

## **Händigkeit, Körperschema und kognitive und motorische Leistungen im Kindesalter – ein Überblick**

*Heinz Krombholz, Staatsinstitut für Frühpädagogik (IFP)*

### **Zusammenfassung**

Vorliegende Ergebnisse zur Entwicklung der Seitigkeit im Kindesalter werden vorgestellt und diskutiert. Dabei werden gleichzeitig Befunde zum Konstrukt "Körperschema" berücksichtigt, da verschiedene Forscher eine enge Verknüpfung dieses Konstrukts mit der Lateralität vermuten. Bereits im Alter von 3 bis 4 Jahren scheint die Präferenz der rechten oder der linken Hand weitgehend festgelegt zu sein, vor dieser Altersstufe sind die mitgeteilten Ergebnisse hinsichtlich der Bevorzugung einer Hand - auch aufgrund methodologischer Schwierigkeiten - nicht so eindeutig zu interpretieren. Aufgrund der vorliegenden Daten lassen sich Annahmen nicht bestätigen, wonach Linkshändigkeit mit verminderten kognitiven oder motorischen Leistungen einhergeht. Damit verlieren Theorien, wonach Linkshändigkeit generell oder überwiegend pathologisch bedingt sei, an Überzeugungskraft. Hinsichtlich der Leistungsfähigkeit von Personen mit nicht eindeutig feststellbarer Dominanz einer Hand sind die Befunde - zumindest im Vorschulalter - derart, dass eine weitere Erforschung des Phänomens Beidhändigkeit geboten erscheint.

### **Inhalt**

Zusammenfassung .....	1
Inhalt .....	1
Einleitung .....	2
1 Methoden zur Erfassung von Lateralität und Körperschema .....	3
2 Befunde zur Entwicklung von Lateralität und Körperschema .....	5
2.1 Die Entwicklung der Händigkeit .....	5
2.2 Händigkeit und kognitive und motorische Leistungsfähigkeit .....	12
2.3 Körperschema und motorische Leistungen .....	14
3 Diskussion und Schlussfolgerung .....	16
Literatur .....	21

## **Einleitung**

Mit Lateralität, lateraler Dominanz oder lateraler Präferenz wird die morphologische oder funktionelle Verschiedenheit bei paarig angelegten Organen bezeichnet. Obwohl fast alle diese Organe Asymmetrien aufweisen, betreffen Untersuchungen zur Lateralität beim Menschen, wegen der herausragenden Bedeutung der Hand, zumeist die Händigkeit, und man unterscheidet Rechtshänder, Linkshänder und Individuen ohne eindeutige Bevorzugung einer Hand, Ambidexter. Im Zusammenhang mit der Seitigkeit des Menschen wurden und werden eine Vielzahl von Störungen diskutiert; unzureichende Dominanz oder Linksseitigkeit werden mit gesundheitlichen Problemen, Störungen beim Erlernen von Lesen und Schreiben, Sprachstörungen und Verhaltensauffälligkeiten in Verbindung gebracht, auch Zusammenhänge mit motorischen Störungen werden vermutet (Bryden, Bruyn, & Fletcher, 2005).

Von besonderer Bedeutung für die Erforschung der Lateralität beim Menschen hat sich die Entdeckung der zerebralen Hemisphärendominanz erwiesen. So wurde - aufgrund der Ausfälle nach Hirnverletzungen - vermutet, dass die zentrale Steuerung der höheren Hirnfunktionen, insbesondere der Sprache, durch die Hirnhälfte erfolgt, die der bevorzugten Hand gegenüber liegt. Dies trifft allerdings nur für Rechtshänder zu: Bei mehr als 95 Prozent der erwachsenen Rechtshänder wird die Sprache durch die linke Hirnhälfte kontrolliert, dagegen erfolgt bei 30 Prozent der Linkshänder die Kontrolle der Sprache durch die rechte Hemisphäre oder bilateral (Kinsbourne & Hiscock, 1983, S. 172 Szaflarski, Binder, Possing, McKiernan, Ward & Hammeke, 2002).

Zwischen der Lateralität und dem Konstrukt "Körperschema" wird meist ein enger Zusammenhang vermutet (vgl. z.B. Ayres, 1961; Blom, Farley & Guthals, 1970; Cratty, 1979). Unter Körperschema wird das Wissen und/oder die Vorstellung vom eigenen Körper, den funktionellen Zusammenhängen der Körperteile und deren räumlicher Ausdehnung verstanden. Der Begriff Körperschema umfasst kognitive, affektive, bewusste und unbewusste Elemente. Ein gestörtes oder ungenügend entwickeltes Körperschema soll mit Linkshändigkeit oder unzureichend ausgeprägter Handdominanz und mit motorischen Auffälligkeiten einhergehen (vgl. Ayres, 1961; Wiegersma, 1972; Frostig, 1973; Neuhäuser, 1984). Aber auch Lernschwierigkeiten und Verhaltensauffälligkeiten werden mit Störungen des Körperschemas in Verbindung gebracht. Daher enthalten die sogenannten psychomotorischen Übungsprogramme, die darauf abzielen, Verhaltensstörungen unterschiedlicher Art durch das Medium Bewegung zu therapieren (z.B. Kephart, 1960, Frostig, 1973), in großer Übereinstimmung Übungen, die die rechts-links Unterscheidung und die Entwicklung des Körperschemas fördern sollen. Leider wird das Konstrukt Körperschema in der Literatur keineswegs exakt und einheitlich definiert, was sich in der Verwendung von Begriffen wie Körperimago, Körperbewusstsein, Körperbegriff und Körpergefühl für dieses Konstrukt niederschlägt (vgl. Frostig, 1973, S. 44-52; Knapczyk & Liemohn, 1976, S. 678; Singer, 1980, S. 320-322; Paulus, 1982, S. 16-19).

Im Folgenden wird versucht, einige grundlegende Ergebnisse zum Phänomen Lateralität bzw. Händigkeit zusammenzufassen und zu diskutieren. Bei der kaum überschaubaren Anzahl von Veröffentlichungen zum Thema Lateralität können keineswegs alle relevanten Arbeiten berücksichtigt werden, und die Auswahl der zitierten Arbeiten bleibt notwendigerweise subjektiv. Ausgehend von der Beschreibung und Diskussion der wesentlichen Messverfahren sollen Befunde zur Entwicklung der Händigkeit und des Körperschemas sowie empirische Ergebnisse zu der von verschiedenen Forschern erwarteten Beziehung zwischen Lateralität und dem Konstrukt Körperschema vorgestellt werden. Mit Blick auf vorliegende Hypothesen zur Entstehung des Phänomens Händigkeit kommt dem zeitlichen Verlauf der Lateralisierung und dem Zusammenhang zwischen Händigkeit und kognitiven und motorischen Leistungen eine besondere Bedeutung zu.

## **1 Methoden zur Erfassung von Lateralität und Körperschema**

Eine Möglichkeit, die Händigkeit einer Person zu ermitteln, besteht darin, sie zu fragen, ob sie Rechts- oder Linkshänder sei; bei Kindern kann diese Frage an die Eltern gestellt werden. Ein solches Vorgehen ist jedoch keineswegs unproblematisch, weder bei Kindern noch bei Erwachsenen. Da keineswegs alle Personen ausschließlich eine Hand bei allen unimanuellen Tätigkeiten benutzen, kann nicht mit Sicherheit gesagt werden, welche Tätigkeit zur Selbstklassifikation bzw. zur Einstufung durch die Eltern herangezogen wird. Relativ viele Linkshänder benutzen z.B. aufgrund des Drucks von Elternhaus und Schule die rechte Hand zum Schreiben. Selbst Rechtshänder verwenden für alle unimanuellen Tätigkeiten keineswegs ausschließlich ihre Vorzugshand, und selbst wenn sie eine Hand für eine Tätigkeit bevorzugen, benutzen sie hierfür keineswegs immer konsistent ihre Vorzugshand. Bei Linkshändern ist diese Tendenz noch stärker ausgeprägt. Daher wurde vorgeschlagen, mittels Fragebogen zu erheben, welche Hand bei bestimmten, genau vorgegebenen Tätigkeiten jeweils benutzt wird, z.B. mit welcher Hand jemand schreibt, einen Ball wirft, einen Tennisschläger hält oder Brot schneidet (Beispiel siehe Anhang). Allerdings stimmen die Antworten nicht immer mit dem tatsächlichen Verhalten überein - selbst bei Erwachsenen. Entsprechend kann es kaum überraschen, dass auch die Angaben von Eltern zur Händigkeit ihrer Kinder nicht immer zutreffen. Daher wurde empfohlen, zur Ermittlung der Händigkeit die Probanden bestimmte manuelle Tätigkeiten ausführen zu lassen (Springer & Deutsch, 1987, S. 87). Sowohl McCarthy (1972) als auch Tan (1985) entwickelten ein Inventar von Aufgaben (4 bzw. 13), die bereits für das Vorschulalter geeignet sind.

Bei Kleinkindern kann man registrieren, mit welcher Hand das Kind nach einem möglichst attraktiven Gegenstand greift, der wiederholt so dargeboten wird, dass er sich in gleichem Abstand von beiden Händen befindet. Bei Säuglingen kann man messen, wie lange ein ergriffener Gegenstand mit jeder Hand festgehalten wird und aus der Dauer auf die Händigkeit schließen (vgl. z.B. Kinsbourne & Hiscock, 1983; Mao, Fan &

Over, 1983). Ein eher ethologischer Ansatz besteht darin, Kinder beim Spielen zu beobachten und zu registrieren, welche Hand bevorzugt wird (meist anhand von Video-Aufnahmen, vgl. z.B. Rice, Plomin & DeFries, 1984). Hierbei kann ermittelt werden, mit welcher Hand nach einem Gegenstand gegriffen und wie lange dieser Gegenstand festgehalten wird (Provins, Dalziel & Higginbottom, 1987).

Ein weiterer Ansatz zur Untersuchung der Seitigkeit liegt darin, nicht die Präferenz für eine Hand heranzuziehen, sondern die Leistung beider Hände bei bestimmten, meist feinmotorischen Geschicklichkeitsaufgaben zu ermitteln, z.B. dem schnellen Einstecken von Stiften in vorgebohrte Löcher. Die laterale Dominanz kann dann als Differenz zwischen der Leistung beider Hände ausgedrückt werden. In diesem Falle oder wenn anhand einer Reihe von Tätigkeiten die jeweils bevorzugte Hand bestimmt wird, liegt es nahe, die Händigkeit als Kontinuum von extrem rechtshändig bis extrem linkshändig aufzufassen, wobei fließende Übergänge zwischen Rechtshändern, Ambidextrern und Linkshändern möglich sind. Damit kommt der Festlegung der Grenzen zwischen den Klassen eine entscheidende Bedeutung für die Häufigkeiten in diesen Klassen zu. Mit derartigen Verfahren lässt sich nicht nur feststellen, welche Hand dominant ist, sondern auch, wie stark die Überlegenheit dieser Hand ist (vgl. hierzu McManus et al., 1988).

Ein Verfahren, bei dem die Händigkeit aufgrund einer Geschicklichkeitsaufgabe ermittelt wird und das für Kinder geeignet ist, ist der Leistungs-Dominanz-Test LDT (Schilling, 1974). Beim LDT hat das Kind mit der rechten und der linken Hand mit einem Spezialstift Punkte in kleine Kreise von 2 mm Durchmesser zu setzen. Aus der Leistung der rechten und der linken Hand wird ein sogenannter Dominanzindex errechnet, der die Ausprägung der Händigkeit angibt.

Ähnliche Probleme wie bei der Ermittlung der dominanten Hand bestehen bei der Bestimmung des dominanten Auges, Ohres oder Fußes. Auch hier empfiehlt es sich, mit Blick auf die Validität, nicht nur eine Aufgabe zur Bestimmung der Dominanz heranzuziehen und gerade im Kindesalter die Aufgaben wirklich ausführen zu lassen. Dabei ist zu beachten, dass die Präferenz bei Auge und Ohr in hohem Maße aufgabenspezifisch zu sein scheint (vgl. Cratty, 1975, S. 244; Longoni & Orsini, 1988) und generell eine realistische Aufgabenstellung (z.B. das Kicken eines "richtigen" Balles über eine größere Entfernung) die Reliabilität erhöht (Whittington & Richards, 1987, S.48). Da in verschiedenen Studien unterschiedliche Methoden bei der Lateralitätsbestimmung zur Anwendung kommen, ist es kaum verwunderlich, dass Angaben zur Häufigkeit der Dominanz bei Hand, Fuß, Auge und Ohr differieren können; bei der Händigkeit sind die Angaben zu Ambidextrern in besonderem Maße methodenabhängig.

Noch schwerwiegender als bei der lateralen Dominanz sind die Probleme bei der Ermittlung des Konstrukts Körperschema. Als erstes Anzeichen dafür, dass ein Kind eine Vorstellung von seinem Körper besitzt, gilt die Fähigkeit, bestimmte Körperteile bei sich selbst identifizieren zu können, indem es nach Aufforderung auf einen Körperteil deutet (vgl. Zaichkowsky, Zaichkowsky & Martinek, 1980, S. 74). Dies gelingt in der Regel, bevor

ein Kind sprechen kann.

Um das Körperschema bei Kindern zu erfassen, wurden verschiedene Meßverfahren entwickelt, z.B. der Southern California Perceptual-Motor Test (Ayres, 1968) oder Cratty's Body Perception Test (Cratty, 1979). Das am häufigsten verwendete Verfahren dürfte jedoch der Mensch-Zeichen-Test MZT sein; dabei wird vorausgesetzt, dass die Zeichnung die Vorstellung des Kindes von sich selbst widerspiegelt (vgl. z.B. Machover, 1949; McAninch, 1966). Allerdings zeigen sich keineswegs bei allen Untersuchungen zur Validierung dieses Verfahrens die erwarteten hohen Zusammenhänge mit anderen Verfahren, die ebenfalls das Körperschema erfassen sollen (Maloney & Payne, 1969, eine Zusammenfassung verschiedener Ergebnisse zum MZT findet sich bei Swensen, 1968). Zudem kann nicht ausgeschlossen werden, dass z.B. auch Intelligenz, Übung und Zeichenfertigkeit die Leistung im MZT beeinflussen, da die Auswertung dieses Verfahrens meist in Anlehnung an die Empfehlungen von Goodenough (1926) vorgenommen wird. Daher wurde von Krombholz (1976) ein Auswertungsverfahren entwickelt, das dem Aspekt Körperschema stärker Rechnung tragen sollte; hierbei werden sowohl die gezeichneten Körperteile als auch die Körperproportionen berücksichtigt. Bei 57 Schülern einer 1. und 2. Klasse, die den MZT zweimal im Abstand von drei Tagen durchführten, ergaben sich Retest-Reliabilitäts-Koeffizienten von  $r=.77$  für die Gesamtpunktzahl. Der Unterschied zwischen 1. und 2. Testdurchführung war nur gering und nicht signifikant. Die Übereinstimmung zwischen verschiedenen Auswertern des Verfahrens betrug  $r=.92$  (Krombholz, 1989a).

## **2 Befunde zur Entwicklung von Lateralität und Körperschema**

### **2.1 Die Entwicklung der Händigkeit**

Für das Verständnis des Phänomens Lateralität ist es von Bedeutung, ob morphologische und funktionelle Asymmetrien entwicklungsabhängig sind. Bereits beim Säugling sind Asymmetrien der Gehirnhälften feststellbar, wobei die temporale Sprachregion (Planum temporale) auf der linken Hirnseite - analog den Verhältnissen bei Erwachsenen - meist stärker ausgeprägt ist (Kinsbourne & Hiscock, 1983, S. 223). Eccles (1987, S. 371) berichtet, dass dies bereits bei Neugeborenen und sogar bei 29 Wochen alten Föten der Fall ist. Ebenfalls können Asymmetrien bezüglich der Haltung bei Neugeborenen beobachtet werden. So drehen Neugeborene ihren Kopf spontan eher nach rechts als nach links und auch beim tonischen Nacken-Reflex zeigt sich eine Präferenz der rechten Seite, indem Kopf und Augen bevorzugt nach rechts gedreht werden und der rechte Arm ausgestreckt wird. Nach Kinsbourne & Hiscock (1983, S. 224) korreliert diese frühe Seitigkeit mit der späteren Handpräferenz und zeigt, dass meist die linke Hälfte des Gehirns bereits sehr früh dominant ist.

Anzeichen für die Dominanz einer Hand lassen sich bereits in frühem Alter belegen. Bei Säuglingen im Alter von nur 17 Tagen und im Alter von 3 Monaten konnte nachge-

wiesen werden, dass sie Gegenstände länger in der rechten Hand halten (Kinsbourne & Hiscock, 1983, S. 224). Allerdings wurde diese frühe Dominanz von anderen Autoren nicht bestätigt (Strauss, 1982; Mao, Fan & Over, 1983). Für das Greifen nach Objekten lässt sich ab etwa 7 Monaten (Cohen, 1966; Ramsay, 1980) und für den Gebrauch eines Gegenstandes (Schlagen auf ein Xylophon) ab 15 Monaten eine Präferenz für die rechte Hand belegen (Ramsay, 1979). Rose (1984) fand - mit einem Test, bei dem die Kinder nach dargebotenen Gegenständen greifen (Ramsay, Campos & Fenson, 1979) - bei Einjährigen (N=34), Zweijährigen (N=38) und Dreijährigen (N=33) bereits 82, 68 und 79 Prozent Rechtshänder; der Anteil der Linkshänder betrug 12, 19 und 12 Prozent; keine eindeutige Bevorzugung einer Hand konnte nur bei 6, 13 und 9 Prozent der jeweiligen Altersstufen beobachtet werden. McManus et al. (1988) gaben den Anteil der Linkshänder bei 3-, 4-, 5- und 7jährige wie folgt an: 11.7, 13.0, 15.5 und 6.7 Prozent (N=314).

In einer Untersuchung von Provins, Dalziel & Higginbottom (1987), die 22 Kinder im Alter von 6 Monaten bis 2.5 Jahren beim freien Spiel an 11 Tagen jeweils 8 Stunden lang beobachteten, gebrauchten 17 häufiger die rechte Hand, um Gegenstände zu ergreifen, und 14 hielten Gegenstände länger in der rechten Hand. Demnach betrug der Anteil der Rechtshänder nach der Häufigkeit des Gebrauchs einer Hand 77 Prozent, nach der Dauer des Haltens 63 Prozent. Demgegenüber konnten Rice, Plomin & DeFries (1984), die die Interaktion von insgesamt 272 Kindern mit ihren Müttern in weitgehend standardisierten Situationen analysierten, nur bei 10 Prozent der 12 Monate alten und bei 30 Prozent der 24 Monate alten Kinder eine eindeutige Bevorzugung einer Hand nachweisen. - Da Datenerhebung und Auswertung in den beiden zuletzt genannten Studien durchaus vergleichbar sind, ist die erhebliche Diskrepanz der Ergebnisse nur schwer nachvollziehbar.

In Tabelle 1 sind Ergebnisse einer Querschnittuntersuchung (McCarthy 1972, zit. nach Zaichkowsky, Zaichkowsky & Martinek, 1980, S. 76) und dreier Längsschnittstudien zur Entwicklung der Händigkeit im frühen Schulalter zusammengefasst. In der Studie von McCarthy galt ein Kind als rechts- bzw. linkshändig, wenn es bei mindestens 3 von 4 Aufgaben die entsprechende Hand benutzte, die übrigen Fälle wurden einer Kategorie „Dominanz nicht feststellbar“ bzw. „unklar“ (hier nicht berücksichtigt) zugeordnet. Whittington & Richards (1987) ermittelten bei mehr als 11000 Kindern im Alter von 7 und 11 Jahren die Händigkeit mittels zweier Tätigkeiten (Schreibstift halten, Ball werfen), Krombholz (1988, 2008) verwendete den Leistungs-Dominanz-Test LDT (Schilling, 1974, 2009), bei dem die feinmotorische Leistung beider Hände anhand einer Papier-Schreibstift-Aufgabe bestimmt wird im Kindergarten- und im Grundschulalter. Obwohl der Anteil der Ambidexter in den Untersuchungen methodenbedingt nicht unerheblich differiert, zeigt sich eine Abnahme des Anteils beidhändiger Kinder mit zunehmendem Alter. Im Kindergartenalter fand sich ein höherer Anteil von Jungen unter Linkshändern und Ambidextern (Krombholz, 2008), dagegen konnte Krombholz (1988) im Grundschulalter hinsichtlich der Händigkeit keine Unterschiede zwischen Jungen und Mädchen nachweisen, wohingegen Whittington & Richards (1987) fanden, dass Jungen

bei den Linkshändern überrepräsentiert waren.

**Tabelle 1: Handdominanz im Vorschul- und Grundschulalter nach McCarthy (1972), Krombholz (1988b\*, 2008\*\*) und Whittington & Richards (1987\*\*\*) (Angaben in Prozent)**

Alter	N	Rechts- händer	Links- händer	Ambi- dexter	
30 Monate	102	53.9	3.9	33.3	
36 Monate	104	66.3	3.9	24.0	
42 Monate	100	70.0	2.0	26.0	
48 Monate	102	67.7	3.0	27.5	
54 Monate	104	64.4	5.7	27.9	
58 Monate	602	85.4	8.5	6.1	**
68 Monate	600	84.8	9.8	5.3	**
72 Monate	470	84.0	11.1	4.9	**
82 Monate *	757	83.4	7.8	8.9	*
84 Monate *	11032	79.3	7.2	13.2	***
91 Monate *	769	85.2	7.2	7.7	*
102 Monate *	632	85.3	8.5	6.2	*
132 Monate *	11032	87.3	8.0	4.7	**

Auch wenn das Alter, ab dem eine Hand dominiert, sich nicht genau angeben lässt, kann davon ausgegangen werden, dass die meisten Kinder bereits sehr früh ihre rechte Hand bevorzugen. Weitgehend ungeklärt bleibt jedoch, wie sich die Präferenz für eine Hand bei einzelnen Kindern entwickelt, ob das Bevorzugen einer Hand die Geschicklichkeit dieser Hand gegenüber der anderen weiter steigert und ob und aus welchen Gründen Kinder ihre bevorzugte Hand wechseln.

Zwar wurde verschiedentlich berichtet, dass Kinder in ihrer Entwicklung Phasen durchlaufen, in denen die bevorzugte Hand wechselt, diese Befunde blieben jedoch nicht unwidersprochen (Kinsbourne & Hiscock, 1983, S. 224; Annett, 1985, S. 66). Es finden sich jedoch auch noch im Schulalter Kinder, bei denen ein Wechsel der Händigkeit erfolgt. So berichten Whittington & Richards (1987), die die Daten einer Längsschnittuntersuchung auswerteten, an der mehr als 11000 Kinder teilnahmen, dass von den im Alter von 7 Jahren als Rechtshänder eingestuft 1.8 Prozent im Alter von 11 Jahren nicht mehr als Rechtshänder klassifiziert wurden; bei den Linkshändern und den Ambidextern lag dieser Prozentsatz mit 7 und 80 Prozent wesentlich höher (Whittington & Richards, 1987, S. 48). Die Händigkeit wurde jeweils nach der Präferenz bei zwei Tätigkeiten (Schreibstift halten, Ball werfen) bestimmt.

Auch in den von Krombholz (1988b und 2008) untersuchten Stichproben (jeweils N>500) im Vorschul- und Grundschulalter, bei der die Händigkeit aufgrund der

relativen Geschicklichkeit beider Hände bestimmt wurde (mittels des LDT), gab es Kinder, deren Händigkeit sich in den ersten beiden Schuljahren veränderte (Krombholz, 1989b, 2008). Von den zu Beginn des Kindergartens als rechtshändig eingestuften Kindern wurden am Ende des Kindergartens 5 % als linkshändig eingestuft, von den linkshändigen waren es 29 % die als rechtshändig eingestuft wurden. Bei den Grundschulern wurden 2 % der am Beginn des 1. Schuljahres als Rechtshänder eingestuft Kinder am Ende des 2. Schuljahres als Linkshänder klassifiziert, von den Linkshändern waren es 17 Prozent, die am Ende des 2. Schuljahres als Rechtshänder klassifiziert wurden. Übergänge zwischen Ambidextern und Links- und Rechtshändern waren noch häufiger. Von den bei der Einschulung als Ambidexter eingestuften Kindern wurden am Ende des 2. Schuljahres lediglich 13 Prozent immer noch als Ambidexter klassifiziert (vgl. Tabelle 2). Die deutlichsten Veränderungen traten im Verlauf des 1. Schuljahres auf, im 2. Schuljahr waren Wechsel auch bei Linkshändern und Ambidextern eher selten: Von den Kindern, die am Ende des 1. Schuljahres als Linkshänder klassifiziert worden waren, wurden 92 Prozent auch am Ende des 2. Schuljahres als Linkshänder eingestuft. Daher erscheint es naheliegend, den Wechsel der Händigkeit auf den Einfluss der Schule zurückzuführen. In der Schule müssen sich die Kinder mit einer Vielzahl von Papier-Schreibstift-Aufgaben auseinandersetzen. Für Kinder, bei denen noch keine eindeutige Überlegenheit einer Hand nachgewiesen kann, könnte es von Vorteil sein, nur noch eine Hand, vorzugsweise die rechte, zum Schreiben und Zeichnen zu benutzen, wodurch sich die Geschicklichkeit dieser Hand steigert. Dieser Prozess erfolgt offensichtlich in den meisten Fällen im Verlauf des 1. Schuljahres und betrifft vor allem Ambidexter, aber auch Linkshänder. Für diese Annahme sprechen Beobachtungen, wonach Personen ohne formale Schulausbildung häufiger beidhändig sind, zumindest aufgrund der Geschicklichkeit beider Hände (Swelam, 1989). Allerdings konnte Annett (1968, zit. nach Ullmann, 1974, S. 261f) anhand von Querschnittsdaten die Erwartung nicht bestätigen, dass mit zunehmendem Alter eine Hand infolge der unterschiedlichen Übung gegenüber der anderen Hand relativ geschickter wird. Hinsichtlich der relativen Geschicklichkeit beider Hände zeigten sich bei 3.5- bis 15jährigen Kindern, 102 Jungen und 123 Mädchen, keine Unterschiede zwischen den verschiedenen Altersstufen.



**Tabelle 2: Stabilität der Handdominanz im Kindergarten- (Krombholz, 2008) und im Grundschulalter (Krombholz, 1989b) (Angaben in Prozent)**

<b>Beginn</b> <b>1. Jahr im KiGa</b>	<i>Ende 1. Jahr im KiGa</i>			<i>Ende 2. Jahr im KiGa</i>		
	<b>Rechts- händer</b>	<b>Links- händer</b>	<b>Ambi- dexter</b>	<b>Rechts- händer</b>	<b>Links- händer</b>	<b>Ambi- dexter</b>
<b>Rechtshänder</b>	<b>93</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>91</b>	<b>5</b>	<b>5</b>
<b>Linkshänder</b>	<b>39</b>	<b>57</b>	<b>5</b>	<b>29</b>	<b>62</b>	<b>9</b>
<b>Ambidexter</b>	<b>65</b>	<b>15</b>	<b>19</b>	<b>86</b>	<b>14</b>	<b>0</b>

  

<b>Beginn</b> <b>1. Schuljahr</b>	<i>Ende 1. Schuljahr</i>			<i>Ende 2. Schuljahr</i>		
	<b>Rechts- händer</b>	<b>Links- händer</b>	<b>Ambi- dexter</b>	<b>Rechts- händer</b>	<b>Links- händer</b>	<b>Ambi- dexter</b>
<b>Rechtshänder</b>	<b>94</b>	<b>2</b>	<b>5</b>	<b>94</b>	<b>2</b>	<b>4</b>
<b>Linkshänder</b>	<b>22</b>	<b>62</b>	<b>16</b>	<b>17</b>	<b>64</b>	<b>19</b>
<b>Ambidexter</b>	<b>66</b>	<b>14</b>	<b>20</b>	<b>63</b>	<b>24</b>	<b>13</b>

Die relativ häufigen Wechsel der Händigkeit bei linkshändigen und beidhändigen Kindern im Kindergarten- (Krombholz 2008) und im Grundschulalter (Krombholz, 1989b, Whittington & Richards, 1987) stehen im Einklang mit Vermutungen, wonach Linksseitigkeit und Beidseitigkeit weniger stabile Eigenschaften sind als Rechtsseitigkeit und dass Linksseitigkeit keineswegs als Seitenumkehrung der Hemisphärendominanz angesehen werden darf (vgl. Schenck, 1972, S. 135; Springer & Deutsch, 1987, S. 93). Obwohl sich die Haltung gegenüber früher deutlich liberalisiert hat, sind Linkshänder und Ambidexter auch heute noch einem sozialen Druck zum Gebrauch der rechten Hand ausgesetzt und zumindest ein Teil dieser Kinder, entgegen ihrer Anlage, mit der weniger geschickten Hand schreibt. Da auf rechtshändige Kinder kaum ein Druck zum Gebrauch der kontralateralen Hand ausgeübt wird, könnten die - seltenen - Wechsel der Händigkeit bei den Rechtshändern ausschließlich traumatisch bedingt sein. Derzeit kann jedoch nicht ausgeschlossen werden, dass es sich bei den bislang vorliegenden Ergebnissen zum Wechsel der Händigkeit bei rechtshändigen Kindern (Krombholz, 1989b, 2008, Whittington & Richards, 1987) um ein Methodenartefakt handelt, das allein auf Fehlklassifikationen beruht.

Zwar beschränken sich die meisten Untersuchungen zur Lateralität auf die Händigkeit, es liegen aber auch Angaben zur Entwicklung der funktionellen Dominanz bei anderen

paarig angelegten Organen vor. Aufgrund der Ergebnisse von Belmont & Birch (1963) an insgesamt 148 Kindern im Alter von 5 bis 11 Jahren bevorzugten 76 Prozent die rechte Hand, 53 Prozent den rechten Fuß und 85 Prozent das rechte Auge, bei 14, 26 bzw. 4 Prozent zeigte sich keine eindeutige Präferenz einer Seite (Belmont & Birch, 1963, S. 262).

Longoni & Orsini (1988) fanden die in Tabelle 3 zusammengestellte Verteilung der Bevorzugung von Hand, Fuß, Auge und Ohr für Kinder im Alter von 3 bis 6 Jahren. Zur Ermittlung der dominanten Seite wurden für die Hand 6, für Fuß und Auge je 3 und für das Ohr 2 Aufgaben herangezogen. Weder zwischen den untersuchten Altersstufen noch zwischen Jungen und Mädchen waren die Unterschiede in den Verteilungen bedeutsam. In Tabelle 3 sind zusätzlich die Ergebnisse von Whittington & Richards (1987, S. 48) für 7- und 11jährige bezüglich der Dominanz von Hand, Fuß und Auge dargestellt. Es wurden jeweils zwei Aufgaben zur Ermittlung der Dominanz herangezogen, lediglich bei den 11jährigen wurde für Fuß und Auge nur jeweils eine Aufgabe durchgeführt, so dass die Kategorie "gemischt" hier nicht vorkommt.

**Tabelle 3: Lateralität bei Kindern im Alter von 4 bis 6 Jahren (Longoni & Orsini, 1988, S.535) und im Alter von 7 und 11 Jahren (Whittington & Richards, 1987, S.48) (Angaben in Prozent)**

		Longoni & Orsini (1988)			Whittington & Richards (1987)	
Anzahl		4 Jahre	5 Jahre	6 Jahre	7 Jahre	11 Jahre
<u>Hand</u>	rechts	61.5	68.7	63.7	79.3	87.3
	links	2.0	.8	2.2	7.5	8.0
	gemischt	36.5	30.5	34.1	4.7	
<u>Fuß</u>	rechts	75.0	64.8	60.4	57.9	88.7
	links	5.8	4.7	5.5	6.5	11.3
	gemischt	19.2	30.5	34.1	35.5	-
<u>Auge</u>	rechts	59.6	57.8	60.4	59.3	68.1
	links	13.4	6.3	4.4	32.9	31.9
	gemischt	27.0	35.9	35.2	7.8	-
<u>Ohr</u>	rechts	55.8	53.9	52.7	k.A.	k.A.
	links	13.5	10.1	8.8		
	gemischt	30.7	35.9	38.5		

k.A.: Dominanz wurde nicht überprüft

Bei männlichen Erwachsenen (N=192) fanden Brown & Taylor (1988) bei 83 Prozent eine Bevorzugung des rechten und bei 15 Prozent des linken Fußes beim Kicken eines Balles, bei 2 Prozent konnte keine Bevorzugung einer Seite nachgewiesen werden. Bei 72 Prozent war das rechte, bei 25 Prozent das linke Auge dominant, bei 3 Prozent zeigte sich keine Bevorzugung eines Auges. Wenn bei einer Person eine Bevorzugung einer Hand festgestellt werden kann, so ist damit keinesfalls gesagt, dass auch die übrigen gleichseitigen Organe die dominanten sind. Abgesehen von der Übereinstimmung zwischen Händigkeit und Füßigkeit (vgl. Annett, 1985, S. 237) sind die Zusammenhänge zwischen Händigkeit, Füßigkeit, Äugigkeit und der Bevorzugung eines Ohres eher gering und eine "gekreuzte Dominanz" ist nicht ungewöhnlich. Ein linkshändiges Kind ist daher keineswegs in jedem Falle auch linksfüßig. Bei derartigen Analysen ist zu beachten, dass aufgrund der Schiefe der Verteilung der Lateralität allein aufgrund des Zufalls eine hohe Übereinstimmung - insbesondere bei Rechtsseitigkeit - zu erwarten ist (vgl. Coren, Porac & Duncan, 1981; Longini & Orsini, 1988).

Belmont & Birch (1963) fanden, dass bei knapp der Hälfte der von ihnen untersuchten Kindern sich die bevorzugte Hand und das bevorzugte Auge auf der gleichen Körperseite befinden. Auch Rymer et al. (1984) berichten von nur geringen Zusammenhängen zwischen Händigkeit und Äugigkeit bei japanischen Kindern. Longini & Orsini (1988), die bei 4- bis 6jährigen die Bevorzugung von Hand, Fuß, Auge und Ohr ermittelten, fanden nur zwischen Hand und Fuß und zwischen Auge und Ohr mit 87 bzw. 62 Prozent eine mehr als zufällige Übereinstimmung. Nach Whittington & Richards (1987) liegen bei 95 Prozent der 7jährigen und bei 93 Prozent der 11jährigen die bevorzugte Hand und der bevorzugte Fuß auf der gleichen Körperseite; die Übereinstimmung zwischen der Dominanz bei Hand und Auge beträgt in beiden Altersstufen 73 Prozent.

Auch bei Erwachsenen bestehen eher überzufällige Zusammenhänge zwischen der Präferenz bei Hand und Fuß als zwischen Hand und Auge und Auge und Fuß (Gur & Gur, 1977; Brown & Taylor, 1988). Obwohl auch die Angaben zur Verteilung der Händigkeit bei verschiedenen Untersuchern keineswegs immer übereinstimmen, besonders hinsichtlich der Ambidexter, sind die Differenzen in den Ergebnissen zur Dominanz bei Fuß, Auge und Ohr noch gravierender. Dies dürfte vor allem darauf zurückzuführen sein, dass verschiedene Autoren unterschiedliche Indizes und - falls sie mehrere Aufgaben zur Ermittlung der Dominanz verwenden - unterschiedliche Kriterien für Rechts- und Linksseitigkeit und insbesondere Beidseitigkeit heranziehen. Nach den vorliegenden Befunden ist die Lateralisation bei Auge und Ohr nicht so stark ausgeprägt wie bei der Hand und die Präferenz bei diesen Organen ist in hohem Maße aufgabenspezifisch (vgl. Cratty, 1975, S. 244; Longoni & Orsini, 1988). Hinzukommt, dass bei den besonders verbreiteten Methoden zur Bestimmung der Dominanz beim Auge (z.B. Zielen) oder Ohr (z.B. Benützen des Telefons) die Hand beteiligt ist und daher kaum zu kontrollierende Wechselwirkungen mit der Händigkeit zu erwarten sind.

## 2.2 Händigkeit und kognitive und motorische Leistungsfähigkeit

Untersuchungen zum Zusammenhang von Lateralität und kognitiven, aber auch motorischen Leistungen haben besondere Bedeutung für das sogenannte Pathologiemodell der Händigkeit, wonach Linkshändigkeit grundsätzlich oder überwiegend pathologisch bedingt ist (Bakan, 1971). Wird die Linkshändigkeit tatsächlich durch Hirnschäden hervorgerufen, so sollten gleichzeitig auch verschiedene geistige und motorische Leistungen bei Linkshändern mitbetroffen sein.

Zu ähnlichen Erwartungen führen Annahmen, wonach eine "abweichende Sprachlateralisation", d.h. das Sprachzentrum befindet sich nicht in der Hirnhemisphäre, die der bevorzugten Hand gegenüberliegt, mit kognitiver Leistungsminderung einhergeht. Da bei fast allen Rechtshändern und bei etwa einem Drittel der Linkshänder sich das Sprachzentrum in der linken Hirnhälfte befindet, weisen Linkshänder häufiger eine abweichende Sprachlokalisation auf (Kinsbourne & Hiscock, 1983, S. 237). Sowohl nach dem Pathologiemodell als auch der These eines Zusammenhangs von Sprachlokalisation und Leistungsfähigkeit sollten Linkshänder in kognitiven und motorischen Leistungstests schlechter abschneiden als Rechtshänder. Nach der These der abweichenden Sprachlokalisation sollten Linkshänder zusätzlich eine größere Variation in den Leistungen zeigen als Rechtshänder.

Bei der Bewertung von Untersuchungen zum Zusammenhang zwischen Lateralisation und schulischen Leistungen ist zu beachten, dass Kinder, die zum Schreiben mit der nicht bevorzugten Hand gezwungen werden, besonders am Anfang der Schulzeit einer besonderen Belastung ausgesetzt sind, die sich negativ auf den Schulerfolg auswirken dürfte. Hiervon sind in erster Linie ihrer Anlage nach linkshändige Kinder betroffen. Wie die Lateralität dieser Kinder bei entsprechenden Untersuchungen eingestuft wird, ist jedoch keineswegs eindeutig: Aufgrund ihrer Schreibhand sind sie rechtshändig, anhand anderer Kriterien (z.B. Ball werfen) linkshändig; werden mehrere Kriterien herangezogen, können sie als beidhändig gelten.

Für die Befürchtung, dass Linkshändigkeit, nicht genügend ausgeprägte Seitigkeit oder gekreuzte Dominanz sich negativ auf die kognitive oder motorische Leistungsfähigkeit auswirken, konnten bisher weder bei Kindern im Schulalter noch bei Erwachsenen eindeutige empirische Hinweise gefunden werden (vgl. Ullmann, 1974, S. 304f; Cratty, 1975, S. 244; Kinsbourne & Hiscock, 1983, S. 237; Zaichkowsky, Zaichkowsky & Martinek, 1980, S. 76; Sunseri, 1982; Springer & Deutsch, 1987, S. 97-98). Auch in den schulischen Leistungen konnten keine Unterschiede zwischen rechts- und linkshändigen Kindern nachgewiesen werden (Annett & Turner, 1974; Fagan-Dubin, 1974; Hardyck, Petrinoich & Goldman, 1976, Krombholz, 1993). Ebenfalls konnte die Vermutung nicht bestätigt werden, dass ein Zusammenhang zwischen nicht genügend ausgeprägter Seitigkeit und Legasthenie besteht (Hiscock & Kinsbourne, 1982). Allerdings scheint im Vorschulalter unvollkommene Lateralisation mit einer verminderten motorischen

Leistungsfähigkeit einherzugehen (vgl. Kaufman, Zalma & Kaufman 1978, Tan 1985).

Roberts & Engle (1974) verglichen die Leistungen von mehr als 7000 Rechts- und Linkshändern im Alter von 6 bis 11 Jahren im Wechsler-Intelligenz-Test. Die Leistungen der insgesamt 762 Linkshänder unterschieden sich nicht von denen der Rechtshänder. Hardyck, Petrinovich & Goldman (1976) fanden ebenfalls keine Unterschiede in einer Testbatterie von kognitiven Leistungstests zwischen 6947 rechts- und 741 linkshändigen Kindern (nach Kinsbourne & Hiscock, 1983, S. 237). Mit einer Reihe von motorischen Tests konnte Tan (1985) keine Unterschiede zwischen rechts- und linkshändigen Vierjährigen nachweisen, dagegen schnitten solche Kinder in den motorischen Tests schlechter als Rechtshänder ab, die, bei insgesamt 13 Aufgaben, keine eindeutige Bevorzugung einer Hand erkennen ließen. Für diese Analysen wurden die in einer Population von 512 Vorschulkindern ermittelten 41 Linkshänder und 23 Ambidexter mit der gleichen Zahl von - nach Geschlecht und Alter parallelisierten - Rechtshändern verglichen.

Auch Whittington & Richards (1987), die die kognitiven Leistungen von Rechtshändern (N=8109), Linkshändern (N=646) und Ambidextern (N=263) im Alter von 11 Jahren untersuchten, konnten trotz der großen Anzahl von Beobachtungen signifikant schlechtere Leistungen der Linkshänder nur hinsichtlich der verbalen Intelligenz belegen; weder bei der nicht-verbalen Intelligenz noch bei den Leistungen im Lesen und in Mathematik waren die Unterschiede zwischen den drei Gruppen bedeutsam.

Krombholz (1988b) ermittelte die Leistungen von Rechtshändern (N=630), Ambidextern (N=58) und Linkshändern (N=78) im Grundschulalter mit einer Reihe kognitiver und motorischer Tests. Zu Beginn des 1. Schuljahres und am Ende des 1. und des 2. Schuljahres konnten mit Varianzanalysen Unterschiede zwischen den drei Gruppen weder bei den kognitiven noch bei den grobmotorischen Leistungen nachgewiesen werden, allerdings betrug die Irrtumswahrscheinlichkeit für die Intelligenz (CFT 1, Weiss & Osterland, 1976)  $p=.018$ , wobei die Rechtshänder - wie bei den meisten der verwendeten Schulleistungstests - die höchsten Werte erzielten. Dagegen übertrafen die Linkshänder in fast allen Sporttests (zwei Untertests des Körperkoordinationstests für Kinder KTK, Kiphard & Schilling, 1974 und dem Internationalen Standard Fitness Test ISFT, Kirsch, 1968) die Rechtshänder, und Ambidexter erzielten in allen grobmotorischen Tests schlechtere Ergebnisse als Rechts- und Linkshänder, allerdings konnten die Unterschiede nicht statistisch abgesichert werden. Zwischen Rechts- und Linkshändern ließen sich selbst für die Griffstärke beider Hände keine Unterschiede nachweisen; demnach ist die geschicktere Hand keinesfalls gleichzeitig die eindeutig stärkere Hand. Von ähnlichen Ergebnissen berichten Ullmann (1974, S. 85ff) und Lewandowski et al. (1982). Weder bei den motorischen noch bei den kognitiven Testverfahren konnte die Hypothese, dass die Varianz der Leistungen bei den Linkshändern größer als bei den Rechtshändern ist, bestätigt werden (Krombholz, 1988b).

Auch im Vorschulalter konnten keine Unterschiede zwischen Rechtshändern (N>397), Linkshändern (N>45) und Ambidextrern (N>20) am Beginn der Kindergartenzeit und nach einem bzw. zwei Jahren im Kindergarten hinsichtlich motorischer Leistungen (gemessen mit der MoTB 3-7, Krombholz 2011) und kognitiver Leistungen (Wortschatz, Konzentration, Intelligenz) nachgewiesen werden (Krombholz, 2008).

Die Ergebnisse umfangreicher Studien, die übereinstimmend keine wesentlichen Unterschiede zwischen Links- und Rechtshändern hinsichtlich ihrer kognitiven Leistungen nachweisen konnten, stehen nur scheinbar in Widerspruch zu zahlreichen Befunden, wonach Linkshänder in Personengruppen mit geringer kognitiver Leistungsfähigkeit (z.B. Sonderschülern) überrepräsentiert sind. In solchen Gruppen sind so genannte "pathologische" Linkshänder überrepräsentiert, deren Linkshändigkeit Folge einer Hirnschädigung ist, und die geringere Leistungsfähigkeit ist nicht durch die Linkshändigkeit, sondern durch die die Linkshändigkeit hervorrufende cerebrale Schädigung bedingt (vgl. Hiscock & Kinsbourne, 1981, S. 211).

### **2.3 Körperschema und motorische Leistungen**

Während der ersten Lebensmonate "entdeckt" das Kind seinen Körper, es macht - nicht zuletzt aufgrund der Entwicklung seiner motorischen Fähigkeiten - die Erfahrung, dass sein Körper von Gegenständen der Umwelt unterschieden werden kann. Sobald ein Kind zumindest einige Bezeichnungen für seine Körperteile kennt, kann es diese Wort mit einem bestimmten Körperteil in Verbindung bringen; wird es aufgefordert, die Nase zu zeigen, so deutet es auf die Nase. Hierfür muss das Kind eine wie auch immer geartete Vorstellung von seinem Körper besitzen. Dieses Wissen oder die Vorstellung von der Ausdehnung und der Lage des eigenen Körpers kann mit "Körperschema" bezeichnet werden (vgl. z.B. Frostig, 1973, S. 44-52; Knapczyk & Liemohn, 1976, S. 678; Paulus, 1982, S. 16-19).

Im Alter von 12 bis 15 Monaten sind Kinder normalerweise in der Lage, Nase, Augen, Hände und Füße bei sich selbst richtig zu identifizieren, später gelingt dies auch bei anderen Personen (Zaichkowsky, Zaichkowsky & Martinek, 1980, S. 74ff). Obwohl auf das Vorliegen einer engen Beziehung zwischen der Entwicklung des Körperschemas, der Lateralität und der Motorik im Kindesalter verschiedentlich hingewiesen wurde (vgl. z.B. Ayres, 1961; Wiegersma, 1972; Frostig, 1973), liegen hierzu kaum empirische Ergebnisse vor.

Die Hypothese eines Zusammenhangs zwischen Lateralität und Körperschema wurde anhand der Daten von Krombholz (1988b) geprüft. Das Körperschema wurde in dieser Untersuchung mit dem Mensch-Zeichen-Test bestimmt, der nach einer speziellen Methode ausgewertet wurde (Krombholz, 1976), die Händigkeit mit dem Leistungs-Dominanz-Test LDT (Schilling, 1974). Am Beginn und am Ende des 1. Schuljahres erreichten Ambidexter signifikant schlechtere Leistungen im MZT als Rechts- und

Linkshänder, am Ende des 2. Schuljahres dagegen bessere Leistungen, Rechts- und Linkshänder unterschieden sich nicht in ihren Leistungen im MZT. Somit konnte die Vermutung, wonach insbesondere Kinder mit nicht genügend ausgeprägter Seitigkeit gleichzeitig auch ein unzureichend differenziertes Körperschema aufweisen, nur für das 1. Schuljahr bestätigt werden.

Einige Ergebnisse zum Zusammenhang von Körperschema und motorischen Leistungen im Kindesalter wurden von Krombholz (1989a) vorgestellt. Bei 24 Jungen und Mädchen im Alter von 4;6 bis 6;3 Jahren wurde auch hier das Körperschema mit dem Mensch-Zeichen-Test bestimmt (Krombholz, 1976). Als motorische Leistungen wurden zwei Untertests des KTK (Balancieren Rückwärts und Seitliches Hin- und Herspringen, Kiphard & Schilling, 1974) und die Übung Weitsprung aus dem Stand und ein Pendellauf (Gesamtstreckenlänge 20m) herangezogen. Die ermittelten Zusammenhänge zwischen MZT und den überprüften motorischen Leistungen waren positiv und signifikant, die multiple Korrelation zwischen Körperschema und motorischen Leistungen war statistisch ebenfalls bedeutsam ( $R=.63$ ,  $F=4.3$ ,  $df=3;20$ ). Dagegen war die multiple Korrelationen zwischen Intelligenz (CFT 1) und den motorischen Leistungen ( $R=.52$ ) und die Korrelation zwischen MZT und IQ nicht signifikant ( $r=.38$ ). Die ermittelten Zusammenhänge ändern sich nur unwesentlich, wenn das Alter auspartialisiert wird. Im Grundschulalter fanden sich zwischen dem MZT und grobmotorischen Leistungen (2 Untertests des KTK und dem ISFT mit 8 Übungen) nur relativ geringe Zusammenhänge (vgl. auch Krombholz, 1988b). Die multiplen Korrelationen zwischen dem MZT und den Sporttests betragen am Beginn des 1. Schuljahres  $R=.23$  ( $N=721$ ), am Ende des 1. Schuljahres  $R=.24$  ( $N=706$ ) und am Ende des 2. Schuljahres  $R=.29$  ( $N=573$ ); diese Koeffizienten sind statistisch bedeutsam und entsprechen in ihrer Höhe den multiplen Korrelationen zwischen IQ und Sporttests. Der Zusammenhang zwischen MZT und IQ war bedeutsam, dagegen war die Beziehung zwischen Körperschema und Handgeschicklichkeit (bei einer Papier-Schreibstift-Aufgabe) nicht signifikant. Auch bei Sonderschülern im Alter von 8 bis 10 Jahren zeigten sich keine bedeutsamen Zusammenhänge zwischen Körperschema und den Leistungen im KTK und im ISFT (Krombholz, 1989a, 1989c). Weder bei Vorschulkindern, noch bei Grundschulern und Sonderschülern konnte die Vermutung bestätigt werden, dass komplexere motorische Leistungen, wie sie z.B. die Aufgaben des KTK darstellen, höher mit dem Körperschema korrelieren als einfache motorische Leistungen, z.B. der Standweitsprung (Krombholz, 1989a).

Aufgrund der von uns durchgeführten Untersuchungen zum Körperschema lässt sich feststellen, dass die erwartete Beziehung zwischen Körperschema und Händigkeit nur zu Beginn des Grundschulalters nachgewiesen werden kann, allerdings lediglich auf dem 5 Prozent-Niveau. Der Zusammenhang zwischen Körperschema und grobmotorischen Leistungen ist bei Vorschulkindern relativ hoch und signifikant, bei Grundschulern jedoch ist dieser Zusammenhang deutlich geringer und nur bei einzelnen motorischen

Leistungen bedeutsam. Dies könnte bedeuten, dass der Zusammenhang Körperschema und Motorik mit zunehmendem Alter geringer wird. Es kann jedoch derzeit nicht ausgeschlossen werden, dass das verwendete Verfahren - die Auswertung des Mensch-Zeichen-Test nach einer von uns entwickelten Methode - bei Kindern im Grundschulalter nicht mehr geeignet ist, das Konstrukt Körperschema zu erfassen. Auch nach den Ergebnissen von Maloney & Payne (1969) zeigten sich nur geringe Zusammenhänge zwischen dem MZT und anderen Verfahren zur Ermittlung des Körperschemas, allerdings bei 14jährigen geistig Behinderten. Paulus (1982, S. 91) betont, dass - zumindest bei Erwachsenen - Zeichnungen des eigenen Körpers nichts darüber aussagen, wie der eigene Körper erlebt wird.

### **3 Diskussion und Schlussfolgerung**

Selbst nach über hundert Jahren Forschung bleiben viele Fragen zu den Ursachen und zur phylogenetischen Entstehung des Phänomens Lateralität beim Menschen, aber auch zur ontogenetischen Entwicklung der lateralen Dominanz und der Händigkeit unbeantwortet (vgl. Hardyck & Petrinovich, 1977; Kinsbourne & Hiscock, 1983; Annett, 1985; Tambs, Magnus & Berg, 1987). Für die Händigkeit sind es insbesondere die folgenden Fragen, auf die bisher keine befriedigenden Antworten gegeben werden konnten:

- Warum bevorzugen, besonders bei diffizilen Tätigkeiten, fast alle Menschen eine Hand?
- Warum ist die bevorzugte und die geschicktere Hand bei den meisten Menschen die Rechte, unabhängig von Kultur, Rasse und - soweit überschaubar - von der historischen Epoche?
- Ab welcher Altersstufe treten Unterschiede im Handgebrauch auf, bleibt die Festlegung auf eine Hand endgültig oder gibt es Phasen der Entwicklung - vor allem in der frühen Kindheit - in denen Kinder ihre Händigkeit wechseln?

Zwar erscheint es plausibel, dass die Präferenz einer Hand insofern vorteilhaft ist, als durch den konsistenten Gebrauch die generelle Geschicklichkeit dieser Hand gesteigert wird und nicht bei jeder Tätigkeit eine Entscheidung gefällt werden muss, welche Hand benutzt werden soll. Aber es bleibt fraglich, ob dadurch mögliche Vorteile aufgewogen werden, die sich durch eine Spezialisierung jeder Hand auf bestimmte Tätigkeiten oder dadurch ergeben, dass beide Hände gleichermaßen geschickt sind. Dies könnte sich insbesondere bei Verletzungen einer Hand als vorteilhaft erweisen. Es kann daher nicht ausgeschlossen werden, dass die funktionelle Asymmetrie beim Menschen primär durch die Organisation des Cortex bedingt ist.

Unabhängig hiervon bleibt die Frage bestehen, warum die meisten Menschen Rechtshänder sind - oder warum ihr Gehirn so strukturiert ist, dass es Rechtshändigkeit hervorbringt, obwohl es keine großen Unterschiede machen würde, wenn die Mehrheit



linkshändig oder der Anteil von Rechts- und Linkshändern gleich wäre. Ein zufälliges Zustandekommen des vorgefundenen Verhältnisses von Rechts- und Linkshändern erscheint daher plausibel (vgl. Hegstrom & Kondepudi, 1990, S. 57), allerdings bleiben die (Vererbungs-)Mechanismen, die das Verhältnis Rechts-/Linkshänder aufrecht erhalten, unklar.

Wurde früher in der Literatur meist die Meinung vertreten, dass sich die Lateralisation erst im Verlauf der Kindheit herausbildet bzw. frühestens ab dem 2. Lebensjahr belegen lässt, so konnten neuere Untersuchungen mit verfeinerten Methoden zeigen, dass bereits bei 3 Monate alten Säuglingen eine Hand, und zwar die Rechte, dominiert. Obwohl derartige Befunde nicht unwidersprochen geblieben sind, werden sie - zusammen mit Asymmetrien hinsichtlich Haltung und Orientierung und morphologischen Unterschieden beider Hirnhälften - als Beleg angesehen, dass bereits bei der Geburt eine Hirnhälfte dominant ist (vgl. Kinsbourne & Hiscock, 1983, S. 223-236). Dies schließt natürlich nicht aus, dass sich diese bereits bei der Geburt vorhandene Dominanz im Laufe der Entwicklung noch verstärkt. Allerdings berichten verschiedene Untersucher von Entwicklungsphasen im ersten Lebensjahr, in denen sich keine Überlegenheit der rechten Seite belegen lässt und sogar die linke Seite dominiert. - Eine Zusammenfassung solcher Untersuchungen findet sich bei Kinsbourne & Hiscock (1983, S. 224). Die generelle Aussagekraft dieser Ergebnisse wird allerdings bestritten (vgl. Annett, 1985, S. 66).

Weitestgehende Übereinstimmung besteht dagegen darüber, dass spätestens ab dem 2. Lebensjahr die Überlegenheit der rechten Hand nachgewiesen werden kann und ab dem Alter von 3 oder 4 Jahren die Anteile von Rechtshändern, Linkshändern und Ambidextrern sich kaum noch verändern (z.B. Annett, 1967, 1985; Longoni & Orsini, 1988). Eventuelle Unterschiede zwischen den Altersstufen werden eher auf die Schwierigkeit zurückgeführt, bereits im frühen Alter eine klare Präferenz belegen zu können als auf das Fehlen einer eindeutigen Präferenz. Diese Ergebnisse beruhen allerdings auf Querschnittuntersuchungen; Längsschnittdaten zeigen jedoch, dass auch noch im Grundschulalter Veränderungen hinsichtlich der Händigkeit auftreten, vor allem bei Linkshändern und Ambidextrern (Whittington & Richards, 1987, Krombholz, 1989b). Obwohl der Druck von Elternhaus und Schule nicht mehr so groß ist und mehr Personen als früher mit der linken Hand schreiben (vgl. Tambs, Magnus & Berg, 1987), werden Linkshänder und Ambidexter auch heute noch eher dazu angehalten, mit der rechten Hand zu schreiben. Wird die Hand, mit der der Mal- oder Schreibstift gehalten wird, als Index der Händigkeit herangezogen, ist es kaum verwunderlich, dass einige der ursprünglich nicht-rechtshändigen Kinder mit Beginn der Schulzeit Rechtshänder werden. Allerdings verändert sich durch den bevorzugten Gebrauch einer Hand auch die relative Geschicklichkeit beider Hände - zumindest beim Umgang mit dem Schreibstift; entsprechend zeigt sich ein Wechsel der Händigkeit zu Beginn der Grundschulzeit auch

im sogenannten Leistungs-Dominanz-Index (vgl. Krombholz, 1989b).

Aufgrund der vorliegenden umfangreichen Untersuchungsergebnisse lassen sich Vermutungen nicht bestätigen, wonach Linkshändigkeit mit einer verminderten kognitiven oder grob- und feinmotorischen Leistungsfähigkeit einhergeht. Auch die Hypothese, dass Linkshänder eine größere Varianz der kognitiven und motorischen Leistungen zeigen, konnte bislang nicht bestätigt werden. Damit und aufgrund der vorliegenden Befunde, dass "Nicht-Rechtsseitigkeit" keineswegs mit einem höheren Geburtsrisiko und mit der Stellung in der Geschwisterreihe einhergeht (Annett & Ockwell, 1980; Searleman, Porac & Coren, 1989), verlieren Theorien, wonach Linkshändigkeit grundsätzlich oder überwiegend pathologisch bedingt ist (vgl. z.B. Bakan, 1971), an Überzeugungskraft. Weitere Gründe, die gegen derartige Pathologiemodelle der Linkshändigkeit sprechen, werden von Annett (1985, S. 57) angeführt. Auch wenn daher davon auszugehen ist, dass Linkshändigkeit eine normale Variante der Seitigkeit beim Menschen darstellt, schließt dies nicht aus, dass sich bei einem Teil der Linkshänder aufgrund eines Hirnschadens ihre genetische Anlage zur Rechtshändigkeit nicht entwickeln konnte. Entsprechend können auch "natürliche" Linkshänder zu "pathologischen" Rechtshändern werden. Da der Anteil der Linkshänder insgesamt sehr gering ist, gibt es trivialerweise nur sehr wenige "pathologische" Rechtshänder. Daher ist es nicht verwunderlich, wenn in Teilpopulationen, in denen ein hoher Anteil von Personen mit Hirnanomalien zu erwarten ist (z.B. Epileptiker, geistig Behinderte), der Anteil von Linkshändern überproportional hoch ist.

Kann es als gesichert gelten, dass zumindest "nicht pathologische" Linkshänder hinsichtlich ihrer Leistungsfähigkeit gegenüber Rechtshändern nicht grundsätzlich benachteiligt sind, sieht man von Schwierigkeiten ab, die sich aufgrund der "rechtsdominierten" Umwelt ergeben, so ist die Datenlage bei Personen, für die keine eindeutige Dominanz einer Hand nachgewiesen werden kann oder die eine gekreuzte Dominanz aufweisen (z. B. linkshändig und rechtsfüßig), derzeit nicht eindeutig. Zwar sind zumindest im Erwachsenenalter bei solchen Personen offensichtlich keine Leistungsbeeinträchtigungen feststellbar, allerdings werden solche Personen nur selten als eigenständige Gruppe bei Untersuchungen zur Lateralität berücksichtigt. Bei 11jährigen fanden Whittington & Richards (1987) keine Unterschiede in den kognitiven Leistungen von Kindern, die eine gekreuzte Dominanz bezüglich Hand und Auge aufwiesen, im Vergleich zu Kindern mit gleichseitiger Dominanz.

Für das Vorschulalter liegen Ergebnisse vor, wonach Kinder, die nicht konsistent eine Hand bei unimanuellen Tätigkeiten verwenden, schlechtere motorische Leistungen als Rechtshänder erzielen (Kaufman, Zalma & Kaufman, 1978, Tan, 1985), allerdings konnten andere Autoren diesen Befund nicht bestätigen (Smirni & Zappala, 1989). Nach Gottfried & Bathurst (1983) waren Kinder, die bei wiederholten Händigkeitsprüfungen mit der gleichen Aufgabe im Alter von 18 bis 42 Monaten konsistent die rechte oder

linke Hand bevorzugten, in ihrer geistigen Entwicklung solchen Kindern voraus, die nicht konsistent die gleiche Hand bevorzugten. Kee, Gottfried & Bathurst (1991), die die gleichen Kinder erneut im Alter von 5 bis 9 Jahren untersuchten, berichten, dass die im Vorschulalter "konsistenten Kinder" auch in diesem Alter höhere kognitive und bessere schulische Leistungen erzielten. In beiden Untersuchungen zeigte sich eine Überlegenheit der "konsistenten Kinder" nur bei den Mädchen, nicht bei den Jungen.

Auch in der Untersuchung von Whittington & Richards (1987) finden sich Hinweise zur kognitiven Leistungsfähigkeit von Kindern, deren Händigkeit bei verschiedenen Erhebungen als nicht konsistent eingestuft wurde. Die Händigkeit von mehr als 10000 Kindern wurde im Alter von 7 und 11 Jahren erfasst, die Kinder wurden jeweils anhand von 2 Aufgaben als Rechtshänder, Linkshänder oder Ambidexter klassifiziert. Zusätzlich wurden verschiedene kognitive Leistungen im Alter von 11 Jahren gemessen. Die Leistungen der Kinder, die aufgrund beider Erhebungen als nicht konsistent bezüglich ihrer Händigkeit eingestuft wurden, unterschieden sich zwar von der aller Kinder, die Differenzen waren aber nicht sehr gravierend. Von 24 Vergleichen (6 Gruppen, 4 Testverfahren) waren 7 signifikant, fast immer schnitten die nicht konsistenten Kinder schlechter ab. Über einen möglichen Einfluss des Geschlechts machen die Autoren keine Angaben. Erstaunlicherweise erzielten die Kinder überdurchschnittliche Leistungen, die mit 7 Jahren als Rechtshänder und mit 11 Jahren als Linkshänder eingestuft wurden; solche Übergänge sind sehr selten (nur 23 Kinder von mehr als 10000 fallen in diese Gruppe) und die Ursachen bleiben unklar - anders als Linkshänder sind Rechtshänder keinem Druck zum Gebrauch der kontralateralen Hand ausgesetzt. Sollten die Übergänge wirklich, wie vermutet werden kann, traumatische Ursachen haben, so ist die überdurchschnittliche Leistungsfähigkeit dieser Gruppe schwer verständlich.

Im Vorschul- und im Grundschulalter konnte Krombholz (2008, 1988b) keine bedeutsamen Unterschiede hinsichtlich grobmotorischer und kognitiver Leistungen von Ambidextern gegenüber Rechts- und Linkshändern nachweisen. In einer feinmotorischen Geschicklichkeitsaufgabe erzielten die beidhändigen Kinder zwar erwartungsgemäß schlechtere Leistungen als Rechts- und Linkshänder mit ihrer jeweiligen Vorzugshand, für die Gesamtleistung beider Hände waren die Unterschiede allerdings nicht bedeutsam.

Angesichts der vorliegenden Befunde erscheint die Untersuchung der Entwicklung von Kindern geboten, die keine eindeutige Präferenz für eine Hand erkennen lassen, sei es bei einer einmaligen Erhebung mit einer Reihe von Aufgaben oder bei wiederholten Erhebungen mit der gleichen Aufgabe. Bei Untersuchungen zur Lateralität sollten grundsätzlich die Ambidexter als eigenständige Gruppe berücksichtigt werden und nicht, gemeinsam mit den Linkshändern, einfach den Rechtshändern gegenübergestellt werden; dabei muss beachtet werden, dass gerade die Klassifizierung der Ambidexter in hohem Maße von der Meßmethode abhängig ist. Im Hinblick auf die theoretischen

Modelle der menschlichen Lateralität ist die Frage von besonderer Bedeutung, inwieweit Beidhändigkeit als normale Variante neben Rechts- und Linkshändigkeit angesehen werden kann, ein Übergangsstadium darstellt oder ausschließlich oder überwiegend pathologisch bedingt ist. Im Zusammenhang mit einem "Pathologiemodell" der Beidhändigkeit sind Befunde von Interesse, wonach es im Vorschulalter deutlich mehr beidhändige Jungen als Mädchen (6.2 vs 2.2 %) gibt (Tan, 1985); für das Grundschulalter konnte dies jedoch nicht bestätigt werden (Krombholz, 1988b). Bezüglich der Hemisphärendominanz konnten bislang keine Unterschiede zwischen Ambidextrern und Linkshändern nachgewiesen werden; ähnlich wie bei Linkshändern erfolgt auch bei Ambidextrern die Kontrolle der Sprache häufiger als bei Rechtshändern durch die rechte Hirnhälfte oder bilateral (Hiscock & Kinsbourne, 1982, S. 197).

Hinsichtlich des Konstrukts Körperschema, das immer wieder mit Fragen der Lateralität in Verbindung gebracht wird, bleiben aufgrund vorliegender Untersuchungsergebnisse Zweifel angebracht, ob die in der Literatur behaupteten Zusammenhänge zwischen Lateralität und Körperschema und zwischen Körperschema und motorischen, aber auch kognitiven Leistungen im Kindesalter wirklich nachgewiesen werden können. Solange keine theoretisch befriedigende Definition des Begriffs Körperschema gelingt und keine wirklich validen Meßverfahren vorliegen, muss offen bleiben, ob das Konstrukt Körperschema, das im Zusammenhang mit neurologischen Störungen entwickelt wurde (Paulus, 1982), einen wesentlichen Beitrag zur Erklärung normaler Entwicklungsverläufe leisten kann.

## Literatur

- Annett, M. (1967). The binominal distribution of right, mixed, and left handedness. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 19, 327-333
- Annett, M. (1968). Aspects of human lateral asymmetry and its bearing on intellectual development in childhood hemiplegia. Report of the Spastics Society
- Annett, M. (1985). *Left, right, hand and brain: the right-shift theory*. London: Erlbaum
- Annett, M. & Ockwell, A. (1980). Birth order, birth stress and handedness. *Cortex*, 16, 181-188
- Annett, M. & Turner, A. (1974). Laterality and the growth of intellectual abilities. *British Journal of Educational Psychology*, 44, 37-46
- Ayres, A.J. (1961). Development of the body scheme in children. *American Journal of Occupational Therapy*, 15, 99-102
- Ayres, A.J. (1968). *Southern California Perceptual-Motor Test*. Los Angeles: Western Psychological Service
- Bakan, P. (1971). Handedness and birth order. *Nature*, 229, 195
- Belmont, L. & Birch, H.G. (1963). Lateral dominance and right-left awareness in normal children. *Child Development*, 34, 257-270
- Blom, G.E., Farley, G.K. & Guthals, C. (1970). The concept of Body image and the remediation of body image disorders. *Journal of Learning Disabilities*, 9 (3), 17-24
- Brown, E.R. & Taylor, P. (1988). Handedness, footedness, and eyedness. *Perceptual and Motor Skills*, 66, 183-186
- Bryden, P.J., Bruyn, J. & Fletcher, P. (2005). Handedness and health: An examination of the association between different handedness classifications and health disorders. *Laterality*, 10 (5), 429-440.
- Cohen, A.I. (1966). Hand preference and the developmental status of infants. *Journal of Genetic Psychology*, 108, 337-345
- Coren, S., Porac, C. & Duncan, P. (1981). Lateral dominance in children and young adults. *Child Development*, 52, 433-450
- Cratty, B.J. (1979). *Perceptual and motor development in infants and children*. Englewood Cliffs: Prentice Hall
- Cratty, B.J. (1975). *Motorisches Lernen und Bewegungsverhalten*. Frankfurt: Limpert
- Eccles, J.C. (1987). Kapitel E4: Die Sprachzentren des menschlichen Gehirns. In: K.R. Popper & J.C. Eccles: *Das Ich und sein Gehirn* (S. 359-376). München, Zürich: Piper (7. Aufl.)
- Fagan-Dubin, L. (1974). Lateral dominance and development of cerebral specialisation. *Cortex*, 10, 69-74
- Fischer, K. (2006). Händigkeit als Basiskompetenz für den Schriftspracherwerb. *Motorik*, 9 (3), 95-101
- Frostig, M. (1973). *Bewegungs-Erziehung. Neue Wege der Heilpädagogik*. München, Basel: Reinhardt
- Goodenough, F.L. (1926): *Measurement of intelligence by drawings*. Yonders: World Book
- Gottfried, A.W. & Bathurst, K. (1983). Hand preference across time is related to intelligence in young girls, not boys. *Science*, 221, 1047-1076
- Gur, R.E. & Gur, R.C. (1977). Sex differences in the relations among handedness, sighting

- dominance and eye-acuity. *Neuropsychologia*, 15, 585-590
- Hardyck, C. & Petrinovich, L.F. (1977). Left-handedness. *Psychological Bulletin*, 84, 385-404
- Hardyck, C., Petrinovich, L. & Goldman, R.D. (1976). Left-handedness and cognitive deficit. *Cortex*, 12, 266-279
- Hegstrom, R.A. & Kondepudi, D.K. (1990). Händigkeit im Universum. *Spektrum der Wissenschaften*, März, 56-67
- Hiscock, M. & Kinsbourne, M. (1982). Laterality and dyslexia: a critical view. *Annals of Dyslexia*, 32, 177-228
- Kaufman, A.S., Zalma, R. & Kaufman, N.L. (1978). The relationship of hand dominance to the motor co-ordination, mental ability and right-left awareness of young normal children. *Child Development*, 49, 885-888
- Kamratowski, I. & Kamratowski, J. (o.J.). *Wortschatztest für Schulanfänger WSS 1*. Weinheim: Beltz
- Kee, D.W., Gottfried, A. & Bathurst, K. (1991). Consistency of hand preference: Predictions to Intelligence and school achievement. *Brain and Cognition*, 16, 1-10
- Kephart, N.C. (1960). *The slow learner in the classroom*. Columbus: Merrill
- Kinsbourne, M. & Hiscock, M. (1983). The normal and deviant development of functional lateralisation of the brain. In: P.H. Mussen (Ed.): *Handbook of child psychology*. Vol. II (p. 157-280). New York: Wiley (4th edition)
- Kiphard, E.J. & Schilling, F. (1974). *Körperkoordinationstest für Kinder KTK*. Weinheim: Beltz
- Kirsch, A (1968). Standard Fitness-Test. *Leibeserziehung (Lernhilfen)*, 17, 133-140
- Knapczyk, D.R. & Liemohn, W.P. (1976). A factor study of Cratty's body perception test. *Research Quarterly*, 47, 678-682
- Krombholz, H. (1976). Die Auswertung des MZT zur Erfassung des Körperschemas bei Kindern. Gießen 1976 (unveröffentlicht)
- Krombholz, H. (1988). Sportliche und kognitive Leistungen im Grundschulalter - Eine Längsschnittuntersuchung. Frankfurt/M.: Lang
- Krombholz, H. (1989a). Körperschema und motorische Leistungen im Kindesalter. *Motorik*, 12, 50-56
- Krombholz, H. (1989b). Laterality and force of handgrip during the first two years at school. *Perceptual and Motor Skills*, 68, 955-962
- Krombholz, H. (1989c). Motorische Leistungen bei Sonderschülern - Ergebnisse einer Längsschnittuntersuchung. *Heilpädagogische Forschung*, 15, 76-83
- Krombholz, H. (2008). Zusammenhänge zwischen Händigkeit und motorischen und kognitiven Leistungen im Kindesalter - Ergebnisse einer Längsschnittuntersuchung im Kindergarten. *Zeitschrift für Entwicklungspsychologie und Pädagogische Psychologie*, 40 (4), 189-199
- Krombholz, H. (2010). Testbatterie zur Erfassung motorischer Leistungen im Vorschulalter MoTB 3-7. Beschreibung, Gütekriterien, Normwerte und ausgewählte Ergebnisse. <http://psydok.sulb.uni-saarland.de/volltexte/2011/2711/>
- Lewandowski, L., Kobus, D.A., Church, K.L. & Orden, K.V. (1982). Neuropsychological implications of hand preference versus handgrip performance. *Perceptual and Motor Skills*, 55, 311-314
- Longoni, A.M. & Orsini, L. (1988). Lateral preference in preschool children: a research note. *Journal of Child Psychology and Psychiatry and Allied Disciplines*, 29, 533- 539
- Machover, K. (1949) *Personality projection in the drawing of the human figure*. Springfield:

Thomas

- Maloney, M.P. & Payne, L.E. (1969). Validity of the draw-a-person test as a measure of body image. *Perceptual and Motor Skills*, 29, 119-122
- Mao, Y.Y., Fan, C.R. & Over, R. (1983). Lateral symmetry in duration of grasp by infants. *Australian Journal of Psychology*, 35, 81-84
- McAninch, M. (1966). Body image as related to perceptual-cognitive-motor disabilities. In: J. Hellmuth (Ed.): *Learning Disorders. Volume 2* (p. 139-170). Seattle: Special Child Publications
- McCarthy, D.A. (1972). *McCarthy scales of children's abilities*. New York: The Psychological Corp.
- McManus, I.C., Silk, G., Cole, D.R., Mellon, A.F., Wong, J. & Kloss, J. (1988). The development of handedness in children. *British Journal of Developmental Psychology*, 6, 257-273
- Neuhäuser, G. (1984). *Entwicklungsneurologische Grundlagen von Bewegungsverhalten und Körperschema*. *Motorik*, 7, 153-156
- Paulus, P. (1982). *Zur Erfahrung des eigenen Körpers*. Weinheim: Beltz
- Provins, K.A., Dalziel, F.R. & Higginbottom, G. (1987). Asymmetrical hand usage in infancy: an ethological approach. *Infant Behavior and Development*, 10 (2), 165-172
- Ramsay, D.S. (1979). Manual preference for tapping in infants. *Developmental Psychology*, 15, 437-442
- Ramsay, D.S. (1980). Onset of unimanual handedness in infants. *Infant Behavior and Development*, 3, 377-385
- Ramsay, D.S., Campos, J.J. & Fenson, L. (1979). Onset of bimanual handedness in infants. *Infant Behavior and Development*, 2, 69-76
- Rice, T., Plomin, R. & DeFries, J.C. (1984). Development of hand preference in the Colorado adoption project. *Perceptual and Motor Skills*, 58, 683-689
- Roberts, J. & Engle, A. (1974). Family background, early development, and intelligence of children 6-11 years. In: National Center for Health Statistics: *Data from the National Health Survey, Series II, No. 142, DHEW No. (HRA) 75-1624*. Washington, D.C.: U.S. Government Printing Office
- Rose, S.A. (1984). Developmental changes in hemispheric specialisation for tactual processing in very young children: evidence from cross-modal transfer. *Developmental Psychology*, 20, 568-574
- Rymer, K., Kameyama, T., Niwa, S.I., Hiramatsu, K.I. & Saitoh, O. (1984). Hand and eye preference patterns in elementary and junior high school students. *Cortex*, 20, 441-446
- Schenck, K. (1972). Theoretische Aspekte der Lateralität und Dominanz. In: D. Eggert, & E.J. Kiphard (Hrsg.): *Die Bedeutung der Motorik für die Entwicklung normaler und behinderter Kinder* (S. 133-148). Schorndorf: Hofmann
- Schilling, F. (1974). Neue Ansätze zur Untersuchung der Hand- und Fingergeschicklichkeit im Kindesalter. *Sportwissenschaft*, 4, 276-298
- Schilling, F. (2006). Diagnostik der Händigkeit und Grafomotorik. *Motorik*, 29, 102-111
- Schilling, F. (2009). *PTK – LDT Punktieretest und Leistungs-Dominanztest für Kinder (5 – 12 Jahre)*. Dortmund: modernes lernen 2009.
- Searleman, A., Porac, C. & Coren, S. (1989). Relationship between birth order, birth stress and lateral preference: a critical review. *Psychological Bulletin*, 105, 397-408
- Singer, R. (1980). *Motor learning and human performance*. New York: Macmillan

## Befunde zur Lateralität und Händigkeit im Kindesalter

- Smirni, P. & Zappala, G. (1989). Manual behavior, lateralization of manual skills and cognitive performance of preschool children. *Perceptual and Motor Skills*, 68, 267-272
- Springer, S.P. & Deutsch, G. (1987). *Linkes - rechtes Gehirn*. Heidelberg: Spektrum
- Strauss, E. (1982). Manual persistence in infancy. *Cortex*, 18, 319-322
- Sunseri, A.B. (1982). Intellectual deficiencies in left-handers: a review of the research. *Perceptual and Motor Skills*, 55, 235-238
- Swelam, A. (1989). *Linkshändigkeit. Interkulturelle Vergleiche*. Göttingen: Hogrefe
- Swensen, C.H. (1968). Empirical evaluation of human figure drawings: 1957 - 1966. *Psychological Bulletin*, 70, 20-44
- Szafarski, J.P., Binder, J.R., Possing, E.T., McKiernan, K.A., Ward, B.D. & Hammeke, T.A. (2002). Language lateralisation in left-handed and ambidextrous people: fMRI data. *Neurology*, 59 (2), 238-244
- Tambs, K., Magnus, P. & Berg, K. (1987). Left-handedness in twin families: support of an environmental hypothesis. *Perceptual and Motor Skills*, 64, 155-170
- Tan, L.E. (1985). Laterality and motor skills in four-year-olds. *Child Development*, 56, 119-124
- Ullmann, J.F. (1974). *Psychologie der Lateralität*. Bern: Huber
- Weiss, R. & Osterland, J. (1976). *Grundintelligenztest (Culture Fair Intelligence Test) Skala 1 CFT 1*. Braunschweig: Westermann
- Whittington, J.E. & Richards, P.N. (1987). The stability of children's laterality prevalences and their relationship to measures of performance. *British Journal of educational Psychology*, 57, 45-55
- Wieggersma, P.H. (1972). Psychomotorik, Körperschema und Körpererleben. In: D. Eggert & E.J. Kiphard, E.J. (Hrsg.): *Die Bedeutung der Motorik für die Entwicklung normaler und behinderter Kinder* (S. 98-120). Schorndorf: Hofmann
- Zaichkowsky, L.D., Zaichkowsky, L.B. & Martinek, T.J. (1980). *Growth and development. The child and physical activity*. St. Louis: Mosby
- Ziler, H. (2000): *Der Mann-Zeichen-Test in detail-statistischer Auswertung MZT*. Münster: Aschendorff (11. Auflage)