier (leer!)

**Testaufbau:** Die Bank wird umgedreht und die zwei Turnmatten als Sicherung darunter gelegt. Wenn nötig, die Bank gegen Wackeln sichern. Die Rollen werden in gleichmäßigem Abstand von 50 cm auf der Bank mit Klebeband fixiert.



**Testaufgabe:** Ein Kind soll innerhalb von 20 Sekunden so viele Toilettenpapierrollen wie möglich übersteigen. Ist es am Ende der Bank angekommen dreht es sich auf der Bank herum ohne abzustiegen und balanciert in umgekehrter Richtung weiter.

**Testablauf:** Das Kind steht an einem Ende auf der Bank. Auf das Startsignal des Testleiters hin versucht das Kind in 20 Sekunden so viele Rollen wie möglich zu übersteigen. Fällt es während der 20 Sekunden herunter, muss der Versuch wiederholt werden.

**Ergebnisse und Auswertung:** Es werden die innerhalb von 20 Sekunden überstiegenen Rollen gezählt und in das Protokoll unter „Gleichgewichtsfähigkeit“ eingetragen.



Startposition: Auf der Bank stehend. Auf das Startsignal hin losgehen und die 20 Sekunden laufen...



... so schnell wie möglich die Rollen übersteigen ...



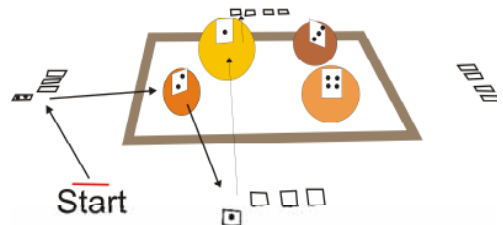
...am Ende der Bank umdrehen und wieder zurückgehen, wieder drehen usw..

#### 4.3.4 Test der Orientierungsfähigkeit

**Material:** 4 Bälle (am besten Medizinbälle, auch unterschiedlicher Größe), 5 x 4 Karteikarten mit den 4 Würfelsymbolen darauf, Klebeband

**Testaufbau:** Die 4 Bälle werden mit jeweils einem Würfelsymbol markiert (Karteikarten mit den Symbolen 1-4 aufkleben) und willkürlich (aber gleichmäßig) in einem mit Klebeband markierten 1,5 x 1,5 m großen Quadrat verteilt. An jeder Seite des Quadrats werden jeweils die Karten mit den Symbolen 1-4 gemischt auf dem Boden befestigt (im Abstand von 50 cm zur Linie - die Karten müssen sich leicht umdrehen lassen - sie sollten an der losen Seite eingeknickt werden (siehe Abbildung)). Der Startpunkt ist an einer beliebigen Ecke des Quadrats.

**Testaufgabe:** Die Aufgabe des Kindes ist es, in 20 Sekunden so viele Karten wie möglich umzudrehen. Eine Karte kann nur gezählt werden (nur dann!!!), wenn der entsprechende Ball berührt wurde. Das Kind muss die Karten nicht der Reihe nach umdrehen - es soll sich im Optimalfall zur der aktuellen Position am nächsten liegenden Seite orientieren und dort die nächste Karte umdrehen.



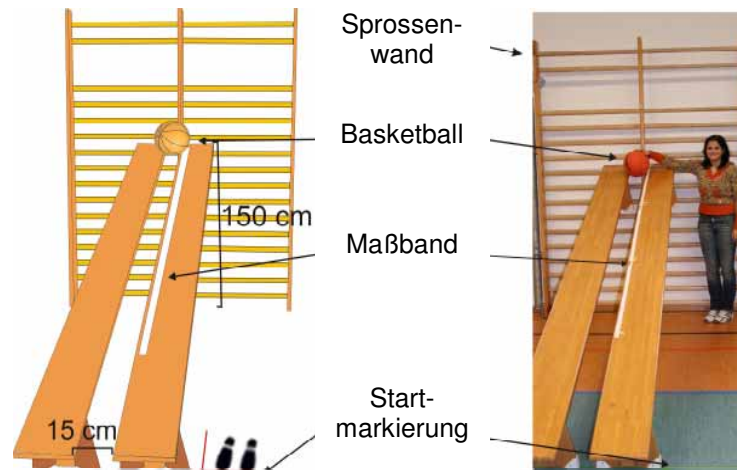
**Testablauf:** Das Kind stellt sich an eine Ecke des Quadrats an die Startlinie. Auf „Los“ dreht es eine Karte seiner Wahl um (so dass das jeweilige Würfelsymbol erkennbar ist), läuft zum entsprechend markierten Ball und berührt diesen. Dann läuft es auf eine beliebige andere Seite des Quadrats, dreht dort eine Karte um, berührt wieder den Ball mit der entsprechenden Nummer usw.

**Ergebnisse und Auswertung:** Die Anzahl der in 20 Sekunden umgedrehten Karten wird gezählt und ins Protokoll unter „Orientierungsfähigkeit“ eingetragen.

#### 4.3.5 Test der Reaktionsfähigkeit

**Material:** 1 Sprossenwand, 2 Langbänke (3.50m), 1 Maßband (mind. 3 m Länge), 1 Basketball, Klebeband, 1 Messhilfe (z.B. ein Buch), 1 Trillerpfeife, Klebeband

**Testaufbau:** Die Bänke werden in ca. 1,50 m Höhe in die Sprossenwand nebeneinander so eingehängt, dass eine 15 cm breite Rinne entsteht, in der ein Basketball herunterrollen kann. Das Maßband wird an der Innenseite einer Bank befestigt.



Direkt neben der Bank wird die Startmarkierung am Boden markiert.

**Testaufgabe:** Das Kind soll den Ball, der gleichzeitig mit dem Startsignal losgelassen wird, so schnell wie möglich aufhalten.

**Testablauf:** Der Testleiter steht am oberen Ende der Bänke und hält den Ball fest. Gleichzeitig mit dem Startsignal (Pfiff mit der Trillerpfeife) lässt er den Ball los. Das Kind, das mit dem Rücken zum Testleiter an der Startmarkierung steht, dreht sich auf den Pfiff hin um und versucht den rollenden Ball so schnell wie möglich mit beiden Händen anzuhalten. Der Ball darf dabei nicht wieder nach oben geschoben, sondern nur angehalten werden. Die Strecke, die der Ball zurückgelegt hat, wird gemessen. Der Versuch wird drei Mal wiederholt.

**Ergebnisse und Auswertung:** Die Strecke, die der Ball bei den drei Versuchen jeweils zurückgelegt hat, wird gemessen und in cm in das Protokoll unter „Reaktionsfähigkeit“ eingetragen. Aus den drei Werten wird der Mittelwert gebildet. Um ein genaues Ablesen der Strecke zu ermöglichen, wird empfohlen, eine Messhilfe (z.B. ein Buch) zur Hand zu nehmen. Gemessen wird an der der Sprossenwand fernen Seite des Balles.

## 4.4 Validierung des Tests mit biomechanischen Methoden

Zum Zwecke der Validierung des Tests mit biomechanischen Methoden muss für jede Testaufgabe eine spezielle, dem jeweils dominanten Aspekt der koordinativen Fähigkeit entsprechende Methode gewählt werden. Im Falle des Tests der Differenzierungsfähigkeit ist keine spezielle Methode notwendig, da die Testaufgabe selbst eine metrische Bestimmung der Dominanz des Aspekts Differenzierung beinhaltet. Bei allen anderen Testaufgaben wurden biomechanische Methoden zur Prüfung der Dominanz genutzt, zusammengestellt oder entwickelt. Die Darstellung und Diskussion der Untersuchungen wird jeweils in eine kurze Einleitung und die Darstellung der Methoden unterteilt. Dann erfolgt jeweils die Ergebnisdarstellung und Diskussion.

### 4.4.1 Validierung des Tests der Differenzierungsfähigkeit

Der Test der Differenzierungsfähigkeit fokussiert, wie die anderen hier entwickelten Tests auch, die grundlegende und allgemeine Ebene der Fähigkeitsausprägung. Die Definition der Differenzierungsfähigkeit beinhaltet zwei Aspekte, nämlich die Genauigkeit und die Ökonomie der Bewegung (Hirtz, 1985, Meinel, 2006). Unter dem Aspekt des anzustrebenden Basischarakters wird für den vorliegenden Test der Schwerpunkt auf die Genauigkeit des Bewegungsvollzuges gelegt, da in Alltag und Praxis zunächst einmal die Präzision der Bewegung notwendig ist. Erst in zweiter Linie und vor allem bei sportlichen Leistungsanforderungen tritt die Ökonomie von Bewegungen in den Vordergrund. So ist es z.B. bei Alltagsanforderungen wie im Straßenverkehr oder auf dem Spielplatz wichtig, die

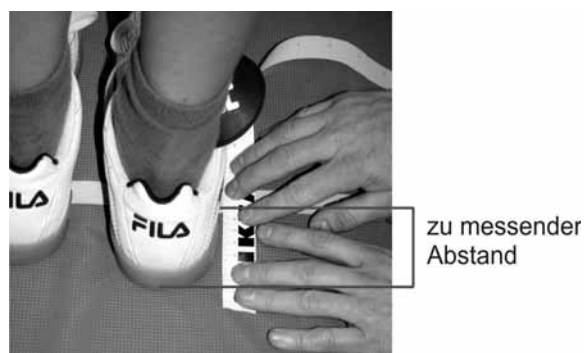


Abbildung 6: Abstand zwischen vorgegebenem und erreichtem Ziel als Maß für die Differenzierungsfähigkeit.

koordinativen Aktionen oder Antworten auf die Umweltbedingungen zielgenau zu erbringen, um vor allem Verletzungen vorzubeugen und Sicherheit im Umgang mit dem eigenen Körper zu gewinnen. Zusätzlich spielt für die Testentwicklung eine Rolle, dass die Ökonomie der Bewegung zwar mit Hilfe medizinischer Messungen, aber kaum mittels motorischer Testverfahren quantifiziert werden kann. Der Test der Differenzierungsfähigkeit beinhaltet daher eine Situation, in der eine neue Bewegung unter Ausschluss von Zeit-, Komplexitäts-, Situations- und Belastungsdruck vollzogen werden muss. Damit ist der Präzisionsdruck die einzige Anforderung: Muskelkraft sowie Gelenkwinkelstellungen müssen unter genauer Abschätzung räumlicher Parameter eingesetzt werden.

Die Gültigkeit der Testaufgabe ergibt sich in diesem Sonderfall schon aus der expliziten Definition der Differenzierungsfähigkeit. Als Maß wird von Hirtz selbst die Genauigkeit der Ausführung bestimmt und als mögliche Aufgabenstellung der Zielsprung.

Tatsächlich handelt es sich bei dem vorliegenden Test der Differenzierungsfähigkeit um einen Zielsprung: Die vorgegebene Linie soll durch einen Sprung vom Kasten genau mit der Ferse getroffen werden. Die Anweisung, die Linie mit der Ferse zu treffen, stellt dadurch erhöhte Anforderungen an den kinästhetischen Sinn, dass die Ferse sich nicht im unmittelbaren Blickfeld des Kindes befindet. Damit wird trotz Beschränkung auf den Präzisionsdruck eine starke Dominanz des Aspekts der Differenzierung erreicht. Die Gültigkeit der Aufgabe wird mit der metrischen Bestimmung der Genauigkeit durch Messung des Abstandes vom vorgegebenen Ziel innerhalb der Testaufgabe selbst sichergestellt (Abbildung 6). Eine zusätzliche Prüfung der inhaltlichen Validität ist daher nicht mehr erforderlich. Lediglich durch den Ausschluss eines wesentlichen Einflusses der Fähigkeitskomplexe Kraft und Ausdauer (Kapitel 4.5.1) kann die Gültigkeit gestärkt werden.

#### *4.4.2 Validierung des Tests der Rhythmusfähigkeit*

Für den Test der Rhythmusfähigkeit liegt hier eine Beschränkung auf den Aspekt des Erfassens und Darstellens eines vorgegebenen Rhythmus vor. Zwar ist davon

auszugehen, dass es durchaus sinnvoll wäre, die Fähigkeit der Herstellung eines eigenen Rhythmus im Sinne einer zeitlich-dynamischen Gliederung einer Bewegung zu überprüfen. Da dieser in der Definition der Rhythmusfähigkeit enthaltene Aspekt jedoch in erster Linie auf den sportlichen Fertigungsbereich bezogen wird und sich für individuell verschiedene Gliederungen von Bewegungen darüber hinaus kaum Möglichkeiten der objektiven und standardisierten Testung ergeben, wird in der vorliegenden Bewegungsaufgabe ausschließlich die Reproduktion eines vorgegebenen Rhythmus gefordert. Aussagen darüber, inwieweit Reproduktion und Herstellung von Rhythmus zusammenhängen, liegen nicht vor, es ist jedoch als plausibel zu erachten, dass sich eine gut ausgebildete Fähigkeit, Rhythmen zu erfassen und wiederzugeben, positiv auf die Fähigkeit auswirkt, eigene Rhythmen für den Bewegungsvollzug herzustellen. In diesem Sinne wird auch im Test der Rhythmusfähigkeit auf der Grundlagenebene und zwar bezogen auf Ganzkörperbewegungen getestet.

### *Methode*

Die Validierung der Testaufgabe zur Rhythmusfähigkeit wird mit Hilfe einer Kontaktmatte vorgenommen (Abbildung 7). Diese unterscheidet mit einer Abtastfrequenz von 1000 Hz die beiden Zustände „Kontakt vorhanden“ und „kein Kontakt“ und gibt dafür jeweils binäre Daten aus: 1 für den Zustand „Kontakt vorhanden“ und 0 für den Zustand „kein Kontakt“. Konkret werden im Datenblatt also für Zeitpunkte, in denen das Kind die Matte berührt, Einsen und für Zeitpunkte, an denen sich das Kind innerhalb des Sprungs in der Luft befindet, Nullen ausgegeben. Während der 20 Sekunden Testdauer und damit während der Datenaufzeichnung wird auch der Rhythmus akustisch ausgegeben. Das Signal wird vom PC generiert: 45-mal innerhalb von 20 Sekunden ertönt ein lauter Ton. Das Ziel der Testaufgabe ist es, genau gleichzeitig mit dem Ertönen des Signals den Boden zu berühren, also genau im Rhythmus zu springen. Das Signal wird in Form einer Sinuskurve dargestellt. Zeitgleich mit dem Erreichen des Wertes -1 innerhalb der Sinusbewegung ertönt das Signal, welches den Rhythmus kennzeichnet (Abbildung 7). Für die Überprüfung der Gültigkeit der Testaufgabe wurden anhand der Zeit- und Kontaktdaten die Parameter „vergangene Zeit vom Start der Aufgabe bis

zum ersten Sprung“ und „mittlere zeitliche Differenz der Sprünge (also der Zeitpunkte der Bodenberührung) vom vorgegebenen Rhythmus“ erhoben. Die Gültigkeit der Testaufgabe wird als nachgewiesen erachtet, wenn eine ausreichend große Abhängigkeit der Testleistung, also der Differenz der tatsächlichen Sprünge von den vorgegebenen Schlägen, von der mittleren zeitlichen Differenz der Sprünge vom vorgegebenen Rhythmus vorliegt. Die Aussage unterstützend könnte gewertet werden, wenn Kinder mit schlechteren Testleistungen, von der Gültigkeit der Testaufgabe ausgehend also mit einer schlechteren Rhythmusfähigkeit, länger brauchen, um den Rhythmus zu erfassen und die Bewegung einzuleiten. Die Zeit bis zum ersten Sprung müsste also länger sein.

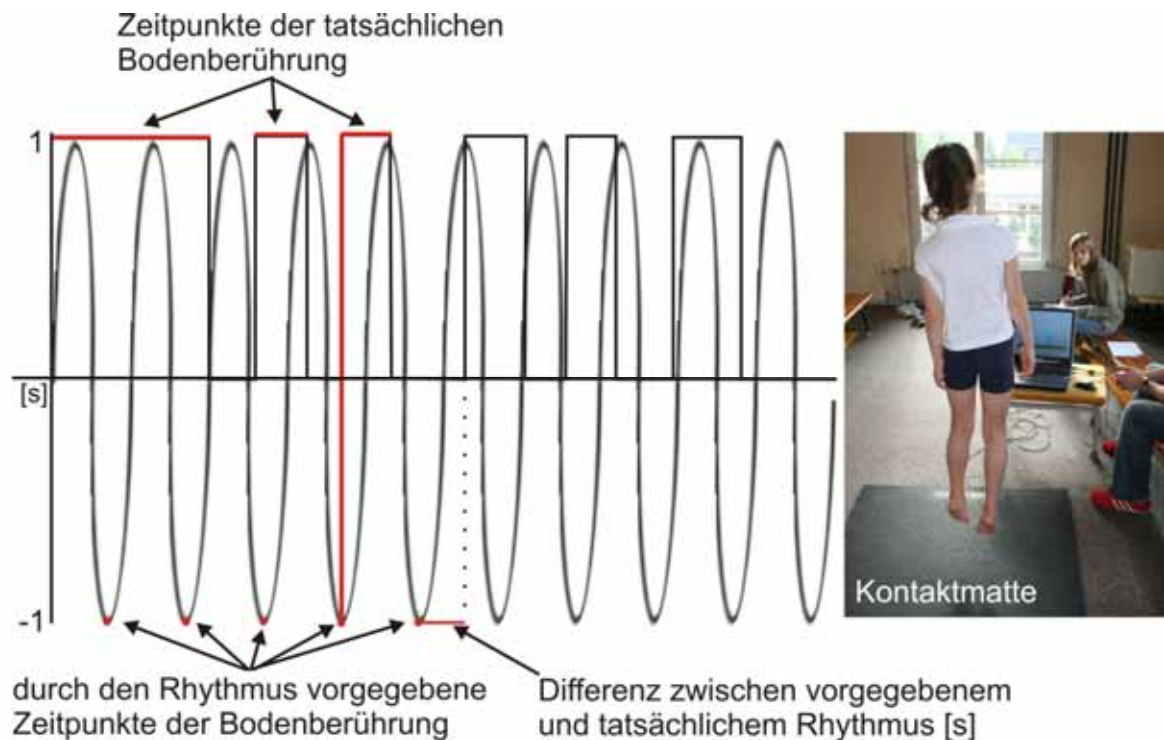


Abbildung 7: Methode zur Validierung des Tests der Rhythmusfähigkeit. Der durch die Sinuskurve visualisierte Rhythmus muss zur optimalen Testdurchführung mit den tatsächlichen Zeitpunkten der Bodenberührung übereinstimmen. Abweichungen werden im Test in Form der Differenz zwischen vorgegebener Anzahl der Sprünge (45) und tatsächlicher Anzahl und bei der Validierung in Form der summierten zeitlichen Differenz zwischen vorgegebenen und tatsächlichen Zeitpunkten der Bodenberührung quantifiziert.

Die Durchführung der Validitätsuntersuchung geschah mit 61 Kindern zwischen sechs und zehn Jahren ( $8.3, \pm 0.93$  Jahre). Den Kindern wurde die Vorgehens-

weise erklärt, wobei aufgrund der unkomplizierten Durchführung keine detaillierten Erklärungen zur Messwerterfassung oder zum Messinstrument gemacht wurden. Aufgrund der Umgebungsbedingungen bei der Durchführung haben die Kinder bereits den Rhythmus gehört, bevor sie die Aufgabe durchführten. Da diese Bedingungen aber auch in der praktischen Durchführung des Tests an Schulen zu erwarten sind, wurde dieser Mangel nicht behoben.

### *Ergebnisse und Diskussion*

Die Ergebnisse zeigen keine durchgängige Erfüllung der Erwartungen (Tabelle 3). Zunächst ist festzustellen, dass der Zusammenhang zwischen der zeitlichen Dauer zur Erfassung des Rhythmus bis zur Einleitung der Bewegung und der Testleistung nicht bestätigt werden konnte. Zusätzlich besteht auch kein Zusammenhang dieser Dauer zum Validitätskriterium, also der mittleren zeitlichen Differenz der Sprünge vom vorgegebenen Rhythmus ( $r = .02$ ,  $p = .29$ ), weshalb vermutet werden kann, dass die Kinder unabhängig davon, ob sie den Rhythmus erfasst haben oder nicht, mit den Sprüngen beginnen.

	Testergebnis
Zeit bis zum ersten Sprung	$r = .29^*$
mittlere zeitliche Differenz der Sprünge vom Rhythmus	$r = .74^{**}$

Tabelle 3: Korrelationskoeffizienten für die Zusammenhänge zwischen dem Testergebnis (Differenz zwischen der Anzahl vorgegebener und tatsächlicher Sprünge) und den Validierungsparametern.

Das eigentliche Validitätskriterium kann als erfüllt erachtet werden. Es besteht eine hoch signifikante Abhängigkeit der Testleistung von der zeitlichen Abweichung vom vorgegebenen Rhythmus. Der Korrelationskoeffizient von  $r = .74$  gibt eine ausreichende Stärke des Zusammenhangs an. Es ist damit nachgewiesen, dass die Testleistung in Form der gezählten Differenz der tatsächlichen Anzahl der Sprünge von der vorgegebenen Anzahl der Schläge von der Fähigkeit abhängt, den Rhythmus zu erfassen und in zeitgenaue Ganzkörperbewegung umzusetzen, die dem Rhythmus entspricht. Es wird mit dem Ergebnis auch ausgeschlossen, dass eine gute Testleistung durch dauerndes Springen „neben dem Rhythmus“



erreicht werden kann. In einem solchen Fall müsste die mittlere zeitliche Abweichung vom Rhythmus außerordentlich hoch sein. Das Ergebnis zeigt, dass dadurch kein gutes Testergebnis erzielt werden kann. Die Validierung bestätigt eine hohe Gültigkeit der Testaufgabe und damit die Dominanz des Aspektes Rhythmus für die Leistung.

#### *4.4.3 Validierung des Tests der Gleichgewichtsfähigkeit*

Die Erhaltung und Wiederherstellung des Gleichgewichts ist eine essentielle Basisfähigkeit des Menschen, da jede Bewegung Gleichgewichtsleistungen integriert (Westcott, 1997). Unterschiede in der Balanceregulierung werden als Ausdruck eines besser funktionierenden sensomotorischen Systems interpretiert. Es wird angenommen, dass die von der posturalen Sensorik gemeldeten Deviationen des Körpers spinal und supraspinal schneller und exakter verrechnet und mit präzisen motorischen Aktionen beantwortet werden (Bittmann, 2005). Allgemein wurde ein enger Zusammenhang der Haltungs- und Gleichgewichtskontrolle mit der Fähigkeit nachgewiesen, die Umwelt mit Hilfe der sensorischen Systeme wahrzunehmen und propriozeptive, visuelle und vestibuläre Informationen auf der Ebene des Zentralnervensystems zu integrieren. Die Fähigkeiten ermöglichen es adäquate Muskelaktivierungen vorzunehmen, um das Gleichgewicht zu erhalten oder wiederherzustellen. Bei der Gleichgewichtserhaltung im Gehen ergeben sich im Gegensatz zur Gleichgewichtskontrolle unter quasistatischen Bedingungen zwangsläufig Störgrößen. Diese führen zu Korrekturen der Haltung, die die Gleichgewichtserhaltung ermöglichen (Hatzitaki, 2002). Die Schwierigkeit beim Gehen besteht in erster Linie darin, dass das Körpergewicht während der Schwungphase von nur einem Bein gestützt werden muss (Assaiante, 2005). Generell induziert der aufrechte Gang die Instabilität des gesamten Systems, da zwei Drittel der gesamten Körpermasse in zwei Drittel der Körperhöhe über der Unterstützungsfläche lokalisiert sind (Winter, 1995).

Generell sind Tests der Gesamtkörperkontrolle in der Lage wertvolle Informationen über die Fähigkeiten eines Kindes zur Haltungs- und Gleichgewichtskontrolle und funktionelle Defizite zu liefern. Bei Kindern mit verschiedenen Defiziten wie

Lernschwierigkeiten und motorischen Defiziten wurden z.B. Fehlfunktionen der Gleichgewichtskontrolle festgestellt (Westcott, 1997). Wenn eine Quantifizierung der Gleichgewichtsfähigkeit vorgenommen werden soll, um festzustellen ob ein Defizit vorliegt und eine Intervention notwendig ist, müssen mit Hilfe eines Tests die funktionellen Konsequenzen der Gleichgewichtsfähigkeit überprüft werden. Diese funktionelle Gleichgewichtsfähigkeit kann mit Methoden der Posturographie quantifiziert und der Test damit validiert werden (Horak, 1997).

Es werden in der Entwicklung von Kindern bezüglich des Gleichgewichts zwei Fähigkeitskomplexe unterschieden: die willkürliche motorische Kontrolle und die automatischen posturalen Korrekturen. Dabei muss beachtet werden, dass jeder willkürliche Bewegungsvollzug auf der gleichzeitigen Aktivierung der entsprechenden posturalen Kontrolle basiert. Umgekehrt besitzt die Entwicklung des posturalen Systems automatisch einen starken Einfluss auf die Entwicklung der Willkürmotorik (Woollacott, 1989). Die Koordination der Gleichgewichtskontrolle durchläuft bei der Entwicklung im Alter von vier bis sechs Jahren eine Übergangsphase, die durch noch nicht vollständig ausgebildete Möglichkeiten der Koordination motorischer Muster von zeitlicher Anpassung und Auswahl von Gleichgewichtsstrategien gekennzeichnet ist. Im Alter von ca. sieben Jahren wird die Entwicklungsstufe der Gleichgewichtskontrolle der Erwachsenen erreicht: Die Kinder sind in der Lage, einen sensorischen Konflikt zu lösen, indem das Vestibularsystem als Referenz genutzt wird. Auch die Gangmuster erreichen einen erwachsenen Reifegrad (Westcott, 1997). Die Gleichgewichtskontrolle entwickelt sich von pauschalen Strategien zu einer selektiven Kontrolle durch unabhängige Bewegungen verschiedener Körpersegmente und von einem egozentrischen zu einem exozentrischen Referenzsystem (Assaiante, 2005). Aus der Perspektive posturographischer Studien stabilisieren sich die meisten Gangparameter und kommen damit den Gangmustern Erwachsener gleich (Müller, 2006). Beispielweise beim Gehen auf einem relativ schmalen Balken sind die Kinder ab ca. sieben Jahren in der Lage, die Gleichgewichtskontrolle vom Kopf aus abwärts zu realisieren. Die Lage des Kopfes dient hierbei als Referenzsystem (Assaiante, 2005). Für die Validierung des vorliegenden Tests für Kinder im Grundschulalter können also im We-

sentlichen gängige biomechanische Erkenntnisse und Methoden zur Quantifizierung von Gleichgewicht geltend gemacht werden.

Bei der vorliegenden Testaufgabe wird beim Laufen über einen schmalen Balken das Gleichgewicht nicht aktiv gestört. Durch die Reduktion der Unterstützungsfläche werden die sich durch das Gehen zwingend ergebenden Störgrößen deutlich verstärkt. Bei der vorliegenden Aufgabe wird eine weitere Erschwernis durch das mit Hilfe der Toilettenpapierrollen erzwungene Heben des Schwungbeines aus der Bewegungsrichtung heraus verursacht. Im Gegensatz zur Steigerung der Schwierigkeit, wie sie z.B. beim KTK durch Reduktion der visuellen Informationen beim rückwärts Gehen erreicht wird, soll hier der unter natürlichen Bedingungen große Anteil des optischen Analysators nicht eingeschränkt werden. Die Bedingungen sollen trotz Erhöhung der Schwierigkeit möglichst den natürlichen und alltäglichen Mechanismen der Gleichgewichtskontrolle entsprechen. Die Erschwernis der Bedingungen ist notwendig, da sonst zum einen keine geeigneten Testaufgaben konstruiert werden können, die z.B. dem Kriterium der einfachen und objektiven Durchführung und Auswertung entsprechen. Zum anderen ist ohne Steigerung der Schwierigkeit keine ausreichende Differenzierung der Testleistungen sichergestellt. Es ergibt sich außerdem auch für die Validierung eine bessere Differenzierbarkeit der Gleichgewichtsleistungen. Die häufigsten Messgrößen zur Quantifizierung der Gleichgewichtsleistungen im funktionalen Bereich sind der maximal auftretende Druck (PP) an der Fußsohle und die plantare Druckverteilung. Der Verlauf des Druckschwerpunktes (CoP-Verlauf) stellt hierbei eine Möglichkeit dar, sowohl die zeitliche, als auch die räumliche Komponente des Fußes in der Abrollbewegung analysieren zu können. Bisher liegen allerdings keine Daten bezüglich des CoP-Verlaufs beim Gehen von Kindern im Alter zwischen vier und zehn Jahren vor (Müller, 2006). Bezüglich der Verschiebung des CoP unter statischen Bedingungen wurden bisher nur indirekte Messungen der Körperschwankungen und damit der Haltungskontrolle genutzt. Es konnte in einer Studie mit 107 Kindern nachgewiesen werden, dass die Körperschwankung durch Erhöhung der Schwierigkeit der Gleichgewichtsaufgabe generell größer wird (Abbildung 8). Darüber hinaus zeigte sich, dass, wenngleich davon ausgegangen wird, dass die Gleichgewichtsstrategien bei Kindern ab sieben Jahren denen von Erwachsenen glei-

chen, dennoch eine Verbesserung der Gleichgewichtsfähigkeit im Altersverlauf in Form einer Reduzierung der Körperschwankungen stattfindet (Schmid, 2005).

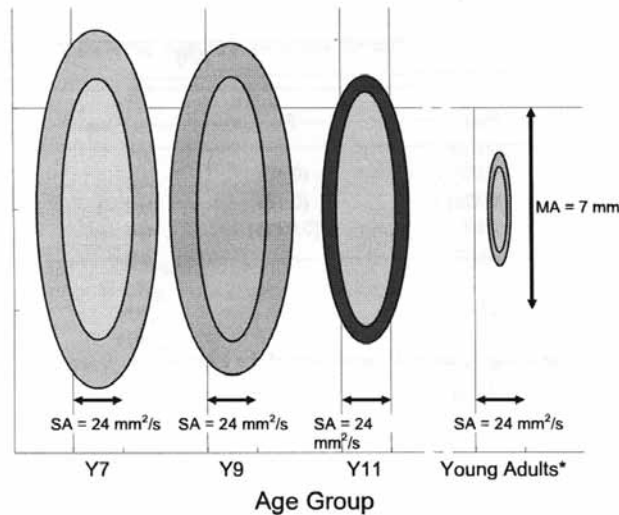


Abbildung 8: Schema der Veränderungen in der Haltungskontrolle unter statischen Gleichgewichtsbedingungen durch Analyse des CoP-Verlaufs: MA = Mean Amplitude, SA = Sway Area, Y = 7, 9 and 11 Years old. Innerer Ring unter „Eyes.Open“ und äußerer Ring unter „Eyes-Closed“ Bedingungen. (Schmid, 2005).

### Methode

Als Parameter für die Quantifizierung des Gleichgewichts im Rahmen der Posturographie wurde für die Validierung des Tests der Gleichgewichtsfähigkeit hier die Verschiebung des Centre of Pressure (CoP) als Maß für die Körperschwankung gewählt. Darüber hinaus wurde die Bodenkontaktzeit aufgenommen. In einer Studie von Müller zur Validität des CoP-Verlaufs zur Quantifizierung des Gangs bei Kindern konnte gezeigt werden, dass eine hohe Validität vor allem der medio-lateralen Abweichung in Bezug auf die Fußhalbierende und den Zeitverlauf vorliegt (Müller, 2006). Der CoP-Verlauf wurde mit Hilfe eines Messsohlensystems der Firma Novel (pedar-X; Novel GmbH, München) ermittelt. Die auf dem kapazitiven Prinzip basierenden Messsohlen bestehen aus jeweils 99 Drucksensoren. Die Sensoren sind gleichmäßig über die 2.6 mm dicke Messsohle verteilt. Dies ermöglicht die Druckverteilungsmessung für die gesamte Fußsohle unter mobilen Bedingungen, da die Sohlen in die Schuhe eingelegt werden. Die in einer Gürteltasche untergebrachte Messbox verfügt über eine eigene Stromversorgung und nimmt die

Daten auf einer 32 MB Speicherkarte auf (Abbildung 9). Die Messungen wurden mit einer Frequenz von 50Hz für beide Sohlen ausgeführt.

Die Studie zur Validierung des Tests der Gleichgewichtsfähigkeit wurde mit 70 Kindern im Alter von sechs bis zehn Jahren ( $8.3, \pm 1.2$  Jahre) durchgeführt. Der Versuchsaufbau entsprach den Anweisungen des Testmanuals. Den Kindern wurde zunächst die Testaufgabe erklärt. Es wurde ein Probeversuch ausgeführt. Danach wurde den Kindern das Messinstrument kurz erläutert, um ggf. auftretende Ängste vor den Geräten abzubauen. Die Sohlen in entsprechenden Kindergrößen wurden in den Schuhen platziert und die Messbox in der Gürteltasche untergebracht. Es wurde sichergestellt, dass das Messinstrument die Bewegungsfreiheit des jeweiligen Kindes nicht einschränkt.

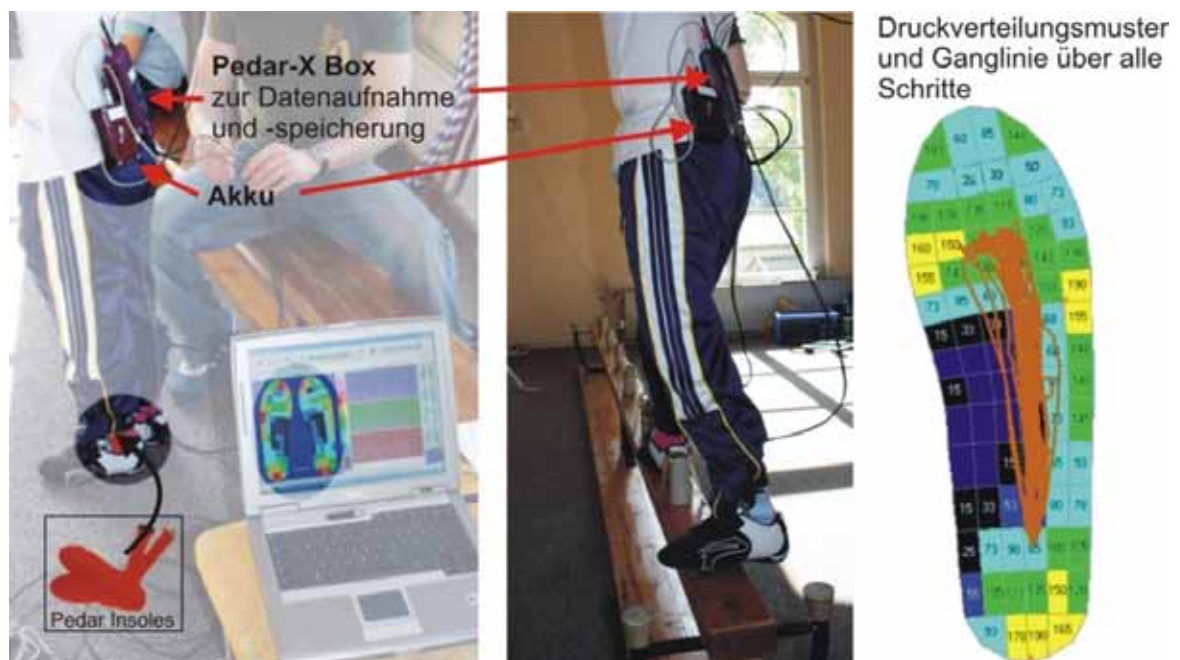


Abbildung 9: Messaufbau zur Validierung der Gleichgewichtsfähigkeit. Mit Hilfe der Druckverteilungsmessung wird die Verschiebung des Centre of Pressure (CoP) beim Balancieren bestimmt.

Dem vorgegebenen Testablauf entsprechend stellte sich das Kind an einem Ende auf die umgedrehte Bank und wurde aufgefordert, nach dem Startzeichen über die Bank und die darauf befestigten Rollen Toilettenpapier zu laufen und dabei innerhalb von 20 Sekunden so viele Rollen wie möglich zu übersteigen. Die Anzahl der Rollen wurde protokolliert und die Druckdaten aufgenommen. Anhand des CoP-

Verlaufs wurden die Parameter Länge der Ganglinie, Bodenkontaktzeit und Ausmaß der medio-lateralen Abweichung von der Fußhalbierenden berechnet. Als Gültigkeitskriterium gilt das Maß der Abhängigkeit der Testleistung, also der Anzahl der überstiegenen Rollen, von den Gleichgewichtsparametern. Dabei gilt: Je geringer die Länge der Ganglinie, die Bodenkontaktzeit und die medio-laterale Abweichung, desto besser die Gleichgewichtsfähigkeit. Es wurde erwartet, dass die Testleistung mit steigender Gleichgewichtsfähigkeit zunimmt.

### *Ergebnisse und Diskussion*

Die Ergebnisse der Validierungsstudie entsprechen voll den Erwartungen. Es zeigt sich, dass die Testleistung in Form der Anzahl überstiegener Rollen innerhalb von 20 Sekunden signifikant von den drei Gleichgewichtsparametern abhängt: Eine hoch signifikante Abhängigkeit der Testleistung liegt zunächst von der Länge der Ganglinie vor, die sowohl die CoP-Verschiebung in anterior-posteriorer als auch in medio-lateraler Richtung beinhaltet. Der Korrelationskoeffizient ( $r = .35$ ) bescheinigt aber nur einen relativ schwachen Zusammenhang (Abbildung 10). Dies bestätigt die Studie von Müller zur Validität des CoP-Verlaufs zur Quantifizierung des Gangs, in der eine hohe Validität der medio-lateralen Abweichung in Bezug auf die Fußhalbierende nachgewiesen wurde (Müller, 2006).

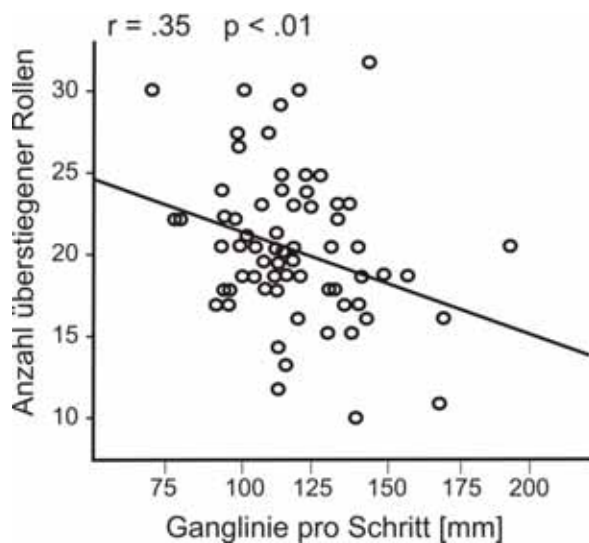


Abbildung 10: Abhängigkeit des Ergebnisses des Tests der Gleichgewichtsfähigkeit (Anzahl der überstiegenen Rollen) von der Länge der Ganglinie.

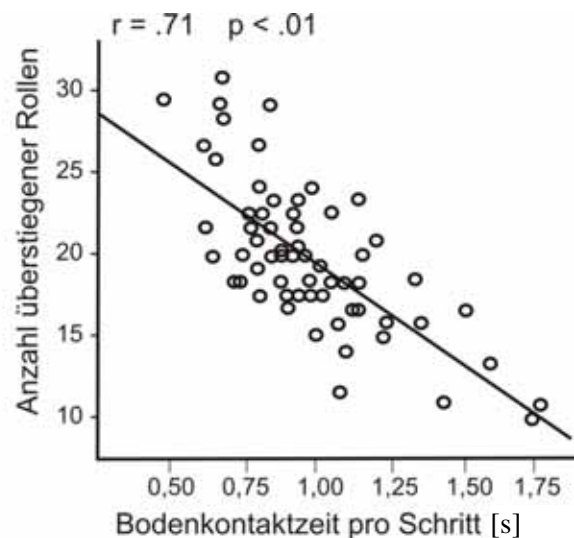


Abbildung 11: Abhängigkeit des Ergebnisses des Tests der Gleichgewichtsfähigkeit (Anzahl der überstiegenen Rollen) von der Bodenkontaktzeit.

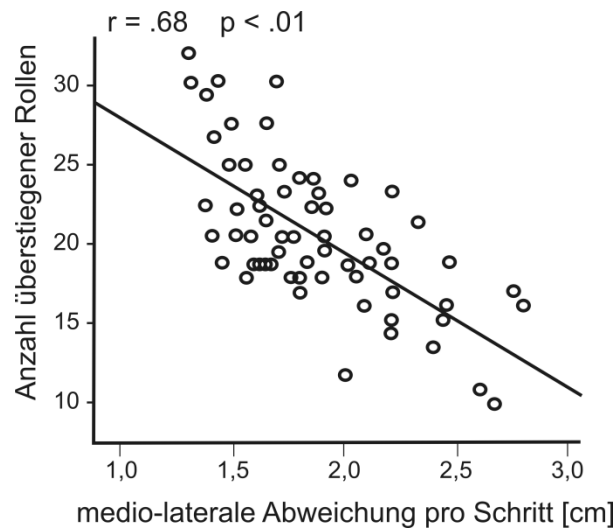


Abbildung 12: Abhängigkeit des Ergebnisses des Tests der Gleichgewichtsfähigkeit (Anzahl der überstiegener Rollen) vom Ausmaß der seitlichen Schwankung (medio-laterale Abweichung).

Bei Betrachtung der medio-lateralen Abweichung in der vorliegenden Untersuchung zeigt sich ebenfalls ein hoch signifikanter Zusammenhang zur Testleistung (Abbildung 12). Die Stärke des Zusammenhangs ist hier aber deutlich größer ( $r = .68$ ) und belegt damit, dass eine mit geringerer Abweichung des CoP-Verlaufs zunehmende Gleichgewichtsfähigkeit eine bessere Testleistung zur Folge hat. Zusätzlich wird diese Tatsache durch die geringere Bodenkontaktzeit bei besserer Testleistung (Abbildung 11) bestärkt. Keiner der drei Parameter hängt mit der Körpergröße der Probanden zusammen. Es wurde für den Test der Gleichgewichtsfähigkeit ein sicherer Nachweis der inhaltlichen Validität geführt.

#### 4.4.4 Validierung des Tests der Orientierungsfähigkeit

Der Test der Orientierungsfähigkeit basiert in der vorliegenden Form auf der Informationsaufnahme durch den optischen Analysator. Der Bewegungsablauf gestaltet sich im Einzelnen so, dass zunächst die Information über das zu erreichende Ziel durch den Blick auf die Karteikarte mit dem Würfelsymbol wahrgenommen werden muss. Danach erfolgt eine Körperverlagerung in Richtung auf das vorgegebene Aktionsfeld, in dem sich die Ziele, also die mit den Würfelsymbolen gekennzeichneten Bälle, befinden. Sobald die ersten möglichen Ziele im Gesichts-

feld erscheinen, beginnt die eigentliche Orientierungsphase: Mit dem Blick wird das vorgegebene Ziel gesucht. Nachdem das Ziel wahrgenommen wurde, wenn also die Information darüber ins Bewusstsein gelangt, in welche Richtung die Lagerveränderung des Körpers vollzogen werden muss, wird die Bewegung eingeleitet. Das Ziel bleibt fixiert und der Körper bewegt sich darauf zu, um den entsprechenden Ball mit der Hand zu berühren. Nach der Berührung erfolgt eine zweite Orientierungsphase, da mit dem Ziel, möglichst viele Karten umzudrehen, möglichst kurze Laufwege anzustreben sind. Von der aktuellen Position aus muss also die am nächsten liegende Seite gewählt werden, um die nächste Karte aufzudecken und den Ablauf zu wiederholen.

### *Method*

Diesen Ablauf des Vollzuges der Aufgabe voraussetzend wird für die Überprüfung der Validität des Tests der Orientierungsfähigkeit die Pupillenbewegung und damit das Blickverhalten der Probanden nachvollzogen. Ziel ist es, die Durchführung der Testaufgabe anhand von Veränderungen der Blickrichtung in Orientierungs- und Handlungsphase differenzieren zu können.

DVC-Recorder, der zur mobilen Anwendung in einer Hüfttasche platziert wird.



Abbildung 13: Eye-Tracking-System „Mobile-Eye“ zur Validierung des Tests der Orientierungsfähigkeit: Mit Hilfe der genauen Bestimmung des Blickverhaltens können innerhalb der Durchführung des Tests Zeiträume der Orientierung und Zeiträume der Handlung bestimmt werden.

Die Nachverfolgung der Pupillenbewegung wurde mit Hilfe des Eye-Tracking-Systems „Mobile Eye“ durchgeführt. Das System besteht aus einer leichten und kleinen Kamera, die auf einer Brille montiert ist und die Bewegung der Pupille mit



25 Hz aufnimmt (Abbildung 13). Die Reflektionen der Cornea werden zur genauen Ortung der Pupille genutzt. Die Genauigkeit des Systems liegt bei  $0.5^\circ$  der Verschiebung des Blickwinkels. Die größtmögliche Spannweite des erfassten Blickwinkels liegt bei  $50^\circ$  horizontal und  $40^\circ$  vertikal. Der Kopf kann ungehindert das volle Bewegungsausmaß erreichen. Zur Speicherung der aufgenommenen Videodaten wird ein portabler DVC-Recorder in einer Hüfttasche transportiert. Auf diese Weise ist das System komplett mobil und beeinträchtigt die Ausführung der Aufgabe nur in minimalem Maße.

An der Studie zur Validierung der Testaufgabe nahmen 25 Kinder im Alter zwischen fünf und neun Jahren ( $7.3, \pm 1.2$  Jahre) teil. Den Kindern wurde zunächst die Testaufgabe erklärt und das Messsystem gezeigt, um evtl. auftretende Ängste zu vermeiden. Die Systemkomponenten wurden dann angelegt. Es wurde sichergestellt, dass das Kind durch das Messsystem in keiner Weise psychisch oder physisch beeinträchtigt wird. Auf eine Kalibration der Kamera im Vorhinein wurde verzichtet, um keine Ungeduld oder Unlust bei den Kindern zu provozieren. Die Kalibrationseinstellungen wurden nach den Messungen durchgeführt. War etwa durch ungünstige Lichtverhältnisse oder Verrutschen der Brille während der Messungen keine adäquate Kalibration möglich, wurden die Daten des entsprechenden Kindes von der Auswertung ausgeschlossen. Die durch die Messung gewonnenen Daten bestehen aus Videos, auf denen die exakte Blickrichtung durch ein Kreuz gekennzeichnet ist. Anhand der Blickrichtung wurde der Testablauf innerhalb der 20 Sekunden in eine Orientierungsphase, in der der Blick auf der Suche nach dem Ziel umherschweift und die Handlungsphase, die die Bewegung auf das Ziel hin umfasst, unterteilt. Außerdem wurde die Anzahl der innerhalb der Zeit aufgabenadäquat berührten Bälle protokolliert. Es wurde erwartet, dass die Anzahl der Bälle und damit die Testleistung mit der Abnahme der Dauer der Orientierungsphase steigt. Die Gültigkeit des Tests der Orientierungsfähigkeit wäre darüber hinaus dann gesteigert, wenn die Testleistung nicht von der Dauer der Handlungsphase abhinge.

*Ergebnisse und Diskussion*

Die Ergebnisse der Validierungsstudie entsprechen nicht ganz den Erwartungen. Es zeigte sich, dass die Testleistung zwar hoch signifikant und mit einem zufrieden stellenden Korrelationskoeffizienten von  $r = -.68$  von der Orientierungs-

zeit abhängt, jedoch ist die Abhängigkeit von der Handlungszeit mit einem Koeffizienten von  $r = -.88$  noch stärker (Tabelle 4). Offensichtlich spielt die Schnelligkeit für das Abschneiden eine große Rolle. Kinder, die sich schneller bewegen, erbringen bessere Testleistungen.

Dieses Ergebnis schränkt die Gültigkeit der Testaufgabe ein, ist aber durchaus plausibel. Es erscheint logisch, dass Kinder, die sich schneller bewegen, auch mehr Bälle berühren können. Ebenso wird durch ein schnelleres Sich-Orientieren eine bessere Testleistung möglich. Auf der anderen Seite ist es aber auch denkbar, dass die Handlungsschnelligkeit bei der Aufgabe nicht ausschließlich durch die allgemeine Schnelligkeitsfähigkeit des Kindes bestimmt wird, sondern dass eine gute und damit schnelle Orientierungsfähigkeit erst schnelle Bewegungen ermöglicht, da z.B. Orientierungsphase und Handlungsphase überlappen: In diesem Fall ist die Orientierungszeit mit der genutzten Validierungsmethode nicht klar von der Handlungsphase zu trennen. Ein weiterer Aspekt, der bei der Validierung nicht erfasst werden kann, ist der kognitive: Die Fähigkeit, sich bei der Testaufgabe schnell zu orientieren, hängt auch davon ab, inwieweit ein Kind in der Lage ist, sich die Positionen der Bälle zu merken und damit ohne sichtbare Orientierungsphase die adäquate Bewegung einzuleiten. Betrachtet man die Orientierungsfähigkeit funktional, also in Bezug auf die praktischen und alltäglichen Vorteile, die eine gute Orientierungsfähigkeit mit sich bringt, so scheint es allerdings auch nicht sinnvoll die motorischen von den kognitiven Aspekten zu trennen. Eine derartige Trennung ist im Alltag weder möglich noch vorhanden. Betrachtet man kognitive Fähigkeiten als untrennbar mit der Orientierungsfähigkeit verbunden, ist die Wahl

	Orientierungszeit pro Ball	Handlungszeit pro Ball
$r =$	-0.68	-0.88
$p <$	0.01	0.01

Tabelle 4: Korrelationskoeffizienten und Signifikanzen des Zusammenhangs zwischen Testleistung und Orientierungs- und Handlungszeit.

der hier genutzten Validierungsmethode nicht hinreichend. Neben der motorischen Überprüfung wäre z.B. eine zusätzliche Erhebung der Schulnoten sinnvoll, um die kognitiven Möglichkeiten der Kinder einschätzen zu können. Weitere Aspekte, die die Gültigkeit der Testaufgabe einschränken könnten, stellten sich bei der Auswertung der Testversuche heraus. So wurde z.B. deutlich, dass das Umdrehen der Karteikarten oftmals mit Problemen behaftet war: Rein mechanisch ist es trotz der Befestigung der Karteikarte nicht ganz einfach, ein glattes Stück Papier auf einem glatten Fußboden zu fassen und umzudrehen. Die Handlungszeit wurde dadurch künstlich verlängert und damit im Ergebnis stärker gewichtet. Für die praktische Testdurchführung wird es daher als sinnvoll erachtet, das Papier mit den Würfelsymbolen am freien Ende nach oben hin umzuknicken, um das Umdrehen zu erleichtern. Des Weiteren tendierten die Kinder dazu, die Karteikarten der Reihe nach umzudrehen und nicht zu derjenigen Seite zu laufen, die der aktuellen Position am nächsten liegt. Auch hierdurch wurde die Handlungszeit unnötig verlängert. Den Kindern muss also zur Durchführung der Aufgabe sehr deutlich erklärt werden, dass sie nach Berührung eines Balles zu der Seite laufen sollten, die am günstigsten liegt.

Insgesamt wird der Test der Orientierungsfähigkeit nur als eingeschränkt valide gewertet. Aufgrund der sehr komplexen Struktur dieser koordinativen Fähigkeit wird aber ebenso davon ausgegangen, dass ein hoch valider Test der Orientierungsfähigkeit nur außerordentlich schwer realisierbar und validierbar ist. Die Tatsache, dass die Orientierungsfähigkeit diejenige ist, die als grundlegend für die anderen Fähigkeiten und als untrennbar mit Gleichgewichtsfähigkeit, Rhythmusfähigkeit, Reaktionsfähigkeit und Differenzierungsfähigkeit verbunden gilt (Hirtz, 1985, Neumaier, 2003), manifestiert die nahezu unmögliche „Extrahierbarkeit“ für einen reinen Test der Orientierungsfähigkeit.

Trotz der Einschränkungen kann der Test Hinweise auf eine möglicherweise förderungsbedürftige grundlegende Fähigkeit zur Orientierung liefern, zumal der Nutzen des Tests in Anbetracht des geringen Kostenfaktors (Material, Zeit) durchaus als akzeptabel gewertet werden kann.

#### 4.4.5 Validierung des Tests der Reaktionsfähigkeit

Als Test der Reaktionsfähigkeit wurde eine Testaufgabe von Hirtz (Hirtz, 1985) übernommen und einer Validitätsprüfung unterzogen. Aufbau und Durchführung entsprechen dem in Kapitel 4.2.5 beschriebenen Test. Einzig der Abstand der Startposition liegt bei Hirtz 150 cm von der inneren Bank entfernt. Zusätzlich wurden die Messungen zur Überprüfung der inhaltlichen Güte mit einem entsprechenden Abstand von 50 cm und 0 cm vorgenommen.

##### *Methode*

Um die Validität der Testaufgabe sicherzustellen, musste nachgewiesen werden, dass die Testleistung von der Reaktionsschnelligkeit abhängt. Das Maß ist hierbei die Reaktionszeit: Unter Reaktionszeit wird die Zeit vom geben eines Signals bis zum Beginn der motorischen Aktion verstanden (Baumann, 1994).



Abbildung 14: Messaufbau zur Validierung des Tests der Reaktionsfähigkeit. Mit Hilfe eines durch Kontakt mit dem Basketball zu schließenden Stromkreises wird die Messung getriggert. Aufgenommen wird die Beschleunigung des Körpers durch einen in einer Hüfttasche angebrachten Beschleunigungsaufnehmer.

Nach der akustischen Signalgebung durch einen Pfiff musste mit Hilfe biomechanischer Methoden die Reaktions- und die darauf folgende Handlungszeit mit hoher Genauigkeit quantifiziert werden. Eine hohe Messfrequenz und Messgenauigkeit musste aufgrund dessen gewährleistet werden, da die Reaktionszeiten im Bereich von 0.15 – 0.5 Sekunden liegen. Um eine ausreichende Messgenauigkeit zu si-

chern, wurden die Messungen mit einem hochfrequent (1000 Hz) abtastenden Beschleunigungsaufnehmer (Entran EGAX-F-100) durchgeführt (Abbildung 14): Der in einer Hüfttasche am Körper angebrachte Beschleunigungsaufnehmer wurde mit Kontakthandschuhen, an denen jeweils an Daumen und Zeigefinger ein leitender Kupferdraht aufgenäht war, verbunden. Das Prinzip der Messung beinhaltet den Trigger zum Beginn der Aufzeichnung, der durch Öffnung des Stromkreises gegeben wird. Schließt sich der Stromkreis, wird die Aufzeichnung der Daten des Beschleunigungsaufnehmers gestoppt. Öffnen und Schließen des Stromkreises geschieht durch Berührung des mit Aluminium umspannten Balles mit den Kontakthandschuhen. Kontakthandschuhe werden sowohl vom Versuchsleiter als auch vom ausführenden Kind getragen.

Zu Beginn des Versuchs steht der Versuchsleiter an der Sprossenwand und hält den mit Aluminium umspannten Basketball mit dem Kontakthandschuh fest. Der Stromkreislauf ist durch die Berührung der beiden mit Kupferdraht versehenen Finger (Daumen und kleiner Finger) mit dem Ball geschlossen. Der Proband steht an der Startposition mit dem Rücken zum Testleiter und wartet auf das Startzeichen. Dieses ertönt automatisch, wenn der Testleiter den Ball loslässt und so den Stromkreislauf unterbricht. Gleichzeitig mit dem Unterbrechen des Kreislaufs wird die Beschleunigungsmessung gestartet. Das Kind dreht sich so schnell wie möglich um, läuft auf den Ball zu und versucht diesen mit beiden Händen zu stoppen. Durch die erneute Berührung des Balles mit einem Kontakthandschuh wird der Stromkreislauf wieder geschlossen und die Messung gestoppt. Der Testleiter hält dann den Ball an der Stelle fest, an der er gestoppt wurde und vermisst die zurückgelegte Strecke, die im Protokoll festgehalten wird. Die aufgezeichneten Beschleunigungsdaten geben exakt Auskunft, zu welchem Zeitpunkt die Bewegung des Kindes einsetzt (Abbildung 15).

An der Validierungsstudie nahmen 36 Kinder im Alter zwischen sechs und zehn Jahren ( $7.9, \pm 0.9$  Jahre) teil. Den Kindern wurde die Testaufgabe erklärt und ein Übungsversuch gestattet. Daraufhin wurden sie mit dem Messgerät vertraut gemacht, um ggf. auftretenden Ängsten vorzubeugen. Nachdem kontrolliert wurde,

dass die Kinder durch das angebrachte Messgerät in ihrer Bewegungsfreiheit nicht eingeschränkt wurden, begannen die Messungen.

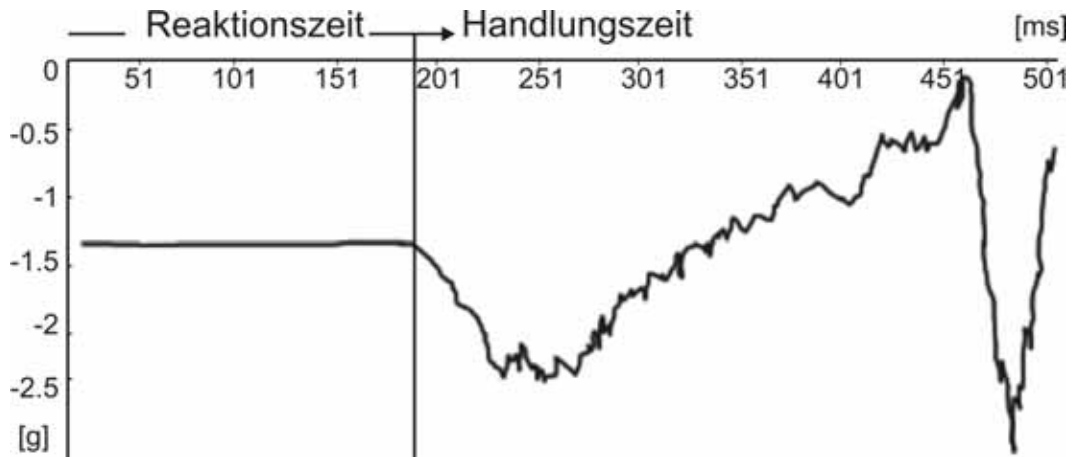


Abbildung 15: Die Aufzeichnungen des Beschleunigungsaufnehmers zeigen die Beschleunigung des Körpers in Abhängigkeit von der Zeit an. Zum Zeitpunkt, an dem eine Beschleunigung einsetzt, beginnt die Handlungsphase. Die Reaktionszeit wird so eindeutig definiert.

Um die Validität der Testaufgabe nachzuweisen, wurde die Erwartung gestellt, dass die Testleistung, also die Strecke die der Ball zurücklegt, von der Reaktionszeit und nicht von der Handlungszeit abhängt. Dabei sollte gelten: je besser die Testleistung und damit je kürzer die vom Ball zurückgelegte Strecke, desto kürzer die Reaktionszeit.

### *Ergebnisse und Diskussion*

Unter den Testbedingungen nach Hirtz zeigten die Untersuchungsergebnisse eine mäßige Abhängigkeit der Testleistung von der Reaktionszeit (Abbildung 16). Die Tatsache, dass die Testleistung bei einem Abstand der Startposition von 150 cm gleichermaßen von der Handlungszeit wie von der Reaktionszeit abhängt (Abbildung 17), schränkt die Validität des Tests ein: Nicht die Reaktionsfähigkeit ist das dominante Kriterium, die Leistung ist ebenso von der Aktionsschnelligkeit abhängig. Erst wenn die Handlungszeit durch Aufhebung eines Abstandes zwischen Bank und Startposition auf ein Minimum reduziert wird, ist die Testleistung ausschließlich von der Reaktionszeit abhängig (Abbildung 18, 19).

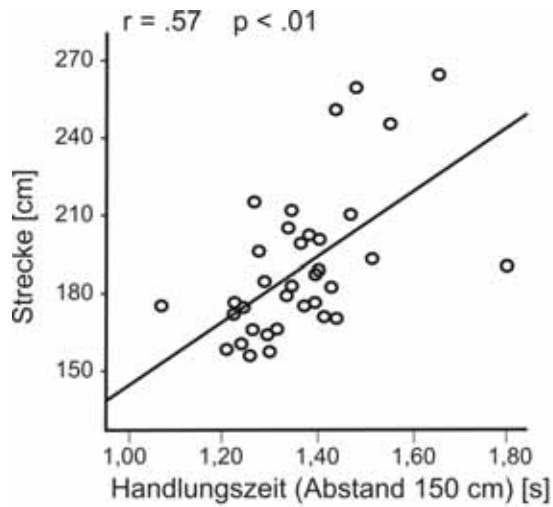


Abbildung 16: Abhängigkeit der vom Ball zurückgelegten Strecke von der Handlungszeit bei einem Abstand der Startlinie von der inneren Bank von 150cm.

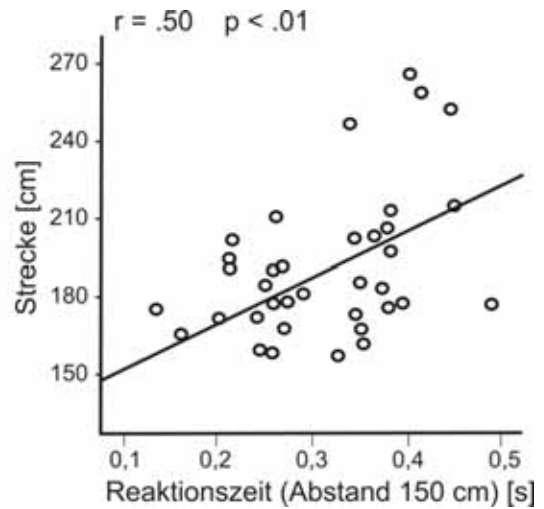


Abbildung 17: Abhängigkeit der vom Ball zurückgelegten Strecke von der Reaktionszeit bei einem Abstand der Startlinie von der inneren Bank von 150cm.

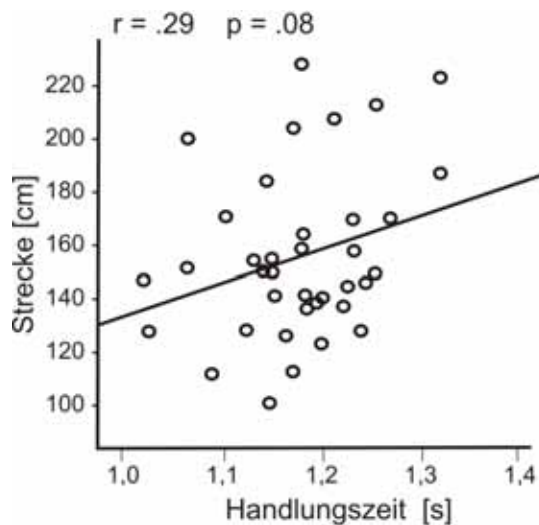


Abbildung 18: Abhängigkeit der vom Ball zurückgelegten Strecke von der Handlungszeit bei der Testaufgabe.

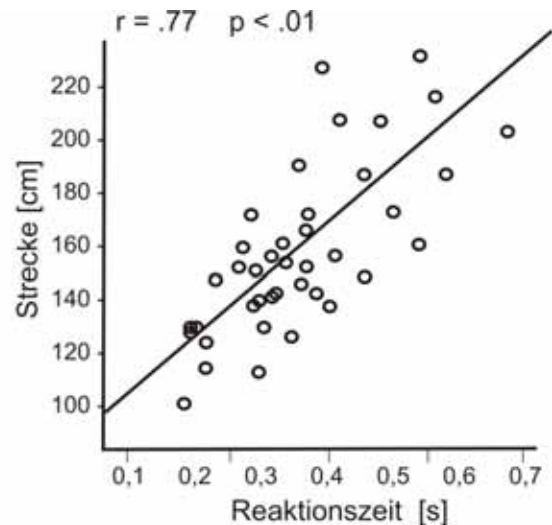


Abbildung 19: Abhängigkeit der vom Ball zurückgelegten Strecke von der Reaktionszeit bei der Testaufgabe.

Durch Modifikation des ursprünglich von Hirtz entwickelten Reaktionstests konnte eine inhaltliche Validität hergestellt werden. Die Testleistung wird von der Reaktionszeit und damit von der Fähigkeit schnell, also in minimaler Zeit, zu reagieren bestimmt. Die Bewegungsschnelligkeit, repräsentiert durch die Handlungszeit, hat für die Testleistung keine Bedeutung.

## 4.5 Prüfung weiterer Anforderungen und Gütekriterien

Ein weiterer Aspekt, der in der kritischen Diskussion anderer Koordinationstests beklagt wurde, ist der der Abhängigkeit der Testleistung von den konditionellen Fähigkeiten der Kraft und Ausdauer. Im ersten Teil des vorliegenden Kapitels werden diese Zusammenhänge bezogen auf den neu entwickelten Test geprüft. Auch hiermit wird ein Beitrag zur Gültigkeitsprüfung der Testaufgaben geleistet. Des Weiteren wird eine Prüfung von Reliabilität und Objektivität vorgenommen. Um die Anwendbarkeit des Tests, dessen Validität geprüft wurde sicherzustellen, müssen neben der Gültigkeit weitere Kriterien erfüllt werden. Diese sind nicht in Form von Studien überprüft worden, werden aber in Kapitel 5 diskutiert.

### *4.5.1 Abhängigkeit der Testleistung von den konditionellen Fähigkeiten*

Die von verschiedenen Autoren beim KTK kritisierte Abhängigkeit der Testleistungen von den Komponenten Kraft- und Ausdauerfähigkeit ist für ein differenziertes Testverfahren unbedingt zu vermeiden. Wenngleich jede Bewegung in gewissem Maße Kraft und Ausdauer erfordert, sind diese Einflussfaktoren soweit als möglich auszuschließen. Es ist zu vermeiden, dass eine Abhängigkeit der Testleistungen von Kraft und Ausdauer vorliegt.

#### 4.5.1.1 Prüfung von Zusammenhängen der Testaufgaben mit Kraftfähigkeit

Kraftfähigkeit ist eine Grundlage für jede Art von Bewegung und hat auf physiologischer Ebene schon einen koordinativen Anteil. Durch eine gleichzeitige Aktivierung motorischer Einheiten kann beispielsweise eine Erhöhung der Maximalkraft erzielt werden. Aus dieser Perspektive ist eine Abhängigkeit koordinativer Parameter von Kraft nicht auszuschließen. Die Abhängigkeit von physiologischen Voraussetzungen der Kraftentwicklung, wie der Anzahl und Größe von Muskelzellen, ist aufgrund der frühen Entwicklungsphase bei Kindern nur in sehr geringem Maße zu erwarten.



### *Methode*

Zur Überprüfung der Abhängigkeit der Testaufgaben von Krafftähigkeit wurde ein Kollektiv von 46 Schülern einer Grundschule im Alter von 7.9 Jahren ( $\pm 0.7$ ) zufällig ausgewählt. 59% der Schüler waren männlich und 41% weiblich. Die Kinder führten dem Testmanual entsprechend den neu entwickelten Koordinationstest durch und erhielten so für jede Testaufgabe eine Punktzahl, die ihre Leistung widerspiegelte. Des Weiteren wurden fünf gängige Kraffttests durchgeführt. Die genutzten Parameter sind: maximale Anzahl von Liegestützen, Kniebeugen und Situps und maximale Strecke beim Medizinballstoß und beim Jump and Reach. Diese Auswahl erfolgte, um die Krafftähigkeit aller Körpersegmente umfassen zu können. Außerdem wurde mit dem Medizinballstoß und dem Jump and Reach die Schnellkraft von Armen und Beinen getestet.

### *Ergebnisse und Diskussion*

Die Ergebnisse weisen eine Unabhängigkeit der Testaufgaben von Krafftähigkeit bei Kindern nach (Tabelle 5).

	Differenzierung	Rhythmus	Gleichgewicht	Orientierung	Reaktion
Liegestützen	0.00	0.03	0.22	0.03	-0.02
Kniebeugen	-0.23	-0.07	0.34 *	0.07	-0.11
Situps	-0.14	-0.16	0.21	-0.05	0.08
Medizinballstoß	-0.26	-0.14	0.02	-0.09	-0.08
Jump and Reach	-0.07	-0.45 **	0.17	0.08	-0.27

Tabelle 5: Korrelationen (r-Werte) zwischen den Testaufgaben des entwickelten Koordinationstests und verschiedenen Tests der Krafftähigkeit.

Ein hoch signifikanter Zusammenhang ergibt sich lediglich zwischen der Testleistung beim Rhythmustest und den Ergebnissen beim Kraffttest „Jump and Reach“. Wenngleich der Zusammenhang, durch den relativ geringen Korrelationskoeffizienten von  $r = -.045$  begründet, als kaum nennenswert beurteilt werden muss, zeigt sich eine inhaltliche Logik: Die motorische beziehungsweise koordinative Kontrolle der Beintätigkeit spielt sowohl bei den rhythmischen Sprüngen innerhalb des Tests der Rhythmusfähigkeit als auch bei den Sprüngen beim Jump and

Reach-Test eine Rolle. Insgesamt jedoch wurde nachgewiesen, dass der Test der Rhythmusfähigkeit unabhängig von der Kraftfähigkeit ist und damit die inhaltliche Gültigkeit der Testaufgabe stützt.

Ein signifikanter Zusammenhang zwischen Testaufgabe und Krafttest zeigt sich außerdem bei der Überprüfung der Gleichgewichtsfähigkeit. Der Zusammenhang mit dem Parameter „Kniebeugen“ besitzt auch hier aufgrund des geringen Korrelationskoeffizienten kaum Aussagekraft. Unter Plausibilitätsaspekten scheint es aber einleuchtend, dass Kniebeugen nicht völlig losgelöst von der Gleichgewichtsfähigkeit beim Gehen beziehungsweise Balancieren ausgeführt werden können. Der minimal vorhandene Zusammenhang ist evident.

#### 4.5.1.2 Prüfung von Zusammenhängen der Testaufgaben mit Ausdauerfähigkeit

Die Ausdauerfähigkeit steht mit der Koordinationsfähigkeit weniger in Zusammenhang als die Kraftfähigkeit: Verschiedene Koordinationsleistungen können nahezu ohne nennenswerten Ausdaueranteil durchgeführt werden. Aufgrund dessen muss die Abhängigkeit der Testergebnisse von Ausdauerparametern im Sinne der Gültigkeit des Tests gänzlich ausgeschlossen werden, wenngleich die Durchführung der Aufgaben, wie z.B. bei der Orientierungsfähigkeit, nicht völlig ohne Ausdauerfähigkeit realisierbar ist.

#### *Methode*

An der Untersuchung nahmen 45 Kinder einer Grundschule im Alter von 9.3 Jahren ( $\pm 0.7$ ) teil. 60% der Kinder waren männlich und 40% weiblich. Der Kinder-Koordinationstest wurde wie im Manual beschrieben durchgeführt. Die Ausdauerfähigkeit wurde anhand eines Tests mit aerober und eines anderen Tests mit anaerober Belastung durchgeführt. Obwohl die Unterteilung der Ausdauerbelastung in „aerob“ und „anaerob“ bei Kindern aufgrund physiologischer Voraussetzungen nur sehr eingeschränkt sinnvoll ist bzw. Belastungen im anaeroben Bereich zu vermeiden sind, wurde sie für die Studie vorgenommen. Dies ermöglicht eine lückenlose Überprüfung des Einflusses von Ausdauer. Die ausgewählten Pa-

parameter sind die benötigte Zeit beim 1000m-Lauf und die zurückgelegte Strecke beim 9-Minuten Lauf.

### *Ergebnisse und Diskussion*

Die Ergebnisse belegen eindeutig, dass Ausdauerfähigkeit keinerlei Einfluss auf die Leistungen beim neu entwickelten Koordinationstest hat (Tabelle 6). Somit ist das Ziel erreicht, einen Koordinationstest zu entwickeln, der unabhängig von Ausdauerfähigkeit ist.

	Differenzierung	Rhythmus	Gleichgewicht	Orientierung	Reaktion
1000m - Lauf	0,02	0,08	-0,18	-0,26	0,16
9 Minuten - Lauf	0,05	0,21	0,11	0,30	0,21

Tabelle 6: Zusammenhänge (r-Werte) zwischen den Testaufgaben und zwei Ausdauertests.

## *4.5.2 Objektivität*

Die Objektivität eines Testverfahrens muss gesichert sein, da sonst ein Leistungsvergleich zwischen Ergebnissen, die mit verschiedenen Testleitern durchgeführt wurden, nicht möglich ist. Im Folgenden werden Studien zur Prüfung der Objektivität des entwickelten Testverfahrens dargestellt und diskutiert. Es handelt sich dabei um die Überprüfung der Durchführungsobjektivität und der Auswertungsobjektivität. Eine Untersuchung der Interpretationsobjektivität ist nicht erforderlich, da durch das Erstellen von Normwerttabellen (Kapitel 4.5.4) kein Interpretationsspielraum gegeben ist.

### *4.5.2.1 Prüfung der Durchführungsobjektivität*

Die Durchführungsobjektivität betrifft den Grad der Unabhängigkeit der Testergebnisse von Verhaltensvariationen der Testleiter während der Testdurchführung (Meinel, 2006). Wichtig für das Erreichen einer hohen Durchführungsobjektivität ist es, die Durchführungsbestimmungen des Testmanuals so eindeutig wie möglich zu gestalten. Diese müssen dann vom jeweiligen Testleiter exakt eingehalten werden.

### *Methode*

An der Studie nahmen 84 Kinder einer Grundschule teil. Die Kinder waren im Alter zwischen 7 und 11 Jahren (8.9,  $\pm$  0.9 Jahre). 52% waren männlich und 48% weiblich. Der Koordinationstest wurde mit denselben Kindern, unter gleichen Bedingungen von zwei verschiedenen Testleitern durchgeführt. Die Aufgabe der Testleiter war es, den Test anhand des vorher ausgegebenen Manuals selbstständig durchzuführen.

### *Ergebnisse und Diskussion*

Die Prüfung der Durchführungsobjektivität ergab für die Testaufgaben Korrelationskoeffizienten zwischen  $r = .62$  und  $r = .77$  (Tabelle 7). Alle Ergebnisse sind auf dem 0.01-Niveau signifikant. Es ist also davon auszugehen, dass die Testergebnisse von Testleiter 1 und Testleiter 2 zusammenhängen.

	Differenzierung	Rhythmus	Gleichgewicht	Orientierung	Reaktion
$r =$	0.63 **	0.62 **	0.73 **	0.64 **	0.77 **

Tabelle 7: Korrelationen der Testergebnisse zwischen zwei unabhängigen Testleitern.

Die Stärke der Zusammenhänge und damit der Grad der Objektivität bedarf der Diskussion. Zunächst wurde in Kapitel 2.4.1 gezeigt, dass für die Beurteilung der Korrelationskoeffizienten keine allgemein gültigen Richtlinien existieren. In der wissenschaftlichen Literatur besteht kaum ein Konsens bezüglich der Interpretation der Koeffizienten. Um eine mindestens geringe Objektivität gewährleisten zu können, fordert Neumaier einen Korrelationskoeffizienten von  $r = .6$  (Neumaier, 1983). Von Bös (Bös, 2002b) wird bei einem Korrelationskoeffizienten von  $r = .6$  bis  $r = .8$  von einer mäßigen Objektivität ausgegangen. Auf Basis dieser Angaben muss für die hier vorliegende Untersuchung von einer zwar vorhandenen, aber nicht sehr guten Objektivität ausgegangen werden. Mögliche Gründe für die trotz der metrischen Ergebnisgewinnung der Testaufgaben nur mäßige Objektivität können Zufallsfehler und psychophysiologische oder testleiterspezifische Störgrößen sein, die durch das Testmanual nicht kontrollierbar sind. Hierbei sind Unzu-

länglichkeiten der Testanweisungen nicht von Instabilitäten zu trennen, die etwa durch Übungseffekte oder psychophysische Modifikationen bedingt sind. Ein weiterer Aspekt, der die Objektivitätsprüfung daher erschwert, ist der, dass die hier vorliegende Test-Retest-Situation auch eine Reliabilitätsprüfung beinhaltet. Eine reine Prüfung der Durchführungsobjektivität ist nicht existent (Neumaier, 1983).

#### 4.5.2.2 Prüfung der Auswertungsobjektivität

Die Auswertungsobjektivität bezieht sich auf die Auswertung des registrierten Testverhaltens. Im vorliegenden Fall wird die Auswertungsobjektivität bestimmt indem bei (Rhythmus-, Gleichgewichts- und Orientierungsfähigkeit) oder nach (Differenzierungs- und Reaktionsfähigkeit) der Testdurchführung zwei Auswerter die Bestimmung der Rohwerte vornehmen. Das Messen oder Zählen und nicht die Testdurchführung wird also zur Bestimmung beider Werte herangezogen. Die Rohwerte beider Tester werden korreliert.

#### *Methode*

An der Studie nahmen 75 Kinder einer Grundschule teil. Sie waren im Alter zwischen 7 und 11 Jahren ( $8.9, \pm 0.9$  Jahre). 51% waren männlich und 49% weiblich. Die Testaufgaben wurden jeweils von einem Testleiter durchgeführt. Das Messen bzw. Auszählen der Rohwerte wurde von zwei Testleitern beim gleichen Testversuch übernommen.

#### *Ergebnisse und Diskussion*

	Differenzierung	Rhythmus	Gleichgewicht	Orientierung	Reaktion
r =	0.99 **	0.85 **	0.99 **	1.0 **	0.95 **

Tabelle 8: Korrelationen der Testergebnisse zwischen zwei unabhängigen Auswertern.

Die Prüfung der Korrelationskoeffizienten bezüglich der Rohwerte zweier unabhängiger Auswerter ergab Ergebnisse zwischen  $r = .85$  und  $r = 1.0$  (Tabelle 8). Diese Ergebnisse sind hoch zufriedenstellend, da bei Korrelationskoeffizienten von  $r > .9$  von einer sehr hohen Objektivität ausgegangen werden kann. Einzig das

Ergebnis von  $r = .85$  für die Testaufgabe der Rhythmusfähigkeit liegt darunter. Zwar liegt immer noch eine gute Objektivität vor, der Unterschied zu den übrigen Testaufgaben ist aber auffallend. Es liegt die Vermutung nahe, dass das Ergebnis der Testaufgabe auch durch die Fähigkeit des Testleiters, die Sprünge der Probanden unabhängig vom akustisch vorgegebenen Rhythmus zu zählen, beeinflusst wird. Innerhalb der Testaufgabe zur Rhythmusfähigkeit kann dieser Mangel nicht behoben werden, da es sich um interindividuelle Unterschiede zwischen den Testleitern handelt. Aufgrund des trotzdem hohen Korrelationskoeffizienten muss die Testaufgabe aber nicht verworfen werden, da der Einflussfaktor nicht dominant zu sein scheint.

Insgesamt entspricht das Ergebnis den Erwartungen. Es wurde eine sehr gute Auswertungsobjektivität der Testaufgaben nachgewiesen.

#### *4.5.3 Reliabilität*

Der Prüfung der Reliabilität kommt eine vorrangige Bedeutung zu. Ist durch eine exakte Testbeschreibung eine ausreichende Objektivität gewährleistet, so muss auch die Reliabilität gesichert werden, damit nicht Validierung und Normierung zwingend einer Fehlerhaftigkeit unterliegen (Blume, 1994). Durch die Reliabilität wird der Grad der Zuverlässigkeit ausgedrückt, mit der das Testverfahren das angegebene Persönlichkeitsmerkmal abbildet. Das gängigste und auch hier verwendete Verfahren der Prüfung von Reliabilität ist das Test-Retest-Verfahren. Der Test wird dabei zu verschiedenen Zeitpunkten unter möglichst konstanten Bedingungen mit derselben Stichprobe durchgeführt.

#### *Methode*

Die Reliabilitätsprüfung wurde in drei Untersuchungen geprüft. Die Wiederholung des Tests wurde dabei in einem zeitlichen Abstand von 0 Tagen (0T), 14 Tagen (14T) und 28 Tagen (28T) vom Testzeitpunkt 1 vorgenommen. Bei allen Untersuchungen wurde der Test zum Testzeitpunkt 1 und zum Testzeitpunkt 2 vom selben Testleiter unter denselben Bedingungen durchgeführt. Die Kinder führten den Test

am Zeitpunkt 1 zum ersten Mal durch. Zwischen Testzeitpunkt 1 und Testzeitpunkt 2 wurden die Testaufgaben nicht geübt und auch sonst keine speziellen Trainingsmaßnahmen durchgeführt. Die Tests fanden an zufällig ausgewählten Grundschulen im Rahmen des Sportunterrichtes statt. Die Probandenkollektive setzten sich wie folgt zusammen:

- 0T: Es nahmen 45 Kinder im Alter von durchschnittlich 9.3 Jahren ( $\pm 0.7$ ) teil. 60% der Kinder waren männlich und 40% weiblich.
- 14T: Es nahmen 75 Kinder im Alter von durchschnittlich 7.7 Jahren ( $\pm 0.9$ ) teil. 59% der Kinder waren männlich und 41% weiblich.
- 28T: Es nahmen 75 Kinder im Alter von durchschnittlich 8.8 Jahren ( $\pm 1.1$ ) teil. 51% der Kinder waren männlich und 49% weiblich.

### *Ergebnisse und Diskussion*

Die Ergebnisse zeigen Korrelationskoeffizienten von  $r \geq .5$  für alle Testaufgaben und alle Zeitspannen zwischen Test und Retest (Tabelle 9).

	Differenzierung	Rhythmus	Gleichgewicht	Orientierung	Reaktion
0 Tage	0.6 **	0.5 **	0.79 **	0.81 **	0.73 **
14 Tage	0.53 **	0.65 **	0.78 **	0.57 **	0.71 **
28 Tage	0.49 **	0.65 **	0.65 **	0.69 **	0.64 **

Tabelle 9: Korrelationskoeffizienten ( $r$ ) als Maß für die Reliabilität des Koordinationstests. Die Testzeitpunkte der drei Studien liegen jeweils 0, 14 und 28 Tage auseinander.

Um von einer ausreichenden Reliabilität sprechen zu können, muss nach Bös (Bös, 2002b) mindestens ein Reliabilitätskoeffizient von  $r = .5$  erreicht werden. Für die Testaufgaben zur Gleichgewichts-, Orientierungs- und Reaktionsfähigkeit wird diese Vorgabe sowohl für T0 und T14 als auch für T28 erreicht. Den Erwartungen an die Reliabilität wurde hier gut entsprochen. Verstärkend wirkt zudem die Tatsache, dass in allen drei Studien Koeffizienten von bis zu  $r = .79$  erreicht wurden. Dagegen wurden für die Testaufgaben zur Differenzierungsfähigkeit und zur

Rhythmusfähigkeit lediglich Werte von bis zu  $r = .65$  erzielt. Da für alle Messungen möglichst hoch standardisierte Bedingungen hergestellt und alle Testaufgaben zur gleichen Zeit und unter gleichen Bedingungen durchgeführt wurden, müssen diese relativ geringen Werte, vor allem beim Test der Differenzierungsfähigkeit, in erster Linie auf eine schwächere Merkmalskonstanz zurückgeführt werden. Ein beeinflussender Faktor könnte beim Test der Rhythmusfähigkeit auch darin liegen, dass die Schwierigkeit die Anzahl der Sprünge unabhängig vom akustischen Rhythmus zu zählen, hohe Konzentration erfordert. Es ist denkbar, dass auch bei einem Testleiter, durch unterschiedliche psychophysische oder äußere Faktoren bedingt, Schwankungen in der Korrektheit der Durchführung liegen. Diese Vermutung wird durch die oben diskutierten Untersuchungen der Objektivität gestärkt: Auch hier sind die Korrelationskoeffizienten im Vergleich zu den anderen Testaufgaben bei der Rhythmusfähigkeit am geringsten.

Insgesamt ist aber von einer ausreichenden Reliabilität aller Testaufgaben auszugehen, da, mit einer Ausnahme, bei allen betrachteten Korrelationen ein Koeffizient von mindestens  $r = .5$  erreicht wurde. Laut Literatur reicht dieser aus, um die Merkmalskonstanz zu sichern.

#### *4.5.4 Normierung*

Um die mit dem vorliegenden Test erzielten Ergebnisse zu anderen in Beziehung setzen zu können und damit erst eine Einschätzung der Leistung zu ermöglichen, ist eine Normierungsstudie notwendig. Es wurde zum Zwecke der Bildung von Normwerten eine Studie mit deutschlandweit zufällig ausgewählten Grundschulen durchgeführt. Es handelt sich bei der Normwertbildung um die Bildung sozialer Normen. Die auf Vergleichsverfahren basierende Einschätzung der Leistung des Individuums geschieht anhand einer Referenzgruppe.

#### *Methode*

Die Normierungsstichprobe setzt sich aus Kindern 15 zufällig ausgewählter Grundschulen aus sechs Bundesländern zusammen. Es nahmen insgesamt 1950



Kinder an den Tests teil. Nachdem sowohl das Einverständnis der Kultusministerien als auch das von Schulen und Eltern eingeholt wurde, erhielten die teilnehmenden Schulen das Testmanual des Kinder-Koordinationstests. Sie wurden aufgefordert, den Test mit ihren Schülern durchzuführen und die ausgefüllten Protokolle zurückzusenden.

Die 1950 teilnehmenden Kinder verteilten sich auf 15 Schulen. Insgesamt nahmen 52% männliche und 48% weibliche Schüler im Alter zwischen 6 und 11 Jahren (8.7,  $\pm 1.5$  Jahre) an den Tests teil.

Die Daten wurden aufgenommen und statistisch verarbeitet. Die Werte wurden in allgemeine Vergleichsskalen transformiert: Es handelt sich um die Berechnung der Standardnormskala auf Grundlage der Streuung der Normwerte (Abbildung 20). Voraussetzung hierfür ist das Vorliegen einer Normalverteilung.

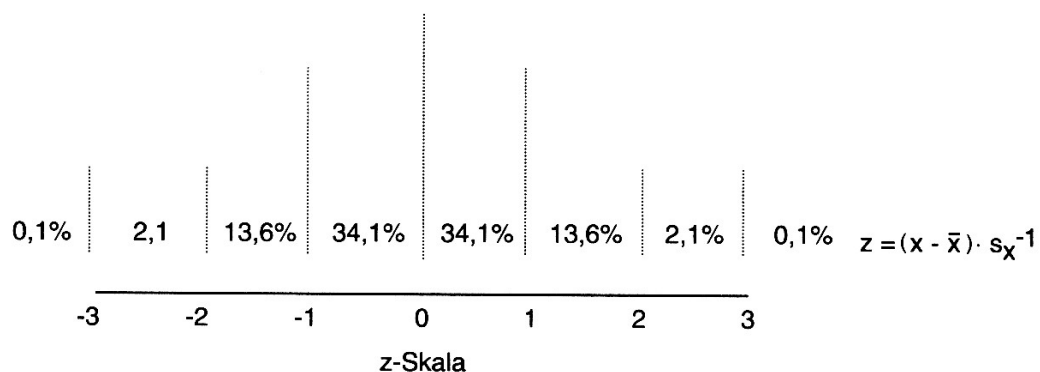


Abbildung 20: Normskala auf Basis von Mittelwert und Standardabweichungen.

### *Ergebnisse und Diskussion*

Die Normalverteilung der Daten ist Voraussetzung für die Bildung von Standardnormskalen: Für alle vorliegenden Testaufgaben liegt eine Normalverteilung der Ergebnisse vor. Durch Bildung der z-Skala ergeben sich hier drei Wertebereiche (Abbildung 21): Grundsätzlich wird ein Ergebnis als ‚normal‘ gewertet, wenn die erreichte Punktzahl im Bereich einer einfachen Standardabweichung (s) um den Mittelwert herum liegt. Im Wertebereich „normal“ liegen etwa 68 % der Fälle. Es werden außerdem die Einschätzungen „gut“ und „auffällig“ in die Normierung einbezogen. Im Falle der Einschätzung „gut“ ist die jeweilige Leistung besser als

beim Durchschnitt ( $\pm s$ ). Bei der Einordnung in die Kategorie „auffällig“ ist die Leistung unterdurchschnittlich.

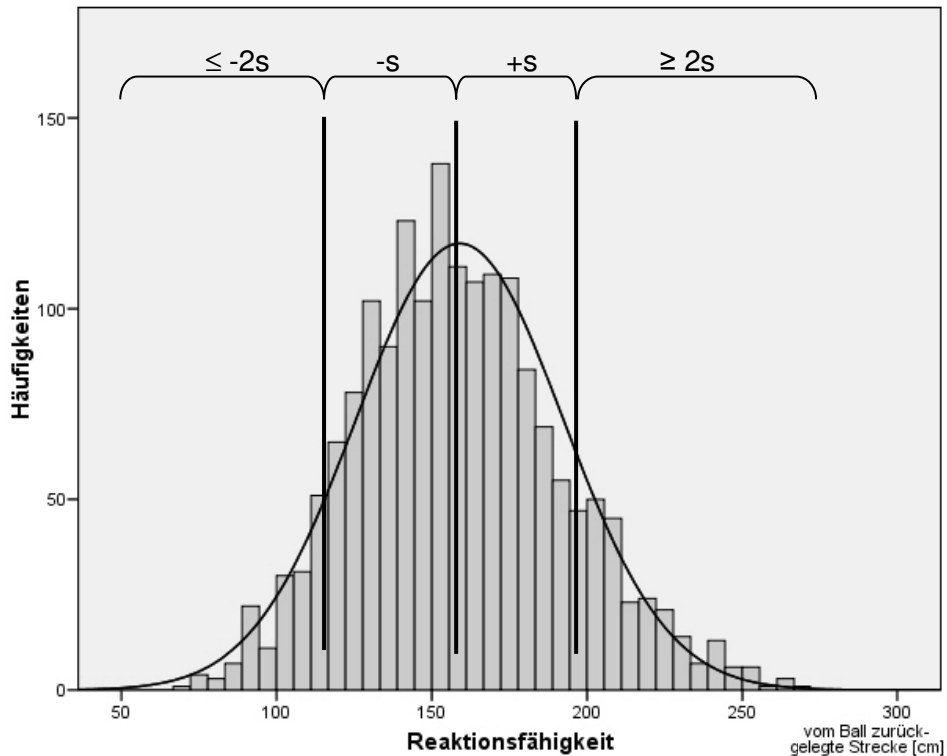


Abbildung 21: Beispiel für Normwertbildung beim Test der Reaktionsfähigkeit anhand einer Standard-z-Skala: Im Bereich  $\pm s$  werden die Leistungen als „normal“ gewertet. Liegt die erreichte Punktzahl im Bereich  $\le 2s$ , wird die Leistung als „gut“ und im Bereich  $\ge 2s$  als „auffällig“ gewertet ( $s$  = Standardabweichung,  $m$  = Mittelwert).

Die so errechneten Normwerte bzw. Wertebereiche ermöglichen die Zuordnung der erreichten Punktzahlen beim Koordinationstest, zu anhand einer Referenzgruppe gewonnenen Bereichen der guten, normalen und auffälligen Leistung (Tabelle 10). In Fällen, in denen die Leistungen vom Geschlecht abhängen, wurde eine differenzierte Normwernerstellung vorgenommen.

Generell können anhand der erstellten Normwerttabelle Lehrer, Trainer etc. die Leistungen ihrer Schüler leicht in die genannten Kategorien einordnen. Es muss allerdings darauf hingewiesen werden, dass es sich hier lediglich um Anhaltspunkte für evtl. vorhandene Schwächen im koordinativen Bereich handelt. Das Testverfahren und die Einschätzung der Leistung durch Normwerte ist kein Diagnoseinstrument mit absolutem Anspruch der Beurteilung von Leistungen.

	Differenzierungsfähigkeit (cm)	Rhythmusfähigkeit (Sprünge)	Gleichgewichtsfähigkeit (Rollen)	Orientierungsfähigkeit (Karten)	Reaktionsfähigkeit (cm)	
<b>6jährige</b>						
gut	≤ 2.4	0 - 7	≥ 25	≥ 7	≤ 170	
normal	2.5 - 15.8	8 - 15	12 - 24	5 - 6	171 - 225	
auffällig	≥ 15.9	≥ 16	≤ 11	≤ 4	≥ 226	
<b>7jährige</b>						
					m	w
gut	≤ 3.6	0 - 1	≥ 27	≥ 8	≤ 152	≤ 157
normal	3.7 - 15.3	2 - 8	14 - 26	5 - 7	153 - 203	158 - 218
auffällig	≥ 15.4	≥ 9	≤ 13	≤ 4	≥ 204	≥ 219
<b>8jährige</b>						
					m	w
gut	≤ 2.4	0 - 1	≥ 29	≥ 8	≤ 134	≤ 136
normal	2.5 - 15.8	2 - 9	16 - 28	5 - 7	135 - 188	137 - 200
auffällig	≥ 15.9	≥ 10	≤ 15	≤ 4	≥ 189	≥ 201
<b>9jährige</b>						
gut	≤ 2.0	0 - 1	≥ 32	≥ 9	≤ 119	
normal	2.1 - 12.8	2 - 8	19 - 31	6 - 8	120 - 177	
auffällig	≥ 12.9	≥ 9	≤ 18	≤ 5	≥ 178	
<b>10jährige</b>						
					m	w
gut	≤ 1.5	0	≥ 34	≥ 9	≤ 113	≤ 120
normal	1.6 - 12.9	1 - 9	20 - 33	6 - 8	114 - 168	121 - 179
auffällig	≥ 13.0	≥ 10	≤ 19	≤ 5	≥ 169	≥ 180
<b>11jährige</b>						
gut	≤ 2.6	0	≥ 35	≥ 9	≤ 111	
normal	2.7 - 17.1	1 - 6	20 - 34	6 - 8	112 - 171	
auffällig	≥ 17.2	≥ 7	≤ 19	≤ 5	≥ 172	

Tabelle 10: Normwerttabelle für den Kinder-Koordinationstest.

#### 4.5.5 Vergleichbarkeit

Die Vergleichbarkeit eines motorischen Testverfahrens ist gegeben, wenn ähnliche Tests vorliegen, mit denen die Testergebnisse verglichen werden können. Für den hier entwickelten Kinder-Koordinationstest existiert kein direkt vergleichbares Testverfahren. Auch der explizit als Koordinationstest ausgewiesene KTK ist teilweise von konditionellen Kompetenzen abhängig und gilt somit nicht als Parallel-

test. Da aber eine Vergleichbarkeit anzustreben ist, vor allem in Bezug auf die Vergleichbarkeit mit Testergebnissen des KTK bis 1974, wurde eine Untersuchung von Zusammenhängen zwischen KTK und KiKo vorgenommen.

### *Methode*

Im Rahmen zweier Studien wurden sowohl der KTK als auch der KiKo mit identischem Probandenkollektiv durchgeführt. An Studie 1 (Beckers, 2007) nahmen 42 Kinder teil. Das Alter betrug im Mittel 10.5 Jahre ( $\pm 0.5$ ). 60% der Kinder waren männlich und 40% weiblich. Bei Studie 2 (Fey, 2007) wurden die Tests mit 98 Kindern im Alter von 10.3 Jahren ( $\pm 1.0$ ) durchgeführt. 59% waren männlich und 41% weiblich. Mittels Korrelationsanalysen wurde ein Vergleich aller Testaufgaben des KiKo mit denen des KTK vorgenommen.

### *Ergebnisse und Diskussion*

Die Ergebnisse (Tabelle 11) zeigen, dass einige schwache Zusammenhänge zwischen KiKo und KTK vorhanden sind. Wenngleich sie teilweise statistische Signifikanz erreichen, bescheidenen Korrelationskoeffizienten bis höchstens  $r = 0.45$  kaum eine Bedeutsamkeit. Die Rhythmusfähigkeit scheint in geringem Maße mit dem Seitlichen Hin- und Herhüpfen und dem Seitlichen Umsetzen zusammenzuhängen. Dies erscheint plausibel, da zur erfolgreichen Ausführung beider Testaufgaben des KTK ein innerer Rhythmus hergestellt und umgesetzt werden muss. In Anbetracht des Zeitdrucks bei beiden Aufgaben wird die Bedeutung eines gleichmäßigen und schnellen Rhythmus umso größer. Im Einklang mit der Literatur sowohl aus dem Bereich Motorik als auch auf biomechanischem Gebiet steht die Tatsache, dass für alle Aufgaben des KTK, die aufrecht, also mit hohem Körperschwerpunkt, ausgeführt werden, die Gleichgewichtsfähigkeit Voraussetzungscharakter hat und damit relativ hohe Korrelationskoeffizienten und Signifikanzen erbringt. Unverständlich hingegen scheinen die Zusammenhänge zwischen den Aufgaben des KTK und des Tests der Reaktionsfähigkeit in Studie 2. Da nachgewiesen wurde, dass der Test der Reaktionsfähigkeit tatsächlich das Merkmal Reaktion abprüft, die Ergebnisse von Studie 1 den Erwartungen entsprechen und

keine plausible Erklärung für derartige Zusammenhänge gegeben werden kann, wird von einem Messfehler ausgegangen, der das Ergebnis stark verfälscht.

Insgesamt entspricht das Ergebnis des Vergleichs von KiKo und KTK den Erwartungen, nämlich dass keine bedeutsamen Zusammenhänge vorliegen. Abgesehen von den Ergebnissen aus Studie 2 bezüglich der Reaktionsfähigkeit sind sonst ansatzweise vorhandene Zusammenhänge plausibel zu erklären. Dennoch kann eine Unabhängigkeit beider Testverfahren bestätigt werden.

Studie 1	Rückwärts Balancieren	Monopedales Überhüpfen	Seitliches Hin- und Herhüpfen	Seitliches Umsetzen
Differenzierungsfähigkeit	-0.14	0.12	-0.19	-0.2
Rhythmusfähigkeit	-0.24	-0.23	-0.40 *	-0.45 **
Gleichgewichtsfähigkeit	0.37 *	0.33 *	0.33 *	0.26
Orientierungsfähigkeit	0.00	0.06	0.13	0.25
Reaktionsfähigkeit	-0.13	-0.29	-0.23	-0.20

Studie 2	Rückwärts Balancieren	Monopedales Überhüpfen	Seitliches Hin- und Herhüpfen	Seitliches Umsetzen
Differenzierungsfähigkeit	-0.14	-0.04	-0.15	-0.18
Rhythmusfähigkeit	-0.01	-0.16	-0.21**	-0.08
Gleichgewichtsfähigkeit	0.43 **	0.41 **	0.46 **	0.23 **
Orientierungsfähigkeit	0.26	0.12	0.15	0.26 **
Reaktionsfähigkeit	-0.30 **	-0.38 **	-0.30 **	-0.30 **

Tabelle 11: Korrelationskoeffizienten als Maß der Zusammenhänge zwischen den Testaufgaben des Kinder-Koordinationstests (KiKo) und des Körperkoordinationstests für Kinder (KTK).

## 5 Diskussion und Ausblick

Im Rahmen dieser Arbeit wurde anhand der vorliegenden Literatur dargelegt, dass Bewegung für Kinder ein unverzichtbarer Baustein der gesunden körperlichen und geistigen Entwicklung ist. Ein Mangel an Bewegung kann zu gesundheitlichen wie psychosozialen Defiziten führen. Darüber hinaus wird Bewegungsmangel als Ursache für das heute bedenklich häufige Auftreten motorisch unzureichender Entwicklungsverläufe und damit assoziierter Erkrankungen auf orthopädischem, internistischem und psychosozialen Gebiet betrachtet. Dieser Entwicklung gilt es im Interesse der Kinder und der Gesellschaft entgegenzuwirken. Maßnahmen können in der Erhöhung von Sportangeboten, in einer verstärkten Bewegungserziehung, in motivationalen Bereichen sowie durch Fördermaßnahmen oder -einrichtungen getroffen werden. Um gezielte und individuelle Maßnahmen einleiten zu können, sind jedoch differenzierte diagnostische Mittel notwendig, die Informationen über Art und Schwere der Defizite ermöglichen. Gängiges Mittel sind neben medizinischen Untersuchungen motorische Testverfahren.

Vorhandene motorische Testverfahren sind, wie der Name schon sagt, relativ indifferent: Sie bieten meist eine Mischung aus Einzeltests, die ihrerseits Anforderungen an die Leistungsbereiche Kraft, Ausdauer und Koordination stellen, was nicht eine differenzierte Diagnose ermöglicht, sondern lediglich pauschale Urteile über Fitness oder Motorik. Auch als Koordinationstests ausgewiesene Testverfahren zeigen diesen Mangel. Eine weitere Unzulänglichkeit vorhandener Testverfahren ist die Tatsache, dass diese nicht in genügendem Maße den Gütekriterien der Testtheorie entsprechen. Vor allem auf dem Gebiet der Validität, die als „Gültigkeit“ über die Qualität des gesamten Testverfahrens entscheidet, wurden in den meisten Fällen lediglich mit Subjektivität behaftete Urteile von Experten als Nachweis der Validität betrachtet. Bei anderen Testverfahren wurde die inhaltliche Validität gar nicht überprüft oder aus Gründen der Plausibilität angenommen. Diese Maßnahmen werden auch in der Literatur bemängelt und erscheinen als völlig unzureichend. Die Sichtung und Diskussion der vorhandenen Literatur bescheinigt auf den Gebieten motorischer Leistungsfähigkeit von Kindern und Existenz adäquater Testverfahren zur differenzierten Analyse motorischer Defizite die Notwen-

digkeit ein neues Testverfahren zu entwickeln und dessen Validität empirisch nachzuweisen.

Im Folgenden werden verschiedene Teilbereiche, die zur Erfüllung der im Rahmen dieser Dissertationsarbeit gestellten Anforderungen beitragen, diskutiert. Die Güte der getroffenen konzeptionellen Entscheidungen sowie die Ergebnisse von Validierung und Überprüfung weiterer Gütekriterien und Anforderungen werden erörtert. Abschließend wird das entwickelte Testverfahren in seiner Gänze bewertet und seine Möglichkeiten und Grenzen beurteilt.

## 5.1 Diskussion konzeptioneller Entscheidungen

Als Grundlage des entwickelten Kinder-Koordinationstests ist die Wahl des theoretischen Konzeptes zu diskutieren. Die fünf fundamentalen koordinativen Fähigkeiten nach Hirtz wurden als Basis der Testaufgaben bestimmt. Zunächst wurde der fähigkeitsorientierte Ansatz zur Strukturierung gewählt, da er als einziger zum Ziel hat, sichtbare Bewegungsleistungen über theoretische Konstrukte, die koordinativen Fähigkeiten, fassbar zu machen (Roth, 1994). Dieses Ziel entspricht genau dem Ziel eines motorischen bzw. hier koordinativen Testverfahrens, nämlich von der sichtbaren und quantifizierbaren Testleistung auf den Ausprägungsgrad der dahinter stehenden dominanten Fähigkeit zu schließen. Der Begriff „Fähigkeit“ und mit ihm das Fähigkeitskonzept ist als Analyseeinheit sowohl in Forschung als auch in Praxis gut handhabbar (Neumaier, 2003) und eignet sich dazu, koordinative Fähigkeiten konkret voneinander abzugrenzen und diese differenziell zu beschreiben und zu erklären (Roth, 2002). Das Konzept kann damit berechtigt als die Grundlage für einen Koordinationstest dienen, dessen Aufgabe es ist, verschiedene koordinative Fähigkeiten konkret und relativ trennscharf zu unterscheiden und mit Hilfe von Einzeltests zu quantifizieren. Der konkrete Strukturierungsansatz der verschiedenen koordinativen Fähigkeiten wurde von Blume entwickelt, der anhand der hinreichenden Abgrenzung zwischen den Fähigkeiten ein systematisiertes Übungsgut zur zielgerichteten Schulung identifiziert hat (Blume, 1978). Die für die vorliegende Arbeit gewählten fünf koordinativen Fähigkeiten bieten die Vorteile des Ansatzes von Blume und sind zusätzlich auf die Handhabung im Schulsport

ausgerichtet: Es liegt eine Beschränkung auf wenige, grundlegende Fähigkeiten vor, die fundamentalen Charakter haben und in konkrete Bewegungsaufgaben umsetzbar sind. Strukturierungsansätze auf höheren Ebenen bieten diese Möglichkeiten aufgrund ihres hohen Allgemeingrades nicht.

In der Praxis zeigte sich, dass die Umsetzung der fünf koordinativen Fähigkeiten in Testaufgaben unter dem gleichzeitig zu beachtenden Aspekt der Zugänglichkeit mittels biomechanischer Messmethoden nicht trivial ist: Zwar ist es relativ einfach, Bewegungsaufgaben zur Reaktion, zum Gleichgewicht etc. zu finden, die Abstimmung dieser Aufgaben auf biomechanische Erkenntnisse und Messmethoden stellt aber hohe Ansprüche. Die Schwierigkeit wurde dadurch weiter erhöht, dass es sich um Ganzkörperbewegungen handeln sollte und nicht beispielsweise um eine reine Auge-Hand-Koordination. Diese Anforderungen konnten in der Testentwicklung realisiert werden, die Qualität der Realisierung ist aber nicht bei allen Aufgaben gleich. Im Falle der Reaktionsfähigkeit und der Gleichgewichtsfähigkeit ist dies gut gelungen: Die Aufgaben sind der entsprechenden Fähigkeit zuordenbar, beinhalten Ganzkörperbewegungen und bieten Möglichkeiten der Anwendung biomechanischer Methoden zur Messung des dominanten Merkmals. Die Messung der Beschleunigung und der CoP-Bewegung sind ein hoch auflösendes und adäquates Mittel zum Nachweis der Gültigkeit und gründen auf sicherem theoretischen Hintergrund sowie biomechanischen Erfahrungswerten. Im Gegensatz dazu steht besonders der Test der Orientierungsfähigkeit, welche von allen Fähigkeiten am schlechtesten fassbar ist, da diese als grundlegend für alle anderen Fähigkeiten betrachtet wird. In der Tat finden die Aspekte Reaktion, Gleichgewicht, Differenzierung und zum Teil auch Rhythmus ihren Anteil an der Testaufgabe zur Orientierungsfähigkeit. Darüber hinaus wurde auch keine Möglichkeit gesehen, die Orientierungsfähigkeit in einen Test umzusetzen, der nicht in höherem Maße auch die Ausdauerfähigkeit beansprucht. Wenngleich die Abhängigkeit statistisch nicht bedeutsam ist, trägt sie zur Verfälschung der Ergebnisse bei. Es bleibt festzuhalten, dass die Orientierungsfähigkeit als dominanter Faktor am wenigsten extrahierbar ist.



Insgesamt sind die fünf koordinativen Fähigkeiten gut handhabbar und in Bewegungsaufgaben umsetzbar. Die Möglichkeit wurde von keinem der anderen Konzepte geboten, zumal die Testaufgaben zusätzlich mit Hilfe biomechanischer Messmethoden überprüfbar sein mussten: Die biomechanische Validierung setzt klar abgegrenzte Fähigkeiten mit eindeutig zugeordneter Dominanz der Anforderung voraus. Es zeigte sich, dass die Tests beiden Anforderungen genügten, die dominante koordinative Fähigkeit abzubilden und dies mit Hilfe biomechanischer Methoden nachweisbar zu machen. Einzig beim Test der Orientierungsfähigkeit traten Unzulänglichkeiten in Handhabung und Validierung auf.

Bezüglich der Altersgruppe, für die der Kinder-Koordinationstest entwickelt wurde, ist das Grundschulalter, also Kinder zwischen sechs und elf Jahren, gewählt worden. Diese Wahl gründet sich vor allem auf die physiologische Entwicklung, in der bei Kindern bis zu zwölf Jahren die koordinative Entwicklung völlig anders verläuft als die konditioneller Bereiche (Hirtz, 1981): Zwischen dem siebten und elften Lebensjahr entwickelt sich die Koordination sehr dynamisch und die Einflussmöglichkeiten sind deutlich höher als in späteren Phasen (Hirtz, 1986). Das Nervensystem entfaltet zwischen dem vierten und zehnten Lebensjahr seine volle Funktionstüchtigkeit. Dieser Altersbereich wird als für die motorische Entwicklung außerordentlich wichtiger Lebensabschnitt bezeichnet (Bös, 2003). Die Tatsache, dass für die koordinativen Fähigkeiten eine Stagnation der Entwicklung im Alter zwischen dem elften und dem sechzehnten Lebensjahr nachgewiesen werden konnte (Hirtz, 1986), stützt die Auffassung, dass die koordinative Entwicklung bis zum zwölften Lebensjahr so gut wie abgeschlossen ist (Hirtz, 1976). Die herausragende Bedeutung der koordinativen Fähigkeitsausbildung und damit auch die vorrangige Bemühung um die Diagnose von Koordinationsfähigkeit im Altersbereich bis zu zwölf Jahren wird hier untermauert. Die Wahl des Altersbereiches der Zielgruppe wurde außerdem dadurch gestützt, dass im Gegensatz zu Kindergärten, Kindertagesstätten etc. in der Grundschule die Schulpflicht greift und alle Kinder unabhängig von Sozialstatus, Geschlecht oder Religion erreicht werden. Gerade Kinder aus schwächeren sozialen Schichten sind bezüglich motorischer Förderung oft benachteiligt und zeigen besonders häufig motorische Schwächen (Prätorius,

2004, Zimmer, 2003). Hier sind Diagnose von Defiziten und gezielte Intervention besonders nötig. Weitere Argumente für die Wahl des Altersbereiches sind die kognitiven und motivationalen Kompetenzen der Kinder: Sie sind meist gut für motorische Aufgaben zu motivieren, verstehen die Aufgaben, die ihnen gestellt werden und setzen diese um.

Die Wahl des Altersbereiches für den Kinder-Koordinationstest hat sich als sehr vorteilhaft herausgestellt. Die Testaufgaben sind nicht zu schwer, so dass sie von den Kindern verstanden werden und in entsprechende motorische Handlungen umgesetzt werden können. Die Aufgaben sind aber auch nicht zu leicht, so dass eine gute Differenzierung der Leistungen entsteht, die eine Einteilung der Leistungen in „gut“, „normal“ und „auffällig“ ermöglicht. Lediglich beim Test der Orientierungsfähigkeit liegt eine sehr geringe Leistungsspanne vor.

Der Kinder-Koordinationstest basiert auf den fünf koordinativen Fähigkeiten nach Hirtz und ist für den Altersbereich der Grundschule konzipiert. Die entwickelten Testaufgaben erwiesen sich als den motorischen sowie kognitiven Möglichkeiten der Kinder im Alter von sechs bis elf Jahren entsprechend. Der Schwierigkeitsgrad ermöglicht eine gute Differenzierung verschiedener Leistungsbereiche. Auch hier findet sich beim Test der Orientierungsfähigkeit ein Mangel: Die Spannweite der erreichten Leistungen ist sehr gering. Zudem bilden die Testaufgaben eine gute Grundlage, um mit biomechanischen Messmethoden ihre Gültigkeit nachweisen zu können.

Für Altersbereiche unterhalb des Grundschulalters wird eine Anwendung des Tests aufgrund der Schwierigkeit der Testaufgaben nicht empfohlen. Eine Ausweitung des Altersbereiches auf ältere Kinder kann durch Erschwerung der Aufgaben, z.B. durch einen steileren Winkel der Bank beim Test der Reaktionsfähigkeit oder einen ungleichmäßigen Rhythmus beim Test der Rhythmusfähigkeit, erreicht werden.

## 5.2 Diskussion von Entwicklung und Validierung des Kinder-Koordinationstests

Die Validierung der Testaufgaben wurde mit Hilfe biomechanischer Methoden vorgenommen. Dies bedeutet eine genaue, metrische Messung der Gültigkeit: Es konnte empirisch untersucht werden, ob die Testaufgabe tatsächlich das vorgegebene dominante Merkmal erfasst oder nicht. Zunächst wurde im Rahmen der theoretischen Betrachtungen festgestellt, dass eine solche Herangehensweise offensichtlich bisher nicht in Betracht gezogen wurde. Die vorhandenen Tests sind lediglich durch subjektive Verfahren der Experten-Ratings und der Plausibilitätsüberlegungen inhaltlich validiert. Aufgrund von Subjektivität und Ungenauigkeit werden diese Methoden zur Gültigkeitsprüfung bestenfalls als zusätzliche Vorgehensweisen akzeptiert. Sie sind aber völlig unzulänglich, wenn eine Gültigkeit der Testaufgabe sichergestellt werden soll. Es ist daher unverständlich, dass sich, obwohl in der Literatur immer wieder biomechanische und medizinische Methoden zur Prüfung der Güte von Testverfahren gefordert werden (Meinel, 2006, Neumaier, 1983, Prätorius, 2004, Teipel, 1988, Zimmermann, 1985), bisher niemand dieser Methoden bedient hat. Zwar ist die Validierung auf diese Weise deutlich aufwändiger als z.B. bei Expertenbefragungen, der Nutzen steht aber in keinem Verhältnis: Ein wissenschaftlicher Nachweis der Gültigkeit kann nur mittels empirischer und objektiver Verfahren gesichert werden. Das Ignorieren naturwissenschaftlicher Methoden im Zuge von Testentwicklungen lässt auf eine sehr eindimensionale Sichtweise innerhalb wissenschaftlicher Disziplinen schließen. Darüber hinaus scheint das schnelle Entwickeln und Zusammenstellen von Tests mit einem hohen Maß an Möglichkeiten zur Außendarstellung Priorität vor geprüften und unangreifbaren Verfahren zu haben. Dass im Zuge dieser Herangehensweise keine einheitliche Datenlage und damit keine gesicherten Ergebnisse zu tatsächlich vorliegenden Defiziten im motorischen Bereich erzielt werden können, scheint nicht verwunderlich.

Der vorliegende konkrete Fall zeigt, dass eine Validierung mit naturwissenschaftlichen Methoden nicht nur wünschenswert, sondern auch möglich und in hohem Maße erfolgreich sein kann. Durch die Anwendung verschiedener auf dem Gebiet

der Biomechanik gängiger Methoden wurde für jede Testaufgabe die Dominanz des angegebenen Aspekts und damit der entsprechenden koordinativen Fähigkeit untersucht. Es handelt sich hier um objektive Messverfahren, die die Validität sicher nachweisen können.

### *5.2.1 Test der Differenzierungsfähigkeit*

Der Test der Differenzierungsfähigkeit wurde derart konzipiert, dass eine gesonderte Prüfung der Validität nicht erforderlich ist. Die in der Definition von Differenzierungsfähigkeit verankerte Genauigkeit der Testausführung impliziert eine Messung im Sinne von metrischer Datenaufnahme. Durch die Messung des Abstandes des getroffenen Ziels vom vorgegebenen Ziel werden objektive Daten erhoben, die Auskunft über die Qualität der Fähigkeit zur motorischen Differenzierung geben: je größer der Abstand, desto schlechter die Differenzierungsleistung. Auch der Einfluss von Kraft- und Ausdauerleistungsfähigkeit wurde durch entsprechende Studien ausgeschlossen. Die Dominanz des Aspekts Differenzierung ist damit nachgewiesen und der Test der Differenzierungsfähigkeit valide.

### *5.2.2 Test der Rhythmusfähigkeit*

Für den Test der Rhythmusfähigkeit mussten zunächst nicht überprüfbare Aspekte wie vor allem die Fähigkeit zur Bildung und Umsetzung eines inneren Rhythmus' ausgeschlossen werden. Dieser Ausschluss ist akzeptabel, da der Kinder-Koordinationstest für den Grundlagenbereich konzipiert wurde und damit fertigkeitunabhängig sein muss. Der Fokus auf die einfachsten und alltäglichsten Ausdrucksformen der Rhythmusfähigkeit rechtfertigt die Auswahl des Aspekts einen vorgegebenen Rhythmus in Bewegung umzusetzen. Hinzu kommt, dass körperintern gebildete Rhythmen nicht - bzw. nur über die Umsetzung in Bewegung - erkennbar sind. Möglich ist aber nur eine Analyse der sichtbaren Bewegung. Um beide Seiten überprüfbar zu machen, muss sowohl der Rhythmus als auch die Bewegung bekannt sein. Bei der Testaufgabe handelt es sich daher begründet „nur“ um die Erfassung und Umsetzung eines vorgegebenen Rhythmus.

Mit der Nutzung einer Kontaktmatte wurde die Methode der Validierung gewählt. Die Kontaktmatte gibt genaue Auskunft darüber, wann eine Bodenberührung vorliegt und wann nicht. Der Zeitpunkt der tatsächlichen Bodenberührung wurde mit dem Zeitpunkt der vorgegebenen Bodenberührung abgeglichen. Mit Hilfe dieser Methode wurde geprüft, ob der vorgegebene Rhythmus tatsächlich durch die Bewegung abgebildet wurde und ob das dominant erforderliche Merkmal bei der Bewegungsaufgabe die Rhythmusfähigkeit ist. Es zeigte sich, dass die Leistung der Testaufgabe in hohem Maße von der Rhythmusfähigkeit abhängt ( $r = .74$ ). Zur Bewertung des vorliegenden Zusammenhangs in Form des Korrelationskoeffizienten liegen verschiedene Angaben vor. Innerhalb einer Testbatterie wird ein Korrelationskoeffizient von  $r = .5$  als ausreichend angegeben. Meinel (Meinel, 2006) fordert einen Koeffizienten von mindestens  $r = .6$ , während Neumaier  $r = .7$  als notwendig erachtet, um die Validität eines Tests zu sichern. Auch  $r = .8$  wird als Mindestmaß angegeben, wenn das Urteil über den Ausprägungsgrad eines Merkmals ausschließlich von der Bewältigung der Testaufgabe abhängt (Neumaier, 1983). Generell kann als geltend angenommen werden, dass ein Validitätskoeffizient von  $r = .5$  als befriedigend gelten kann, wenn die Beurteilung der Leistungsfähigkeit nicht als absolutes Diagnosemittel betrachtet wird und weitere Bewertungen oder Beobachtungen z.B. durch den Lehrer möglich sind. Im Falle des Validitätskoeffizienten für den Test der Rhythmusfähigkeit liegt ein hochgradig zufrieden stellendes Ergebnis vor. Es kann sicher von der Gültigkeit der Testaufgabe ausgegangen werden.

### *5.2.3 Test der Gleichgewichtsfähigkeit*

Der Test der Gleichgewichtsfähigkeit beinhaltet der Altersgruppe im Schwierigkeitsgrad angepasste und alltäglichen, grundlegenden Bewegungsklassen entsprechende Anforderungen. Bei der Validierung des Tests der Gleichgewichtsfähigkeit wurde die Methode der Druckverteilungsmessung gewählt. Als Maß für die Gleichgewichtsfähigkeit wird in der entsprechenden Literatur vor allem die Körperschwankung, quantifiziert in Form der CoP-Bewegung, angegeben. Obwohl die diesbezügliche Datenlage bei Kindern noch nicht als fundiert betrachtet werden kann, wird aufgrund der Tatsache, dass im Alter von sieben Jahren das Erreichen

der Entwicklungsstufe der Gleichgewichtskontrolle von Erwachsenen nachgewiesen wurde, eine Übertragung der wissenschaftlichen Ergebnisse auf die Zielgruppe als gerechtfertigt erachtet. Es konnte also davon ausgegangen werden, dass - wie bei Erwachsenen angenommen - die Fähigkeit der Gleichgewichtserhaltung mit der Stärke der Körperschwankung zusammenhängt: Je größer die Körperschwankung, desto schlechter die Gleichgewichtsfähigkeit und umgekehrt. Auf dieser Grundlage wurden die Parameter „CoP-Länge“ und „Ausmaß der medio-lateralen Abweichung des CoP“ aufgenommen und zur Testleistung in Beziehung gesetzt. Zusätzlich wurde die Bodenkontaktzeit pro Schritt ermittelt.

Die Wahl der Methode erwies sich in Anbetracht der theoretischen Grundlagen und der praktischen Testausführung als gelungen, vor allem da das mobile System (pedar-x, Novel GmbH) eine uneingeschränkte Bewegungsfreiheit der Kinder gewährleistete und die CoP-Bewegung mit einer ausreichenden Abtastfrequenz von 50 Hz aufgenommen wurde.

Im Ergebnis der Validierungsstudie spiegelt sich eine hohe Übereinstimmung der Testaufgabe mit den auf Basis der Literatur gewählten ausschlaggebenden Parametern wider. Der am stärksten mit der Gleichgewichtsfähigkeit assoziierte Parameter, die medio-laterale Abweichung des CoP, korreliert mit der Testleistung ( $r = .71$ ). Unter den oben diskutierten Beurteilungskriterien von Korrelationskoeffizienten konnte auch für den Test der Gleichgewichtsfähigkeit ein hohes Maß an Validität nachgewiesen werden. Als diesen Nachweis unterstützend ist auch der Zusammenhang von Testergebnis und den Parametern „gesamte Länge des CoP“ und „Bodenkontaktzeit“ zu werten. Das Ziel der Studie ist damit den Erwartungen entsprechend erreicht.

#### *5.2.4 Test der Orientierungsfähigkeit*

Die Konzeption der Testaufgabe zur Orientierungsfähigkeit war mit einigen Schwierigkeiten behaftet. Zum einen macht der Voraussetzungscharakter der Orientierungsfähigkeit für alle übrigen koordinativen Fähigkeiten eine Extraktion des dominanten Merkmals schwierig. Zum anderen ist eine Prüfung der zielgerich-

teten Bewegung des ganzen Körpers in einem definierten Aktionsfeld ohne Ausdaueranteile kaum denkbar. Wird das Aktionsfeld zu klein gewählt, reduziert sich zwar der Ausdaueranteil, die Orientierung auf ein Ziel hin ist dann im Extremfall nur noch mit Teilkörperbewegungen umsetzbar (z.B. Auge-Hand-Koordination). Es wurde bei der Entwicklung der Testaufgabe versucht, einen Mittelweg zu finden: Das Aktionsfeld ist klein genug, um die Testleistung nicht von Ausdauerfähigkeit abhängig zu machen und groß genug, um Ganzkörperbewegungen auf ein definiertes Ziel zu erlauben. Ein weiteres Problem ergab sich durch die Frage, wie viele mögliche Ziele gegeben werden sollten. Zu wenig mögliche Ziele verringern den Orientierungscharakter der Aufgabe, während zu viele mögliche Ziele eine Leistung schwer machen, die das Erreichen mehrerer Ziele in einer angemessenen Zeit ermöglichen. Würden z.B. zehn mögliche Ziele gegeben, wäre die Orientierungszeit über die Maßen lang und die Anzahl der innerhalb von 20 Sekunden erreichten Ziele sehr gering. Die Spannweite der Testleistungen wäre zu klein, um eine Bewertung der Leistung in Kategorien vorzunehmen. Auch hier wurde versucht, mit vier möglichen Zielen einen Kompromiss zu finden.

Die Validierung der Testaufgabe gründet auf der Tatsache, dass Orientierungsleistungen aus einer Ortung des Ziels mit Hilfe des visuellen Analysators und der Ortsveränderung des Körpers zum Ziel hin bestehen. Durch die Nachverfolgung der Pupillenbewegung mit einem Eye-Tracking-System konnte eine genaue zeitliche Bestimmung der Orientierungsphase vorgenommen werden. Es wurde erwartet, dass die Testleistung, also die Anzahl der erreichten Ziele, von der Dauer der Orientierungsphase abhängt: je länger die Orientierungszeit, desto schlechter das Testergebnis. Bei der Validierungsstudie ergab sich zunächst die Schwierigkeit, die Bedingungen für eine erfolgreiche Messwertaufnahme herzustellen. Die Messung in der Turnhalle wurde aufgrund der ungünstigen Lichtverhältnisse, die eine exakte Erfassung der Pupillenbewegung unmöglich machen, abgelehnt. Es wurde dann ein kleinerer Nebenraum gewählt, der eine ausreichende Beleuchtung mit Hilfe von Scheinwerfern möglich machte. Auf diese Weise mussten in gewissem Maße für die Kinder ungewohnte Laborverhältnisse hergestellt werden. Es ist denkbar, dass die künstlichen Bedingungen, unter denen die Kinder die Aufgabe durchzuführen hatten, das Ergebnis beeinflusst haben. Ein weiterer messtechni-

scher Faktor führte zur starken Reduzierung des Probandenkollektives: Zum Teil wurde bei der nachträglichen Kalibration festgestellt, dass die Blickrichtung der Kinder über die Spannweite des vom System erfassten Blickwinkels hinausging. Die Datensätze der entsprechenden Versuche wurden nicht in die Auswertung aufgenommen. Hinzu kam eine gewisse Ungenauigkeit des Messsystems, die unter Umständen in der relativ niederfrequenten Messwerterfassung (25 Hz) begründet liegt: Mit der Blickrichtung wurde teils nicht genau das anvisierte Ziel erfasst, so dass der Übergang zwischen Orientierungsphase und Handlungsphase nur mit zu geringer Genauigkeit erfasst werden konnte.

Ein Problem, welches bei der Konzeption der Testaufgabe nicht gesehen wurde, ist, dass innerhalb der Durchführung der Aufgabe die Phasen „Orientierung“ und „Bewegung zum Ziel“ nicht trennscharf nachzuvollziehen waren. Zum Teil war festzustellen, dass die Kinder nach dem Blick auf die Karteikarte sofort in Richtung Mitte des Aktionsfeldes liefen und gleichzeitig nach dem zu erreichenden Ziel schauten. Durch diese Überschneidung der Phasen ist eine erfolgreiche Validierung stark erschwert worden.

Insgesamt ist sowohl die entwickelte Testaufgabe als auch die Methode der Validierung sehr differenziert zu betrachten: Die in der Theorie getroffenen Entscheidungen zur Konzeption der Aufgabe und zur Wahl der Validierungsmethode sind begründet und nachvollziehbar, lassen sich aber offensichtlich nicht ohne weiteres in die Praxis übertragen. Die Testaufgabe selbst ist nicht uneingeschränkt als positiv zu bewerten, da der Kompromiss zwischen allen Anforderungen nicht gelungen zu sein scheint und die Spannweite der Ergebnisse sehr gering ist. Die Ergebnisse der Validierung bescheinigen zwar eine Abhängigkeit der Testleistung von der Orientierungszeit ( $r = .68$ ), diese ist aber nur als mäßig zu bewerten. Außerdem hängt die Testleistung in weit höherem Maße von der Handlungszeit ab, also von der Schnelligkeit, mit der das Ziel erreicht wurde.

Die Validität der Testaufgabe ist nur eingeschränkt gegeben. Es wird aber grundsätzlich davon ausgegangen, dass mit Hilfe des Tests nur Anhaltspunkte für eine notwendige Förderung gegeben werden sollen und keine absoluten Diagnosen erfolgen. Zusammen mit der Tatsache, dass zur Beurteilung von Fähigkeiten zu-



sätzlich zum Test eine Einschätzung durch die Lehrer vorliegt und der Aspekt ‚Orientierung‘ auch in den anderen Testaufgaben - wenn auch nicht dominant - enthalten ist, wird der Test der Orientierungsfähigkeit insofern als akzeptabel gewertet, da ein Ergebnis dieses Tests immer noch mehr Nutzen bringt als gar kein Ergebnis: „Ein Test muss so valide sein, dass seine Anwendung eine bessere Aussage ermöglicht als seine Unterlassung“ (Meinel 2006, S. 370).

### *5.2.5 Test der Reaktionsfähigkeit*

Der Test der Reaktionsfähigkeit wurde zunächst aus der Literatur übernommen und sollte „nur noch“ validiert werden. Es wurden mit einer auf der Beschleunigungsmessung basierenden Methode die Reaktionszeit und die Handlungszeit bestimmt. Erwartet wurde, dass die Testleistung von der Reaktionszeit und nicht von der Handlungszeit abhängt. Es sollte gelten: je länger die Reaktionszeit, desto schlechter das Testergebnis und umgekehrt. Es stellte sich zunächst heraus, dass die in der Literatur als Reaktionstest verbreitete Aufgabe keine Gültigkeit besitzt, da die Handlungszeit und damit die Bewegungsschnelligkeit das für das Ergebnis entscheidende Kriterium ist. Dies war überraschend, da der Test von Experten als Reaktionstest deklariert war. Hier wird erneut die naturwissenschaftliche Überprüfung der Gültigkeit motorischer Testverfahren aufs dringendste bestätigt. Die Validierungsmethode wurde daraufhin auf eine modifizierte Testaufgabe angewandt: Der Abstand der Startposition betrug nicht mehr 1,5 m, sondern wurde auf 0.0 m reduziert. Erst bei einer völligen Aufhebung des Abstandes (0.0 m) konnte die Gültigkeit des Tests nachgewiesen werden.

Insgesamt ist die Konzeption der Testaufgabe zur Reaktionsfähigkeit gelungen, da mit einfachen Mitteln Reaktion und darauf folgende Ganzkörperbewegung abgeprüft werden können. Bei der Validierung mit biomechanischen Methoden trat allerdings zu Tage, dass die Aufgabe nur dann Gültigkeit besitzt, wenn die Handlungszeit maximal reduziert wird: Erst dann ist das Testergebnis von der Reaktions- ( $r = .77$ ) und nicht mehr von der Handlungszeit ( $r = .29$ ) abhängig. Die Höhe des Korrelationskoeffizienten bescheinigt dem Test der Reaktionsfähigkeit eine hohe Validität.

### 5.3 Diskussion weiterer Gütekriterien und Anforderungen

Es werden in diesem Kapitel weitere Ergebnisse diskutiert, die im Rahmen von Studien zur Prüfung des Kinder-Koordinationstests beitragen oder die als Anforderungen an die Güte gestellt wurden.

#### *5.3.1 Abhängigkeit der Testleistung von konditionellen Fähigkeiten*

Eine Prüfung der Abhängigkeit der Testleistungen von konditionellen Faktoren wurde zur Unterstützung des Gültigkeitsnachweises vorgenommen. Die bei anderen Koordinationstests kritisierte Abhängigkeit der Leistungen von Kraft und Ausdauer sollte vermieden werden, da es sich andernfalls auch beim Kinder-Koordinationstest nicht um einen spezifischen Test ausschließlich koordinativer Merkmalsausprägungen handeln würde.

In zwei Untersuchungen wurde daher die Abhängigkeit der Testleistung von Kraftparametern und Ausdauerparametern geprüft. Die Auswahl der konditionellen Tests beruhte auf gängigen Leistungstests, die Kraft- und Ausdauerfähigkeit möglichst aller Körpersegmente abdecken. Es wurde gezeigt, dass keine der Testleistungen in statistisch bedeutsamem Maße von einem der Kraft- oder Ausdauerleistungen abhängen. Die einzigen, sehr schwachen Zusammenhänge zwischen den Kraftparametern Kniebeugen und Gleichgewicht und „Jump and Reach“ und Rhythmusfähigkeit können auf den koordinativen Anteil der Kraftfähigkeit zurückgeführt werden: Es ist nachvollziehbar, dass eine gute Gleichgewichtsfähigkeit zu einer höheren Anzahl von Kniebeugen führt, da die vertikale Körperverschiebung beim Kniebeugen sicherer, schneller und ökonomischer vollzogen werden kann. Die gute Kontrolle motorischer Einheiten – also die koordinative Kontrolle der Beinmuskulatur – führt sowohl beim rhythmischen Springen als auch beim „Jump and Reach“ zu einer besseren Leistung. Beide Übungen basieren auf den gleichen physiologischen Vorgängen, ein Zusammenhang ist daher plausibel. Da die grundlegenden Mechanismen koordinativer Natur sind, ist nicht von einer Abhängigkeit des Testergebnisses von der Kraftfähigkeit auszugehen. Von den Ausdauerleistungen hängt das erreichte Testergebnis in keiner Weise ab.

Das Ergebnis entsprach den Erwartungen. Obwohl nicht bestritten wird, dass jegliche Bewegung Kraft- und Ausdaueranteile besitzt, konnte hier doch die Möglichkeit nachgewiesen werden, koordinative Bewegungsaufgaben zu entwickeln, deren Ergebnis zwar auch mit Hilfe von Kraft und Ausdauer erreicht wird, dieses aber nicht von Kraft und Ausdauer abhängt. Die Testleistung wird einzig von den abgeprüften koordinativen Fähigkeiten bestimmt.

### *5.3.2 Objektivität des Kinder-Koordinationstests*

Das Kriterium der intersubjektiven Überprüfbarkeit bezeichnet den Grad der Unabhängigkeit der Testergebnisse von Untersucher, Auswerter und Beurteiler. Obwohl bei sportmotorischen Tests die Objektivität meist als gegeben angenommen wird, sind die Testsituationen doch verschiedenen Einflüssen ausgesetzt, weshalb der Grad der Objektivität quantifiziert werden sollte. Bös spricht von milieuspezifischen, materialspezifischen, psychophysiologischen und testleiterspezifischen Störgrößen (Bös, 2001a). Um die vorliegenden Testaufgaben dahingehend zu überprüfen, wurde jeweils eine Studie zur Durchführungs- und Auswertungsobjektivität durchgeführt. Die Interpretationsobjektivität nachzuweisen erübrigt sich, da die Erstellung einer Normwerttabelle (Kapitel 4.5.4) dem Beurteiler keinen Interpretationsspielraum lässt: Die erreichten Punktzahlen werden in die vorgegebene Tabelle eingeordnet und die Beurteilung direkt abgelesen.

Zur Prüfung der Durchführungsobjektivität führten zwei unabhängige Tester den Kinder-Koordinationstest durch. Eine hohe Durchführungsobjektivität gründet in erster Linie auf einem hohen Maß an Standardisierung des Tests. Da mit dem Testmanual eine sehr genaue Testbeschreibung sowie genaue Maße zum Aufbau vorliegen, wurde eine relativ hohe Objektivität erwartet. Die Ergebnisse der Untersuchung ergaben für jeden Einzeltest Objektivitätskoeffizienten von  $r = .62$  bis  $r = .64$ . Für Gleichgewichtsfähigkeit wurde ein Koeffizient von  $r = .73$  und für Reaktionsfähigkeit von  $r = .77$  erreicht. Alle Ergebnisse sind hoch signifikant. Die relativ schwachen Ergebnisse bescheinigen laut der Literatur eine nur mäßige Objektivität der Testaufgaben. Die Ursache muss zunächst vor allem in evtl. vorhandenen Ungenauigkeiten im Testmanual und damit einer mangelnden Standardisierung

gesucht werden. Beim Test der Differenzierungsfähigkeit könnte sich ein gewisser Spielraum in der Art und Weise des Ablesens der Ergebnisse ergeben: Ist die zu treffende Linie zu breit, ist beim vorliegenden Setup unter Umständen nicht klar, wo das Maßband anzusetzen ist (Innenseite der Linie, Außenseite oder Mitte). Bei unterschiedlicher Ausführung zwischen Testleitern können die Ergebnisse so variieren. Beim Test der Rhythmusfähigkeit ist evtl. denkbar, dass manche Testleiter nicht in der Lage sind, die tatsächliche Anzahl der Sprünge unabhängig vom akustischen Rhythmus zu zählen. Dieser Fall kann vom Testentwickler nicht überprüft und auch durch Änderungen des Manuals nicht verhindert werden. Es wäre bestenfalls an die Untersucher zu appellieren, sich stark darauf zu konzentrieren oder jemand anderem die Testleitung zu übergeben. Der Test der Orientierungsfähigkeit ist schon was die Validität betrifft problematisch. Ein geringer Objektivitätskoeffizient ist also nicht überraschend. Eine Erhöhung der Standardisierung würde die Orientierungsleistung automatisch verringern. Einzig die Länge der Handlungszeit könnte durch Verbesserung der Greifbarkeit der Karten erreicht werden, z.B. indem das lose Ende nach oben umgeknickt wird. Bei den Tests zur Gleichgewichtsfähigkeit und zur Reaktionsfähigkeit lassen die größeren Koeffizienten auf eine höhere Objektivität schließen. Auch hier muss wie bei den anderen Tests davon ausgegangen werden, dass nicht nur das Maß der Standardisierung die Objektivität beeinflusst, sondern auch die Tatsache, dass die Instabilität des Merkmals Fehler im Ergebnis verursachen kann. Die Prüfung der Stabilität des Merkmals wird in der Reliabilitätsuntersuchung vorgenommen.

Bei der Prüfung der Auswertungsobjektivität sind die Ergebnisse sehr zufriedenstellend. Mit Ausnahme des Tests der Rhythmusfähigkeit wurde bei allen Testaufgaben eine sehr gute Auswertungsobjektivität ( $r > .9$ ) nachgewiesen. Derart hohe Korrelationskoeffizienten wurden im Vorhinein erwartet, da numerische Messgrößen zu überprüfen waren. Hier ist generell von einer relativ hohen Objektivität auszugehen (Neumaier, 1983). Lediglich beim Test der Rhythmusfähigkeit ergab sich eine immer noch gute, aber nicht derart hohe Korrelation von  $r = .85$ . Dieses leicht schlechtere Ergebnis könnte auf intraindividuelle Unterschiede der Fähigkeit zur korrekten Auswertung des Tests zurückzuführen sein: Es ist denkbar, dass auch bei demselben Testleiter durch psychophysische oder äußere Bedingungen

hervorgehobene Unterschiede in der Fähigkeit zum Zählen der Anzahl tatsächlicher Sprünge unabhängig von dem akustisch wahrgenommenen Rhythmus auftreten. Insgesamt wurde eine sehr gute Auswertungsobjektivität bei allen Testaufgaben nachgewiesen.

Ein Aspekt, der im Zuge der Objektivitätsprüfung Unstimmigkeiten mit der Literatur aufwirft, ist derjenige, dass eine hohe Objektivität Voraussetzung für eine hohe Reliabilität und Validität ist (Bös, 2001a) - oder: dass ohne ausreichende Objektivität eines Testverfahrens eine hohe Validität sowie hohe Reliabilität ausgeschlossen sind (Neumaier, 1983). Es wurde mit den Ergebnissen dieser Arbeit nachgewiesen, dass bei dem vorliegenden Testverfahren - mit Einschränkungen beim Test der Orientierungsfähigkeit - eine sehr hohe Validität vorliegt. Ginge man von der Richtigkeit der oben dargestellten Aussagen aus, müsste aufgrund der nur mäßigen Objektivität der Validitätsnachweis in Zweifel gezogen werden. Aufgrund der angewandten naturwissenschaftlichen und damit objektiven, empirischen Methoden der Validitätsprüfung ist dies aber zu verwerfen. Eine weitere Möglichkeit der Argumentation wäre die, dass die relativ geringe Objektivität aufgrund der Instabilität des zu erfassenden Merkmals oder aufgrund nicht überprüfbarer psychophysischer Faktoren zustande gekommen ist. Eine dritte Möglichkeit der Erklärung beruht darauf, dass im Rahmen dieser Arbeit prinzipiell bezweifelt wird, mit Hilfe von Experten-Ratings und Plausibilitätsüberlegungen sichere Aussagen über Validität machen zu können. In Konsequenz muss damit ebenfalls bezweifelt werden, dass ohne sichere Validitätsprüfung überhaupt Aussagen zu Wechselbeziehungen mit anderen Kriterien getätigt werden können. Nach Erwägen aller Argumentationsfiguren wird hier die Auffassung vertreten, dass die nur mäßige Objektivität durch Instabilitäten des Merkmals und nicht überprüfbare Faktoren eingeschränkt wird und dass außerdem derart manifeste Aussagen (s. o.) über Wirkungszusammenhänge von Validität, Reliabilität und Objektivität nicht berechtigt sein können, ohne darüber einen Nachweis geführt zu haben.

### 5.3.3 Reliabilität des Kinder-Koordinationstests

Die Reliabilität beschreibt den Grad der Zuverlässigkeit eines Merkmals. Mittels der Methode der Testwiederholung soll, bei hoher Reliabilität, möglichst dasselbe Ergebnis erzielt werden. Wird die Überprüfung der Objektivität mit Hilfe einer Testwiederholung vorgenommen, ist von einer Wechselbeziehung auszugehen. Einschränkungen der Reliabilität sind vornehmlich auf Übungseffekte, intraindividuelle Verschiebungen der Leistungsgrenzen, äußere Störgrößen sowie Zufallsfehler zurückzuführen. Es wird eingeräumt, dass bei sportmotorischen Fähigkeiten generell größere Schwankungen auftreten können. Feste Grenzen zu setzen, ab welcher Höhe des Koeffizienten eine genügende Reliabilität vorliegt, ist aufgrund der verschiedenen Einflussfaktoren problematisch (Neumaier, 1983). Nach Bös sollte mindestens ein Reliabilitätskoeffizient von  $r = .5$  vorliegen. Im Falle von Werten über  $r = .8$  ist von einer sehr guten Reliabilität zu sprechen (Bös, 2002b). Das am besten geeignete Zeitintervall zwischen Test und Retest wird in der Literatur nicht angegeben.

Die Tatsache, dass es keine eindeutigen Angaben über das zu wählende Zeitintervall zwischen Test und Retest gibt, veranlasste dazu, mehrere Zeitintervalle zu untersuchen: Es wurden die Zeiträume 0, 14 und 28 Tage gewählt, um die Prüfung der Reliabilität überzeugend durchzuführen. Alle Reliabilitätskoeffizienten liegen für alle Zeitintervalle zwischen  $r = .5$  und  $r = .81$ . Alle Ergebnisse sind zudem auf dem 0.01-Niveau signifikant. In jedem Fall liegt also nach Bös eine mindestens ausreichende Reliabilität vor. Relativ gering sind die Koeffizienten beim Test der Differenzierungsfähigkeit und dem Test der Rhythmusfähigkeit. Bereits diskutierte Gründe könnten auch hier eine Reliabilitätseinschränkung begründen. Die kritisierten Punkte wurden im Testmanual (siehe Anhang) verbessert.

Insgesamt ist das Ergebnis der Reliabilitätsprüfung zufrieden stellend, wenn auch nicht optimal: Es kann von einer genügenden Zuverlässigkeit des Testverfahrens ausgegangen werden, zumal auch hier darauf hingewiesen wird, dass das Testverfahren nicht zur absoluten Diagnose dient, sondern lediglich Anhaltspunkte geben soll.

#### 5.3.4 Normierung des Kinder-Koordinationstests

Die Normierung des Testverfahrens ist notwendig, um eine einheitliche und invariable Interpretation der Ergebnisse gewährleisten zu können. Vor allem aber dient die Normierung dazu, Resultate in Beziehung zu anderen Ergebnissen setzen zu können, um so die Leistung adäquat beurteilen und ggf. Fördermaßnahmen empfehlen zu können. Da für den Koordinationstest keine kriterienbezogenen Vergleichsmaßstäbe vorliegen, wurden hier soziale Normen aus der Testung einer großen Bezugsgruppe erstellt. Über die Mindestgröße dieser Gruppe werden in der Literatur keine Angaben gemacht. Im Vergleich mit den Gruppengrößen anderer Normierungsstudien (Tabelle 2, S. 82) liegt die vorliegende Größe der Stichprobe mit 1950 Datensätzen an zweiter Stelle. Die Größe der Bezugsgruppe muss also als sehr gut gewertet werden. Ein weiterer positiver Aspekt liegt in der Tatsache, dass zufällig ausgewählte Grundschulen aller Bundesländer aufgefordert wurden, sich an der Studie zu beteiligen. Trotz der nur mäßigen Resonanz nahmen 14 Schulen aus sechs Bundesländern teil und führten den Test unter Realbedingungen durch.

Für die Erstellung der Normskala wurde die gängige Methode der auf Mittelwerten und Standardabweichungen basierenden Bildung von z-Skalen gewählt, aufgrund derer sich drei Wertebereiche errechnen lassen, in die die jeweiligen Testleistungen eingeordnet werden. Diese Form der Bildung von Wertebereichen hat sich bereits beim KTK bewährt. Sie bietet dem Anwender eine einfache und überschaubare Möglichkeit, die Leistung der Schüler einzuschätzen. Dies ist für die Praktikabilität des Tests von großer Bedeutung, da die Lehrer oder Eltern an den Schulen, die als Testleiter fungieren, ein klares Ergebnis fordern, das mit möglichst geringem Aufwand zu erzielen ist. Durch die Normtabelle ist dieses Ziel erreicht. Die Leistungen der Schüler werden hierbei nach Alter und, im Falle nachgewiesener unterschiedlicher Leistung zwischen den Geschlechtern, nach Geschlecht differenziert.

### *5.3.5 Nützlichkeit des Kinder-Koordinationstests*

Die Nützlichkeit des entwickelten Testverfahrens ergibt sich aus verschiedenen Aspekten. Zunächst werden durch ihn allgemein und besonders für den entsprechenden Altersbereich wesentliche Merkmale - die der koordinativen Fähigkeiten - erfasst. Der Nutzen des Tests wird dadurch immens gesteigert, dass kein anderes Testverfahren existiert, das in der Lage ist koordinative Fähigkeiten aus dem Verbund der Motorik heraus zu extrahieren und unabhängig von konditionellen Faktoren zu quantifizieren. Das praktische Bedürfnis zur Entwicklung des Tests ergibt sich aus der auf entwicklungsphysiologischen Grundlagen basierenden herausragenden Stellung koordinativer Fähigkeiten, der allgemein bedenklichen Lage bezüglich motorischer Leistungsfähigkeit sowie der lückenhaften Situation bezüglich vorhandener auf ihre Güte überprüfter Testverfahren.

### *5.3.6 Ökonomie des Kinder-Koordinationstests*

Ein sportmotorischer Test sollte in jedem Fall den Vorteil bieten, ohne größeren apparativen Aufwand in der Unterrichtspraxis anwendbar zu sein. Er gilt dann als ökonomisch, wenn er bezogen auf organisatorische, räumliche, zeitliche, personelle und instruktions- und gerätespezifische Durchführungsbedingungen nur geringe Anforderungen an Testleiter und Testperson stellt. Der entwickelte Koordinationstest sollte nicht nur den Anforderungen an Validität, Objektivität und Reliabilität gerecht werden, sondern auch in erster Linie in der Schule praktikabel und damit ökonomisch zu sein. Trotz des Kompromisscharakters ist die Praktikabilität des Tests relativ hoch: Der organisatorische Aufwand kann sehr gering gehalten werden, wenn der einmal aufgebaute Test zur Untersuchung mehrerer Klassen genutzt wird. Es kann z.B. innerhalb eines oder mehrerer Tage jede Klasse, die in der entsprechenden Sporthalle Unterricht hat, den Test durchführen. Der organisatorische Aufwand beinhaltet dann den Aufbau der Teststationen und das Kopieren der Protokolle. Im Optimalfall umfasst der Nutzen hier die koordinative Einschätzung aller Schüler einer Schule. Soll nur eine Klasse getestet werden, ist das Verhältnis von organisatorischem Aufwand und Nutzen entsprechend schlechter. Die räumlichen Bedingungen sind auf eine Schulsporthalle zugeschnitten. Der er-



forderliche Platz für den Aufbau der Teststationen ist zwar relativ groß, aber im Falle einer sehr kleinen Halle kann dieser Mangel durch die Anwendung des Tests auf alle Schüler kompensiert werden. Ist eine dreigliedrige Halle vorhanden, belegt der Testaufbau einen Hallenteil und ist damit trotzdem relativ ökonomisch. Als hoch ökonomisch ist der gerätespezifische Aufwand bzw. der Kostenaufwand zu bewerten, da die erforderlichen Geräte und Materialien entweder in der Halle schon vorhanden oder einfach und preiswert zu besorgen sind. Hier liegt ein sehr entscheidender Vorteil gegenüber fast allen übrigen sportmotorischen Tests: Der Kinder-Koordinationstest kann an allen Schulen einfach durchgeführt werden. Instruktionsspezifische Ökonomie liegt durch das Vorhandensein eines kurzen und relativ übersichtlichen Testmanuals vor. Zwar erfordert dies genaues Lesen und Umsetzen der Anweisungen, nimmt aber auf der anderen Seite nicht viel Zeit in Anspruch. Sind die Übungen vom Testleiter verstanden, können sie den Kindern sehr schnell erklärt und demonstriert werden. Der am wenigsten ökonomische Faktor des Kinder-Koordinationstests ist der der personellen Anforderungen. Um sowohl den Test akkurat durchführen als auch innerhalb des Tests zum aktuellen Zeitpunkt nicht aktive Kinder beaufsichtigen und beschäftigen zu können sind mindestens zwei Erwachsene notwendig.

Insgesamt wird der Test als sehr ökonomisch betrachtet bedenkt man, dass er auch den anderen Gütekriterien genügt, außerdem einfach durchzuführen und wenig kostenintensiv ist.

### *5.3.7 Vergleichbarkeit des Kinder-Koordinationstests*

Die Vergleichbarkeit eines Tests setzt die Existenz eines Paralleltests voraus. Wie mehrfach bemerkt, existiert aber kein anderes Testverfahren, welches sich auf die Quantifizierung ausschließlich koordinativer Fähigkeiten beschränkt. Darüber hinaus werden in anderen Tests koordinativer Fähigkeiten die selbigen nicht trennscharf benannt. Diese Tatsachen machen die Vergleichbarkeit mit einem Paralleltestverfahren unmöglich. Trotzdem wurde in zwei Studien ein Vergleich der Testverfahren KTK und KiKo vorgenommen.

Die Ergebnisse zeigen nur schwache Zusammenhänge zwischen KiKo und KTK. Wenngleich sie teilweise statistische Signifikanz erreichen, bescheinigen Korrelationskoeffizienten bis höchstens  $r = 0.45$  kaum eine Bedeutsamkeit. Die Rhythmusfähigkeit scheint in geringem Maße mit dem Seitlichen Hin- und Herhüpfen und dem Seitlichen Umsetzen zusammenzuhängen. Dies ist plausibel, da zur erfolgreichen Ausführung beider Testaufgaben des KTK ein innerer Rhythmus hergestellt und in Bewegung umgesetzt werden muss. Das vorliegende Ergebnis lässt so aber auch auf einen Zusammenhang zwischen den beiden definitionsgemäßen Komponenten der Rhythmusfähigkeit schließen: Bei den beiden Aufgaben des KTK muss ein innerer Rhythmus hergestellt und in Bewegung umgesetzt werden. Dies entspricht dem zweiten Aspekt der Definition: „(...) sowie den verinnerlichten, in der eigenen Vorstellung existierenden Rhythmus einer Bewegung in eigener Bewegungstätigkeit zu realisieren“ (Meinel 2006, S. 218). Der erste Aspekt wird von der Aufgabe beim Kiko abgedeckt: „(...) einen von außen vorgegebenen Rhythmus zu erfassen und motorisch zu reproduzieren“ (...) (Meinel 2006, S. 218). Durch den vorliegenden Vergleich wird eine wechselseitige Abhängigkeit der beiden Aspekte nahe gelegt. Dies bedeutet für die Aufgabe des neu entwickelten Koordinationstests, dass von einer guten Leistung beim Rhythmustest darauf geschlossen werden kann, dass auch das eigenständige Bilden und Umsetzen eines inneren Rhythmus gut gelingt. Im Einklang mit der Literatur sowohl aus dem Bereich Motorik als auch auf biomechanischem Gebiet steht die Tatsache, dass für alle Aufgaben des KTK, die aufrecht, also mit hohem Körperschwerpunkt, ausgeführt werden, die Gleichgewichtsfähigkeit Voraussetzungscharakter hat und damit hohe Korrelationen erbringt.

Durch die Bestätigung dessen, dass eine weitgehende Unabhängigkeit des KiKo von KTK vorliegt, wird ebenfalls die Tatsache untermauert, dass der KiKo unabhängig von konditionellen Aspekten testet und sich nur auf Koordinationsfähigkeit beschränkt. Es ist aber denkbar, den hier entwickelten Kinder-Koordinationstest derart zu erweitern, dass der KTK annähernd als Paralleltest gewertet werden kann. Durch Zufügen eines Kraft- und eines Ausdauertests kann möglicherweise eine Vergleichbarkeit hergestellt werden.

## 5.4 Abschließende Beurteilung und Ausblick

Es wurde ein Koordinationstest entwickelt, der sowohl den Haupt- als auch den Nebengütekriterien der Testtheorie hinreichend genügt.

Der begründet gewählten Basis der fünf für den Schulsport fundamentalen koordinativen Fähigkeiten entsprechend wurden Einzeltests mit dem dominanten Aspekt jeweils einer der fünf Fähigkeiten entwickelt. Den sowohl auf Literatur- als auch auf Plausibilitätsebene gestellten Forderungen nach einer wissenschaftlich gesicherten Validitätsprüfung wurde der Schwerpunkt der Arbeit gewidmet. Zum ersten Mal wurden disziplinübergreifend biomechanische Methoden genutzt, um die Gültigkeit eines sportmotorischen Tests nachzuweisen. Der Weg der biomechanischen Validierung zeigte sich als durchaus gangbar und ergibt Möglichkeiten, die eine neue Dimension der Testentwicklung eröffnen und auf diese Weise schon lange - erstmals bereits 1983 - geforderte Bemühungen erfüllen.

Auch die übrigen Gütekriterien wurden nachweislich erfüllt. So stellt der im Rahmen dieser Dissertation entstandene Test nicht nur eine Beschreibung neuer Methoden im Rahmen der Testentwicklung dar, sondern ist tatsächlich in der Praxis anwendbar. In diesem Sinne ist ein neues, aufgrund seiner Spezifikation auf koordinative Fähigkeiten bisher einzigartiges Testverfahren entstanden, das auf theoretischer Ebene fundiert und für den Anwender gut praktikabel ist.

Entscheidender Nachteil des Testverfahrens ist, dass keine Vergleichswerte aus den letzten Jahrzehnten vorliegen. Es muss mit dem Vergleich auf zukünftige Studien mit dem KiKo vertröstet werden.

In Bezug auf die allgemeine Situation motorischer Leistungsfähigkeit von Kindern in Deutschland kann mit Hilfe dieses Testverfahrens auf eine weitere Erhellung des komplexen Bereiches „Koordination“ gehofft werden. Außerdem ist gewünscht, mit dem Kinder-Koordinationstest einen Beitrag zur differenzierten Diagnose koordinativer Defizite erzielt zu haben, müssen diese doch im Kindesalter mit besonderem Bedacht belegt werden.

## 6 Zusammenfassung

Die aktuelle Situation bezüglich der motorischen und speziell koordinativen Leistungsfähigkeit von Kindern, sowie die Analyse der Literatur zu den Themengebieten gesundheitliche und psychosoziale Folgen motorischer Defizite erlauben die Forderung nach adäquaten Testverfahren koordinativer Fähigkeiten. Die Betrachtung vorhandener Tests verdeutlicht klar einen Mangel an validen, aktuellen und theoretisch untermauerten Testverfahren. Ein Test koordinativer Fähigkeiten, dessen Güte nachgewiesen ist und der sich tatsächlich auf die Prüfung rein koordinativer Fähigkeitsbereiche beschränkt, ist nicht existent. Es muss daher die Entwicklung eines Testverfahrens koordinativer Fähigkeiten, dessen Güte wissenschaftlich geprüft ist gefordert werden. Die Validität steht hier als inhaltliche Gültigkeit des Tests im Vordergrund. Ist deren Nachweis nicht geführt, muss der gesamte Test in Zweifel gezogen werden. Zusätzlich erbringt die Diskussion entwicklungsphysiologischer Erkenntnisse und struktureller Ordnungsversuche koordinativer Fähigkeiten Resultate im Bereich konzeptioneller Grundlagen des neuen Testverfahrens koordinativer Fähigkeiten, dem Kinder-Koordinationstest (KiKo).

Die Entwicklung eines rein koordinativen Testverfahrens wird als notwendig erachtet und im Rahmen der vorliegenden Arbeit angestrebt. Auf der Basis der fünf koordinativen Fähigkeiten von Hirtz wird ein Koordinationstest für Kinder im Grundschulalter entwickelt, dessen Validität mit Hilfe biomechanischer Methoden empirisch nachgewiesen werden soll. Zur Sicherung der allgemeinen Anwendbarkeit werden auch die übrigen Gütekriterien geprüft.

### *Methoden*

Den fünf koordinativen Fähigkeiten entsprechend wurden fünf Testaufgaben entwickelt, die als jeweils dominantes Merkmal die Fähigkeit zur Differenzierung, Rhythmisierung, Gleichgewichtserhaltung, Orientierung und Reaktion beinhalten. Die Validierung mit biomechanischen Methoden steht im Vordergrund:

- Die Validität des Tests der Differenzierungsfähigkeit ist durch die Wahl der Testaufgabe selbst gewährleistet, da es sich um die metrische Bestimmung der Genauigkeit der Bewegung handelt.
- Die Validität der Rhythmusfähigkeit wird mit Hilfe der Überprüfung zeitlicher Abweichungen beim Hüpfen von einem vorgegebenen Rhythmus bestimmt. Der Rhythmus wird akustisch vorgegeben und die Zeitpunkte des Bodenkontaktes mittels einer Kontaktmatte aufgenommen. Die zeitliche Abweichung der tatsächlichen Bodenberührung von der vorgegebenen wird als Maß der Rhythmusfähigkeit gewertet.
- Die Validität der Gleichgewichtsfähigkeit wird beim Vorwärtsgen auf einer umgedrehten Langbank über kleine Hindernisse mit Hilfe einer mobilen Druckverteilungsmessung (pedar-x System, Novel GmbH, München) überprüft. Wird die Testleistung mit zunehmender Länge und medio-lateralen Abweichung des CoP geringer, kann von der Gültigkeit der Testaufgabe ausgegangen werden.
- Beim Test der Orientierungsfähigkeit wird zum Nachweis der Validität die Pupillenbewegung bei zielgerichteter Bewegung überprüft. Mit Hilfe eines Eye-Tracking-Systems (Mobile-Eye) wird die Bewegung in die Handlungsphase und in die Orientierungsphase eingeteilt. Die Orientierungsphase zeichnet sich durch sprunghafte Bewegungen der Pupille zum Zwecke der Zielsuche aus. Es wird angenommen, dass mit Verkürzung der Orientierungsphase die Leistung ansteigt.
- Der Test der Reaktionsfähigkeit wird mit Hilfe der Beschleunigungsmessung validiert. Auf ein akustisches Zeichen hin wird die Messung gestartet. Die Zeit, die benötigt wird, um die Bewegung einzuleiten und so eine Beschleunigung zu erzeugen, wird als Reaktionszeit aufgenommen. Je kürzer die Reaktionszeit ist, desto besser die Testleistung.

Für die Validierung der Testaufgaben wurden jeweils Probandenkollektive mit zwischen 25 und 70 Kindern aus Grundschulen herangezogen. Die Kinder befanden sich alle im Alter zwischen sechs und elf Jahren, wobei sowohl das Verhältnis zwischen den einzelnen Altersstufen als auch das zwischen den Geschlechtern relativ ausgeglichen war. Die Kinder wurden jeweils mit Testaufgabe und Messsystem vertraut gemacht, so dass weder Verständnisprobleme noch Ängste auftreten

konnten. Außerdem wurden Studien zur Überprüfung weiterer Gütekriterien durchgeführt.

### *Ergebnisse und Diskussion*

Die Ergebnisse zeigen eine hohe Validität der entwickelten Testaufgaben. Abgesehen vom Test der Orientierungsfähigkeit wurden durchweg Korrelationskoeffizienten von  $r > .7$  erreicht. Die Gültigkeit der Tests kann als sicher betrachtet werden. Der Test der Orientierungsfähigkeit konnte aufgrund des komplexen Charakters keine derart hohe Validität erreichen, wird aber dennoch im Sinne eines Anhaltspunktes für Förderung oder weitere Untersuchungen als nützlich erachtet: Seine Anwendung ermöglicht eine bessere Aussage als seine Unterlassung. Auch für Objektivität, Reliabilität, Nützlichkeit und Ökonomie wurden zufrieden stellende Ergebnisse erzielt.

### *Ausblick*

In jedem Fall wurden mit diesen Untersuchungen neue Möglichkeiten in der Testentwicklung eröffnet: Disziplinübergreifende Arbeit kann die Qualität sportmotorischer Testverfahren sowie deren Aussagekraft erhöhen. Mit dem Kinder-Koordinationstest wurde zudem erstmalig eine Extrahierung ausschließlich koordinativer Fähigkeiten vorgenommen, die eine differenzierte Untersuchung der Koordinationsfähigkeit ermöglicht. Darüber hinaus ist der Test einfach anwendbar und bietet mit Hilfe der erstellten Normtabelle jeder Schule die Möglichkeit, Anhaltspunkte für vorhandene Defizite im koordinativen Bereich zu bekommen. Mit Hilfe weiterführender Bemühungen um den Kinder-Koordinationstest kann unter Umständen durch Hinzufügen von Kraft- und Ausdauer tests sogar eine Vergleichbarkeit mit dem KTK und damit mit Daten der letzten 30 Jahre hergestellt werden. Insgesamt wird angestrebt, mit dem neuen Testverfahren weitere Einblicke in das Wesen des Konstrukts „Koordination“ erlangen zu können sowie einen Beitrag zum Kampf gegen motorische Defizite mit allen ihren gesundheitlichen Folgen zu leisten.

## 7 Literaturverzeichnis

- ASSAIANTE C, MALLAU S, VIEL S, JOVER M, SCHMITZ C: Development of Postural Control in Healthy Children: A Functional Approach. *Neural Plasticity*, (2005), 12:109-117.
- BAUMANN H, REIM H: *Bewegungslehre: Diesterweg*; 1994.
- BAUR J: Motorische Entwicklung: Konzeption und Trends. In: *Motorische Entwicklung. Ein Handbuch*. Edited by Baur J, Bös K, Singer R. Schorndorf: Verlag Hofmann; 1994:27-47.
- BECKER S, KLEIN T, SCHNEIDER S: Sportaktivität in Deutschland im 10-Jahres-Vergleich: Veränderungen und soziale Unterschiede. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, (2006), 57:226-232.
- BECKERS D: *Motorische Testverfahren - Analysen, Vergleiche, kritische Würdigung*. Examensarbeit an der Universität Duisburg-Essen (Institut für Sport- und Bewegungswissenschaften), 2007.
- BERNSTEIN N: *Bewegungsphysiologie*. Leipzig: Barth; 1988.
- BITTMANN F, GUTSCHOW S, LUTHER S, WESSEL N, KURTHS J: Über den funktionellen Zusammenhang zwischen posturaler Balanceregulierung und schulischen Leistungen. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, (2005), 56:348-352.
- BLAIR S: Mangelnde Fitness ist so gefährlich wie Rauchen. *Ärztezeitung*, (2000), 95.
- BLAUMEISTER G: Motorische Auffälligkeiten im Schulsport als Signale einer inneren Not von Kindern und Jugendlichen. *sportunterricht*, (2003), 52:323-328.
- BLUME D: Der sportmotorische Test als Forschungsmethode. *Theorie und Praxis der Körperkultur*, (1983), 32:446-448.
- BLUME D: Einige aktuelle Probleme des Diagnostizierens koordinativer Fähigkeiten mit sportmotorischen Tests. *Theorie und Praxis der Körperkultur*, (1984), 33:122-124.
- BLUME D: Zu einigen wesentlichen theoretischen Grundpositionen für die Untersuchung der koordinativen Fähigkeiten. *Theorie und Praxis der Körperkultur*, (1978), 27:29-36.
- BLUME D, KOPPE P, QUISSEK R: Zur Reliabilität sportmotorischer Reaktions- und Differenzierungstests. In: *Steuer- und Regelvorgänge der menschlichen Motorik*. Edited by Blaser P, Witte K, Stucke C. Sankt Augustin: Academia Verlag; 1994.
- BÖS K: *Handbuch Motorische Tests*. Göttingen: Hogrefe-Verlag; 2001a.
- BÖS K, BAPPERT S, TITTELBACH S, WOLL A: Karlsruher Motorik-Screening für Kindergartenkinder (KMS 3-6). *sportunterricht*, (2004), 53:79-87.
- BÖS K, HEEL J, ROMAHN N, TITTELBACH S, AL. E: Untersuchungen zur Motorik im Rahmen des Kinder- und Jugendsurveys. *Gesundheitswesen*, (2002a), Sonderheft 1:80-87.
- BÖS K, OPPER E, WOLL A, LIEBISCH R, BREITHECKER D, KREMER B: *Das Karlsruher Testsystem für Kinder (KATS-K) - Testmanual*. Haltung und Bewegung, (2001b), 21:4-67.
- BÖS K, SCHEID V: Motorische Entwicklungstests und Screeningverfahren. *Sportpsychologie*, (1993), 4:19-28.
- BÖS K, TITTELBACH S: *Motorische Tests*. Sportpraxis, (2002b), Sonderheft:4-70.
- BÖS K, ULMER J: Motorische Entwicklung im Kindesalter. *Monatsschrift Kinderheilkunde*, (2003), 151:14-21.
- CORNWAY B, RENE A: Obesity as a disease: no lightweight matter. *The International Association for the study of obesity*, (2004), 5:145-151.
- CRASSELT W: *Zur körperlichen Entwicklung unserer Schuljugend*. Theorie und Praxis der Körperkultur, (1977), 26:98-104.

- CUMMINS A, PIEK J, DYCK M: Motor coordination, empathy and social behaviour in school-aged children. *Developmental Medicine & Child Neurology*, (2005), 47:437-442.
- DORDEL S: Veränderte Lebensbedingungen = Reduzierte motorische Leistungsfähigkeit ? Ein Beitrag zur Entwicklung der Gesamtkörperkoordination von Grundschulkindern. *Gesundheit und Sporttherapie*, (2000), 16:209-216.
- EMRICH E, KLEIN M, PAPATHANASSIOU V, AL. E: Soziale Determinanten des Freizeit- und Gesundheitsverhaltens saarländischer Schülerinnen und Schüler - Ausgewählte Ergebnisse der IDEFIKS-Studie (Teil 3). *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, (2004), 55:222-230.
- FETZ F, BACHMANN O, HATZL T: Koordinative Fähigkeiten. *Leipziger Sportwissenschaftliche Beiträge*, (1998), 39:144-170.
- FEY, EILS: Bewegungsförderung und Schulung der Körperwahrnehmung bei Kindern. Evaluation eines Interventionsprogramms. Universität Münster. Forschungsbericht. (2007).
- GALLAHUE DL, OZMUN JC: *Understanding. Motor Development. Infants, Children, Adolescents, Adults*: McGraw-Hill Book Co; 1998.
- GOTTSCHALK K, BEYER L: Sportmedizinische Begriffsbestimmung der Bewegungskoordination. *Medizin und Sport*, (1985), 25:67-69.
- GRAF C, DORDEL S, KOCH B, PREDEL H-G: Bewegungsmangel und Übergewicht bei Kindern und Jugendlichen. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, (2006), 57:220-225.
- GRAF C, KOCH B, BÜTTNER S, COBURGER S, AL. E: Zusammenhänge zwischen körperlicher Aktivität und Konzentration im Kindesalter - Eingangsergebnisse des CHILT-Projektes. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, (2003), 54:242-246.
- GRÖBING S: Warum Bewegung für Entwicklung der Kinder wichtig ist. *SportPraxis*, (2002), 3:12-15.
- GUNDLACH H: Systembeziehungen körperlicher Fähigkeiten und Fertigkeiten. *Theorie und Praxis der Körperkultur*, (1968), 17:203-209.
- GUTEZEIT G, MITTAG-RÖSSER D: Differentielle Aspekte der motorischen Entwicklung bei Grundschulkindern. *Medizinische Welt*, (1977), 28:1431-1438.
- HARTMANN C: Das Fähigkeitskonzept - Widersprüche und Ordnungsangebote. In: *Koordinative Fähigkeiten - koordinative Kompetenz*. Edited by Ludwig G, Ludwig B: Universitäts-Bibliothek Kassel; 2002:70-77.
- HASENBERG R: Differenzierung des motorischen Gleichgewichts. In: *Motorik – Struktur und Funktion*. Edited by E Loosch MT. Hamburg: Czwalina Verlag; 1997.
- HATZITAKI V, ZISI V, KOLLIAS I, KIOUMOURTZOGLU E: Perceptual-Motor Contributions to Static and Dynamic Balance Control in Children. *Journal of Motor Behavior*, (2002), 34:161-170.
- HIRTZ P: Acht Thesen zu den koordinativen Fähigkeiten zwischen Tradition und Perspektive. In: *Leipziger Sportwissenschaftliche Beiträge*: Academia Verlag; 2002:92-106.
- HIRTZ P: Koordinative Fähigkeiten. *Sporterziehung in der Schule*, (1990),3:15-16.
- HIRTZ P: Koordinative Fähigkeiten - Kennzeichnung, Altersgang und Beeinflussungsmöglichkeiten. *Medizin und Sport*, (1981), 21:348-351.
- HIRTZ P: *Koordinative Fähigkeiten im Schulsport*. Berlin: Volk und Wissen; 1985.
- HIRTZ P: Phänomen koordinative Fähigkeiten. *Theorie und Praxis der Körperkultur*, (1989), 38:30-33.
- HIRTZ P: Untersuchungen zur Entwicklung koordinativer Leistungsvoraussetzungen bei Schulkindern. *Theorie und Praxis der Körperkultur*, (1976), 25:283-289.
- HIRTZ P: Von der Gewandtheit zu den koordinativen Fähigkeiten. In: *Koordinative Fähigkeiten - koordinative Kompetenz*. Edited by Ludwig G, Ludwig B: Universitäts-Bibliothek Kassel; 1997:20-24.



- HIRTZ P, OCKARDT L: Untersuchungsergebnisse zur individuellen motorischen Entwicklung. Körpererziehung, (1986), 36:81-89.
- HOLLMANN W, HETTINGER T, STRÜDER K: Sportmedizin - Grundlagen für Arbeit, Training und Präventionsmedizin. Stuttgart: Schattauer, F.K. Verlag; 2000.
- HOLLMANN W, STRÜDER H: Gehirngesundheit, -leistungsfähigkeit und körperliche Aktivität. Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin, (2003), 54:265-266.
- HOLTZ D: Die Entwicklung der Rhythmusfähigkeit bei Schulkindern. Theorie und Praxis der Körperkultur, (1977), 26:523-526.
- HORAK F: Clinical assessment of balance disorders. Gait & Posture, (1997), 6:76-84.
- HOSSNER EJ: Funktionale Strukturen - Module der Motorik. Motorik - Struktur und Funktion. Erfurt 1996.
- HOSSNER EJ: Module als vertikale koordinative Fähigkeiten. In: Koordinative Fähigkeiten - koordinative Kompetenz. Edited by Ludwig G, Ludwig B: Universitäts-Bibliothek Kassel; 2002:77-83.
- HOTZ A: Dank koordinativer Kompetenz mehr Leistungseffizienz. In: Koordinative Fähigkeiten - koordinative Kompetenz. Edited by Ludwig G, Ludwig B: Universitäts-Bibliothek Kassel; 1997:84-90.
- HOTZ A: Orientierungsvermögen als Koordinationsaufgabe und als Ziel der Bewegungserziehung in der Schule. Sporterziehung in der Schule, (1988), 5, 6:8-9.
- HURRELMANN K: Jedes fünfte Kind ist nicht gesund. Ärztezeitung, (1999), 134.
- JABMANN P, HARTMANN C: Bewegungsrhythmus: ein qualitatives Merkmal der Bewegungskoordination - Auf der Suche nach Möglichkeiten seiner Objektivierung. In: Motorik - Struktur und Funktion. Edited by Loosch MT. Hamburg: Czwalina Verlag; 1997.
- JUNG R, VILKNER HJ: Diagnostik koordinativer Fähigkeiten - Möglichkeiten und Probleme unter den Bedingungen des Sportunterrichts und des Sportabzeichenprogramms. Theorie und Praxis der Körperkultur, (1989), 38:147-148.
- KAHL H, EMMEL J: Der Untersuchungsteil Motorik im Pretest des Kinder- und Jugendgesundheits-surveys. Gesundheitswesen, (2002), 64:114-118.
- KAMBAS A, ANTONIOU P, XANTHI B: Unfallverhütung durch Schulung der Bewegungskoordination bei Kindergartenkindern. Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin, (2004), 51:44-47.
- KARCH D: Entwicklung der Körperwahrnehmung und der Motorik. Maulbronn: Kinderzentrum; 2001.
- KETELHUT K, BITTMANN F: Bewegungsmangel im Kindesalter. Sind Gesundheit und Fitness heutiger Kinder besorgniserregend? sportunterricht, (2001), 50:342-344.
- KETELHUT K, MOHASSEB I, GERICKE CA, SCHEFFLER C, KETELHUT RG: Verbesserung der Motorik und des kardiovaskulären Risikos durch Sport im frühen Kindesalter. Deutsches Ärzteblatt, (2005), 102:A1128-A1136.
- KOINZER K: Sport zur Gesunderhaltung im Schulalter. Prävention der Adipositas. Körpererziehung, (1997), 2:70-77.
- KORSTEN-RECK U, WOLFARTH B, BONK M, J JK, BERG A: Freiburger Interventionsprogramm zur ambulanten Therapie der Adipositas im Kindesalter (FITOC). Z. ärztl. Fortbild. Qual.sich., (2000), 94:677-681.
- KRETSCHMER J: Beweismangel für Bewegungsmangel. Untersuchungen der motorischen Leistungsfähigkeit von Grundschulern. Teil 1: Ergebnisse. sportpädagogik, (2003), 5:64-67.
- KRETSCHMER J: Was wissen wir wirklich über die Folgen der veränderten Bewegungswelt? Körpererziehung, (2000), 50:217-222.
- KRETSCHMER J: Zum Einfluss der veränderten Kindheit auf die motorische Leistungsfähigkeit. SportWissenschaft, (2004), 34:414-437.

- LATNER J, STUNKHARD A: Getting worse: the stigmatization of obese children. *Obesity Research*, (2003), 11:452-456.
- LIMBOURG M: Überforderte Kinder im Straßenverkehr. Vortrag: Verkehrsgerichtstag. Goslar; 2006.
- LOU JE, GANLEY TJ, FLYNN JM: Exercise and children's health. *Current Sports Medicine Reports*, (2002), 1:349-353.
- LÜBECK R: Zusammenhänge zwischen der koordinativen Leistungsfähigkeit beim KTK und Kraft- und Ausdauerparametern. Unveröffentlichte Magisterarbeit. TU Chemnitz (2006).
- MEINEL K, SCHNABEL G: *Bewegungslehre - Sportmotorik*. München: Südwest-Verlag; 2006.
- MEINIG D: Zur Bestimmung der Validität sportmotorischer Tests. *Theorie und Praxis der Körperkultur*, (1975), 24:51-66.
- MELLEROWICZ H, MATUSSEK J, WILKE S, LEIER T, ASAMOAH V: Sportverletzungen und Sportschäden im Kindes- und Jugendalter. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, (2000), 51:78-84.
- MÜLLER S, BAUR H, HIRSCHMÜLLER A, MAYER F: Validität des CoP-Verlaufs zur Quantifizierung der funktionalen Gangentwicklung bei Kindern. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, (2006), 57:95-100.
- NEUHÄUSER G: Bewegungsstörungen bei Kindern. *Praxis der Psychomotorik*, (1992), 1:4-10.
- NEUMAIER A: *Koordinatives Anforderungsprofil und Koordinationstraining*. Köln: Verlag Sport und Buch Strauß; 2003.
- NEUMAIER A: *Sportmotorische Tests in Unterricht und Training*. Schorndorf: Verlag Karl Hofmann; 1983.
- NEUMAIER A, MECHLING H: Taugt das Konzept "koordinativer Fähigkeiten" als Grundlage für sportartspezifisches Koordinationstraining? Steuer- und Regelvorgänge der menschlichen Motorik. Symposium der dvs-Sektion "Sportmotorik", Magdeburg 1994.
- OLTERSDORF U, KIPP P, BÖS K, WOLL A, RIEMER H: Das Projekt "Gesundes Karlsruhe - gesunde Kinder in der Stadt". *Zeitschrift für Gesundheitswissenschaft*, (2002), 10.
- OPPER E, WORTH A, BÖS K: Kinderfitness - Kindergesundheit. *Bundesgesundheitsblatt - Gesundheitsforschung - Gesundheitsschutz*, (2005), 8:854-862.
- PHILLIP M: Koordinative Fähigkeiten komplex diagnostizieren! Ein neuer Koordinationstest unter Einbeziehung von Fähigkeitsverbundstrukturen. *Leipziger sportwissenschaftliche Beiträge*, (1997), 38:14-29.
- PICKENHAIN L: Zur Entwicklung des Kindes. *Neurowissenschaftliche Erkenntnisse. Motorik*, (1996), 19:106-111.
- PRÄTORIUS B, MILANI T: Motorische Leistungsfähigkeit bei Kindern: Koordinations- und Gleichgewichtsfähigkeit: Untersuchungen des Leistungsgefälles zwischen Kindern mit verschiedenen Sozialisationsbedingungen. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, (2004), 55:172-175.
- ROTH K: Die fähigkeitsorientierte Betrachtungsweise. In: *Bewegungswissenschaft*. Edited by Roth K, Willimczik K. Reinbek: Rowohlt Verlag; 1999:227-287.
- ROTH K: Die fähigkeitsorientierte Betrachtungsweise der Sportmotorik und die koordinativen Fähigkeiten. In: *Koordinative Fähigkeiten - koordinative Kompetenz*. Edited by Ludwig G, Ludwig B: Universitäts-Bibliothek Kassel; 2002:13-19.
- ROTH K: *Strukturanalyse koordinativer Fähigkeiten. Empirische Überprüfung koordinations-theoretischer Konzepte*. Bad Homburg: Limpert Verlag GmbH; 1982.
- ROTH K, WINTER R: Entwicklung koordinativer Fähigkeiten. In: *Motorische Entwicklung - Ein Handbuch*. Edited by Baur J. Schorndorf: Verlag Karl Hofmann; 1994:191-216.
- RÜHL N: Schule 2000: Gesundheit und Bewegung. *SportPraxis*, (2002), 2:44-47.

- RUSCH H, IRRGANG W: Aufschwung oder Abschwung? Verändert sich die körperliche Leistungsfähigkeit von Kindern und Jugendlichen oder nicht ? Haltung und Bewegung, (2002), 22:5-10.
- RÜTTEN A, ZIEMAINZ H: Lebenswelt, Sportunterricht und Gesundheit. sportunterricht, (2001), 50.
- SCHEID V: Motorische Entwicklung in der mittleren Kindheit. Vom Schuleintritt bis zum Beginn der Pubertät. In: Motorische Entwicklung - Ein Handbuch. Edited by Baur J. Schorndorf: Verlag Karl Hofmann; 1994:276-290.
- SCHIELKE E: Koordinative Fähigkeiten - Ontogenese und Beeinflussungsmöglichkeiten im jüngeren Erwachsenenalter. Theorie und Praxis der Körperkultur, (1983), 38:64-67.
- SCHILLING F: Entwicklung der Motorik im Kindes- und Jugendalter - aus neuropsychologischer Sicht. Sporterziehung in der Schule, (1985), 9:14-18.
- SCHILLING F, KIPHARD E: Der KTK - ein neuer motorischer Entwicklungstest. Zeitschrift für Heilpädagogik, (1975), 26:447-452.
- SCHILLING F, KIPHARD EJ: Körperkoordinationstest für Kinder - KTK. Göttingen: Belz Test; 2000.
- SCHMID M, CONFORTO S, LOPEZ L, RENZI P, D'ALESSIO T: The development of postural strategies in children: a factorial design study. Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation, (2005),2.
- SCHMIDT C, STEINS G: Zusammenhänge zwischen Selbstkonzept und Adipositas bei Kindern und Jugendlichen in unterschiedlichen Lebensbereichen. Prax. Kinderpsychol. Kinderpsychiat., (2000), 49:251-260.
- SCHMIDT W, HARTMANN-TEWS I, BRETTSCHEIDER W: Erster Deutscher Kinder- und Jugendsportbericht. Schorndorf: Verlag Karl Hofmann; 2003a.
- SCHMIDT W, HARTMANN-TEWS I, BRETTSCHEIDER W: Motorische Leistungsfähigkeit von Kindern und Jugendlichen. Schorndorf: Verlag Karl Hofmann; 2003b.
- SCHNABEL G: Die koordinativen Fähigkeiten und das Problem der Gewandtheit. Theorie und Praxis der Körperkultur, (1973), 22:262-269.
- SCHNABEL G: Konzept und Forschungen zu den koordinativen Fähigkeiten - unter besonderer Berücksichtigung der Leipziger Schule. In: Leipziger Sportwissenschaftliche Beiträge. Sankt Augustin: Academia Verlag; 2002:92-106.
- SCHNABEL G: Koordinative Fähigkeiten im Sport - ihre Erfassung und zielgerichtete Ausbildung. Theorie und Praxis der Körperkultur, (1974), 23:627-632.
- SCHNABEL G: Motorische Tests - Prüfmethode in der Forschung und der Sportpraxis. Theorie und Praxis der Körperkultur, (1963), 12:1067-1078.
- SCHWARTZ M, PUHL R: Childhood obesity: a societal problem to solve. Obesity Reviews, (2003), 4:57-71.
- SHARMA K-D, HIRTZ P: Untersuchungen der Authentizität von Kontrollübungen zur Erfassung des allgemeinen Aspekts koordinativer Fähigkeiten. Sportwissenschaft, (1993), 23:288-295.
- SHARMA K-D, HIRTZ P: Zum Zusammenhang von koordinativen Fähigkeiten und biologischen Alter. Medizin und Sport, (1991a), 31:97-99.
- SHARMA K-D, HIRTZ P, WUTSCHERK H: Der Ausprägungsgrad koordinativer Fähigkeiten in Abhängigkeit vom biologischen Alter (Ergebnisse). Medizin und Sport, (1991b), 31:150-152.
- SINGER R: Motorisches Lernen und menschliche Leistung. Bad Homburg: Limpert Verlag GmbH; 1985.
- SINGER R, BÖS K: Motorische Entwicklung: Gegenstandsbereich und Entwicklungseinflüsse. In: Motorische Entwicklung. Ein Handbuch. Edited by Baur J, Bös K, Singer R. Schorndorf: Verlag Hofmann; 1994:15-26.
- STAROSTA W: Ein neuer Test zur Bewertung des Bewegungskordinationsniveaus von Schulkindern. Leipziger sportwissenschaftliche Beiträge, (1994), 35:109-116.

- STAROSTA W, HIRTZ P: Gibt es sensible und kritische Phasen in der koordinativen Entwicklung der Heranwachsenden? Theorie und Praxis der Körperkultur, (1989), 38:42-47.
- STEINBECK K: The importance of physical activity in the prevention of overweight and obesity in childhood: a review and an opinion. Obesity Reviews, (2001), 2:117-130.
- STEMMLER R: Entwicklungsschübe in der körperlichen Leistungsfähigkeit. Theorie und Praxis der Körperkultur, (1977), 26:278-284.
- STOSCHEK J: Adipositas: Nur die Minderheit hat Normalgewicht. Deutsches Ärzteblatt, (2003),100.
- TEIPEL D: Diagnostik koordinativer Fähigkeiten. München: Profil; 1988.
- TIWALD H: Einheit und Wechselwirkung von Emotion, Kognition, Sensorik und Motorik. Forschen, Lehren, Handeln: Sportwissenschaftliche Beiträge, (1976), 45:231-249.
- UNDEUTSCH B: Körperkoordinationstest für Kinder (KTK). der kinderarzt, (1978), 9:11951199.
- VAN-WAELVELDE H, DE-WEERDT W, DE-COCK P, SMITS-ENGELSMAN BCM: Aspects of the validity of the Movement Assessment Battery for Children. Human Movement Science, (2004), 23:49-60.
- VOELCKER-REHAGE C: Der Zusammenhang zwischen motorischer und kognitiver Entwicklung im frühen Kindesalter - Ein Teilergebnis der MODALIS-Studie. Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin, (2005), 56:358-363.
- WEINECK J: Optimales Training: Spitta Verlag; 1990.
- WESTCOTT S, LOWES LP, RICHARDSON P: Evaluation of Postural Stability in Children: Current Theories and Assessment Tools. Physical Therapy (1997), 77:629-645.
- WHO: Health and Development Through Physical Activity and Sport. WHO Health Documentation, (2003), WHO/NMH/NPH/PAH/03.2.
- WINTER D: A.B.C. (Anatomy, Biomechanics and Control) of Balance During Standing and Walking. Waterloo: Waterloo Biomechanics; 1995.
- WINTER R: Grundlegende Orientierungen zur entwicklungsgemäßen Vervollkommnung der Bewegungskoordination im Kindes- und Jugendalter. Medizin und Sport, (1981), 21:254-256.
- WOOLLACOTT M: Development of Posture and Gait: Across the Life Span: University of South Carolina Press; 1989.
- ZIMMER R: "Toben macht schlau". Die tägliche Sportstunde und die "bewegte Schule". In: Fachtagung von Bündnis 90/Die Grünen. Nordrhein-Westfalen; 2003.
- ZIMMERMANN K: Ausgewählte Aspekte der Konstruktion und Anwendung sportmotorischer Tests zur Diagnostik koordinativer Fähigkeiten. Theorie und Praxis der Körperkultur, (1985),34:735-737.
- ZIMMERMANN K, ROSTOCK J: Koordinationskriterien und koordinative Fähigkeiten. In: Koordinative Fähigkeiten - koordinative Kompetenz. Edited by Ludwig G, Ludwig B: Universitäts-Bibliothek Kassel; 2002a:65-69.
- ZIMMERMANN K, SCHNABEL G, BLUME D-D: Koordinative Fähigkeiten. In: Koordinative Fähigkeiten - koordinative Kompetenz. Edited by Ludwig G, Ludwig B: Universitäts-Bibliothek Kassel; 2002b:25-33.





