



universität
wien

DIPLOMARBEIT

Titel der Diplomarbeit

HÄNDIGKEITSENTWICKLUNG UND VISUOMOTORIK Eine Längsschnittstudie

Verfasserin

Nicole Hrobath

Angestrebter akademischer Grad

Magistra der Naturwissenschaften (Mag. rer. nat.)

Wien, im Dezember 2013

Studienkennzahl: 298

Studienrichtung: Psychologie

Betreuerinnen: Ass- Prof. Dr. Pia Deimann

Danksagung

Viele liebe Menschen haben dazu beigetragen, dass meine Diplomarbeit entstehen konnte. Ihnen gilt mein ganz besonderer Dank:

Bei Frau Dr. Kastner-Koller und Frau Dr. Deimann möchte ich mich nicht nur für die Betreuung meiner Diplomarbeit, sondern auch für die konstruktiven Gespräche und ihre große Geduld herzlich bedanken.

Bei Frau Dr. Bruckner-Feld und meinen Kolleginnen Mag.^a Ariane Hell und Mag.^a Cora Feichtinger bedanke ich mich für die gute Zusammenarbeit, die Anregungen und den fachlichen Austausch.

Ich danke meinen Eltern Karl und Bettina Schiffbänker, die mich darin bestärkt haben meinen eigenen Weg zu gehen und dabei stets an mich geglaubt haben. Auch bei meinen Großeltern, Theresia und Rudolf Brand, auf deren Rückhalt und Zuspruch ich immer zählen konnte, möchte ich mich von ganzem Herzen bedanken.

Meinem Mann Bernhard Hrobath, Bakk. rer. soc. oec., danke ich für die gegenseitige Unterstützung und Motivation während der gemeinsamen Studienjahre. Durch sein Interesse an meiner Arbeit, seinen kritischen Blick, sein fachliches Wissen und statistisches Know-how, hatte ich während der Zeit des Diplomarbeitschreibens immer einen geduldigen Ansprechpartner um offene Fragen zu diskutieren. Ich kann mich glücklich schätzen jemanden an meiner Seite zu haben, der mich ermutigt und auf den ich mich verlassen kann!

Ich danke meiner Schwester Melanie, die mir nicht nur emotional eine große Stütze war, sondern auch mit Rat und Tat zum Gelingen der Arbeit beitrug. Meinem Bruder Patrick, meinen FreundInnen und StudienkollegInnen danke ich dafür, dass sie immer die Zeit fanden mir zuzuhören und die richtigen Worte um mich zu motivieren - oder wenn nötig abzulenken.

Für die zahlreichen Stunden des konzentrierten Korrekturlesens dieser Arbeit bedanke ich mich bei Theresia Brand, Melanie Schiffbänker, B.A., Bettina Schiffbänker, Alexandra Tochkova, Sabine Janits, B.A. und Martina Pernold.

Nicht zuletzt möchte ich mich bei den Kindern bedanken, die an der Untersuchung teilnahmen, und deren Eltern, die ihr Einverständnis dazu gaben. Ohne die Mitarbeit dieser Familien wäre die Durchführung der Studie nicht möglich gewesen.

Danke!

INHALTSVERZEICHNIS

Theoretischer Teil

1	Einleitung	12
1.1	Links-, Rechts-, Beid- und Mischhändigkeit	12
1.2	Anteil der LinkshänderInnen an der Gesamtbevölkerung	14
1.3	Historischer und kultureller Hintergrund.....	16
1.3.1	Historische Nachweise der Links- beziehungsweise Rechtshändigkeit	16
1.3.2	Die Bedeutung der Händigkeit und der Seiten in verschiedenen Kulturen	19
1.3.3	„Links“ und „rechts“ im Sprachgebrauch.....	23
1.4	Zusammenfassung	24
2	Die zerebrale Lateralisierung	26
2.1	Das menschliche Gehirn und die funktionale zerebrale Lateralisierung	27
2.1.1	Das geteilte Gehirn	28
2.1.2	Methoden zur Untersuchung der zerebralen Lateralisierung.....	31
2.1.3	Lateralität und Händigkeit	34
2.1.4	Lateralität und Sprache	35
2.1.5	Lateralität und Äugigkeit, Ohrigkeit und Beinigkeit.....	38
2.2	Zusammenfassung	41
3	Theorien zur Händigkeit.....	42
3.1	Anlage.....	42
3.1.1	Händigkeit und Evolution.....	43
3.1.2	Prä- und postnatale Beobachtungen.....	45
3.1.3	Genetische Modelle	46
3.1.3.1	Das Two-Gene-Model nach Levy und Nagylaki.....	46
3.1.3.2	Die Right-Shift-Theory nach Marian Annett	47
3.1.3.3	Das Dextral-Chance-Model nach Chris McManus	49
3.2	Umwelt.....	50
3.2.1	Pränatale Beeinflussung.....	50
3.2.2	Postnatale Beeinflussung	53
3.2.3	Linkshändigkeit als Folge von Hirnschädigungen	53
3.3	Zusammenfassung	54

4	Die Erfassung der Händigkeit	56
4.1	Die Bestimmung der Schreibhand	56
4.2	Präferenzdominanz und Leistungsdominanz	57
4.2.1	Die Präferenzdominanz	57
4.2.1.1	Fragebögen	58
4.2.1.2	Beobachtung	60
4.2.2	Die Leistungsdominanz	66
4.2.3	Die Entwicklung der Präferenz- und Leistungsdominanz	70
4.3	Zusammenfassung	71
5	Die Visuomotorik	73
5.1	Die visuelle Wahrnehmung	73
5.1.1	Das visuelle System	74
5.1.2	Die Entwicklung des Sehens	76
5.1.3	Die fünf Bereiche der visuellen Wahrnehmung nach Frostig	76
5.1.3.1	Visuomotorische Koordination	77
5.1.3.2	Figur-Grund-Wahrnehmung	77
5.1.3.3	Wahrnehmungskonstanz	79
5.1.3.4	Raum-Lage-Wahrnehmung	79
5.1.3.5	Wahrnehmung der räumlichen Beziehungen	80
5.2	Die Motorik	81
5.2.1	Die Entwicklung der Motorik	81
5.2.2	Die Organisation des sensomotorischen Systems	81
5.2.3	Die Motorik der Hand	82
5.2.3.1	Die Entwicklung der Motorik der Hand	83
5.2.3.2	Die Steuerung der Hand	83
5.2.3.3	Die Stifthaltung	87
5.3	Die Rolle motorischer Fähigkeiten bei der Beurteilung der visuellen Wahrnehmung ...	89
5.4	Zusammenfassung	90
6	Der Schriftspracherwerb	92
6.1	Vorläufer des Zeichnens und Schreibens	92
6.2	Das Schriftsystem der deutschen Sprache	93
6.3	Das Erlernen des Schreibens	94
6.4	Die Rolle der Händigkeit beim Erlernen des Schreibens	97

6.5	Die Schreib- und Leserichtung	102
6.6	Die Spiegelschrift	106
6.7	Die Links-Rechts-Unsicherheit.....	108
6.8	Zusammenfassung	110

Empirischer Teil

7	Ziele der Untersuchung	114
7.1	Fragestellungen.....	115
7.1.1	Stabilität und Übereinstimmung der Testverfahren / Erhebungsinstrumente.	115
7.1.2	Zum Verlauf der Händigkeitsentwicklung	116
7.1.3	Visuomotorik und Händigkeit	117
7.1.4	Weitere Fragestellungen	118
8	Durchführung der Erhebung.....	119
9	Beschreibung der Testverfahren und Erhebungsinstrumente.....	121
9.1	Handpräferenztest für 4-6-jährige Kinder (HAPT 4-6)	122
9.1.1	Durchführung des HAPT 4-6.....	122
9.1.2	Testkennwerte des HAPT 4-6.....	124
9.2	Punktiertest und Leistungs-Dominanztest für Kinder (PTK-LDT)	126
9.2.1	Durchführung des PTK-LDT.....	126
9.2.2	Testkennwerte des PTK-LDT	127
9.3	Frostigs Entwicklungstest der visuellen Wahrnehmung – 2 (FEW-2)	129
9.3.1	Durchführung des FEW-2.....	130
9.3.2	Testkennwerte des FEW-2.....	131
9.4	Quantification of Hand Preference (QHP) Task.....	133
9.4.1	Durchführung des Quantification of Hand Preference (QHP) Task.....	133
9.4.2	Testkennwerte des Quantification of Hand Preference (QHP) Task.....	134
9.5	Händigkeit laut Elternurteil	135
10	Stichprobenbeschreibung	136
10.1	Alter und Geschlecht der Kinder	136
10.2	Händigkeit der Kinder	137

10.2.1	Händigkeit laut Elternurteil	137
10.2.2	Händigkeit laut HAPT 4-6.....	137
10.2.3	Händigkeit laut PTK-LDT	138
10.2.4	Händigkeit laut QHP-Task	139
10.2.5	Zusätzliche Beobachtung zur Händigkeit (anhand FEW-2).....	140
10.2.6	Händigkeit in Bezug auf die Schreibhand	140
10.3	Visuelle Wahrnehmung der Kinder	141
11	Ergebnisse der Untersuchung.....	143
11.1	Stabilität und Übereinstimmung der Testverfahren und Erhebungsinstrumente.....	143
11.1.1	Stabilität: Elternurteil (T1) – Elternurteil (T2)	144
11.1.2	Stabilität (Retest-Reliabilität): HAPT 4-6 (T1) – HAPT 4-6 (T2)	144
11.1.3	Stabilität: QHP-Task (T1) – QHP-Task (T2)	145
11.1.4	Übereinstimmung: HAPT 4-6 (T2) – Elternurteil (T2)	146
11.1.5	Übereinstimmung: HAPT 4-6 (T2) – QHP-Task (T2)	147
11.1.6	Übereinstimmung: HAPT 4-6 (T2) – PTK-LDT (T2).....	147
11.1.7	Übereinstimmung: HAPT 4-6 (T2) – Schreibhand (T2)	148
11.1.8	Übereinstimmung: Elternurteil (T2) – QHP-Task (T2).....	149
11.1.9	Übereinstimmung: Elternurteil (T2) – PTK-LDT (T2)	150
11.1.10	Übereinstimmung: Elternurteil (T2) – Schreibhand (T2).....	150
11.1.11	Übereinstimmung: QHP-Task (T2) – PTK-LDT (T2)	151
11.1.12	Übereinstimmung: QHP-Task (T2) – Schreibhand (T2).....	152
11.1.13	Übereinstimmung: PTK-LDT (T2) – Schreibhand (T2)	153
11.2	Zum Verlauf der Händigkeitsentwicklung.....	154
11.2.1	Fragestellung 1.....	155
11.2.2	Fragestellung 2.....	157
11.2.3	Fragestellung 3.....	158
11.2.4	Fragestellung 4.....	159
11.3	Visuomotorik und Händigkeit	161
11.3.1	Fragestellung 5.....	162
11.3.2	Fragestellung 6.....	163
11.3.3	Fragestellung 7.....	164
11.3.4	Fragestellung 8.....	165
11.4	Weitere Fragestellungen	166
11.4.1	Fragestellung 9.....	166

11.4.2	Fragestellung 10.....	166
11.4.3	Fragestellung 11.....	167
11.4.4	Fragestellung 12.....	167
12	Diskussion	169
13	Literaturverzeichnis.....	176
14	Abbildungsverzeichnis:	185
15	Tabellenverzeichnis:.....	185

Anhang

A	Prüfung auf Normalverteilung.....	191
B	Streudiagramme.....	193
C	FEW-2: Median, Quartile (25%, 75%), Boxplots	195
D	Elternbrief.....	197
E	Informationsblatt	198
F	Zusammenfassung	199
G	Abstract.....	201
H	Curriculum Vitae	203

THEORETISCHER TEIL

1 Einleitung

Zu Beginn dieser Arbeit soll zuerst der Begriff *Händigkeit* definiert werden. Wann spricht man von Links- beziehungsweise Rechtshändigkeit? Was sind sogenannte Beid- und MischhänderInnen?

Der nächste Unterpunkt versucht die Frage zu beantworten, welchen Anteil an der Gesamtbevölkerung Links- beziehungsweise RechtshänderInnen einnehmen.

Im dritten und letzten Unterpunkt wird der historische und kulturelle Hintergrund der Händigkeit verfolgt. Gab es schon immer Links- und RechtshänderInnen? Welche historischen Nachweise beziehungsweise archäologischen Funde sind hierzu bekannt? Welche Bedeutung wurde und wird den Seiten *links* und *rechts* an sich beigemessen? Welches Ansehen genießt die rechte beziehungsweise die linke Hand jeweils in verschiedenen Kulturen? Mit welcher Denotation haben *rechts* und *links* im Sprachgebrauch ihren Platz gefunden?

1.1 Links-, Rechts-, Beid- und Mischhändigkeit

Der Begriff der Händigkeit wird gravierend davon geprägt, welche Tätigkeiten man hierfür als ausschlaggebend ansieht. Im schulischen Bereich bestimmt nach wie vor hauptsächlich die Verwendung der Schreibhand ob man als Links- oder RechtshänderIn klassifiziert wird. (Pritzel, 2012, S. 701)

Als Händigkeit bezeichnet man aber im Grunde genommen die Überlegenheit der linken oder rechten Hand gegenüber der jeweils anderen. Sie zeigt sich in einer größeren Geschicklichkeit, längeren Ausdauer und dem bevorzugten Handgebrauch. Feinmotorische Tätigkeiten, wie zum Beispiel das Zeichnen und Schreiben oder auch das Schneiden mit einem Messer, werden meist mit der bevorzugten (dominanten) Hand ausgeführt. (Vasterling, Weiland & Sattler, 2011, S. 9)

Eine Klassifikation, ob nun Rechts- oder Linkshändigkeit vorliegt, kann aufgrund der Präferenz für eine Hand gegenüber der anderen getätigt werden. Wird die rechte Hand bevorzugt, spricht man von Rechtshändigkeit, wird die linke bevorzugt von Linkshändigkeit. Laut Schilling (2009, S. 8) bedeutet diese grobe Klassifizierung aber einen erheblichen Informationsverlust gegenüber dem tatsächlichen Dominanzverhältnis. (Schilling, 2009, S. 8)

Es ist nicht möglich die Menschheit einfach in reine Rechts- und reine LinkshänderInnen einzuteilen, da es zwischen den beiden Extremen zahlreiche Abstufungen gibt. Zum Beispiel könnte eine linkshändige Person *alles* mit der linken Hand machen, oder aber mit der linken Hand ausschließlich schreiben, während beim Essen, Schneiden, Öffnen von Türen und ähnlichem die rechte Hand verwendet wird. Analog dazu benutzen RechtshänderInnen in unterschiedlichem Ausmaß auch ihre linke Hand. (Smits, 2002, S. 60-61)

Extreme RechtshänderInnen, die ihre linke Hand bei feinmotorischen Tätigkeiten kaum benutzen können, sind als auffällig zu bezeichnen, sie fallen in einer „RechtshänderInnengesellschaft“ jedoch selten auf (Schilling, 2009, Kap. 4.1).

Rechts- und Linkshändigkeit ist also nicht als dichotomes Phänomen zu betrachten, sondern als Kontinuum von extrem rechtshändig, über beidhändig bis zu extrem linkshändig (Schilling, 2009, Kap. 4.1).

MischhänderInnen sind alle diejenigen, die nicht alles mit der rechten Hand, aber auch nicht alles mit der linken machen. Die meisten MischhänderInnen sehen und bezeichnen sich selbst als Links- oder RechtshänderInnen. Oft sind sie sich auch gar nicht bewusst, dass sie nicht konsequent einhändig sind. Zu betonen ist außerdem der Unterschied der *MischhänderInnen* zu den sogenannten *BeidhänderInnen* (*Ambidextern*). *MischhänderInnen* verrichten eine bestimmte Tätigkeit bevorzugt oder ausschließlich mit einer bestimmten Hand, eine andere mit der anderen Hand. Das bedeutet allerdings nicht, dass jede Handlung mit beiden Händen gleich gut ausgeführt werden kann. *BeidhänderInnen* können das jedoch. (Smits, 2002, S. 61)

1.2 Anteil der LinkshänderInnen an der Gesamtbevölkerung

Die heutige Bevölkerung zeichnet sich durch eine rechtshändige Mehrheit aus. In jedem bekannten Stamm und jeder bekannten Gesellschaft ist ein Großteil der Mitglieder rechtshändig (Annett, 2002, S. 10).

Während durchschnittlich nur einer von zehn Menschen LinkshänderIn ist, kommen im Tierreich ungefähr gleich viele Rechts- und Linksbeiner vor (Smits, 2002, S. 6). Myers (2008, S. 95) spricht ebenfalls davon, dass etwa zehn Prozent der Menschen LinkshänderInnen sind – etwas mehr bei Männern, etwas weniger bei Frauen.

McManus (2002, S. 151) bestätigt, dass die Ergebnisse zahlreicher Studien bereits darauf hinweisen, dass Linkshändigkeit ein Phänomen ist, das häufiger bei Männern auftritt. Im Durchschnitt stehen fünf linkshändigen Männern vier linkshändige Frauen gegenüber. Kein allzu großer Unterschied, jedoch scheint er universell und überdauernd. (McManus, 2002, S. 151)

Laut einer Studie von Peters (1995, S. 184) sind in den USA 10,5 Prozent der weiblichen und 13 Prozent der männlichen Staatsbürger LinkshänderInnen. Dass es unter den Männern prozentuell mehr Linkshänder gibt als unter den Frauen, führt Peters darauf zurück, dass Frauen einem größeren Anpassungsdruck unterliegen. Peters weist auf eine weitere seiner Studien hin, bei der Linkshänderinnen signifikant öfter als Linkshänder angaben, sich von ihrem Umfeld gedrängt gefühlt zu haben die Händigkeit zu wechseln. (Peters, 1995. S. 184)

Wie hoch nun der Anteil der LinkshänderInnen an der Gesamtbevölkerung genau ist, darüber gehen die Meinungen auseinander (Smits, 2002, S. 62). Verschiedene Studien gehen von einem LinkshänderInnenanteil zwischen einem und 40 Prozent aus (Annett, 2002, S. 23).

Die Hauptgründe für die starke Variation der statistischen Quoten liegen in den Unstimmigkeiten bei der Bestimmung, bei welchen Tätigkeiten und ab welchem Ausprägungsgrad man von Linkshändigkeit spricht (Sattler, 2000, S. 242). Nach wie vor fehlt eine präzise allgemeingültige Beschreibung des Begriffs *Händigkeit* und es gibt keinen Standard, um empirische Kategorien oder den Grad der Händigkeit zu bestimmen (Schneider, Dietrich & Gast, 2004, S. 15). Annett (2002, S. 24) empfiehlt, auch die Art der Erhebung zu

hinterfragen. Kapitel 4 *Die Erfassung der Händigkeit* gibt einen Einblick in die vielfältigen Möglichkeiten zur Feststellung der Händigkeit.

Viele Statistiken gehen heute noch von einem sehr niedrigen LinkshänderInnenanteil in der Bevölkerung aus. Man findet meistens Zahlen zwischen fünf und zehn Prozent. Aber viele Genetiker schätzen den tatsächlichen Bevölkerungsanteil der LinkshänderInnen auf etwa 50 Prozent. Sattler berichtet, dass in bayrischen Grundschulen in der letzten Zeit ein weit höherer Anteil an linkshändig schreibenden Kindern als noch vor zehn Jahren zu beobachten war. Zuletzt konnte ein LinkshänderInnenanteil von bis zu 30 Prozent festgestellt werden. (Sattler, 1995, S. 23)

Prof. Onur Güntürkün, Leiter des Institute of Cognitive Neuroscience der Ruhr-Universität Bochum, schreibt auf der Internetseite „Wissenschaft im Dialog“, dass der Prozentsatz der LinkshänderInnen von Westen nach Osten abnimmt. Während in den Vereinigten Arabischen Emiraten 7,5 Prozent der Gesamtbevölkerung als LinkshänderInnen gelten, sind es in Indien 5,8 Prozent und in Japan nur 4 Prozent. Auch innerhalb des afrikanischen Kontinents ist der West-Ost-Trend zu beobachten: An der Elfenbeinküste sind 7,9 Prozent der Bevölkerung LinkshänderInnen, im Sudan 5,1 Prozent.

Auch im Westen gab es um 1900 nur etwa 3 Prozent LinkshänderInnen. Ihre Zahl nahm seit 1920 zu und hat sich (seit 1950) auf 12 bis 13 Prozent stabilisiert. Prof. Güntürkün führt diese Zunahme auf die zunehmende Liberalisierung der Gesellschaft bezüglich Linkshändigkeit zurück.

Quelle:http://www.wissenschaft-im-dialog.de/aus-der-forschung/wieso/detail/browse/4/article/gibt-es-regionenlaender-in-denen-linkshaendigkeit-in-der-bevoelkerung-ueberwiegt.html?tx_ttnews%5BbackPid%5D=87&cHash=c55a3c045858402362b54e34444fd206
(12.01.2013)

Nacke (2013, S. 172) merkt noch an, dass etwa vier Prozent der Gesamtbevölkerung Ambidexter sind.

1.3 Historischer und kultureller Hintergrund

1.3.1 Historische Nachweise der Links- beziehungsweise Rechtshändigkeit

Gab es im Laufe der Menschheitsgeschichte schon immer Links- und RechtshänderInnen? In diesem Unterpunkt soll nun Schritt für Schritt in der Zeit zurückgegangen werden, um diese Frage zu beantworten.

Es gibt in den Geschichtsquellen sehr wenig direkte Nachweise zur Linkshändigkeit. In der abendländischen Kunst kommen sehr selten Abbildungen von mit der linken Hand durchgeführten Tätigkeiten vor. Erst Fotoaufnahmen, die beispielsweise Vertragsunterzeichnungen oder Ähnliches festhielten, gaben objektivere Hinweise über den tatsächlichen Handgebrauch der dargestellten Person. (Vasterling et al., 2011, S. 11)

Aufgrund der Darstellung der Händigkeit in Kunstwerken, kann man aber davon ausgehen, dass RechtshänderInnen mindestens während der letzten 5000 Jahre einen überwiegenden Teil der Bevölkerung ausmachten (Coren & Porac, 1977, zitiert nach Corballis, 1989, S. 496).

Unter Gegenstandsfunden waren auch immer wieder Objekte, die speziell für den Gebrauch mit der linken Hand gefertigt wurden. Bekannt sind zum Beispiel LinkshänderInnengewehre, die den Abzug auf der linken Seite haben. (Vasterling et al., 2011, S. 11)

Das Problem mit LinkshänderInnen beim Militär ist eine vieldiskutierte Thematik, seit es das Militär gibt. Eine Einheit verdankt ihre Stärke in erster Linie ihrer Uniformität. SoldatInnen bilden mit ihren Schilden beispielsweise nur dann einen Schutzwall, wenn keine LinkshänderInnen zwischen ihnen sind, die ihr Schild rechts halten. So bildet sich nicht nur eine Lücke in der Deckung, sondern die Person zur Rechten wird behindert. Eine linkshändige Person schwächt die Schlagkraft der Formation und stört deren Manöver. Auch heute stellt Linkshändigkeit für die Armee immer noch ein Problem dar. Das Schloss eines Gewehrs befindet sich für LinkshänderInnen auf der falschen Seite, folglich benötigten sie mehr Zeit für das Durchladen. Außerdem springen Kugelhülsen aus jedem Standardgewehr nach rechts weg. Da LinkshänderInnen das Gewehr an die linke Schulter halten, kann die heiße Patronenhülse somit leicht ins Gesicht oder auf den rechten Arm springen. Es gibt zwar auch Waffen speziell für LinkshänderInnen, doch dadurch ist das Problem noch nicht gelöst. Im

Ernstfall ist es wichtig, dass ein Soldat / eine Soldatin jedes verfügbare Gewehr benutzen kann. (Smits, 2002, S. 55-56)

Bereits zu Zeiten der Gladiatoren und der Samurai, spielte die Händigkeit eine Rolle. Anders als beim Militär, wo der Fokus auf der Einheitlichkeit lag, war es als Gladiator besonders prestigereich, mit dem Schwert in der linken Hand zu kämpfen. Als Beispiel eines linkshändigen Gladiators („scaeva“) wird Kaiser Commodus (161-192 n.Chr.) genannt, der selbst in der Arena antrat. Auch einige Grabsteine von Gladiatoren bilden Linkshänder ab. (Mann, 2013, S. 26)

Bei den Samurai begannen Jungen bereits in der frühesten Kindheit mit dem militärischen Training. Linkshändige Jungen versuchte man, mit Hilfe verschiedenster Mittel und Maßnahmen, zu Rechtshändern umzuschulen. (Pöcher, 2009, S. 14)

Und doch wurden auch die Vorteile unterschiedlicher Händigkeiten erkannt. Es heißt, dass sich bereits Alexander der Große (356 – 323 vor Christus) bei seinen Wüstenmärschen folgender Hilfsmaßnahme bedient haben soll (Sattler, 1995, S. 273):

Wüsten bestehen aus sich kaum unterscheidenden Sandbergen und eintönigen Landschaften. Bei Wanderungen durch die Wüste lassen sich schwer feste Anhaltspunkte finden. Außerdem werden die Formen der Hügel permanent durch den Wind verändert, so können auch diese nicht zur Orientierung genutzt werden. RechtshänderInnen haben normalerweise ein etwas stärkeres rechtes Bein, mit dem sie etwas längere Schritte machen und mehr ausschreiten. Wenn ein Rechtshänder / eine Rechtshänderin allein geht und versucht eine gerade Richtung einzuhalten, neigt er / sie dazu, ein wenig nach links abzuweichen. Bei LinkshänderInnen ist das folglich umgekehrt. So würde jeder für sich alleine im sogenannten Kreis des Todes laufen. Wenn eine links- und eine rechtshändige Person nebeneinander laufen, korrigieren sie unwillkürlich das Abweichen des anderen und gehen gerade aus. (Sattler, 1995, S. 273)

Bereits in der *Ilias*, einem literarischen Werk von *Homer* das etwa dem 8. Jahrhundert vor Christus zugeordnet wird, wurde die Verwendung der linken Hand als eine Besonderheit beschrieben. Es wird geschildert, wie Achilles im Zweikampf mit Asteropaios verwundet wurde, als dieser ihn mit dem Speer in der linken Hand angriff. (Meyer, 1991, S. 17; Mittermayer & Popp, 1999, S. 42)

Die Analyse von archäologischen Werkzeugfunden, führt in der Zeit noch viel weiter zurück:

Entdeckte Höhlenmalereien belegen, dass es bereits in der Steinzeit etliche linkshändige Schützen und Speerwerfer gab (Inachin, 2010, S. 340). Außerdem wurden Werkzeuge aus dieser Epoche gefunden, die (laut Analysen der Abnützungen) teilweise von Rechts- und teilweise von LinkshänderInnen benutzt wurden (Meyer, 1991, S. 13). Mikroskopische Analysen von Abnutzungsmustern zeigten aber, dass Werkzeuge aus dem Jungpaläolithikum (der späten Altsteinzeit), von 35.000 bis 8.000 vor Christus, überwiegend in der rechten Hand gehalten wurden (Semenov, 1964, zitiert nach Corballis, 1989, S. 496).

Der Naturforscher Fritz Sarasin (1859-1942) hat hingegen anhand von Abnützungen an Steinkeilen und Speeren nachgewiesen, dass ein hoher Prozentsatz der frühen Bevölkerung LinkshänderInnen gewesen sein musste (Inachin, 2010, S. 340). Aufgrund weiterer Untersuchungen an gefundenen Werkzeugen kann angenommen werden, dass sich zu Beginn der Bronzezeit das Verhältnis zwischen Rechts- und LinkshänderInnen zu verändern begann – und zwar zu Gunsten der RechtshänderInnen (Meyer, 1991, S. 17).

Die Erklärung hierfür scheint schlüssig: In der Steinzeit wurden Werkzeuge und Waffen noch relativ einfach hergestellt. Es wurden dazu Naturmaterialien wie Knochen, Holz und Stein verwendet. Sie konnten entweder mit der einen oder anderen Hand verwendet werden. Die Gegenstände der Bronzezeit waren bereits komplexer und speziell auf eine Hand zugeschnitten. Die Herstellung war schwierig und teuer, weswegen Gegenstände weitergegeben und vererbt wurden. So waren LinkshänderInnen erstmals gezwungen ein Werkzeug oder eine Waffe mit der für sie schwächeren Hand zu halten – es sei denn, sie hatten die Möglichkeit, sich ein speziell auf ihre Bedürfnisse zugeschnittenes Teil anfertigen zu lassen. (Inachin, 2010, S. 340)

In Clacton (England) wurden Werkzeuge gefunden, die in der Zeit noch weiter zurückblicken lassen. Sie konnten dem *Altpaläolithikum* (der frühen Altsteinzeit) zugeordnet werden. Diese Werkzeuge wurden etwa vor 50.000 bis 100.000 Jahren verwendet und scheinen ebenfalls überwiegend in der rechten Hand gehalten worden zu sein. (Keeley, 1977, zitiert nach Corballis, 1989, S. 496)

Noch weiter zurück führen die Untersuchungen von Toth (1985, zitiert nach Corballis, 1989, S. 496). Er fand in Koobi Fora (Kenia) Späne, die bei der Manufaktur und beim Schärfen der

Waffen abfielen. Die Späne konnten der Zeit des *homo habilis* zugeordnet werden, der vor 1,4 bis 1,9 Millionen Jahren lebte. Wieder konnte daraus geschlossen werden, dass der Großteil der Benutzer dieser Waffen RechtshänderInnen waren.

Dart (1949, zitiert nach Corballis, 1989, S. 496; Hardyck & Petrinovich, 1977) untersuchte fossile Überreste und 47 Schädel des *parapapio broomi* (einer Primatenart), von denen manche zwei Millionen Jahre alt waren. Viele von diesen Funden wurden vom *Australopithecus*, der vor vier bis zwei Millionen Jahren lebte, erlegt. Die Analyse der Verletzungen der *parapapio broomi* zeigte, dass sie zum Großteil durch die rechte Hand des *Australopithecus* verursacht wurden.

Auch Kampfverletzungen am Körper des *Australopithecus* und des *Neandertalers* selbst belegen, dass die bereits ausgestorbenen Verwandten des modernen Menschen mehrheitlich rechtshändigen Gegnern gegenüberstanden. (Inachin, 2010, S. 340)

1.3.2 Die Bedeutung der Händigkeit und der Seiten in verschiedenen Kulturen

Der linken und rechten Hand wird in verschiedenen Kulturen verschiedene Bedeutung zugesprochen. Hier einige Beispiele zur Illustration:

In der *arabischen Kultur* wird die rechte Hand zum Essen, Schreiben und zur Begrüßung verwendet. Die linke Hand wird zur Reinigung beim Toilettengang benützt. (Smits, 2002, S. 20)

In *Japan* mussten Frauen ihre Linkshändigkeit vertuschen, da sie ein gravierender Grund war nicht geheiratet zu werden, beziehungsweise bei späterer Entdeckung ein anerkannter Scheidungsgrund (Smits 2002, S. 24).

Im *Talmud* ist es zum Beispiel verboten, bei bestimmten religiösen Tätigkeiten die linke Hand zu verwenden (Meyer, 1991, S. 17).

Die *Aschkas*, ein Stamm der amerikanischen Ureinwohner, verwenden bei rituellen Tätigkeiten ausschließlich die linke Hand, da diese für sie heilig ist. Die rechte hingegen gilt als unheilig. (Meyer, 1991, S. 17)

Auch in *Afrika* gibt es, beispielsweise am Unterlauf des Nigers, Stämme, bei denen die Frauen beim Kochen nur die rechte Hand benutzen dürfen – es sei denn, sie brauchen beide. Die *Ovambo* in Namibia zeigen nie mit der linken Hand auf etwas. Ein Gruß mit der linken Hand wird sogar als Beleidigung erachtet. Die *WaChaggas* schließen linkshändige Männer von der Jagd und von der Kriegsführung aus, da diese Unglücksbringer seien. Die *Massai*, ein Stamm in Ostafrika, glauben hingegen, dass Gesundheit und die linke Hand zusammengehören. Bei Neumond werfen sie einen Stein oder Stock mit der linken Hand und rufen dabei ihre Wünsche. (Smits, 2002, S. 25, S. 31)

Auch in *Mitteleuropa* gelten noch bestimmte gesellschaftlich konventionelle Regeln bezogen auf die rechte Hand. Ein Beispiel dafür ist das Begrüßen mit der rechten Hand. Weiters gilt bis heute das Heben der rechten Hand als rechtsverbindlicher Schwur. (Inachin, 2010, S. 337)

Doch nicht nur auf die Hände bezogen, auch den Seiten *links* und *rechts* an sich werden bestimmte ethisch behaftete Bedeutungen zugeschrieben:

Die folgende Geschichte ist ein Beispiel dafür, wie streng die Bedeutung der Seiten ausgelegt werden kann:

Während des zweiten Weltkrieges kamen Präsident Roosevelt und der britische Premierminister Churchill zu Beratungsgesprächen nach Saudi Arabien. Als Gastgeschenk überreichte Churchill dem König Ibn Saud einen gepanzerten Rolls-Royce. Es stellte sich jedoch heraus, dass der König den Wagen nie benutzen würde, weil (wie bei allen englischen Wagen) das Steuer rechts war. Folglich hätte der König links von seinem Chauffeur sitzen müssen – was völlig undenkbar war, da der Ehrenplatz immer rechts ist. (Smits, 2002, S. 23)

Ikonographische Untersuchungen haben gezeigt, dass den Seiten schon in der Antike bei den Römern und Griechen bestimmte ethisch behaftete Bedeutungen zugeschrieben wurden. In sehr früher Zeit hielten die Römer die linke Seite für die der guten Zeichen und die rechte für die der schlechten. Diese Sichtweise war konträr zu den Griechen, für die die linke Seite Unheil verkündete.

Im Laufe der Zeit setzte sich der symbolische Bedeutungsgehalt, den die Griechen den Seiten zuschrieben, auch bei den Römern durch.

Im semitischen Sprachbereich waren die Seiten keiner so gravierenden Abwertung ausgesetzt. (Sattler, 2000, S. 44, S. 100)

Auch im Alten Testament kommt es zu keiner Bewertung der Seiten. Rechts wird zwar für viele Handlungen bevorzugt genannt, doch liegt keine Ächtung für die linke Seite vor. Im Neuen Testament wird die rechte Hand ebenfalls häufiger als aktive, handelnde erwähnt, ohne dass dabei der Eindruck der Zurückstellung der linken oder ihrer bewussten Diskriminierung entstünde. Sie bleibt schlicht unangesprochen. (Sattler, 2000, S. 52; Hardyck & Petrinovich, 1977)

Bei christlichen Darstellungen wird die Hölle jedoch immer zur Linken der abgebildeten Figur dargestellt und das Paradies zur Rechten. Bis heute blieb es bei dieser frühchristlichen Einteilung. Sie ist sowohl bei *Michelangelo* als auch beispielsweise bei *Rubens* zu finden. (Sattler 2000, S. 97)

Eine der biblischen Szenen auf *Michelangelo Buonarrotis* (1475-1564) Deckengemälde der *Sixtinischen Kapelle* in Rom zeigt den *Sündenfall* und ist auf Abbildung 1 zu sehen.

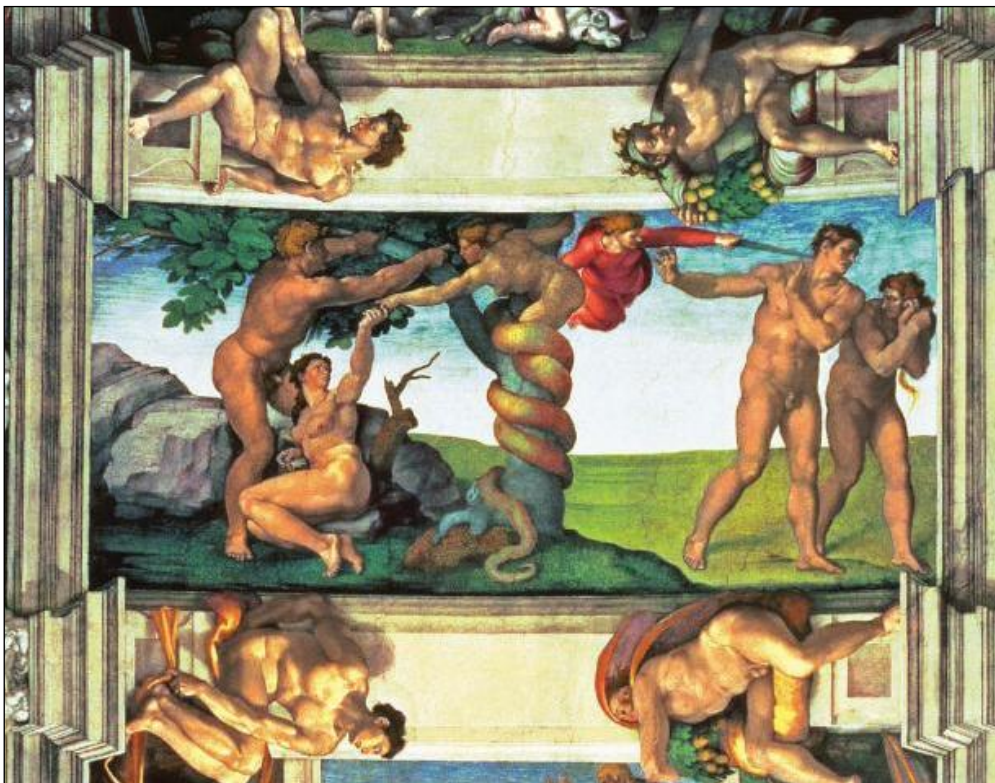


Abbildung 1: Fresko in der Sixtinischen Kapelle. Aus: Müntz (2012), S. 108

Eva greift mit ihrer linken Hand nach der verbotenen Frucht, die ihr – ebenfalls mit der linken Hand – die mit einem menschlichen Oberkörper versehene Schlange reicht. Rechts neben dieser Darstellung, befindet sich eine weitere, die Adam und Eva zeigt, als sie von einem

Todesengel aus dem Paradies vertrieben werden. Über ihnen schwebt der Todesengel, der sein Schwert ebenfalls in der linken Hand hält. Michelangelo war selbst Linkshänder, was jedoch nicht die Erklärung für diese Art der Darstellung ist. Er ließ die dargestellten Personen die linke Hand verwenden, da dies der Symbolik der damaligen Zeit entsprach. Er bediente sich eines bekannten dichotomen Gedankenkonstruktes, das eine Zweiteilung vornimmt welche bewusst Gegensätze schafft. In diesem Zusammenhang steht die linke Hand für Leben und Tod gleichermaßen, also für die irdischen Dinge. Die göttlichen Taten werden hingegen mit der rechten Hand vollzogen. So zeigt ein weiteres Fresko in der Sixtinischen Kapelle Gott, der Adam mit seiner rechten Hand das Leben schenkt. Adam hingegen empfängt das Leben mit der linken Hand. (Inachin, 2010. S. 335)

Eine der ältesten Quellen, die eine solche Zweiteilung formuliert, ist die von Aristoteles in seine *Metaphysica* aufgenommene *Tafel der Gegensätze* des *Pythagoras*. Sie stammt etwa aus dem sechsten Jahrhundert vor Christus und enthält (unter anderem) folgende Gegensatzpaare:

weiblich	–	männlich
dunkel	–	hell
schlecht	–	gut
kalt	–	warm
krumm	–	gerade
links	–	rechts

(Smits, 2002, S. 18)

Der männlichen Seite werden in dieser Aufzählung die positiven Eigenschaften zugewiesen, der weiblichen die negativen. Laut Inachin ist diese Tafel nicht nur beschreibend, sondern auch wertend. (Inachin, 2010. S. 335)

Zu beachten ist, auf welcher Seite dieser Zweiteilung sich *links* und auf welcher Seite sich *rechts* befindet.

1.3.3 „Links“ und „rechts“ im Sprachgebrauch

In unserem Kulturkreis ist also eindeutig eine Bevorzugung der rechten Seite zu finden. Nun soll analysiert werden, ob dies auch im Sprachgebrauch Spuren hinterlassen hat:

Rechts ist als Wortstamm in vielen positiven Worten (nach unserem Verständnis) enthalten, zum Beispiel *Recht*, *richtig*, *Rechtschaffenheit*, *rechtgläubig*, *rechtzeitig*. Links erscheint hingegen in Worten, die eine eher negative Bedeutung haben. (Sattler, 2000, S. 41)

Wenn sich jemand ungeschickt verhält, sagt man, er hätte „zwei *linke Hände*“ beziehungsweise „zwei *linke Füße*“. Ist jemand schlecht gelaunt, fragt man ihn, ob er „*mit dem linken Fuß aufgestanden*“ sei. Jemanden „*links liegen*“ zu lassen, bedeutet jemanden nicht zu beachten oder nicht zu schätzen. Eine „*linke Sache*“ zu machen, bedeutet etwas Ungesetzliches zu tun. Jemanden zu „*linken*“, bedeutet jemanden zu täuschen. „*Linkisch*“ bedeutet unbeholfen oder ungeschickt. Wenn ein Kompliment missglückte, also zu einer Beleidigung wurde, bezeichnet man das im angelsächsischen Raum als „*linkshändiges Kompliment*“. (Böhm, 2002, S. 88-89)

„*Die Linke kommt von Herzen*“ sagt man, wenn man die rechte Hand nicht frei hat, um jemandem die Hand zu geben und deswegen die linke Hand reicht. Diese Redensart ist ein Euphemismus, da *links* nach dem Volksglauben die ungünstigere Seite darstellt. (Inachin, 2010, S. 342)

Auch im semitischen Sprachbereich ist *rechts* ein Synonym für bevorzugt und günstig. *Links* hingegen steht für verkehrt, minderwertig und ungünstig. (Sattler 2000, S. 58)

Im englischen und romanischen Sprachkreis verhält es sich ähnlich. Im Folgenden sind einige Beispiele aus dem Italienischen und Französischen aufgeführt:

Im Italienischen bedeutet „*sinistra*“ links, die linke Seite oder die linke Hand. „*Sinistro*“, als Adjektiv, bedeutet link, tückisch, faul, gespenstisch, unheimlich, ominös und unheilvoll. Als Substantiv bedeutet „*il sinistro*“ der Schaden beziehungsweise der Schadensfall. „*La persona sinistra*“ wird mit „der Finsterling“ übersetzt. Der Linkshänder / die Linkshänderin wird mit „*il mancino / la mancina*“ übersetzt, was aber ebenso der Mangel bedeutet. „*Manco*“ als Adjektiv oder Adverb steht für mangelhaft, minder und wenig. „*Destra*“ bedeutet rechts, die rechte Seite oder die rechte Hand. „*La destrezza*“, Substantiv, bedeutet die Geschicklichkeit,

die Gewandtheit, die Kunstfertigkeit oder auch die Fingerfertigkeit. Als Adjektiv bedeutet „*destro*“ geschickt, einfallsreich, gewandt und kunstfertig. (Quelle: <http://dict.leo.org/> 30.03.2013 13:06)

Im Französischen wird links mit „*gauche*“ übersetzt, was aber auch linkisch, umständlich, unbeholfen, ungelenk bedeuten kann. „*la gaucherie*“ bedeutet die Unbeholfenheit oder die Ungeschicklichkeit. Auch hier gibt es die Redewendung „mit dem falschen Fuß zuerst aufstehen“ („*se lever du pied gauche*“). „*Droit*“, was rechts bedeutet, kann als Substantiv auch das Recht, der Anspruch oder die Rechtswissenschaft bedeuten. Als Adjektiv kann es für gerade, anständig, aufrecht, geradläufig oder rechtmäßig stehen. (Quelle: <http://dict.leo.org/> 30.03.2013 13:06)

1.4 Zusammenfassung

Als Händigkeit bezeichnet man die Überlegenheit der linken oder rechten Hand gegenüber der jeweils anderen (in Geschicklichkeit, Ausdauer und im bevorzugten Gebrauch). Rechts- und Linkshändigkeit sind als Kontinuum von extrem rechtshändig, über beidhändig bis zu extrem linkshändig zu betrachten. MischhänderInnen führen manche Tätigkeiten mit der rechten, andere wiederum mit der linken Hand aus. Sie können nicht jede Tätigkeit mit beiden Händen gleich gut verrichten. BeidhänderInnen (Ambidexter) können das jedoch.

In jedem bekannten Stamm und jeder bekannten Gesellschaft ist eine rechtshändige Mehrheit vorherrschend. Zirka zehn Prozent der Menschen sind LinkshänderInnen – bei Männern etwas mehr, bei Frauen etwas weniger. Es herrscht kein Konsens darüber wie hoch der LinkshänderInnenanteil genau ist. Verschiedene Studien gehen von einem Anteil zwischen einem und 40 Prozent aus. Gründe für die starke Variation der statistischen Quoten sind Unstimmigkeiten in der Bestimmung bei welchen Tätigkeiten und ab welchem Ausprägungsgrad man von Linkshändigkeit spricht.

Aufgrund der Darstellung in Kunstwerken und diversen archäologischen Funden und Analysen, die bis zur Zeit des Australopithecus, vor etwa vier bis zwei Millionen Jahren, zurückgehen, kann man schließen, dass seit jeher ein überwiegender Teil der Bevölkerung rechtshändig war.

Ikonographische Untersuchungen zeigten, dass den Seiten schon in der Antike bestimmte ethisch behaftete Bedeutungen zugeschrieben wurden. Weder im Neuen noch im Alten Testament kommt es zu einer moralischen Bewertung der Seiten. Die Rechte wird zwar öfter erwähnt, während die Linke aber nicht negativ bedacht wird, sondern einfach

unausgesprochen bleibt. Für christliche Darstellungen liegt sowohl der rechten und linken Seite, als auch der rechten und linken Hand, eine eindeutige Symbolik zugrunde.

Nicht nur den Seiten, auch der Händigkeit wird in verschiedenen Kulturen eine unterschiedliche Bedeutung zugesprochen. Ebenso gibt es in den westlichen Gesellschaften heute noch Konventionen, die mit der Bedeutung der rechten und linken Seite beziehungsweise der rechten und linken Hand einhergehen.

Betrachtet man das Vorkommen, beziehungsweise die Denotation von links und rechts im Sprachgebrauch verschiedener Kulturen, ist eine eindeutige Bevorzugung von Worten zu finden, die dem Wortstamm "*rechts*" entstammen.

2 Die zerebrale Lateralisierung

Bevor das Thema *Händigkeit* vertieft wird, ist es wichtig, die Grundlagen der *zerebralen Lateralisierung* zu kennen. Deshalb hat diese Thematik bereits in Kapitel 2 seinen Platz in der vorliegenden Arbeit gefunden.

Dass der Begriff *Händigkeit* nicht lediglich das Schreiben mit der linken oder rechten Hand beinhaltet, stellt man schnell fest, wenn man sich mit den neurophysiologischen Hintergründen beschäftigt. Durch das Verständnis der Thematik der *zerebralen Lateralisierung* wird gleichzeitig nachvollziehbar, woher die zahlreichen Forschungsfragen zum Unterschied zwischen Rechts- und LinkshänderInnen rühren, beziehungsweise warum überhaupt angenommen wird, dass sie sich bezüglich verschiedenster Merkmale unterscheiden könnten.

In diesem Kapitel wird die Aufteilung des menschlichen Gehirns in zwei Hemisphären und deren jeweilige Funktionen besprochen (*funktionelle zerebrale Lateralisierung*). Weiters werden jene Methoden aufgezeigt, die eine Untersuchung der *funktionellen zerebralen Lateralisierung* ermöglichen. Nach diesen Grundlagen wird auf den Zusammenhang der zerebralen Lateralisierung mit der Händigkeit, Sprache, Äugigkeit, Beinigkeit und Ohrigkeit eingegangen.

2.1 Das menschliche Gehirn und die funktionale zerebrale Lateralisierung

Das menschliche Großhirn (*Cerebrum*) ist in zwei Hemisphären aufgeteilt. Die linke und die rechte Hemisphäre scheinen, wie Abbildung 2 zeigt, äußerlich ähnlich. (Pinel & Pauli, 2007, S. 530)

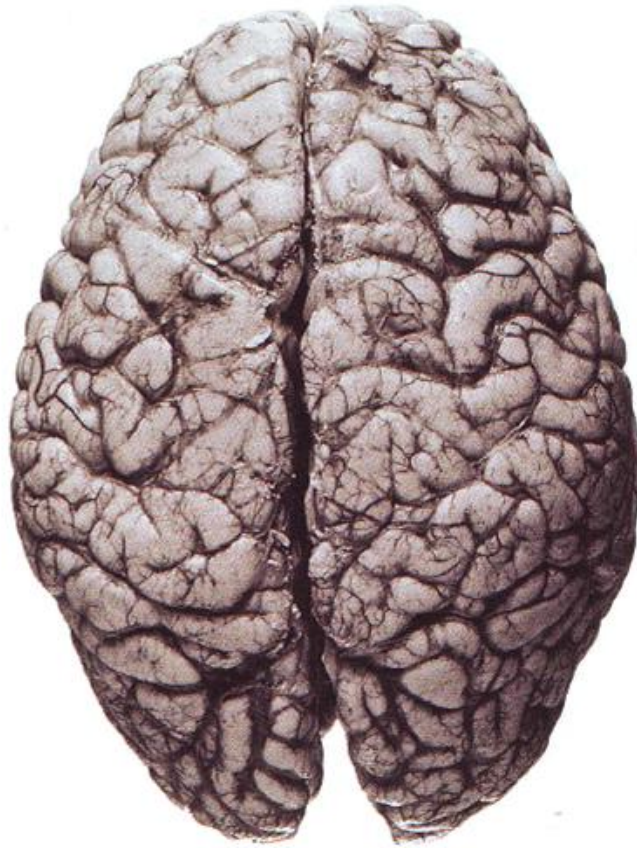


Abbildung 2: Das menschliche Gehirn.
Aus: Pinel & Pauli (2007), S. 4

Unsere beiden Gehirnhemisphären sind auf verschiedene Funktionen spezialisiert. Man spricht auch von *funktioneller zerebraler Lateralisierung*. (Pinel & Pauli, 2007, S. 530)

Bei den meisten Menschen sind die Funktionen ähnlich verteilt: Die linke Hemisphäre beherrscht das analytische, logisch-sprachliche Denken und operiert linear, also aufeinanderfolgend. Das synthetische, ganzheitliche Denken ist beziehungsreich und gleichzeitig. Es wird hauptsächlich von der rechten Hemisphäre übernommen. (Sattler, 1995, S. 33)

Tabelle 1 zeigt die Fähigkeiten, die nach Pinel und Pauli (2007, S. 543) eine funktionelle zerebrale Lateralisierung aufweisen:

Tabelle 1: Fähigkeiten, die eine funktionelle zerebrale Lateralisierung zeigen

Allgemeine Funktion	Linkshemisphärische Dominanz	Rechtshemisphärische Dominanz
Sehen	• Worte • Buchstaben	• Gesichter • geometrische Muster • emotionaler Ausdruck
Hören	• Sprachlaute	• nichtsprachliche Geräusche • Musik
Fühlen		• taktile Muster • Brailleschrift
Bewegung	• komplexe Bewegungen • ipsilaterale Bewegungen	• Bewegung in räumlichen Mustern
Gedächtnis	• verbales Gedächtnis • Interpretation von Erinnerungen	• nichtverbales Gedächtnis, Wahrnehmungsaspekte von Erinnerungen
Sprache	• Sprechen • Lesen • Schreiben • Rechnen	• emotionaler Gehalt
Räumliche Fähigkeiten		• mentale Rotation von Formen • Geometrie • Richtung • Entfernung

2.1.1 Das geteilte Gehirn

Die beiden Hemisphären sind prinzipiell voneinander getrennt, werden aber durch die *zerebralen Commissuren* verbunden. Die Commissuren sind verbindende Balken aus Nervenfasern und auf Abbildung 3 zu sehen. (Pinel & Pauli, 2007, S. 530)

Beide Hemisphären können völlig unabhängig voneinander funktionieren. Der Informationsaustausch zwischen den Gehirnhälften läuft über die Commissuren. Die

Unabhängigkeit der beiden Hemisphären wurde vor allem durch die Forschungen am *Corpus callosum* bewiesen. Das *Corpus callosum* ist die größte zerebrale Commissur und auf Abbildung 3 zu finden. Seine Funktion wurde 1953 durch ein an Katzen durchgeführtes Experiment von Myers und Sperry enthüllt (siehe 2.1.2 Methoden zur Untersuchung der zerebralen Lateralisierung). (Pinel & Pauli, 2007, S. 530)

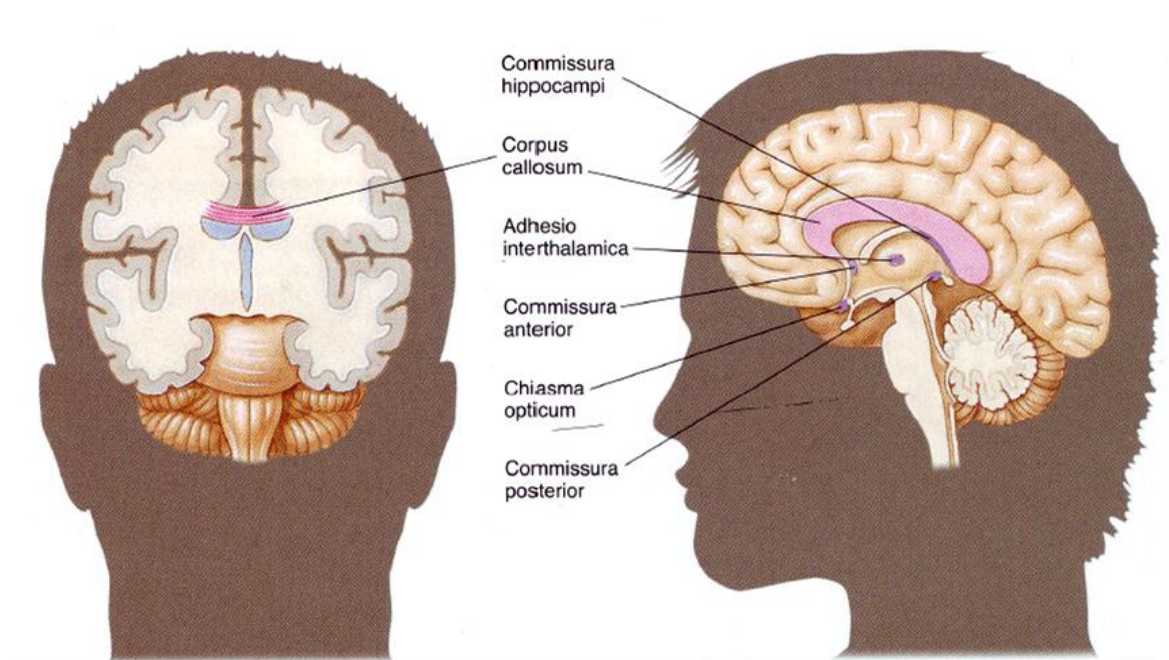


Abbildung 3: Die zerebralen Hemisphären und Commissuren. Aus: Pinel & Pauli (2007), S. 530

Es gibt auch Untersuchungen an Menschen, bei denen das *Corpus callosum* getrennt wurde. Abbildung 4 zeigt eine Untersuchungsmethode zur Beurteilung des neurologischen Status von diesen sogenannten *Split-Brain-PatientInnen*. Wie man an der Darstellung in Abbildung 4 sieht, werden die visuellen Eindrücke des rechten Gesichtsfeldes in der linken Hemisphäre verarbeitet, diese kontrolliert bei getrenntem *Corpus callosum* ausschließlich die rechte Hand. Informationen des linken Gesichtsfeldes werden hingegen in der rechten Hemisphäre verarbeitet, welche die linke Hand kontrolliert. (Pinel & Pauli, 2007, 537)

Für genauere Informationen zum visuellen System, sei auf 5.1.1. *Das visuelle System* verwiesen.

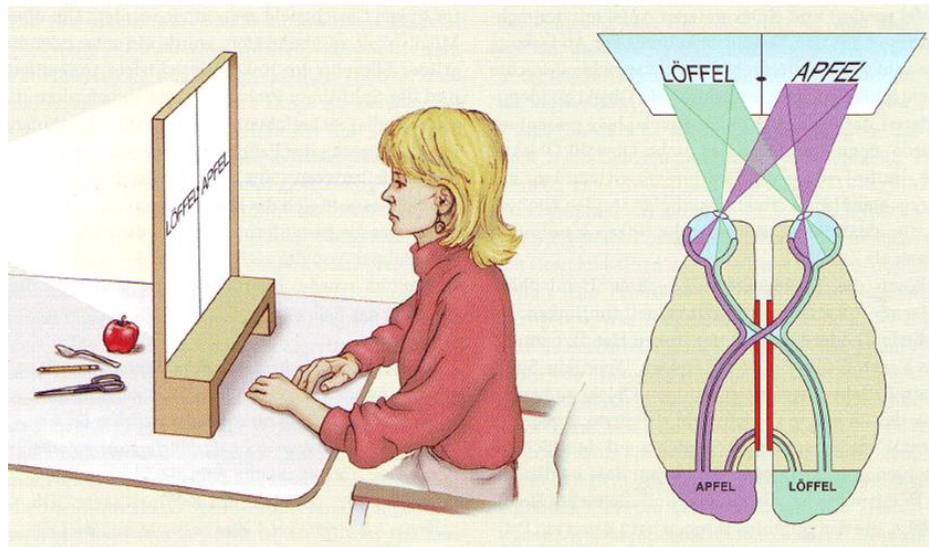


Abbildung 4: Untersuchungsmethode zur Beurteilung des neurologischen Status von Split-Brain-Patienten.
Aus: Pinel & Pauli (2007), S. 537

Wenn nun zum Beispiel das Bild des Wortes *Apfel* im rechten Gesichtsfeld eines Split-Brain-Patienten / einer Split-Brain-Patientin erscheinen würde, hat die linke Hemisphäre zwei Möglichkeiten um zu zeigen, dass sie die Information erhalten hat. Da die linke Hemisphäre jene ist, in der (in den meisten Fällen) die Sprache lokalisiert ist, könnte sie einfach sagen, was sie gesehen hat. Die rechte Hand könnte unter die Abdeckung greifen, unter den versteckten Objekten den Apfel ertasten und diesen hervorholen. (Pinel & Pauli, 2007, S. 537)

Wenn nun zum Beispiel das Wort *Löffel* im linken Gesichtsfeld präsentiert wird, also somit der rechten Hemisphäre, und der Patient / die Patientin aufgefordert wird das Wort zu nennen, wird er / sie behaupten nichts zu sehen. An dieser Stelle soll noch einmal betont werden, dass die rechte Hemisphäre den Stimulus gesehen hat, während es die linke ist, die spricht. Die rechte Hemisphäre könnte aber die linke Hand veranlassen unter die Abdeckung zu greifen und das entsprechende Objekt, in dem Fall den Löffel, unter den anderen Objekten zu ertasten und hervorzuholen. (Pinel & Pauli, 2007, S. 537)

Wird einem Split-Brain-Patienten / einer Split-Brain-Patientin ein Stimulus taktil geboten, indem zum Beispiel ein Objekt in die linke Hand gelegt wird, ist er / sie sich normalerweise bewusst, dass da etwas ist, kann aber nicht sagen was. Wieder hat nur die rechte Hemisphäre die Information, wobei die linke die sprechende ist. (Pinel & Pauli, 2007, S. 538)

Bei etwas abgeänderter Versuchsanordnung, tritt ein interessantes Phänomen auf: Diesmal wird dem Split-Brain-Patienten / der Split-Brain-Patientin gleichzeitig im linken Gesichtsfeld das Wort *Löffel* und im rechten Gesichtsfeld das Wort *Apfel* präsentiert. Dann wird die Abdeckung entfernt und der Patient / die Patientin gebeten, aus verschiedenen offen liegenden

Objekten das entsprechende auszuwählen. Entsprechend den Informationen der linken Hemisphäre würde die rechte Hand den Apfel wählen. Die linke Hand (die rechte Hemisphäre) vermutet einen Fehler in dieser Handlung – da sie das Wort *Löffel* sah. Es konnte bereits beobachtet werden, dass in diesem Fall die linke Hand die rechte vom „falschen“ Objekt wegschob und zum richtigen führte. Man spricht in diesem Fall vom „*helping-hand*“-Phänomen. (Pinel & Pauli, 2007, S. 539)

Die beschriebenen Forschungsergebnissen und verschiedene wissenschaftlichen Experimenten lassen letztlich den Schluss zu, dass die Hemisphären anlagebedingt eigene Funktionsbereiche haben, aber auch fähig sind, manche bei Bedarf als Ersatz zu entwickeln (allerdings nicht auf dem ursprünglichen Niveau). Die beiden Hemisphären können kooperieren und Informationen austauschen. Eine gegenseitige Behinderung ist aber ebenso möglich. (Sattler, 1995, S. 122)

2.1.2 Methoden zur Untersuchung der zerebralen Lateralisierung

Ein Großteil unserer Kenntnisse über die Hemisphärenaufteilung ist ein Nebenprodukt der Untersuchungen verschiedener Gehirnverletzungen und –beeinträchtigungen. Sie entstammen also klinischen Daten. Gewaltsame Verletzungen des Gehirns (zum Beispiel durch Unfälle oder Tumore) gaben anhand der Ausfälle bestimmter Fähigkeiten (zum Beispiel der Wahrnehmung oder der Sprache, wie bei der *Aphasie*, siehe 2.1.4 *Lateralität und Sprache*) viel von den Geheimnissen der Funktionen und Lokalisationen einzelner Fähigkeiten frei. (Sattler, 1995, S. 27)

In den letzten Jahrzehnten sind allerdings experimentelle Methoden entwickelt worden, um auch an „gesunden“ Menschen die Hemisphärenaufteilung untersuchen zu können. Im Folgenden werden neben den Untersuchungen an Split-Brain-PatientInnen auch noch der Tachistoskop-Versuch, der dichotische Hörtest, der Wada-Test, die Elektroenzephalographie (EEG) und die bildgebenden Verfahren näher erläutert.

Split-Brain-PatientInnen

Wie bereits erwähnt, untersuchte Roger W. Sperry Anfang der fünfziger Jahre zusammen mit Ronald E. Meyers Katzen mit durchgetrenntem *Corpus callosum*. Er stellte fest, dass kein Lerntransfer mehr stattfand. Jede Hemisphäre funktionierte so, als wäre sie allein ein

komplettes Gehirn. Im Jahr 1961 wurde der erste Versuch der Durchtrennung des *Corpus callosum* (*Kommissurotomie*) an einem Menschen durchgeführt. 1981 hat Roger W. Sperry den Nobelpreis, für seine Forschungen über die selbstständige Funktionsweise der beiden Hemisphären an *Split-Brain-PatientInnen* erhalten. (Sattler, 1995, S. 28)

Tachistoskop-Versuche

Mittels tachistoskopischer Darbietung einer Information, das heißt Präsentation einer Information für sehr kurze Zeit, kann man nur einer Hemisphäre die visuelle Wahrnehmung zukommen lassen. Diese Information wird dann natürlich bald über das *Corpus callosum* in die andere Hemisphäre weitergeleitet. Wenn zum Beispiel der rechten Hemisphäre eine tachistoskopische visuelle Mitteilung gemacht und eine nonverbale oder verbale Reaktion verlangt wird, kommt die nonverbale Reaktion schneller. Die Begründung ist darin zu sehen, dass die Sprachfunktionen, wie bereits erwähnt, meist in der linken Hemisphäre lokalisiert sind. (Ornstein, 1976, S. 7, zitiert nach Sattler, 1995, S. 30)

Dichotischer Hörtest

Ein weiterer Test zur zerebralen Lateralisierung ist der dichotische Hörtest. Er ist nicht invasiv und kann so auch an gesunden Versuchspersonen durchgeführt werden. Beim Standardtest werden drei Ziffernpaare über Kopfhörer dargeboten. Die beiden Ziffern eines Paares werden gleichzeitig präsentiert, jeweils eine Ziffer an einem Ohr. Die Versuchsperson wird abschließend gebeten, alle Ziffern zu nennen. Am Ende wird festgestellt, ob die Versuchsperson mehr Ziffern erinnert die dem rechten oder dem linken Ohr präsentiert wurden. (Pinel & Pauli 2007, S. 532)

Wada-Test

Der *Sodium-Amobarbital-Test*, auch *Wada-Test* genannt, stellt einen direkten experimentellen Beweis der Überlegenheit einer Hemisphäre dar. Der Test bewirkt eine kurzzeitige isolierte Narkose einer Hemisphäre. Dieser Test wird oft vor neurochirurgischen Eingriffen eingesetzt um zu bestimmen, welche Hemisphäre sprachdominant ist. Dabei wird ein Narkotikum (*Natrium-Amytal*) in die Karotis-Arterie (Halsschlagader) des Patienten / der Patientin gespritzt, was für einige Minuten zu einer ipsilateralen (auf derselben Körperhälfte gelegenen) Narkose der gesamten Hemisphäre führt. So ist es möglich, die Fähigkeiten der jeweils anderen Hemisphäre zu untersuchen. (Birbaumer & Schmidt, 2006, S. 739)

Für weitere Informationen zum Wada-Test sei auf 2.1.4 *Lateralität und Sprache* verwiesen.

Elektroenzephalographie

Mittels Elektroenzephalographie wurde entdeckt, dass die Beschäftigung mit einer verbalen Aufgabe und die Beschäftigung mit einer räumlichen Aufgabe unterschiedliche Hirnwellen auslösen. Der im Elektroenzephalogramm zu findende Alpha-Rhythmus zeigt ein „Abschalten“ der Informationsverarbeitung an. Er steigert sich in der linken Hemisphäre, wenn die Lösung eines räumlichen Problems verlangt wird, und in der rechten, wenn eine verbale Frage gestellt wird. (Sattler, 1995, S. 31)

Bildgebende Verfahren

Verfahren, die die Morphologie und Funktion (insbesondere auch Durchblutung und Stoffwechsel) des Gehirns analysieren, stellen eine weitere Möglichkeit dar um Hemisphärenasymmetrien zu erforschen. Ein Beispiel ist die Computertomographie (CT). Bei dieser werden mittels Röntgenstrahlen Messungen durchgeführt, nachdem man Menschen bestimmte markierte Stoffe injiziert hat, die zum Hirnstoffwechsel notwendig sind (zum Beispiel radioaktiv markierte Glukose). (Sattler, 1995, S. 31)

Eine weitere Möglichkeit zur Untersuchung der funktionellen Lateralisierung ist die funktionelle Bildgebung der Gehirnaktivität. Die Aktivität des Gehirns wird hierbei zum Beispiel mit der *Positronen-Emissions-Tomographie* (PET) oder mit der *funktionellen Magnet-Resonanz-Tomographie* (fMRT) beobachtet, während die Versuchsperson eine bestimmte Aktivität ausführt, zum Beispiel Lesen. Bei Sprachtests zeigen diese bildgebenden Verfahren normalerweise eine weit größere Aktivität der linken als der rechten Hemisphäre an. (Pinel & Pauli, 2007, S. 532)

Bei der *Positronen-Emissions-Tomographie* (PET) wird radioaktive 2-Desoxyglukose in die Karotisarterie (eine Halsarterie die die ipsilaterale zerebrale Hemisphäre versorgt) injiziert. Die 2-Desoxyglukose wird durch ihre Ähnlichkeit zur Glukose, der wichtigsten Energiequelle des Gehirnstoffwechsels, schnell von aktiven, energieverbrauchenden Neuronen aufgenommen. Der PET-Scan liefert somit ein Abbild der Stärke der Radioaktivität in verschiedenen Teilen des Gehirns. (Pinel & Pauli, 2007, S. 134)

Die *funktionelle Magnet-Resonanz-Tomographie* (fMRT) liefert Bilder von den Veränderungen der Sauerstoffsättigung des Blutes in den aktiven Bereichen des Gehirns. Mit der fMRT werden dreidimensionale Bilder der Aktivität des gesamten

Gehirns erzeugt. Außerdem liefert sie in einem Bild sowohl strukturelle als auch funktionelle Informationen. (Pinel & Pauli, 2007, S. 533)

2.1.3 Lateralität und Händigkeit

Beim Menschen sind die Hemisphären *kontralateral* organisiert. Das bedeutet Reize auf der einen Körperseite werden vorwiegend von der gegenüberliegenden Hemisphäre verarbeitet. Auch Impulse an die Muskeln werden von der kontralateralen Gehirnhälfte ausgesendet. (Sattler, 2000, S. 104)

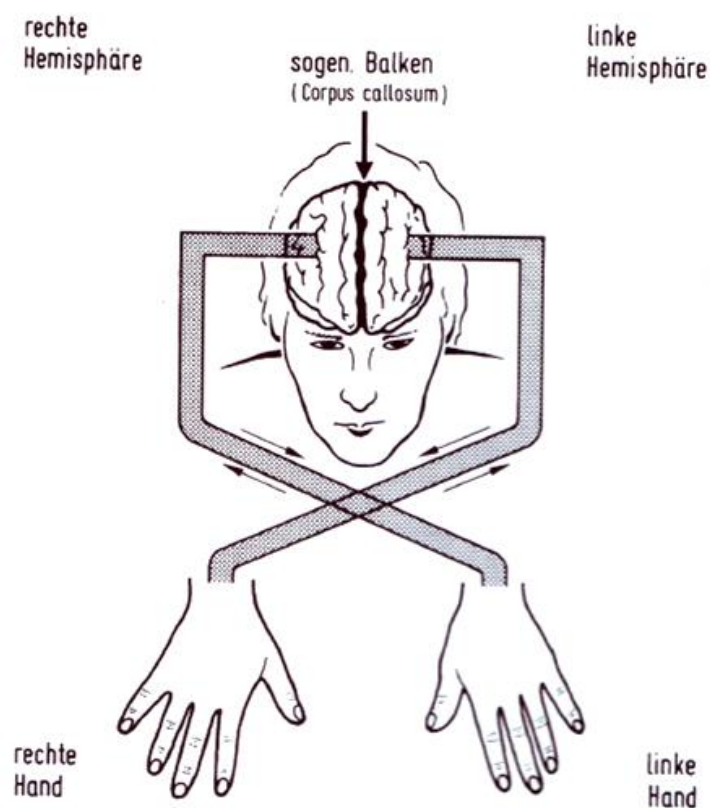


Abbildung 5: Kontrolle der Motorik. Aus: Meyer (1991), S. 20

Wie Abbildung 5 zeigt, ist auch die Kontrolle der Hände kontralateral organisiert. Die linke Hemisphäre steuert demnach die rechte Hand, und die rechte Hemisphäre die linke Hand. Nach Peters (1995, S. 183) ist die Händigkeit der am leichtesten zu beobachtende Ausdruck der zerebralen Lateralisierung.

Für Sattler (2000, S. 122) ist die Händigkeit vor allem ein Ausdruck einer motorischen Dominanz im Gehirn. Diese Dominanz betrifft die Bevorzugung einer Hand, und auch die stärkere Betonung der hemisphärischen Verarbeitungsart in der kontralateralen Gehirnhälfte.

Auch Meyer (1991, S. 22) setzt die Frage, welche Hand besser in der Lage ist feinmotorische Tätigkeiten auszuführen, gleich mit der Frage nach dem Verarbeitungsprinzip im Gehirn. Übernimmt die linke Gehirnhälfte dominant die Informationsverarbeitung, handelt es sich um eine rechtshändige Person. Bei LinkshänderInnen wiederum übernimmt überwiegend die rechte Gehirnhälfte die Informationsverarbeitung. (Meyer, 1991, S.22)

Hier sei nochmals auf Tabelle 1 verwiesen, die alle Fähigkeiten aufzeigt, die eine funktionelle zerebrale Lateralisierung aufweisen.

2.1.4 Lateralität und Sprache

Die linke Hemisphäre spielt eine besondere Rolle für Sprache und Willkürbewegungen. Dies führt zu dem Begriff der *zerebralen Dominanz*. Darunter versteht man die Überlegenheit einer Hemisphäre in Bezug auf bestimmte Funktionen. Demnach übernimmt eine Hemisphäre – meist die linke – eine dominante Rolle bei der Kontrolle von komplexen Verhaltensweisen und kognitiven Prozessen. Die andere Hemisphäre spielt dabei nur eine untergeordnete Rolle. (Pinel & Pauli, 2007, S. 531)

Marc Dax macht eine interessante Beobachtung und hielt bereits 1836 einen wissenschaftlichen Vortrag darüber: Dax betreute etwa 40 hirngeschädigte PatientInnen mit Sprachproblemen, von denen kein einziger ausschließlich Schädigungen der rechten Hemisphäre aufwies. Mit seinem Vortrag erregte er nur wenig Interesse, da man zu dieser Zeit glaubte, dass das Gehirn als Ganzes arbeitet. Somit konnte Marc Dax nicht erahnen, dass er eines der wichtigsten Gebiete der modernen neuropsychologischen Forschung vorhergesehen hatte. (Pinel & Pauli, 2007, S. 531)

Das änderte sich, als Paul Broca 25 Jahre später von seinen post-mortem Untersuchungen an zwei aphasischen Patienten berichtete. Unter *Aphasie* versteht man eine durch eine Hirnschädigung verursachte Störung der Fähigkeit, Sprache zu produzieren oder zu verstehen. Beide Patienten von Broca wiesen linkshemisphärische Läsionen auf. Broca bemerkte den Zusammenhang zwischen einer Aphasie und der Seite der Hirnschädigung erst 1864, nachdem er sieben weitere Patienten post-mortem untersucht hatte. Alle dieser sieben Patienten wiesen, wie die ersten beiden Fälle, eine Schädigung des inferioren präfrontalen Cortexes der linken Hemisphäre auf. Dieser Bereich ist heute als *Broca-Areal* (siehe Abbildung 6) bekannt. (Pinel & Pauli, 2007, S. 531)

„On parle avec l'hémisphère gauche“

(„Man spricht mit der linken Hemisphäre“, Paul Broca, 1865, nach Annett, 2002, Kap. 1)

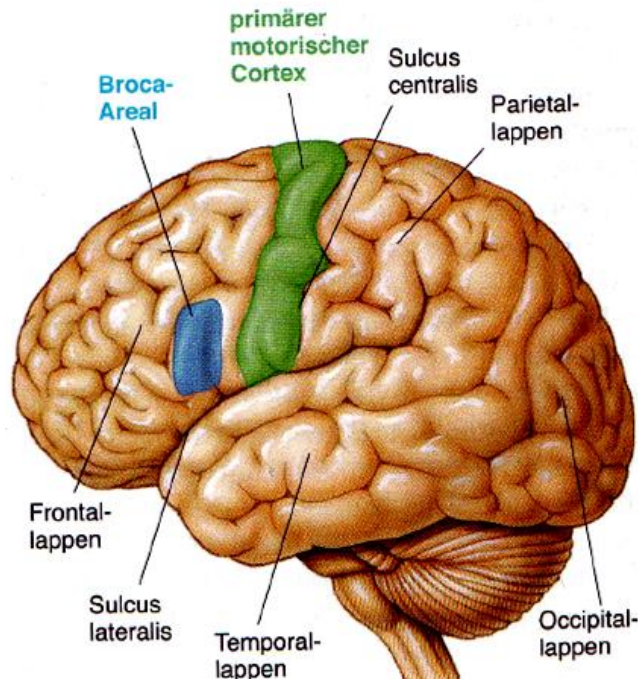


Abbildung 6: Lage des Broca-Areals im inferioren linken präfrontalen Cortex. Aus: Pinel & Pauli (2007), S. 531

Der Wada-Test (siehe 2.1.2 Methoden zur Untersuchung der zerebralen Lateralisierung) stellt eine Möglichkeit zur Untersuchung der Lateralisierung der Sprachfunktionen dar. Der Patient / die Patientin wird nach Betäubung einer Hemisphäre gebeten, bekannte Reihen aufzusagen (zum Beispiel das Alphabet) und Bilder von bekannten Objekten zu benennen. Dann erfolgt eine Injektion auf der anderen Seite und der Test wird wiederholt. Wenn die sprachdominante Hemisphäre betäubt wird, bleibt der Patient / die Patientin für ein oder zwei Minuten völlig stumm. Sobald die Fähigkeit zu sprechen wieder zurückkehrt, treten Reihenfolge- und Benennungsfehler auf. Wenn die nicht-dominante Hemisphäre betäubt wird, tritt oft gar keine Stummheit auf und auch Fehler sind selten. Birbaumer und Schmidt zeigen auf, dass 96 Prozent der RechtshänderInnen und 70 Prozent der LinkshänderInnen die Sprache links lokalisiert haben. Nur vier Prozent der RechtshänderInnen, aber 15 Prozent der LinkshänderInnen weisen eine Lokalisierung der Sprache in der rechten Hemisphäre auf. 15 Prozent der LinkshänderInnen weisen bilaterale Repräsentationen auf – was bei RechtshänderInnen nicht beobachtet werden konnte. (Birbaumer & Schmidt, 2006, S. 739)

Auch Pinel und Pauli (2007, S. 532) beziehen sich auf vergangene Studien und schlussfolgern, dass die linke Hemisphäre bei fast allen RechtshänderInnen dominant für Sprachfähigkeiten ist.

LinkshänderInnen variieren im Bezug auf die Sprachlateralisierung mehr als RechtshänderInnen. Bei LinkshänderInnen ist also die Wahrscheinlichkeit einer Rechtslateralisierung der Sprachfunktionen erhöht. (Birbaumer & Schmidt, 2006, S. 739)

Auch bildgebende Verfahren (siehe Kapitel 2.1.2 *Methoden zur Untersuchung der zerebralen Lateralisierung*) zeigen bei Sprachtests normalerweise eine weit größere Aktivität der linken, als der rechten Hemisphäre an. (Pinel & Pauli, 2007, S. 532)

Laut Birbaumer und Schmidt (2006, S. 739) ist beim Menschen die Sprachlokalisation ein besserer Prädiktor der anatomischen Organisation, als die Bevorzugung der Hand. LinkshänderInnen weisen keine verbesserte Fähigkeit der rechten Hemisphäre für expressive und rezeptive Sprache auf, zeigen aber nach linkshemisphärischen Läsionen manchmal weniger Sprachprobleme. (Birbaumer & Schmidt, 2006, S. 739)

Aus neuroevolutionärer Sicht bieten sich eine Vielzahl an Erklärungsmodellen für die Lateralisation von Sprache und Händigkeit an. Eine mögliche Theorie führt die Bevorzugung der linken Hemisphäre, sowohl für die Sprachfunktion, als auch für die Händigkeit, auf die Tätigkeit der Urmenschen als Jäger im Gruppenverband zurück. Nachdem die geschickte Verwendung einer Waffe und eine koordinierende Kommunikation unter den Jägern grundlegend für den Erfolg bei der Jagd im Gruppenverband ist, wäre es auch evolutionär von Vorteil, die motorischen und sprachlichen Funktionen in derselben Hemisphäre anzusiedeln. So kann eine schnellstmögliche und effektive Koordination gewährleistet werden. (Wiest, 2009, S. 56)

Bezogen auf Kinder im Grundschulalter konnten Hernández, Camacho-Rosales, Nieto und Barroso (1997) zum Beispiel zeigen, dass Kinder, bei denen die Sprachdominanz und die Handkontrolle in der gleichen Hemisphäre lokalisiert sind, bessere Leistungen in der Lesegeschwindigkeit, Lesegenauigkeit und im Leseverständnis zeigten. Einzeln betrachtet hatten weder die Händigkeit noch die Lokalisation der Sprache einen Einfluss auf die Leseleistung.

Die Metaanalyse von Hull und Vaid (2006) schloss 23 Studien ein, die die funktionale Hemisphärenasymmetrie bezüglich der Sprachfunktionen untersuchten. Sie stellten fest, dass einsprachig aufgewachsene Kinder und Kinder, die erst spät (nach dem sechsten Lebensjahr) eine zweite Sprache erlernten, die Sprachfunktionen größtenteils in der linken Hemisphäre aufwiesen. Zweisprachige Personen, die die zweite Sprache relativ früh erlernten (vor dem sechsten Lebensjahr), zeigten hingegen häufig eine bilaterale Repräsentation der Sprachfunktionen. Aus diesen Ergebnissen kann man schließen, dass die frühe Konfrontation mit mehreren Sprachen einen Effekt auf die neurofunktionale Organisation hat. (Hull & Vaid, 2006)

Die Verbindung zwischen Rechtshändigkeit und Lokalisation der Sprachkontrolle in der linken Hemisphäre war und ist oft Thema von Spekulationen. Manche argumentierten, dass zuerst die Rechtshändigkeit kam und somit in der linken Hemisphäre eine Plattform für die Sprachrepräsentation geschaffen wurde. Im Gegensatz dazu, wird auch angenommen, dass Rechtshändigkeit eine Konsequenz der linkshemisphärischen Kontrolle der Sprache ist. (Corballis, 1989)

2.1.5 Lateralität und Äugigkeit, Ohrigkeit und Beinigkeit

Die Händigkeit stellt einen wichtigen Bestandteil der Lateralität eines Menschen dar. Doch nicht nur bezogen auf die Hände sondern bei allen paarig angelegten Organen kann eines der Organe mehr oder weniger dominant sein. (Meyer, 1991, S. 24)

Bei der *Beinigkeit*, *Äugigkeit* und *Ohrigkeit* ist allerdings eine nur mäßige Lateralisation zu beobachten. Eine mögliche Begründung dafür ist, dass für die Raumorientierung beide Augen (Tiefensehen) und beide Ohren (Richtungshören) gleich relevant sind. Bei koordinierten Bewegungen hingegen ist normalerweise eine Führungshand und eine Hilfshand notwendig, um schnell und sinnvoll handeln zu können. Bei leichten Aufgaben ist in der Regel keine Lateralisation zu beobachten. Mit zunehmender Schwierigkeit einer Aufgabe steigen auch die Leistungsunterschiede paarig angelegter Organe. Signifikante Rechts-Links-Unterschiede waren bisher jedoch nur in wenigen Fällen nachweisbar. (Schilling, 2009, S. 19)

Laut Böhm (2002, S. 200) überwiegt jedoch bei sämtlichen Formen der Seitendominanz (Hand-, Bein- und Augendominanz) die Rechtsseitigkeit.

De Agostini und Dellatolas (2001) konnten einen Zusammenhang der Händigkeit mit Beinigkeit und Äugigkeit feststellen. Außerdem war eine konsistente Präferenz für eine Hand und ein Bein bei RechtshänderInnen (89%) häufiger zu beobachten als bei LinkshänderInnen (48%). Im Gegensatz dazu war der Anteil von Personen, die eine konsistente Hand- und Augendominanz zeigten, bei Links- und RechtshänderInnen gleich hoch (62%). (De Agostini & Dellatolas, 2001)

Äugigkeit

Wie auf Abbildung 4 bereits zu sehen war, kreuzen die Sehnerven im *Chiasma opticum*. Dabei wird aber das linke Auge nicht einfach nach rechts geschaltet und das rechte nach links. Die Trennung bezieht sich vielmehr auf die Umgebung. Die linke Hälfte des Gesichtsfeldes wird in der rechten Hemisphäre verarbeitet, die rechte Hälfte in der linken Hemisphäre des Gehirns. (Sattler, 1995, S. 25)

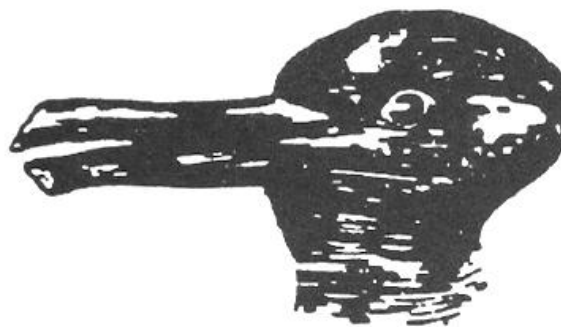


Abbildung 7: Ente-Hase-Test nach J. Perret. Aus: Meyer (1991), S. 51

Zur Überprüfung der Äugigkeit dient zum Beispiel der Ente-Hase-Test nach J. Perret (Abbildung 7). Bei diesem Test wird das Kind aufgefordert die Augen zu schließen, während die Ente-Hase-Abbildung in 60 cm Entfernung auf den Tisch gelegt wird. Es wird nun aufgefordert die Augen zu öffnen und spontan zu äußern was es sieht. Bei dominantem rechten Auge sieht es zuerst die Ente, bei dominantem linken Auge den Hasen. Eine weitere Möglichkeit zur Feststellung der Äugigkeit ist, das Kind aufzufordern, durch ein Loch in der Zeitung etwas zu beobachten. Das Kind wird dabei mit dem dominanten Auge durch das Loch schauen. (Meyer, 1991, S. 51)

Unterschieden werden Äugigkeitstests zur Fernsicht und zur Nahsicht. Ein Test zur Fernsicht wäre, das Kind bei ausgestreckten Armen durch ein Loch in einem Stück Papier, ein entferntes Ziel anvisieren zu lassen. Das Stück Papier soll dann langsam an das Gesicht geführt werden, ohne das Objekt aus den Augen zu lassen. Das Auge, an dem das Loch letztendlich ankommt, ist das bevorzugte. (Milz, 2001, S. 111)

Beim Test zur Nahsicht wird das Kind aufgefordert durch ein Loch in einem Stück Papier ein etwa 30 cm entferntes Objekt anzuvisieren. Das bevorzugte Auge ist letztendlich das, an welches das Papier geführt wird.

Für die Tests zur Fern- und Nahsicht gilt, dass nur dann eine Aussage über die Äugigkeit gemacht werden kann, wenn für jeweils drei verschiedene Ziele ein eindeutig dominantes Auge festzustellen ist. (Milz, 2001, S. 111)

Milz (2001, S. 112) empfiehlt, dass Kinder mit dominantem linken Auge (für die Fernsicht) im Klassenraum einen Platz einnehmen sollten, der es ihnen ermöglicht, die Tafel im linken Blickfeld zu erfassen. Für Kinder mit dominantem rechten Auge sollte sich die Tafel im rechten Blickfeld befinden. Kinder, die für die Fernsicht keine eindeutige Lateralisation entwickelt haben, sollten frontal zur Tafel sitzen – jedoch nicht zu nahe, damit das Blickfeld nicht eingeschränkt ist. (Milz, 2001, S. 112)

Ohrigkeit

Für die Ohren gibt es keine so eindeutige Hörnervenkreuzung, doch gilt auch hier, dass gekreuzte und ungekreuzte Nervenfasern in das sogenannte *Corpus geniculatum mediale* im Mittelhirn führen und in Hörstrahlen zum *Cortex* (Gehirnrinde) weitergeleitet werden. Die Hörrindenfelder bekommen die Meldungen überwiegend von der Gegenseite. Die aufsteigende kortikale Projektion ist also größtenteils gekreuzt. Das rechte Ohr hat folglich einen einfacheren Zugang zur linken Hemisphäre. (Sattler, 1995, S. 27)

Nach Birbaumer und Schmidt (2006, S. 735) ist bereits bei Neugeborenen eine Bevorzugung linkshemisphärischer Verarbeitung (rechtes Ohr) für Sprachlaute bei dichotischem Hören festzustellen.

Studien zur Ohrigkeit mittels dichotischem Hörtest (siehe 2.1.2 *Methoden zur Untersuchung der zerebralen Lateralisierung*) zeigten, dass die meisten Menschen mehr Ziffern wiedergaben, die dem rechten Ohr präsentiert wurden. Dies spricht für eine linkshemisphärische Dominanz. (Pinel & Pauli, 2007, S. 532)

Eine einfache Möglichkeit zur Überprüfung der Ohrigkeit wäre, das Kind aufzufordern an etwas zu hören, das vor ihm am Tisch liegt, zum Beispiel an einer Uhr. Das Kind erhält zuvor die Instruktion die Hände auf die Knie zu legen und dort liegen zu lassen. Notiert wird, mit welchem Ohr sich das Kind der Uhr nähert. (Meyer, 1991, S. 50)

Beinigkeit

Zur Feststellung der Beinigkeit können verschiedene Aufgaben gestellt werden, abhängig vom Alter der Versuchsperson. Zum Beispiel kann beobachtet werden, welchen Fuß das Kind spontan verwendet, um etwa einen Ball zu stoßen, auf einem Bein zu hüpfen oder auf einen Stuhl zu steigen. In einem anderen Test soll das Kind zuerst mit dem linken, dann mit dem rechten Bein von einer Start- zu einer Ziellinie hüpfen. Beim Hüpfen mit dem bevorzugten Fuß, benötigt das Kind weniger Zeit. (Sattler, 1995, S. 49)

2.2 Zusammenfassung

Das menschliche Gehirn (Cerebrum) besteht aus zwei getrennten Hemisphären, die unabhängig voneinander funktionieren und durch die zerebralen Commissuren verbunden sind. Über diese Verbindungen aus Nervenfasern ist ein Informationsaustausch zwischen den Gehirnhälften möglich. Die beiden Hemisphären sind jeweils auf verschiedene Funktionen spezialisiert.

Ein Teil unserer heutigen Kenntnisse über die Hemisphärenaufteilung ist Nebenprodukt der Untersuchungen verschiedener Gehirnverletzungen und -beeinträchtigungen. Es gibt aber bereits zahlreiche experimentelle Methoden um diesbezüglich Untersuchungen am gesunden Menschen durchführen zu können. Beim Menschen sind die Hemisphären kontralateral organisiert. Das bedeutet, dass Reize auf der einen Körperseite vorwiegend von der gegenüberliegenden Hemisphäre verarbeitet werden. So auch die Händigkeit. Die linke Hemisphäre steuert die rechte Hand, die rechte Hemisphäre die linke Hand.

Unter zerebraler Dominanz versteht man die Überlegenheit einer Hemisphäre in Bezug auf bestimmte Funktionen. 96 Prozent der RechtshänderInnen und 70 Prozent der LinkshänderInnen haben zum Beispiel die Sprache links lokalisiert.

Bei allen paarig angelegten Organen des Menschen kann eines der Organe mehr oder weniger dominant sein (Händigkeit, Äugigkeit, Ohrigkeit und Beinigkeit).

3 Theorien zur Händigkeit

Nun stellt sich die Frage, welche Faktoren dafür verantwortlich sind, dass jemand Rechts- oder LinkshänderIn ist.

Nach heutigen Erkenntnissen spielen vererbte und angeborene Anlagen eine große Rolle. Doch auch Einflüsse der Umwelt, der Erziehung und Normvorstellungen prägen den tatsächlich messbaren Anteil der Links- und RechtshänderInnen in einer Gesellschaft. (Vasterling et al., 2011, S. 13)

Nature versus nurture: Was aber bestimmt nun, ob man Rechts- oder LinkshänderIn ist? Anlage oder Umwelt? Im Folgenden werden verschiedene Ansätze zur Erklärung der Entstehung der Händigkeit den Punkten Anlage und Umwelt zugewiesen.

3.1 Anlage

Ein klassischer Ansatz um die „Anlage versus Umwelt“-Debatte zu klären, ist die Zwillingsstudie. Zahlreiche Forscher haben monozygote (eineieiige) und dizygote (zweieiige) Zwillinge verglichen, um den relativen Einfluss von Anlage und/oder Umwelt zu untersuchen. Auch in Untersuchungen zur Händigkeit ist die Zwillingsforschung sehr verbreitet. (Sicotte, Woods & Mazziotta, 1999)

Sicotte et al. (1999) haben eine Meta-Analyse zur Händigkeit bei Zwillingen durchgeführt. In der größten bisher durchgeführten Meta-Analyse von Zwillingsstudien wurde festgestellt, dass Zwillingsgeborene häufiger zu Linkshändigkeit neigen als einzeln geborene Kinder. Zwischen mono- und dizygoten Zwillingen, konnten sie jedoch keinen Unterschied feststellen. Monozygote Zwillinge neigen allerdings eher zu einer konkordanten (übereinstimmenden) Handpräferenz als dizygote Zwillinge, das entspricht einem genetischen Modell der Händigkeit. (Sicotte et al., 1999)

Die *Carter-Saltzman-Studie* (1980, zitiert nach Bishop, 1990, S. 34) hingegen ist eine Adoptionsstudie und untersuchte eine Gruppe von Kindern, von denen alle im Säuglingsalter

(also vor der Händigkeitmanifestation) adoptiert wurden. Zusammengefasst gibt die Carter-Saltzman-Studie an, dass die Adoptiveltern nur einen minimalen, beziehungsweise keinen Einfluss auf die Händigkeit des Kindes haben. Im Gegensatz dazu fand man einen signifikanten Zusammenhang zwischen der Händigkeit von Kindern und deren biologischen Eltern. (Bishop, 1990, S. 34)

Auch das würde für eine überwiegend genetische Komponente der Händigkeit sprechen.

Ebenso McManus' (1996, S. 374) Aussage, dass nur 9,5 Prozent der Kinder zweier rechtshändiger Elternteile LinkshänderInnen sind. Ist unter den Elternteilen einer rechts- und einer linkshändig, sind 19,5 Prozent der Nachkommen LinkshänderInnen. Sind beide Elternteile linkshändig, sind es auch durchschnittlich 26,1 Prozent der Nachkommen. (McManus, 1996, S. 374)

3.1.1 Händigkeit und Evolution

Nun sollen zwei Hypothesen aufgezeigt werden, die die Anlage zur Händigkeit aus der Evolutionstheorie schließen:

Salk (1960, zitiert nach Wiest, 2009, S. 57) bezieht sich zum Beispiel auf die nachgewiesene Angewohnheit von Frauen, ihre Säuglinge am linken Arm zu tragen. Es wird angenommen, dass das Halten des Kindes auf der linken Seite einen beruhigenden Effekt hat, da das Kind so die Herztöne der Mutter besser wahrnimmt. So stand im Laufe der Evolution die rechte Hand vermehrt für andere Funktionen zur Verfügung und wurde folglich zur Gebrauchshand für spezifischere motorische Tätigkeiten. Im Laufe der Zeit hat sich die rechte Hand als die dominante manifestiert. Dieser Verlauf hätte jedoch theoretisch dazu führen müssen, dass Linkshändigkeit immer seltener vorkommt und letztendlich alle Menschen RechtshänderInnen sein müssten. (Salk, 1960, zitiert nach Wiest, 2009, S. 57)

An dieser Stelle erklärt die *fighting-hypothesis* warum Linkshändigkeit im Laufe der Evolution *nicht* ausselektiert wurde: Linkshändigkeit wird wiederholt mit reduzierter *Darwinscher Fitness* in Verbindung gebracht (Raymond, Pontier, Dufour und Moller, 1996). Darwin definierte *Fitness* als die Fähigkeit eines Organismus zu überleben und sich fortzupflanzen. *Fitness* ist also bestimmt von der Ausstattung des Organismus und deren Anpassung an die Umwelt. (Hergenhahn, 2009, S. 300)

Bryden, Bruyn und Fletcher (2005) konnten zum Beispiel in einer ihrer Studien zeigen, dass nicht-rechtshändige Personen (LinkshänderInnen, MischhänderInnen und BeidhänderInnen) eher als rechtshändige Personen zu spezifischen Krankheiten (wie Bluthochdruck und Epilepsie) neigen.

Die Tatsache, dass Linkshändigkeit im Laufe der Evolution nicht ausgesiebt wurde, führt zu dem Schluss, dass LinkshänderInnen in manchen Situationen eben doch einen Fitness-Vorteil haben. Eventuell haben LinkshänderInnen einen Vorteil in Kampfsituationen, weil sie eine Minderheit sind. (Raymond et al., 1996)

Bei Kämpfen hat man eine höhere Chance einem rechtshändigen Gegner, beziehungsweise einer rechtshändigen Gegnerin gegenüber zu stehen, da diese den Großteil der Population ausmachen. So ist beispielsweise eine linkshändige Person die auf eine rechtshändige trifft, besser vorbereitet als umgekehrt. Ein Linkshänder / eine Linkshänderin hat bessere Chancen auf den Sieg – solange Linkshändigkeit selten und für den Gegner somit unerwartet ist. (Schaafsma, Geuze, Riedstra, Schiefenhövel, Bouma & Groothuis, 2012)

Schaafsma et al. (2012) führten zur Überprüfung der *fighting-hypothesis* eine Studie in der nicht-industriellen Gesellschaft der *Eipo* (Indonesien) durch. Dieses Volk wurde zur Überprüfung der *fighting-hypothesis* ausgewählt, da es eine sehr hohe Mordrate aufweist. Entgegen den auf der Hypothese basierenden Erwartungen fanden sie keinen erhöhten LinkshänderInnenanteil bei den *Eipo*. Zwischen den Männern (die an der Kriegsführung teilnehmen) und den Frauen (die nicht an der Kriegsführung teilnehmen) konnte ebenfalls kein Unterschied in der Händigkeit ausprägen festgestellt werden. Im Vergleich zu der westlichen Population konnten Schaafsma et al. sogar einen geringeren Prozentsatz an Links- und MischhänderInnen feststellen. Als mögliche Erklärung beziehen sie sich wiederum auf den Zusammenhang zwischen Linkshändigkeit und *reduzierter Darwinscher Fitness*. Als mögliche Erklärung für den auffallend geringen LinkshänderInnenanteil schlagen sie vor, dass es aufgrund der schlechteren Gesundheit von LinkshänderInnen und dem quasi nicht vorhandenen Gesundheitswesen bei den *Eipo* zu einem stärkeren Selektionsdruck auf linkshändige Personen kommt. (Schaafsma et al., 2012)

3.1.2 Prä- und postnatale Beobachtungen

Weiters gibt es noch einige prä- und postnatale Beobachtungen, die darauf schließen lassen, dass bereits zu dieser Zeit eine Präferenz für eine Hand vorhanden ist, was schließlich als Anlage zur Links-/Rechtshändigkeit interpretiert werden kann.

Der tonische Nackenreflex

Laut Meyer (1991, S. 28) besteht an der Vererbung der Linkshändigkeit aus wissenschaftlicher Sicht kaum mehr Zweifel, da sie unter anderem auch anhand des *tonischen Nackenreflexes* beim Ungeborenen nachgewiesen wurde:

„Die amerikanischen Wissenschaftler A. Gesell und L.B. Ames haben Untersuchungen an Schwangeren durchgeführt um die Vererbung der Linkshändigkeit zu untersuchen. Es lässt sich bereits während der 28. Schwangerschaftswoche, beim Fötus der sogenannte tonische Nackenreflex beobachten, der in der 20. Woche nach der Geburt wieder erlischt. Diesem Phänomen zufolge werden bei der Drehung des Kopfes nach einer Seite Arm und Bein dieser Körperseite gestreckt, die beiden anderen Extremitäten hingegen werden gebeugt. Gesell und Ames konnten weiterhin beobachten, dass die Streckreflexrichtung mit der Händigkeit der gleichen Seite ident war. Die Händigkeit der LinkshänderInnen konnte somit anhand des linken tonischen Nackenreflexes vorausgesagt werden. Damit scheint die Händigkeit weitgehend von Geburt an vorbestimmt zu sein und nicht etwa durch Anpassung an die Umwelt oder kulturelle Einflüsse zustande zu kommen.“ (Meyer, 1991, S. 25-26)

Daumenlutschen bei Föten

Hepper (1990, 2004, zitiert nach Myers, 2008, S. 95) analysierte Ultraschallbilder und fand heraus, dass neun von zehn Föten beim Daumenlutschen den rechten Daumen im Mund haben.

Das entspräche in etwa dem Verhältnis von Links- und RechtshänderInnen in der Population.

Kopfneigung von Babys beim Liegen

Michel (1982, zitiert nach Myers, 2008, S. 95) beobachtete das Verhalten von 150 Babys während der ersten zwei Lebensstage. Er stellte fest, dass zwei Drittel bevorzugt mit nach rechts geneigtem Kopf liegen. Michel untersuchte diese Babys erneut im Alter von fünf Jahren und stellte fest, dass fast alle Babys, die den Kopf in den ersten beiden Lebensstagen bevorzugt nach rechts geneigt hatten, nun auch beim Greifen die rechte Hand präferierten.

Jene Babys, die den Kopf bei der ersten Untersuchung bevorzugt nach links geneigt hatten, verwendeten nun fast ausschließlich die linke Hand zum Greifen. (Michel, 1982, zitiert nach Myers, 2008, S. 95)

3.1.3 Genetische Modelle

Verschiedene Theorien enthalten Modelle, die zu erklären versuchen, wie die Genetik der Händigkeit und somit die Vererbung aussieht.

Im Folgenden werden das *Two-Gene-Model* nach Levy und Nagylaki, die *Right-Shift-Theorie* nach Marian Annett und das *Dextral-Chance Model* nach Chris McManus dargestellt.

3.1.3.1 Das Two-Gene-Model nach Levy und Nagylaki

Das Two-Gene-Model versucht die genetische Komponente der Händigkeit zu erklären. Es postuliert, dass die Seitigkeit durch das Zusammenwirken von zwei Genen bestimmt wird. Ein Gen (mit den Allelen L und l) bestimmt, welche zerebrale Hemisphäre dominant für Sprache ist. Das andere Gen (mit den Allelen C und c) bestimmt, ob die kontra- oder ipsilaterale Hemisphäre dominant für die Motorik-Kontrolle ist. Tabelle 2 zeigt, welche möglichen Ausprägungen sich nach diesem Modell ergeben können und mit welcher Häufigkeit sie auftreten. (Levy & Nagylaki, 1972, zitiert nach Bishop, 1990, S. 38-39)

Tabelle 2: Mögliche Genotypen nach dem Levy-Nagylaki-Model. Aus: Bishop (1990), S. 39

<i>Genotype</i>	<i>Language laterality</i>	<i>Handedness</i>	<i>% *</i>
LLCC	L	R non-inverted	33.7
LLCc	L	R non-inverted	21.9
LLcc	L	L inverted	3.5
LICC	L	R non-inverted	20.2
LiCc	L	R non-inverted	13.1
Llcc	L	L inverted	2.1
lICC	R	L non-inverted	3.0
lICc	R	L non-inverted	2.0
llcc	R	R inverted	0.3

*Based on Levy and Nagylaki's (1972) estimates of gene frequency (fit A).

3.1.3.2 Die Right-Shift-Theory nach Marian Annett

Nach Bishop (1990, S. 41) gingen frühere Theorien davon aus, dass eine Tendenz zur rechten oder linken Seite vererbt wird. Marian Annett (1975, zitiert nach Bishop, 1990, S. 41-46) schlägt hingegen eine Theorie vor, in der der Genotyp nur bestimmt, ob eine Neigung zur rechten Seite vorhanden ist oder nicht.

Annett stellte fest, dass bei vielen nichtmenschlichen Lebewesen die Seitendominanz gleichmäßig verteilt ist (25% links, 50% gemischt, 25% rechts) (Vasterling et al., 2011, S. 62).

Abbildung 8 zeigt die für Menschen typische J-förmige Verteilung der Handpräferenz. Ein positives Vorzeichen spricht für eine Präferenz der rechten Hand, ein negatives Vorzeichen für eine Bevorzugung der linken Hand. Die Höhe des jeweiligen Betrages entspricht dem Ausmaß der Bevorzugung. (Bishop, 1990, S. 41)

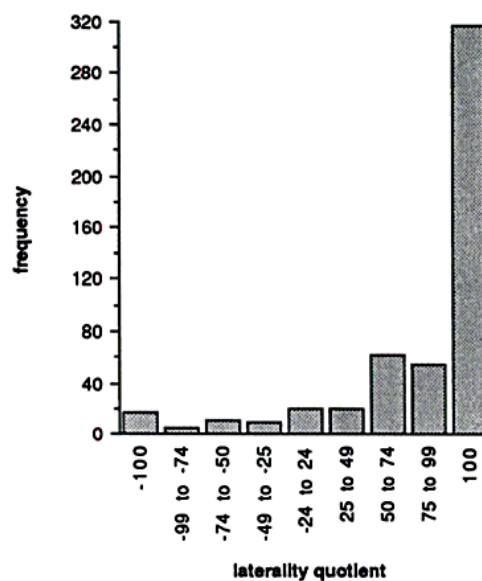


Abbildung 8: Typische J-förmige Verteilung der Handpräferenz beim Menschen. Aus: Bishop (1990), S. 41

Betrachtet man aber die relative Geschicklichkeit der Hände anhand Abbildung 9, zeigt sich eine Normalverteilung, die auf der X-Achse, über den Mittelwert 0 hinaus, leicht nach rechts verschoben ist (*right-shift*) (Bishop, 1990, S. 43).

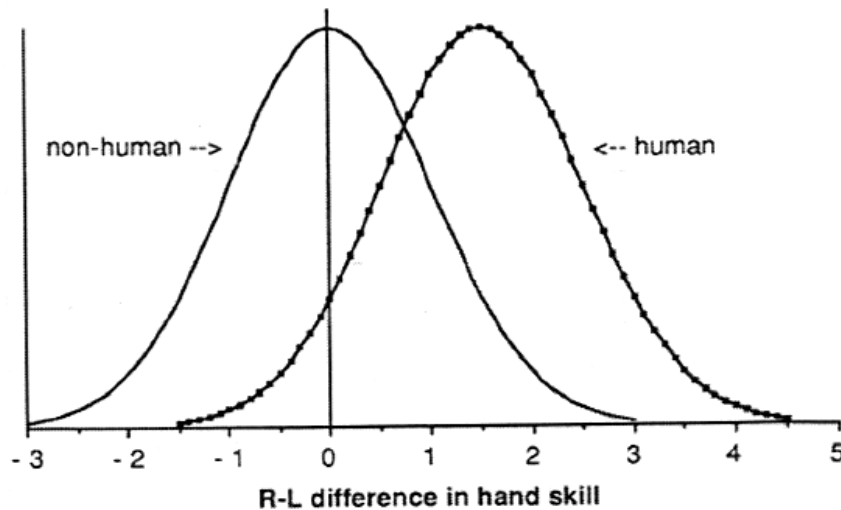


Abbildung 9: Verteilung der Handgeschicklichkeit. Aus: Bishop (1990), S. 43

Der Zufall spielt bei der Entstehung der Händigkeit eine bedeutende Rolle. Doch es gibt einen weiteren Faktor, den sogenannten *right shift factor* (RS), der zu einem selektiven Vorteil der rechten Hand führt. Eine Neigung zur linken Seite ist in diesem Modell nicht enthalten. (Annett, 1975, zitiert nach Bishop, 1990, S. 43)

Die Theorie postuliert, dass der *right shift factor* mit zwei verschiedenen Allelen vererbt wird: RS+ und RS-. Diese Allele bestimmen, in welchem Ausmaß eine Neigung zur rechten Seite besteht. Individuen die homozygot bezüglich RS- sind, also RS--, fehlt der *right shift factor*. Ihre Händigkeit wird gänzlich durch den Zufall bestimmt. Sie werden die jeweils geschicktere Hand verwenden – die bei 50 Prozent der Personen die linke und bei 50 Prozent der Personen die rechte Hand wäre. Individuen die RS+ einfach (RS+-, heterozygot) oder doppelt (RS++, homozygot) aufweisen, zeigen eine Neigung zur Rechtshändigkeit. Bei RS++ ist die Neigung zur Rechtshändigkeit ausgeprägter als bei RS+-. (Annett, 1975, zitiert nach Bishop, 1990, S. 42)

Bei Individuen, die keinen *right shift factor* haben (RS--), sind Händigkeit und zerebrale Lateralisation in ihrer Entwicklung völlig unabhängig. Beide werden durch Zufallsfaktoren bestimmt. Individuen, die einen *right shift factor* aufweisen (RS+-, RS++), entwickeln die Sprachrepräsentation in der linken Hemisphäre. Bezogen auf die Lokalisation der Sprache bedeutet das zusammengefasst, dass alle Personen mit dem Genotypus RS++ oder RS+- die Sprachrepräsentation in der linken Hemisphäre entwickeln – Personen mit dem Genotypus

RS-- sind hingegen zu 50 Prozent rechts- und zu 50 Prozent linksseitig sprachdominant. (Annett, 1975, zitiert nach Bishop, 1990, S. 45)

3.1.3.3 Das Dextral-Chance-Model nach Chris McManus

Laut dem Dextral-Chance-Model gibt es zwei Allele: D (*dextrality*) und C (*chance*). Personen die homozygot bezüglich des D-Allels sind (DD), sind folglich RechtshänderInnen. Der CC-Genotyp führt bei etwa 50 Prozent der Personen zur Entwicklung einer Rechtshändigkeit und in 50 Prozent der Fälle zur Entwicklung einer Linkshändigkeit. Der heterozygote Genotyp DC führt bei 75 Prozent der Individuen zu Rechtshändigkeit und bei 25 Prozent zu Linkshändigkeit. (McManus, 1985, 1991, zitiert nach Beaton, 2004, S. 114)

Das D-Allel ist zugleich ein Gen, das eine Lokalisation der Sprachfunktionen in der linken Hemisphäre bewirkt. Also sind alle Individuen mit dem Genotypus DD RechtshänderInnen und weisen eine linkshemisphärische Sprachrepräsentation auf. Bei Individuen mit dem Genotypus CC sind Händigkeit und Hemisphärendominanz unabhängig und jeweils von einzelnen Zufällen geprägt. Bei Personen des DC-Genotyps wird sich bei einem Viertel die rechte Hemisphäre als dominant herausstellen, und wie zuvor besprochen, auch ein Viertel zur Linkshändigkeit tendieren. (McManus, 1985, 1991, zitiert nach Beaton, 2004, S. 114)

McManus und Bryden (1992, zitiert nach Klocker, 2006, S. 50) führten zusätzlich ein *modifier gene* (m und M) ein, das auf dem X-Chromosom lokalisiert ist. Das dominant vererbte Gen M beeinflusst die Funktion von den Allelen D und C nicht. Das rezessive Gen m verändert jedoch das D-Allel, sodass es bei Männern mit dem Genotyp m und Frauen mit dem Genotyp mm wie ein C Allel agiert. Da der m-Genotyp bei Männern häufiger auftritt als der mm-Genotyp bei Frauen, gibt es eine höhere Prävalenz für Linkshändigkeit bei Männern. (Klocker, 2006, S. 50)

So ermöglichte die Einführung des *modifier gene* McManus und Bryden einige der festgestellten Geschlechtsunterschiede in der Händigkeitsentwicklung zu erklären. Zum Beispiel ist Linkshändigkeit unter Männern häufiger als unter Frauen. Weiters sind die Nachkommen linkshändiger Mütter eher LinkshänderInnen als die Nachkommen eines linkshändigen Vaters und einer rechtshändigen Mutter. (Johnson & De Haan, 2011, S. 198)

Nach McManus (1996, S. 376) kann auch die Augendominanz, das Armeverschränken (Welcher Arm ist oben?), das Händefalten (Welcher Daumen ist oben?) und das Beine Übereinanderschlagen (Welches Bein ist oben?) durch das DC-Modell - aufgrund der erblichen Komponente - erklärt werden.

3.2 Umwelt

Im Gegensatz dazu sollen nun Befunde zusammengefasst werden, die einen Hinweis darauf geben, dass die Händigkeit durch Einflüsse der Umwelt geprägt wird.

Zwillingsstudien zur Händigkeit lassen auch Schlüsse zu, die die häufig vorkommende Linkshändigkeit bei Zwillingen auf umweltbedingte Faktoren zurückführen.

Sicotte et al. (1999) fassen in ihrer Meta-Analyse die Ergebnisse verschiedener Studien zusammen: Linkshändigkeit kommt häufig bei einem extrem geringen Geburtsgewicht (weniger als 1000 Gramm) vor. Außerdem geht Linkshändigkeit oft mit neurologischen Beeinträchtigungen einher.

Das Faktum, dass Linkshändigkeit bei Zwillingen häufiger auftritt als bei einzeln geborenen Kindern, könnte damit erklärt werden, dass Zwillinge öfter verfrüht zur Welt kommen, und somit ein Geburtsgewicht unter 1000 Gramm auf die Waage bringen. Außerdem sind Zwillinge häufiger als einzeln geborene Kinder von perinatalen Verletzungen betroffen. (Sicotte et al., 1999)

3.2.1 Pränatale Beeinflussung

Birbaumer und Schmidt (2006, S. 736) nennen als Ursache für die bereits bei der Geburt vorhandene Überlegenheit der linken Hemisphäre für auditorische Sequenzen (neben den genetischen Ursachen) die pränatalen (Umwelt-) Einflüsse. Üblicherweise liegt der Fötus (siehe Abbildung 10) mit der rechten Körper- und Gesichtsseite nach außen. Somit werden der linke Utrikulus und das rechte Ohr durch das Gehen beziehungsweise Sprechen der Mutter besonders gereizt. Der linke Utrikulus ist ein Gleichgewichtsorgan das vor allem in die rechte Hemisphäre projiziert. Das rechte Ohr sendet, wie bereits erwähnt, vor allem Signale an die linke Hemisphäre. Die unterschiedlichen Funktionsschwerpunkte der rechten und linken Hemisphäre können also mit der bevorzugten Stimulation des auditorischen

Systems auf der rechten Körperseite und der Vestibularis (einem Gleichgewichtsorgan) auf der linken Körperseite zusammenhängen. (Birbaumer & Schmidt, 2006, S. 736)

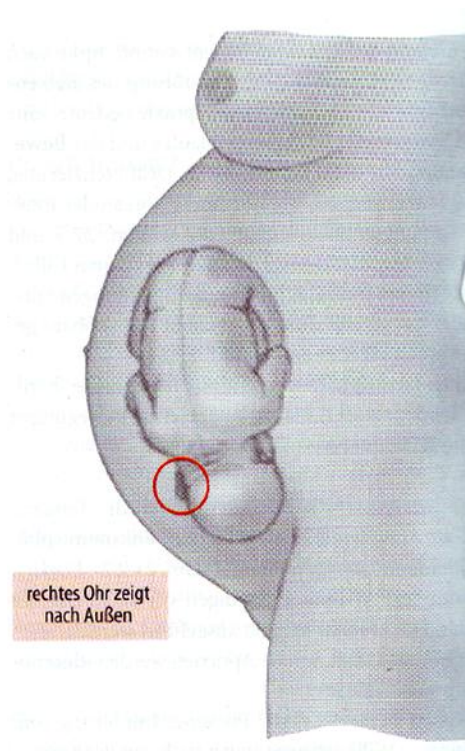


Abbildung 10: Fetale Lateralisierung.
 Aus: Birbaumer & Schmidt (2006), S. 736

Bei Zwillingen hingegen kommt es aufgrund der Enge im Mutterleib (siehe Abbildung 11) zu mehr Variation in der Positionierung der Föten. Dies könnte eine weitere Erklärung sein, warum Linkshändigkeit bei Zwillingen öfter auftritt als bei einzeln geborenen Kindern. (Bishop, 1990, S. 37)



Abbildung 11: Lage der Föten im Mutterleib.
 Aus: Bishop (1990), S. 37

Das Geschwind-Behan-Galaburda-Modell (GBG-Modell)

Geschwind und Galburda (1985, zitiert nach Petermann, Niebank & Scheithauer, 2004, S. 139-140) haben eine Hypothese vorgestellt, die als *Geschwind-Behan-Galaburda-Modell (GBG-Modell)* bekannt ist. Dieses Modell geht davon aus, dass während der pränatalen Entwicklung verschiedene Hormone, vor allem aber Testosteron, die Rate der kortikalen Reifung modulieren. So könnte laut dem *GBG-Modell* ein erhöhtes Testosteronniveau nach der 20. Schwangerschaftswoche hemisphärische Veränderungen in der Organisation des fetalen Gehirns hervorrufen, das Immunsystem beeinflussen und Linkshändigkeit fördern. Aufgrund der langsameren Entwicklung ist die linke Hemisphäre in dieser Phase anfälliger für negative Einflüsse. Sie reagiert auf das Testosteron mit einem gehemmten Wachstum bestimmter Bereiche. Diese Hemmung in der linken Hemisphäre kann ein kompensatorisches Wachstum in angrenzenden Bereichen und homologen Regionen der rechten Hemisphäre verursachen. Dies führt folglich zu einer anormalen Dominanz verbunden mit einem anatomisch und funktional stärker symmetrischen Gehirn, einer weniger in der linken Hemisphäre lateralisierten Sprache, eher rechts lateralisierten räumlich-visuellen Fertigkeiten und einer erhöhten Links- oder Beidhändigkeit. (Geschwind & Galburda, 1985, zitiert nach Petermann, Niebank & Scheithauer, 2004, S. 139-140)

Bryden, Bruyn und Fletcher (2005) zeigten durch ihre Studie zum Zusammenhang von Händigkeit und Gesundheit, dass Personen mit inkonsistentem Handgebrauch (*MischhänderInnen*) die höchste Prävalenz in Bezug auf verschiedene Krankheiten zeigten. Bryden et al. sehen in diesem Ergebnis eine Bestätigung des *GBG-Modells*, das (wie bereits erwähnt) postuliert, dass jene Prozesse, die die Lateralisation beeinflussen, auch Einfluss auf die Entwicklung des Immunsystems nehmen können. (Bryden et al., 2005)

Eine Testosteronerhöhung kann verschiedene Ursachen haben. Das Hormon kann sowohl von der Mutter, als auch von einem männlichen Zwilling oder einem männlichen Fötus selbst produziert werden. Mit erhöhtem Testosteron zusammenhängende Merkmale sollten bei Jungen also vermehrt auftreten. Häufigere mathematische Begabung sowie ein erhöhtes Risiko für Lernstörungen und Nicht-Rechtshändigkeit bei Männern scheinen das Modell zu stützen. Seit seiner Formulierung ist dieses Modell kontrovers diskutiert worden. (Geschwind & Galburda, 1985, zitiert nach Petermann, Niebank & Scheithauer, 2004, S. 139-140; Myers, 2008, S. 139-140)

3.2.2 Postnatale Beeinflussung

Das Nachahmungs- beziehungsweise das Modellverhalten trägt ab dem Zeitpunkt der Geburt zur Integration und Sozialisation bei. So ist das Modellverhalten einer der stärksten Impulse der frühkindlichen Entwicklung. Bezogen auf die Händigkeitseentwicklung bedeutet das, dass sich besonders aufmerksame Kinder, die sich stark anpassen, genau beobachten und eine enge Bindung zu einer Bezugsperson haben, oft auch an der Händigkeit anderer orientieren und diese intuitiv nachahmen. (Vasterling et al., 2011, S. 12-13)

Der Mensch lernt vieles ganz natürlich durch nachahmen eines anderen Menschen. Die sogenannten *Spiegelneuronen* sind hier von besonderer Bedeutung. Sie befinden sich neben dem motorischen Cortex in einem Bereich des Stirnlappens. Die *Spiegelneuronen* reagieren sowohl beim Ausführen bestimmter Tätigkeiten, als auch bei der Beobachtung anderer. Der im Gehirn ablaufende Vorgang des Spiegeln der Tätigkeit eines anderen Menschen trägt zur Nachahmung, zum Erlernen von Sprachen und zur Empathie bei. (Myers, 2008, S. 370)

Folglich besteht die Gefahr, dass sich Kinder an der für sie falschen Händigkeit orientieren (Vasterling et al., 2011, S. 13).

Umwelt, Nachahmung und Erfahrung haben einen stärkeren Einfluss auf die Händigkeit des Menschen in Bereichen, die sozial kontrollierter sind. Beispiele hierfür wären *essen* und *schreiben*. Der Einfluss ist kleiner bei Tätigkeiten wie beispielsweise *eine Tasche tragen* oder *eine Flasche öffnen*. (Rupff, 2008, S. 8)

Trotzdem darf das Modellverhalten nicht überschätzt werden. Es gibt viele Kinder, die von frühester Kindheit an eindeutig die linke oder rechte Hand bevorzugen. (Vasterling et al. 2011, S. 13)

3.2.3 Linkshändigkeit als Folge von Hirnschädigungen

Birbaumer und Schmidt (2006, S. 740) teilen LinkshänderInnen in zwei Gruppen: Eine mit starkem genetischen Anteil und eine zweite, deren Linkshändigkeit Konsequenz prä- oder postnataler Hirnschädigung der linken Hemisphäre mit folgendem Ausweichen auf die rechte Hemisphäre ist. Die erste Gruppe würde sich intellektuell nicht von RechtshänderInnen

unterscheiden, abgesehen von einer gewissen Häufung musikalischer und künstlerischer Begabung unter LinkshänderInnen. (Birbaumer & Schmidt, 2006, S. 740)

Manche Autoren sprechen auch vom *konstitutionellen* und *pathologischen* Typ: Beim *konstitutionellen* Typ resultiert die Linkshändigkeit aus einer Inversion der normalen zerebralen Asymmetrien. Beim *pathologischen* Typ wird eine linkszerebrale Läsion vermutet, die die Linkshändigkeit begründet. (Pritzel, Brand & Markowitsch, 2009, S. 284)

Auch Sattler (1995, S. 37) zieht aus umfangreichen Forschungsergebnissen und wissenschaftlichen Experimenten den Schluss, dass die Hemisphären anlagebedingt eigene Funktionsbereiche haben. Aber sie sind auch fähig, Funktionsbereiche als Ersatz zu entwickeln - allerdings nicht auf dem ursprünglichen Niveau. (Sattler, 1995, S. 37)

Zum Beispiel werden nach linkshemisphärischen Läsionen alle Sprachfunktionen noch bis zum zehnten Lebensjahr von der rechten Hemisphäre übernommen. Daraus kann man schließen, dass lediglich die *Anlage* zur Sprachfunktion links angeboren ist. (Birbaumer & Schmidt, 2006, S. 735)

3.3 Zusammenfassung

Welche Fakten legen den Schluss nahe, dass die Händigkeit eher durch **Anlage** als durch Umwelteinflüsse bestimmt wird?

Zum Beispiel die Tatsache dass eineiige Zwillinge eher zur gleichen Händigkeit neigen als zweieiige Zwillinge. Die Carter-Saltzman-Studie zeigte, dass Adoptiveltern, im Gegensatz zu den biologischen Eltern, nur minimalen Einfluss auf die Händigkeit des Kindes haben.

Es gibt auch einige Hypothesen, die versuchen, die Anlage zur Links- oder Rechtshändigkeit im evolutionären Kontext zu erklären (Halten von Säuglingen am linken Arm, fighting hypothesis). Theorien wie das *Two-Gene-Model* nach Levy und Nagylaki, die *Right-Shift-Theory* nach Marian Annett und das *Dextral-Chance Model* nach Chris McManus schlagen ein Prinzip vor, nach dem Händigkeit vererbt wird.

Welche Fakten legen den Schluss nahe, dass die Händigkeit eher durch **Umwelteinflüsse** als durch Anlage bestimmt wird?

Linkshändigkeit kommt häufig bei einem extrem geringen Geburtsgewicht vor. Das gehäufte Auftreten von Linkshändigkeit bei Zwillingen, im Vergleich zu einzeln geborenen Kindern, könnte also auch damit erklärt werden, dass Zwillinge häufiger verfrüht geboren werden, und somit ein Geburtsgewicht von weniger als 1000 Gramm aufweisen. Die Position des Fötus im Mutterleib (mit dem rechten Ohr nach außen) könnte die Begründung für die bereits bei der Geburt vorhandene Überlegenheit der linken Hemisphäre für auditorische Sequenzen sein. Bei Zwillingen kommt es zu mehr Variation in der Positionierung der Föten im Mutterleib, was ebenfalls erklären könnte, warum sich unter Zwillingsgeborenen mehr LinkshänderInnen befinden. Das *Geschwind-Behan-Galaburda-Modell* geht davon aus, dass während der pränatalen Entwicklung verschiedene Hormone, vor allem aber Testosteron, die Rate der kortikalen Reifung modulieren und ein erhöhtes Testosteronniveau nach der 20. Schwangerschaftswoche Linkshändigkeit fördern könnte. Nach der Geburt ist das Modellbeziehungsweise Nachahmungsverhalten ein grundlegender Faktor bei der Integration und Sozialisation. Linkshändigkeit kann aber auch Konsequenz einer prä- oder postnatalen Hirnschädigung der linken Hemisphäre mit folgendem Ausweichen auf die rechte Hemisphäre sein.

4 Die Erfassung der Händigkeit

Nicht alle Kinder die in die erste Klasse aufgenommen werden, können eindeutig als Links- oder RechtshänderInnen klassifiziert werden. Eine Retardierung in der Handdominanzentwicklung, das Nachahmungstreben der Kinder, Umschulungsversuche durch das Elternhaus, oder einer vorschulischen Einrichtung können bewirkt haben, dass beim Kind die dominante Hand nicht zu erkennen ist. (Böhm, 2002, S. 26)

Nachdem also im vorhergehenden Kapitel geklärt wurde WAS die Händigkeit bestimmt, soll nun der Fokus darauf gerichtet werden WIE die Händigkeit bestimmt werden kann. Anhand der folgenden Unterpunkte soll aufgezeigt werden, welche Möglichkeiten zur Identifikation der Händigkeit zur Verfügung stehen. Neben der Bestimmung der Schreibhand werden die Präferenz- und die Leistungsdominanz erläutert.

4.1 Die Bestimmung der Schreibhand

Zur Bestimmung der *Schreibhand* ist es ausreichend, das Kind mit der Hand schreiben zu lassen, mit der es spontan und stabil malen und schreiben möchte. Dies trifft jedoch nur auf Kinder zu, die das Schreiben bereits erlernt haben. (Schilling, 2009, Kap. 4.1)

Vor dem Erlernen des Schreibens, beziehungsweise zu Beginn des Schreiblernprozesses sollte man genauer hinsehen. Um jahrelange negative Auswirkungen auf das Leistungsverhalten des Schülers zu vermeiden, sollte überprüft werden, mit welcher Hand das Kind das Schreiben *erlernen* soll. Bei Kindern in diesem Alter ist es nämlich *nicht* immer die Hand, mit der sie spontan schreiben möchten. (Schilling, 2009, Kap. 4.1)

Es können zwar bereits vor dem zweiten Lebensjahr Unterschiede in der Bevorzugung einer Hand nachgewiesen werden, aber erst durch den jeweiligen Gebrauch der Hände während der Vorschulentwicklung können Unterschiede in den Leistungen beider Hände erkennbar werden. Folglich lässt sich erst am Ende der Vorschulzeit endgültig feststellen, welche Hand die leistungsfähigere ist. Sollte das Kind bei der Wahl der Schreibhand unsicher sein, ist eine gründliche Untersuchung der Handmotorik und Handdominanz angebracht. Ebenso, wenn es

schlechte Malleistungen zeigt, oder beim Malen öfter die stiftführende Hand wechselt. Die Lateralisation der Handleistungen steht in direktem Zusammenhang mit der Häufigkeit des Umganges der Hand mit Papier und Schreibstift. Bei graphomotorischen Schwächen ist es oft nicht einfach die leistungsfähigere Hand zu bestimmen, da die Möglichkeit besteht, dass noch keine ausgereifte Handdominanz vorhanden ist. (Schilling, 2009, Kap. 4.1)

Zum Zeitpunkt der Einschulung lassen sich extreme Rechts- und LinkshänderInnen kaum durch ein Schreibtraining der jeweils anderen Hand in ihrer dominanten Hand beeinflussen. Sind die Handleistungen jedoch wenig lateralisiert (BeidhänderInnen), können betroffene Kinder erheblich verunsichert werden. Wichtig ist, dass die Beeinflussung von BeidhänderInnen nach rechts oder links nicht beliebig erfolgen soll, sondern zuerst sorgfältig festgestellt werden muss, mit welcher Hand der Schreibernerfolg wahrscheinlicher ist. (Schilling, 2009, Kap. 4.1)

Im nächsten Punkt 4.2 *Präferenzdominanz und Leistungsdominanz* sollen einige Ansätze aufgezeigt werden, die ermöglichen sollen, die bevorzugte beziehungsweise die leistungsfähigere Hand zu identifizieren.

4.2 Präferenzdominanz und Leistungsdominanz

Bezogen auf die Händigkeit sind zwei Aspekte von besonderer Bedeutung: die Präferenzdominanz und die Leistungsdominanz.

4.2.1 Die Präferenzdominanz

Bei Verfahren zur Präferenzdominanz, ist das Ziel die *bevorzugte* Hand zu ermitteln (Schilling, 2009, S. 25).

Die einfachste Möglichkeit zur Bestimmung der Vorzugshand, ist die Zuordnung ob man Rechts-, Links- oder BeidhänderIn ist. Hier kann zwischen Selbst- (zum Beispiel bei Steenhuis, Østbye & Walton, 2001) und Fremdbeurteilung unterschieden werden. An dieser Stelle ist zu erwähnen, dass bei der Handpräferenzfassung von Kindern häufig die

Fremdbeurteilung (zum Beispiel durch Erziehungsberechtigte) Mittel der Wahl ist (zum Beispiel bei Meng, 2007).

Eine weitere Möglichkeit zur Bestimmung der Vorzugshand sind Fragebögen zur Handpräferenz, die eine Liste bestimmter Tätigkeiten enthalten. Hierbei soll die Person, deren Vorzugshand festgestellt werden soll, notieren, welche Hand sie bei den genannten Tätigkeiten verwendet. Der Umfang und die Antwortmöglichkeiten fallen dabei, je nach Fragebogen, sehr unterschiedlich aus.

Berichtet der jeweilige Proband / die jeweilige Probandin die Händigkeit selbst, gilt das als weniger objektive Quelle, als die Beobachtung durch einen Testleiter / eine Testleiterin (Annett, 2002, S. 24). Während das Kind verschiedene Tätigkeiten durchführt, notiert dieser / diese mit welcher Hand dies geschieht.

4.2.1.1 Fragebögen

Ein Beispiel eines Fragebogens ist der *Annett Hand Preference Questionnaire (AHPQ, 1970, zitiert nach Annett, 2002, S. 27)*, der auf Abbildung 12 zu sehen ist. Für zwölf Tätigkeiten soll die befragte Person notieren, ob sie diese mit der rechten Hand, mit der linken Hand oder mit beiden Händen ausführt. Am Ende des Fragebogens bleibt noch die Frage zu beantworten: „Wenn Sie die *rechte* Hand für alle diese Tätigkeiten benutzen, gibt es noch andere einhändige Tätigkeiten für die Sie die *linke* Hand benutzen?“ Beziehungsweise: „Wenn Sie die *linke* Hand für alle diese Tätigkeiten benutzen, gibt es noch andere einhändige Tätigkeiten für die Sie die *rechte* Hand benutzen?“ (Annett, 2002, S. 27)

Handedness research	
Name	Age Sex
Were you one of twins, triplets at birth or were you single born?	
Please indicate which hand you habitually use for each of the following activities by writing R (for right), L (for left), E (for either).*	
Which hand do you use:	
1. To write a letter legibly?	
2. To throw a ball to hit a target?	
3. To hold a racquet in tennis, squash or badminton?	
4. To hold a match whilst striking it?	
5. To cut with scissors?	
6. To guide a thread through the eye of a needle (or guide needle on to thread)?	
7. At the top of a broom while sweeping?	
8. At the top of a shovel when moving sand?	
9. To deal playing cards?	
10. To hammer a nail into wood?	
11. To hold a toothbrush while cleaning your teeth?	
12. To unscrew the lid of a jar?	
If you use the <i>right-hand</i> for all of these actions, are there any one-handed actions for which you use the <i>left-hand</i> ? Please record them here	
If you use the <i>left-hand</i> for all of these actions, are there any one-handed actions for which you use the <i>right-hand</i> ? Please record them here	
* This instruction was omitted in some versions with the intention of discouraging "E" responses.	

Abbildung 12: AHPQ. Aus: Annett (2002), S. 27

Ein weiteres Beispiel eines Fragebogens zur Bestimmung der Vorzugshand ist *The Edinburgh Inventory* (Oldfield, 1971) und auf Abbildung 13 zu sehen. Die ausfüllende Person hat hier die Möglichkeit für zehn manuelle Tätigkeiten den Handgebrauch einzuschätzen, indem sie „+“ in die jeweilige Spalte (*left* oder *right*) setzt. Verwendet man bei einer Tätigkeit ausschließlich eine bestimmte Hand, kann in die jeweilige Spalte „++“ gesetzt werden. Gibt es eine Tätigkeit, bei der man den Handgebrauch wechselt, also keine eindeutige Bevorzugung einer Hand aufweist, soll „+“ in beide Spalten (links und rechts) gesetzt werden. (Oldfield, 1971)

EDINBURGH HANDEDNESS INVENTORY

Surname _____ Given Names _____

Date of Birth _____ Sex _____

Please indicate your preferences in the use of hands in the following activities by putting + in the appropriate column. Where the preference is so strong that you would never try to use the other hand unless absolutely forced to, put ++. If in any case you are really indifferent put + in both columns. Some of the activities require both hands. In these cases the part of the task, or object, for which hand preference is wanted is indicated in brackets. Please try to answer all the questions, and only leave a blank if you have no experience at all of the object or task.

		LEFT	RIGHT
1	Writing		
2	Drawing		
3	Throwing		
4	Scissors		
5	Toothbrush		
6	Knife (without fork)		
7	Spoon		
8	Broom (upper hand)		
9	Striking Match (match)		
10	Opening box (lid)		
i	Which foot do you prefer to kick with?		
ii	Which eye do you use when using only one?		

L.Q. Leave these spaces blank DECILE

Abbildung 13: *The Edinburgh Inventory*. Aus: Oldfield (1971), S. 12

Tapley und Bryden (1985) boten durch die Gestaltung ihres Handpräferenzfragebogens noch mehr Raum für die Einschätzung. Sie baten die Versuchspersonen ihre Handpräferenz auf einer Fünf-Punkte-Skala für die folgenden Tätigkeiten einzuschätzen: *Schreiben, zeichnen, werfen, benutzen einer Schere, benutzen einen Zahnbürste, benutzen eines Messers (ohne Gabel), benutzen eines Löffels und anzünden eines Streichholzes*. (Tapley & Bryden, 1985)

Auch beim *Crovitz-Zener Inventory* (1962, zitiert nach Bishop, Ross, Daniels & Bright, 1996) stehen für die vierzehn genannten Tätigkeiten jeweils mehrere Antwortoptionen (zur Einschätzung der Häufigkeit des Handgebrauches) zur Verfügung: *right hand always*, *right hand most of the time*, *both hands equally often*, *left hand most of the time*, *left hand always*.

Bezogen auf Fragebögen die eine Abstufung in der Einschätzung der Händigkeit erlauben (wie zum Beispiel *The Crovitz-Zener Inventory*) konnten Bishop et al. (1996) allerdings zeigen, dass es im tatsächlichen Handgebrauch keinen Unterschied zwischen RechtshänderInnen gibt, die ihre Handpräferenz als *stark rechts* und denen die sie als *schwach rechts* angegeben hatten. Diese beiden Gruppen unterscheiden sich weder in Aufgaben zum Überkreuzen der Mittellinie (siehe 4.2.1.1 *Beobachtung*) noch in Tests zur Leistungsdominanz (siehe 4.2.2 *Leistungsdominanz*). Bishop et al. ziehen in Erwägung, dass hier das persönliche Antwortverhalten der Befragten eine Rolle spielt. Manche Personen tendieren eher zu extremen Antworten (wie „*always*“) als zu weniger extremen (wie „*usually*“). (Bishop et al., 1996)

4.2.1.2 *Beobachtung*

Die Lehrkraft kann im Klassenraum ganz einfach Beobachtungen zur Händigkeit machen. Zum Beispiel kann festgestellt werden, mit welcher Hand das Kind aufzeigt, einen Lichtschalter bedient, die Blumen gießt oder die Tür beziehungsweise das Fenster öffnet. Zur genaueren Feststellung der Händigkeit muss beobachtet werden, welche Hand das Kind zum Beispiel zum Schreiben, Zeichnen, Malen, Werfen, Schneiden und ähnlichem benutzt. Hände falten, Arme verschränken und Klatschen sind hingegen keine geeigneten Hinweise die zur Einschätzung der Händigkeit herangezogen werden können. (Sattler, 2005, S. 17)

Verschiedene Funktionsproben eignen sich ebenfalls zur Feststellung der Vorzugshand. Da es vorkommt, dass Kinder bei einer bestimmten Tätigkeit manchmal die linke und manchmal die rechte Hand verwenden, sollten die einzelnen Tätigkeiten wiederholt werden. Die verschiedenen Tätigkeiten können entweder tatsächlich ausgeführt oder gestisch dargestellt werden. Schilling (2009, S. 25) nennt an dieser Stelle zehn Tätigkeiten aus Völker-Kircherts *Präferenzdominanz-Test* (PDT, 1972), welche sehr gut zwischen rechter und linker Vorzugshand differenzieren können. Das Kind soll hierbei die aufgelisteten zehn Tätigkeiten durchführen, während der Testleiter / die Testleiterin notiert, mit welcher Hand dies erfolgt: (Schilling, 2009, S. 25)

- | | |
|---------------------|---|
| 1. Blumen gießen | 6. Farbtopf umrühren |
| 2. Würfeln | 7. Reißverschluss öffnen |
| 3. Zähneputzen | 8. Buch hoch oben aus einem Regal holen |
| 4. Kugelstoßen | 9. Waschbeckenstöpsel herausziehen |
| 5. Wecker aufziehen | 10. Streichholz anzünden |

Als Beispiel eines umfangreichen standardisierten Tests zur Erfassung der Handpräferenz sei der *Handpräferenztest für 4-6-jährige Kinder* (HAPT 4-6, Bruckner, Deimann & Kastner-Koller, 2011) genannt, welcher für die empirische Studie zu dieser Arbeit eingesetzt wurde und unter 9.1 *Handpräferenztest für 4-6-jährige Kinder (HAPT 4-6)* eingehend beschrieben wird.

Aufgaben zum Überkreuzen der Körpermittellinie sind ebenfalls eine Möglichkeit um die Vorzugshand und den Ausprägungsgrad der Präferenz festzustellen.

Ein Überkreuzen der Mittellinie mit der Hand findet statt, wenn beispielsweise mit der rechten Hand über die Körpermittellinie auf die linke Seite nach einem Objekt gegriffen wird, anstatt die linke dafür zu verwenden. 1996 entwickelte Bishop (zitiert nach Carlier, Doyen & Lamard, 2006) einen *card-reaching-task* um die Handpräferenz zu messen. Abbildung 14 zeigt eine schematische Darstellung dieses Verfahrens nach Carlier et al. (2006).

Das Kind sitzt bei dieser Aufgabe vor einem Brett, auf dem in Halbkreisform sieben Positionen markiert sind. In der Mitte der unteren Linie des Halbkreises befindet sich der Ablagestapel. Auf jeder der sieben Positionen liegen drei Karten eines bestimmten Motives.

Das Kind sitzt mittig zum Brett vor dem Ablagestapel. Es soll eine Karte mit dem genannten Motiv greifen und auf den Ablagestapel legen. Es gibt keine zeitliche Vorgabe für diesen Test. Die Kinder sollten jedoch dazu angehalten werden, möglichst rasch zu handeln. Die Motive werden in ungeordneter Reihenfolge vom Testleiter / von der Testleiterin genannt, welche aber für alle Testpersonen die gleiche ist. Der Testleiter / die Testleiterin hat die Aufgabe, nach jedem Aufnehmen einer Karte zu protokollieren, mit welcher Hand dies geschah. Jedes Motiv wird insgesamt dreimal genannt. (Carlier et al., 2006)

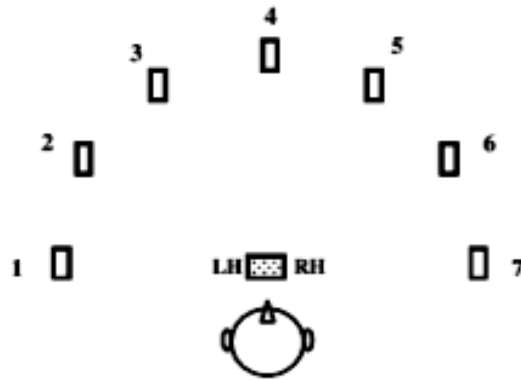


Abbildung 14: Schematische Darstellung des card-reaching-task. Aus: Carlier, Doyen & Lamard (2006), S. 257

Ein Überkreuzen der Mittellinie würde zum Beispiel stattfinden, wenn mit der rechten Hand Karten von Position 1, 2 oder 3 gegriffen werden, beziehungsweise mit der linken Hand von Position 5, 6 oder 7. Das Verfahren kann so Auskunft über das Ausmaß und die Richtung (links oder rechts) der Handpräferenz geben. (Carlier et al., 2006)

Carlier et al. (2006) führten den *card-reaching-task* mit Kindern im Alter von drei bis zehn Jahren (110 LinkshänderInnen und 322 RechtshänderInnen) durch. Die Ergebnisse der Untersuchung sind anhand Abbildung 15 dargestellt. Das Balkendiagramm zeigt (für jedes Alter von drei bis zehn Jahren) die durchschnittliche Häufigkeit der Handbewegungen, bei denen die Mittellinie überkreuzt wurde. Die jeweils drei Balken beziehen sich auf die entsprechende Entfernung der Karten zur Körpermittellinie. *Weit* (F) entspricht den Positionen 1 und 7 (siehe Abbildung 16), *mittel* (M) den Positionen 2 und 6, weiters steht *nahe* (N) für die Positionen 3 und 5. (Carlier et al., 2006)

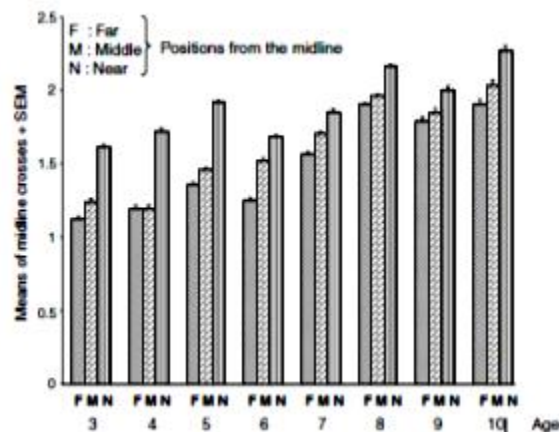


Abbildung 15: Ergebnisse des card-reaching-tasks. Aus: Carlier, Doyen & Lamard (2006), S. 259

Sie stellten fest, dass mit dem Alter der Kinder auch die Häufigkeit steigt, die Mittellinie zu überkreuzen. Dieser Alterseffekt wurde sowohl bei stark linkshändigen, als auch bei stark rechtshändigen Personen beobachtet und war unabhängig vom Geschlecht. Die altersbezogenen Unterschiede waren nicht sehr groß. Ein signifikanter Unterschied konnte allerdings zwischen der Gruppe der drei- bis vierjährigen Kinder und der Gruppe der acht- bis zehnjährigen Kinder gefunden werden. (Carlier et al., 2006)

Auch für die Studie zur vorliegenden Arbeit wurde ein *card-reaching-task* eingesetzt, für nähere Ausführungen sei auf 9.4 *Quantification of Hand Preference (QHP) Task* im empirischen Teil dieser Arbeit verwiesen.

Surburg und Eason (1999, zitiert nach Pedersen, Surburg & Brechue, 2005) stellten fest, dass das Überkreuzen der Mittellinie zwischen dem sechsten und achten Lebensjahr möglich wird. Somit wird die Fähigkeit ohne zu zögern die Körpermittellinie zu überkreuzen, als Entwicklungs-Meilenstein angesehen. Man spricht von *midline crossing inhibition* (MCI), wenn die Fähigkeit zum Überkreuzen der Körpermittellinie nicht vollständig ausgebildet werden kann. (Pedersen et al., 2005)

Das erschwerte Überkreuzen der Mittellinie könnte aber auch ein Hinweis darauf sein, dass das *Corpus callosum* noch nicht ausgereift ist und dadurch der interhemisphärische Austausch von Informationen von einer Hirnhälfte zur anderen nur unzureichend und verlangsamt erfolgt. Das wiederum könnte auch die Aufnahme und das Verarbeiten von visuellen Reizen beeinträchtigen – und somit das Erlernen von Lesen und Schreiben. (Milz, 2001, S. 109)

Auch Bishop (1990, S. 66) berichtet, dass Handbewegungen, die die Körpermittellinie kreuzen, selten beobachtet werden, bevor die interhemisphärische Verbindung durch das *Corpus callosum* funktioniert. Junge Kinder sowie Split-Brain-PatientInnen verwenden normalerweise die linke Hand um Dinge zu erreichen, die sich links von der Körpermittellinie befinden und die rechte Hand um Dinge zu erreichen, die sich rechts davon befinden. Sobald das *Corpus callosum* seine Funktion erfüllen kann, ist ein Kind fähig die bevorzugte Hand zu verwenden, unabhängig von der Platzierung des Objektes nach dem es greift. (Bishop, 1990, S. 66)

Die Fähigkeit die Körpermittellinie zu überkreuzen nimmt mit fortgeschrittenem Erwachsenenalter (etwa ab 65 Jahren) wieder ab. Personen ab dem 65. Lebensjahr zeigen eine verzögerte Reaktionszeit bei Bewegungen in der zur Hand kontralateralen Hälfte (im Vergleich zu Bewegungen in der zur Hand ipsilateralen Hälfte). (Lombardi, Surburg, Eklund & Koceja, 2000)

Doyen, Dufour, Caroff, Cherfouh und Carlier (2008) konnten zeigen, dass bei einer Aufgabe zum Greifen von Objekten Teenager und Erwachsene die Mittellinie weniger oft kreuzten als Kinder zwischen sieben und zwölf Jahren. Dieses Phänomen konnte sowohl für Links- als auch für RechtshänderInnen beobachtet werden. Sie merken an, dass von der Kindheit bis zur Adoleszenz die altersbedingte Zunahme im Überkreuzen mit der Motorikentwicklung einhergeht. Bei *card-reaching-tasks* zum Beispiel, spielt die Händigkeitdominanz bei Kindern eine große Rolle. Mit höherem Alter hingegen nimmt die Rolle der Motorikdominanz bei solch einfachen Aufgaben wieder ab, und es wird die jeweils nähere Hand verwendet. Weiters beziehen sie sich auf das Faktum, dass Personen mit kognitiven Beeinträchtigungen (zum Beispiel Trisomie 21), im Gegensatz zu Kindern mit normaler Entwicklung, weder in der Jugend, noch im Erwachsenenalter eine Reduktion in der Häufigkeit des Überkreuzens der Mittellinie zeigen. In dieser Population, ist die Motorikentwicklung verzögert und so bleiben die Aufgaben schwierig, auch mit fortgeschrittenem Alter. (Doyen et al., 2008)

Gabbard, Helbig und Gentry (2001) zeigen eine weitere Möglichkeit zur Feststellung der Fähigkeit zum Überkreuzen der Mittellinie. Teilnehmer ihrer Studie waren 114 Kinder (davon 48 LinkshänderInnen) im Alter zwischen fünf und sieben Jahren. Jedes Kind wurde vor einem Tisch positioniert, auf dem der sich ergebende Halbkreis mit neun Markierungen unterteilt wurde (siehe Abbildung 16). (Gabbard et al., 2001)

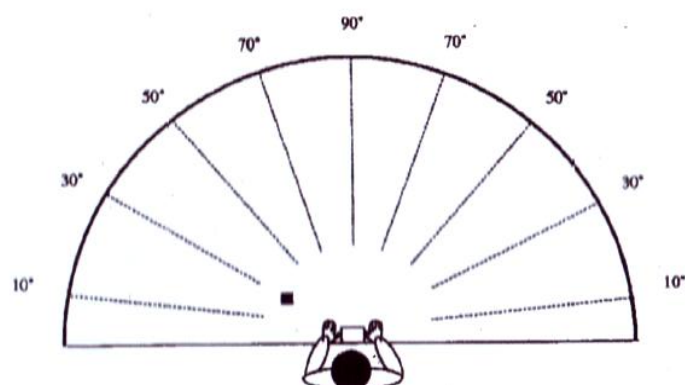


Abbildung 16: Versuchsanordnung. Aus: Gabbard, Helbig & Gentry (2001), S. 44

Die 90-Grad-Linie kennzeichnet die Körpermittellinie. Die Kinder wurden instruiert die Augen zu schließen. Bei Aufforderung sollten die Augen wieder geöffnet werden. Nun findet das Kind einen Würfel am Tisch vor, den es greifen und vor sich in die Ablagebox geben soll. Dieses Vorgehen wird für alle neun Positionen wiederholt. (Gabbard et al., 2001)

Abbildung 17 zeigt für alle neun Positionen die Häufigkeit des Zugriffs mit der dominanten Hand. Die schwarzen Balken zeigen jeweils die relative Häufigkeit mit der LinkshänderInnen die linke Hand benutzten und die weißen Balken wie häufig RechtshänderInnen die rechte Hand verwendeten. Wie erwartet, benützten sowohl Rechts- als auch LinkshänderInnen ihre dominante Hand öfter an der Mittellinie und auf der ipsilateralen Seite. Die Häufigkeit des Gebrauchs der dominanten Hand, war jedoch bei den RechtshänderInnen höher, besonders an der Mittellinie und bei weit von der Mittellinie entfernten Objekten in der kontralateralen Hälfte. (Gabbard et al., 2001)

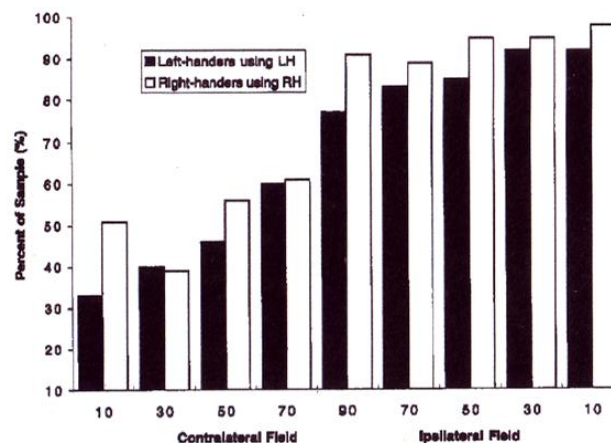


Abbildung 17: Gegenüberstellung von Links- und RechtshänderInnen - Häufigkeit der Zugriffe mit der dominanten Hand. Aus: Gabbard, Helbig & Gentry (2001), S. 45

Auch bei zahlreichen schulischen Tätigkeiten, wie beim Schreiben und Lesen, muss die Körpermittellinie gekreuzt werden (Ostermann, 2009, S. 14).

Zum Beispiel gehört zum in Schreibschrift geschriebenen Buchstaben „h“ die Schleife – ein graphomotorisches Grundelement. Als einziges Grundelement erfordert die Schleife eine Überkreuzung. Kinder mit Schreibproblemen übergehen manchmal diese Überkreuzung. Ein Zusammenhang mit der Tendenz zur Vermeidung der Überkreuzung der Körpermittellinie lässt sich häufig feststellen. (Milz, 2001, S. 159)

Was sich auf einer Seite der Körpermittellinie befindet, wird vorwiegend durch die kontralaterale Hemisphäre verarbeitet. Für Aktivitäten im Bereich der Körpermittellinie, müssen die beiden Hemisphären kooperieren. Nur so kann sowohl eine Wahrnehmung, als auch eine Handlung in diesem Bereich zustande kommen. Bei einer altersgerechten Entwicklung der Koordination beider Gehirn- und damit auch Körperhälften, kann das Kind Aufgaben, die eine Körpermittellinienkreuzung verlangen, ausführen. (Ostermann, 2009, S. 14)

4.2.2 Die Leistungsdominanz

Bei Leistungsdominanztests wird ein und dieselbe Aufgabe jeweils mit der linken und der rechten Hand ausgeführt. Nach einem Vergleich der Leistungen beider Hände kann bestimmt werden, welche Hand die leistungsstärkere ist. Auch die Analyse, wie weit die Leistungen beider Hände auseinanderliegen, ist von Bedeutung. (Schilling, 2009, Kap. 4.1)

Zur Bestimmung des graphomotorischen Entwicklungsstandes ist immer eine Untersuchung der Leistungen *beider* Hände erforderlich. Schilling (2009, Kap. 4.1) konnte durch seine zahlreichen Studien zeigen, dass sich Rechtshänder- und LinkshänderInnen nach Addition der Leistungen beider Hände in ihren Leistungen nicht mehr signifikant unterscheiden. (Schilling, 2009, Kap. 4.1)

Schilling (2009, S. 26) empfiehlt für die Diagnostik der Leistungsunterschiede der rechten und linken Hand bei Kindern sogenannte *Punktiertests*. Bei diesen muss das Kind mit einem Stift so schnell und genau wie möglich Punkte in vorgegebene Kreise setzen. Für jede Hand werden die benötigte Zeit und die Anzahl der gemachten Fehler notiert. So kann die Leistung der beiden Hände sehr gut verglichen werden. Abbildung 18 zeigt eine Vorlage des *Punktiertest und Leistungs-Dominanztest (PTK-LDT, 2009, Schilling)*. Diese Testvorlage ist in zweierlei Ausfertigung vorhanden, jeweils für die rechte und linke Hand. (Schilling, 2009, S. 26)

Für nähere Informationen zu Schillings *PTK-LDT*, der für die Studie zur vorliegenden Arbeit verwendet wurde, sei auf 9.2. *Punktiertest und Leistungs-Dominanztest für Kinder (PTK-LDT)* im empirischen Teil verwiesen.

Abbildung 20 zeigt ein weiteres Beispiel eines Tests zur Feststellung der Leistungsdominanz der Hände. Der Ausschneidetest von Claparède und Walther (1985, zitiert nach Böhm, 2002, S. 106) zielt darauf ab, die Geschicklichkeit beider Hände beim Schneiden mit einer Schere zu vergleichen. Das Kind wird aufgefordert, so schnell wie möglich, entlang der vorgegebenen schwarzen Linien zu schneiden, ohne diese zu verlassen. Für jede Linie hat das Kind zwanzig Sekunden Zeit. Ein Verlassen der schwarzen Linie beim Schneiden wird als Fehler gewertet. Die Zahl der Fehler und die Länge der geschnittenen Linien werden ausgewertet und so die Leistungen beider Hände vergleichbar gemacht. (Böhm, 2002, S. 106)

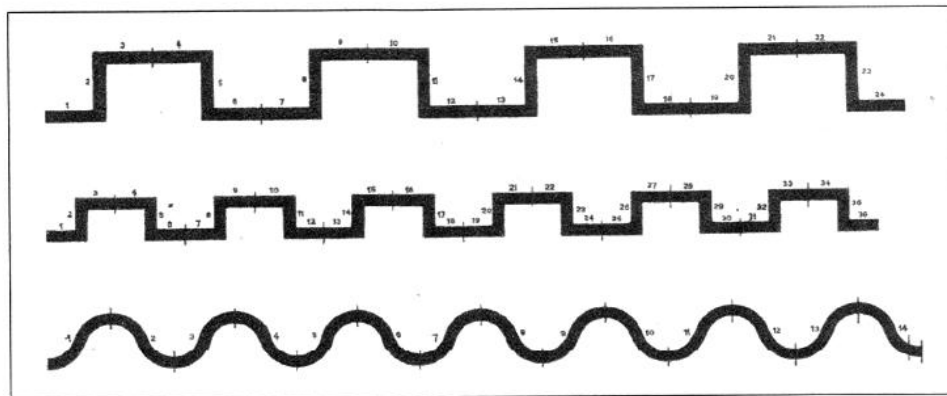


Abbildung 20: Ausschneidetest von Claparède und Walther; Aus: Böhm (2002), S. 106

Abbildung 21 zeigt eine graphomotorische Probe um die leistungstärkere Hand zu identifizieren. Es handelt sich um Kreise, die gleichzeitig mit der linken und rechten Hand gezeichnet werden sollten. Die leistungstärkere Hand zeigt normalerweise einen stärkeren Bleistiftdruck, rundere Formen und eine harmonischere Linienführung. (Schilling, 2009, S. 52)

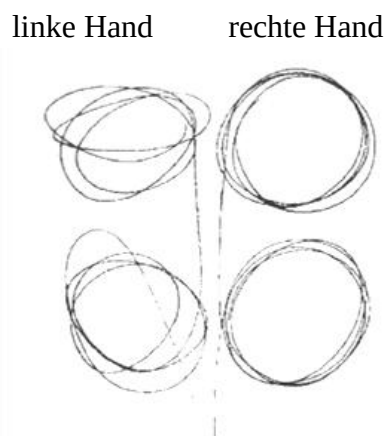


Abbildung 21: Beidhändige graphomotorische Probe zur Bestimmung der Handedominanz. Aus: Schilling (2009), S. 52

Die *Diadochokinese* (die rasche Aufeinanderfolge rhythmisch alternierender Bewegungen) stellt eine weitere Möglichkeit dar, um die Leistungsfähigkeit beider Hände festzustellen und zu vergleichen. Eine mögliche Aufgabe dazu ist, beide Hände vor dem Körper auszustrecken und in möglichst schneller Abfolge zwischen *Pronation* und *Supination* (siehe Abbildung 22) zu wechseln. Je länger die Drehungen der Hände dauern, desto mehr tritt die dominante Hand in den Vordergrund, da die nicht-dominante Hand schneller ermüdet. (Roeder, Mahone, Larson, Mostofsky, Cutting, Goldberg & Denckla, 2008; Böhm, 2002, S. 104; Urban, 2012, S. 125)

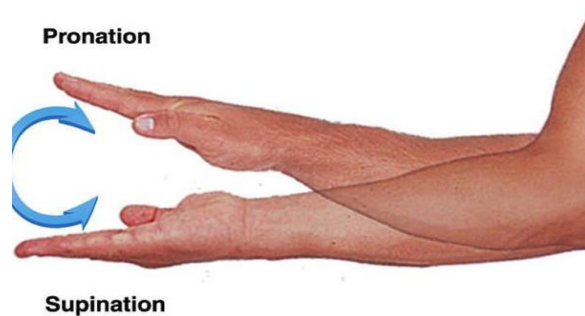


Abbildung 22: Pronation und Supination; Quelle: <http://www.baileybio.com/plogger/?level=picture&id=339>, 28.03.2013 21:02

Die Alternative zu dieser Aufgabe wäre, im Sitzen die Hände abwechselnd in Pro- und Supinationsstellung auf die Oberschenkel zu legen (Urban, 2012, S. 125).

In ihrer Studie stellten Roeder et al. (2008) zum Beispiel folgende sechs Aufgaben zur Feststellung der Ausdauer von jeweils beiden Armen und beiden Beinen: *toe tapping*, *alternating heel-toe tapping*, *repetitive hand patting*, *hand pronation-supination*, *repetitive finger tapping*, *finger sequencing*. Sie konnten feststellen, dass bei derartigen Aufgaben die Leistungsunterschiede zwischen dem rechten und linken Arm beziehungsweise Bein bis zum achten Schuljahr immer geringer werden. (Roeder et al., 2008)

Ein weiteres Verfahren zur Überprüfung der Leistungsdominanz ist der *Peg-Moving-Task* nach Annett (Annett, Annett, Hudson & Turner, 1979). Die Aufgabe besteht darin, zehn Holzstifte von einer Holzleiste, mit dafür vorgesehenen Löchern, in eine dazu parallele Reihe umzustecken.

Abbildung 23 zeigt eine Form des Peg-Moving-Task mit nur fünf Holzstiften (Nunes, Braga, Rossi, Lawisch, Nunes & Dellatolas, 2008).

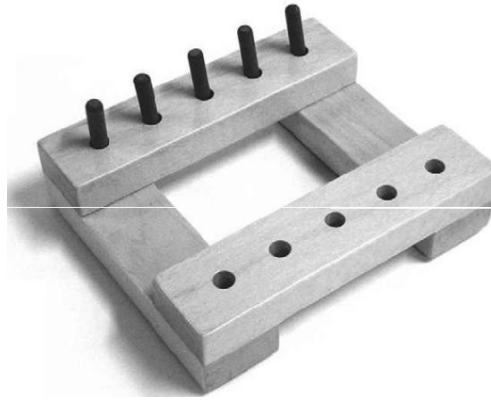


Abbildung 23: PMT-5. Aus: Nunes, Braga, Rossi, Lawisch, Nunes & Dellatolas. 2008, S. 89

Das Holzbrett steht dabei vor der Versuchsperson. Die Löcher der Holzleiste direkt vor der Versuchsperson sind leer, in der anderen stecken die Holzstifte. Ein Durchgang besteht darin alle Holzstifte von der dem Körper näheren Reihe so schnell wie möglich in die andere umzustecken. Sobald ein Holzstift herunterfällt, wird der Durchgang neu gestartet. Für jede Hand sind fünf Durchgänge vorgesehen, wobei die linke und die rechte Hand abwechselnd verwendet werden. Für jeden Durchgang wird die Zeit vom Berühren des ersten bis zum Loslassen des letzten Holzstiftes gemessen. (Annett et al., 1979)

4.2.3 Die Entwicklung der Präferenz- und Leistungsdominanz

Da nun die Begriffe der *Präferenzdominanz* und *Leistungsdominanz* geklärt und Möglichkeiten zur Messung aufgezeigt wurden, soll auf deren Entwicklung eingegangen werden.

Der *Präferenzdominanz* und der *Leistungsdominanz* kommen in den einzelnen Altersabschnitten unterschiedliche Bedeutungen zu. Während die *Präferenzdominanz* bereits vor dem zweiten Lebensjahr relativ stabil nachgewiesen werden kann, entwickelt sich die *Leistungsdominanz* erst mit dem gezielten Gebrauch von Mal- und Schreibstiften. (Schilling, 2009, Kap. 4.1)

Die *Präferenzdominanz* der Hände zeigt sich bereits ab dem siebten oder achten Lebensmonat, die *Leistungsdominanz* der Hände erst um das vierte Lebensjahr. (Schilling, 2009, S. 19)

Esseily, Jacquet und Fagard (2011) führten einen Handpräferenztest mit Kindern im Alter von 14 Monaten durch. Dieser Test umfasste insgesamt acht Aufgaben: drei zum einfachen Greifen von Objekten, zwei zum Präzisionsgreifen und eine Aufgabe zum beidhändigen Greifen. Sie beobachteten, mit welcher Hand die Kinder nach den verschiedenen Objekten (während der acht Aufgabenstellungen) griffen. 63,6% der Kinder wurden als *rechtshändig*, 13,6% als *linkshändig* und 22,7% als *nicht lateralisiert* klassifiziert. (Esseily et al., 2011)

Schilling (2009, S. 19) berichtet von einer Langzeitstudie: In einer Standardspielsituation untersuchte er in jeweils vierwöchigen Abständen die Präferenzdominanzentwicklung von 14 Kleinkindern vom 15. bis zum 30. Lebensmonat. Zwei BeobachterInnen registrierten die Häufigkeit des Gebrauchs der rechten und linken Hand bei zehn vorgegebenen feinmotorischen Aufgaben. Die Ergebnisse verdeutlichen, dass mit 15 Monaten die *Präferenzdominanz* bereits stark ausgebildet ist. Die Ausdifferenzierung und Stabilisierung erstreckt sich zwar bis ins hohe Alter, die grundsätzliche Bevorzugung ändert sich jedoch nur unwesentlich. In weiteren Untersuchungen zur *Präferenz-* und *Leistungsdominanz* bei vier- bis sechsjährigen Kindern, zeigten vierjährige bereits eine ausgeprägte *Präferenzdominanz*. In der *Leistungsdominanz* waren jedoch fast ausschließlich BeidhänderInnen zu beobachten. Die *Präferenzdominanz* änderte sich über die Vorschulzeit nur geringfügig. Erst mit Schuleintritt war eine verstärkte Rechtshäufigkeit der *Präferenzdominanz* zu beobachten. (Schilling, 2009, S. 19-20)

Eine klare *Handdominanz* ist - bei altersadäquater Entwicklung - zwischen dem fünften und sechsten Lebensjahr gegeben (Grafinger, 2010, S. 79).

4.3 Zusammenfassung

Zur Identifikation der Händigkeit stehen neben der Bestimmung der Schreibhand noch die Prüfung der Präferenz- und Leistungsdominanz zur Verfügung.

Zur Bestimmung der Schreibhand ist es normalerweise ausreichend zu beobachten, mit welcher Hand ein Kind spontan malen oder schreiben möchte.

Zu Beginn der ersten Klasse kann die Händigkeit mancher Kinder jedoch oft noch nicht eindeutig bestimmt werden. Selbst die spontan gewählte „Malhand“, muss nicht unbedingt die

leistungsfähigere sein. Andere Kinder wiederum treten als BeidhänderInnen auf und wechseln die Hand beim Malen. Auch hier kann nicht einfach die rechte Hand als Schreibhand festgelegt werden, sondern es muss überprüft werden, welche Hand die potentiell leistungsfähigere ist.

Für die Diagnostik der Händigkeit stehen Präferenzdominanzverfahren und Leistungsdominanzverfahren zur Verfügung.

Die Ermittlung der Präferenzdominanz bedeutet die Ermittlung der Vorzugshand. Der einfachste Weg ist die Selbst- oder Fremdbeurteilung der Händigkeit, welche lediglich angibt ob man Links-, Rechts- oder eventuell BeidhänderIn ist. Eine weitere Möglichkeit ist die Vorgabe von Fragebögen, wobei hier zu verschiedenen Tätigkeiten angegeben werden soll, mit welcher Hand sie ausgeführt werden. Eine objektivere Quelle stellt die Feststellung der Vorzugshand durch Beobachtung dar. Hierbei ist zu unterscheiden, ob die Beobachtung unter standardisierten oder unstandardisierten Bedingungen stattfindet.

Bei der Messung der Leistungsdominanz, wird bestimmt welche Hand die leistungsfähigere ist, indem die Leistungen beider Hände (bei ein und derselben Aufgabe) verglichen werden. Aufgaben zur Leistungsdominanz zielen darauf ab, die Hand mit der größeren Geschicklichkeit oder längeren Ausdauer zu identifizieren.

Der Präferenzdominanz und der Leistungsdominanz kommen in den einzelnen Altersabschnitten unterschiedliche Bedeutungen zu. Die *Präferenzdominanz* der Hände zeigt sich bereits ab dem siebten oder achten Lebensmonat, die *Leistungsdominanz* der Hände hingegen erst um das vierte Lebensjahr.

Nach diesem kurzen Einblick in die verschiedenen Möglichkeiten der Feststellung der Händigkeit ist nachvollziehbar, wie es zu der bereits im Einführungskapitel erwähnten starken Variation in den statistischen Quoten bezüglich der Verteilung der Händigkeit in der Population kommt. Folglich können auch wissenschaftliche Studien zum Thema aufgrund der unterschiedlichen Arten der Händigkeitsfeststellung nur schwer miteinander verglichen werden.

5 Die Visuomotorik

Die Schrift stellt die höchste und am feinsten differenzierte Koordinationsleistung des Menschen dar. Beim Erlernen des Schreibens und beim Schreiben an sich spielt die *Visuomotorik*, also die Fähigkeit die Augen mit den Bewegungen des Körpers oder Teilen des Körpers zu koordinieren, eine elementare Rolle. (Grafinger, 2010, S. 79-80)

Beim Erlernen des Schreibens und Zeichnens sind die visuomotorischen Kompetenzen bis ins neunte Lebensjahr von besonderer Relevanz (Blanz, Remschmidt, Schmidt & Warnke, 2006, S. 148).

Deshalb soll nun auf die Visuomotorik eingegangen werden, bevor in Kapitel 6 die Schrift und das Erlernen des Schreibens näher erläutert werden. Im ersten Teil dieses Kapitels wird die *visuelle Wahrnehmung*, und im zweiten Teil die *Motorik* besprochen.

5.1 Die visuelle Wahrnehmung

Vor einer manuellen Tätigkeit erfolgt meist die visuelle Erfassung, die bereits gezielte Hand- und Armbewegungen zum Objekt auslöst (Birbaumer & Schmidt, 2006, S. 287). Unter visueller Wahrnehmung wird die Aufnahme und die zentrale Verarbeitung von visuellen Reizen verstanden (Lösslein & Deike-Beth, 2000, S. 173).

Nach Knauf, Kormann und Umbach (2006, S.38) sind die Leistungen der visuellen Wahrnehmung die Farb- und Formwahrnehmung und das visuelle Gedächtnis, also sich an Gesehenes zu erinnern, sowie die fünf Bereiche die Frostig (nach Büttner, Dacheneder, Schneider & Weyer, 2008, Kap. 2.3) unterscheidet: Visuomotorische Koordination, Figur-Grund-Wahrnehmung, Wahrnehmungskonstanz, Raum-Lage-Wahrnehmung und das Wahrnehmen räumlicher Beziehungen.

Diese Bereiche spielen eine große Rolle bei der Entwicklung kognitiver Leistungen. Viele Tätigkeiten werden unter Mitwirkung der Augen vollzogen. Besonders das Malen, das Schreiben und auch Bereiche die das mathematische Denken ansprechen sind von der visuellen Wahrnehmung abhängig. (Knauf et al., 2006, S. 38)

Nachfolgend soll zuerst die Funktionsweise des menschlichen Auges erklärt werden. Danach ist ein kurzer Abriss über die Entwicklung des Sehens ab dem Zeitpunkt der Geburt zu finden. Zuletzt werden die eben erwähnten fünf Bereiche der visuellen Wahrnehmung nach Frostig erläutert.

5.1.1 Das visuelle System

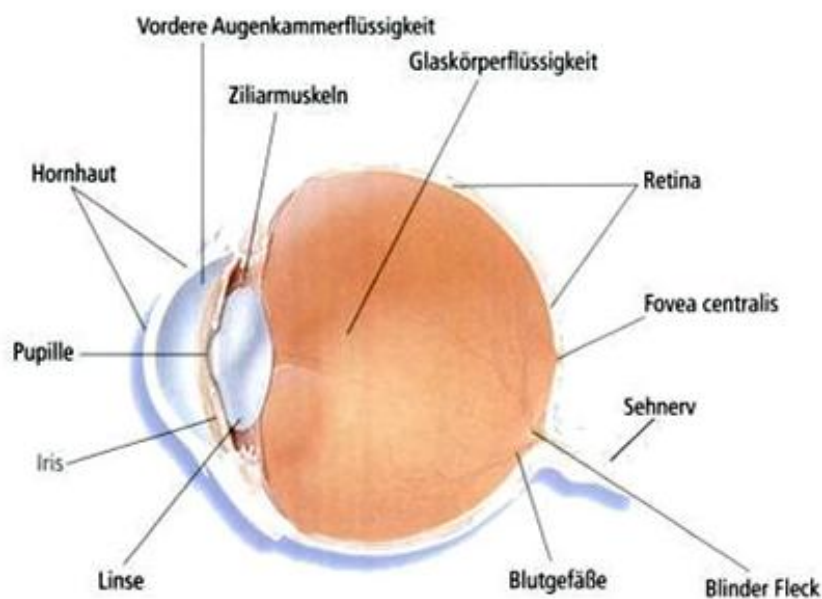


Abbildung 24: Die Struktur des menschlichen Auges. Aus: Gerrig & Zimbardo (2008), S. 119

Abbildung 24 zeigt eine Darstellung des menschlichen Auges. Bei der visuellen Fokussierung eines Objektes tritt das Licht durch die *Cornea* (Hornhaut) ein. Dann durchquert es die mit klarer Augenkammerflüssigkeit gefüllte *vordere Augenkammer*. Anschließend durchwandert das Licht die *Pupille*, eine Öffnung in der lichtundurchlässigen *Iris*. Die *Pupille* erweitert oder verkleinert sich mit Hilfe der *Iris*, um die in das Auge eintretende Lichtmenge zu steuern. Das Licht, das durch die *Pupille* fällt, wird durch die *Linse* fokussiert. So kann ein scharfes Abbild des betrachteten Objektes auf der *Retina* (Netzhaut), einer dünnen Schicht auf der Rückseite des Augapfels, entstehen. Die *Linse* kann nahe und entfernte Objekte unterschiedlich fokussieren. Die *Ziliarmuskeln* können durch den Prozess der Akkomodation die Krümmung der Linse so beeinflussen, dass sich ihre optischen Eigenschaften verändern. Zum Beispiel wird die *Linse* flacher, um entfernte Objekte schärfer sehen zu können und gekrümmter, um nahe Objekte schärfer zu sehen. (Gerrig & Zimbardo, 2008, S. 120)

„Man blickt mit den Augen, aber man sieht mit dem Gehirn.“

(Gerrig & Zimbardo, 2008, S. 120)

Im Auge wird das Licht gesammelt, gebündelt und als neuronales Signal an das Gehirn geschickt. Die *Photorezeptoren* (Stäbchen und Zapfen) in der *Retina* übertragen die Lichtenergie in neuronale Impulse. Die visuellen Informationen werden an zahlreiche Areale des Gehirns geleitet. Die unterschiedlichen Aspekte der visuellen Umgebung (zum Beispiel wie etwas aussieht beziehungsweise wo es sich befindet) werden in verschiedenen Teilen des Gehirns verarbeitet. Die Wellenlänge des Lichts ermöglicht dabei die Farbwahrnehmung. Die *Ganglienzellen* in der *Retina* haben die Aufgabe, den Input von *Rezeptoren* und *Bipolarzellen* zu integrieren. Ihre *Axone* bilden die Sehnerven, die sich im *Chiasma opticum* (siehe Abbildung 25) kreuzen. (Gerrig & Zimbardo, 2008, S. 157)

Wie auf Abbildung 25 zu sehen ist, werden Informationen aus der linken Hälfte des Blickfeldes in der rechten Hemisphäre repräsentiert und die aus der rechten Hälfte des Blickfeldes in der linken Hemisphäre. (Myers, 2008, S. 91)

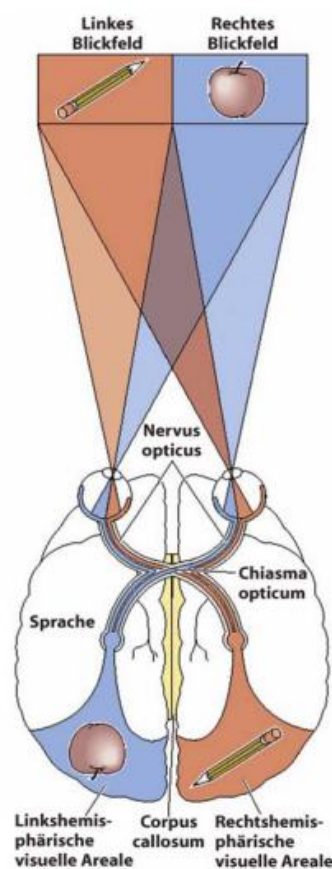


Abbildung 25: Vom Auge zum Gehirn. Aus: Myers (2008), S. 91

Jedes Auge ist also funktional in zwei Hälften geteilt, eine rechte und eine linke. Für diese funktionalen Hälften gilt folgende Kreuzungsregel: Eine Reizquelle, zum Beispiel ein Licht, das sich in der linken Hälfte des Gesichtsfeldes befindet, wird auf der rechten Netzhauthälfte abgebildet und in der rechten Hemisphäre verarbeitet. (Sattler, 1995, S. 25)

Sobald die Informationen in der jeweiligen Hemisphäre ankommen, werden sie zügig über das *Corpus callosum* zur anderen Hemisphäre übermittelt (Myers, 2008, S. 91).

Die Ausnahme bildet nur eine Stelle: Die *Fovea*, die Stelle des schärfsten Sehens. Die von hier kommenden Fasern kreuzen nur teilweise. Die *Fovea* jedes Auges ist also in beiden Hemisphären repräsentiert. (Sattler, 1995, S. 25)

5.1.2 Die Entwicklung des Sehens

Ein Neugeborenes kann seine Augen bereits in alle Richtungen bewegen, jedoch sind die Bewegungen der Augen noch unkoordiniert und ruckartig. Die *Akkommodation* (Einstellung des Linsenapparates) funktioniert noch nicht. Auch die Fasern der Sehnerven sind noch nicht myelinisiert. Das Auge reagiert reflexmäßig auf Licht und schützt sich durch den Blinzelreflex. Eine Sehwarnnehmung an sich ist zu diesem Zeitpunkt noch nicht möglich. Bereits in der ersten Woche beginnt das Kind auf diffuses Licht zu reagieren und diesem den Kopf zuzuwenden. Schon in der vierten Woche ist es dem Kind möglich die Augen der Mutter kurz zu fixieren und auch größere Objekte mit dem Auge zu erfassen. Mit drei Monaten kann es Gegenstände in seiner Nähe betrachten und beobachtet die eigenen Finger. Ab dem sechsten Lebensmonat ist beidäugiges Sehen möglich. Erst im Alter von etwa zwölf Monaten sind die Augen anatomisch voll entwickelt. Nun können sie sich auf kleine Gegenstände scharf einstellen und auch schnellen Bewegungen folgen. (Lösslein & Deike-Beth, 2000, Kap. 11.1)

Nach Lösslein und Deike-Beth (2000, Kap. 11.1) ist die normale Sehfähigkeit mit sechs Jahren voll und stabil entwickelt, nach Knauf et al. (2006, S. 38) gegen Ende des siebten Lebensjahres.

5.1.3 Die fünf Bereiche der visuellen Wahrnehmung nach Frostig

5.1.3.1 Visuomotorische Koordination

Die visuomotorische Koordination ist eine grundlegende Voraussetzung für ein erfolgreiches Erlernen des Schreibens (Wirth, 2007, S. 69).

Es geht dabei um die Fähigkeit, die Bewegungen von Auge und Hand, beziehungsweise Informationen, die aus verschiedenen Wahrnehmungsbereichen kommen, zu koordinieren. Eine mögliche Aufgabe zur Überprüfung dieser Fähigkeit wäre, eine Linie innerhalb enger Begrenzungslinien von einem Ausgangs- zu einem Zielpunkt zu ziehen (siehe Abbildung 26). (Milz, 2001, S. 118)

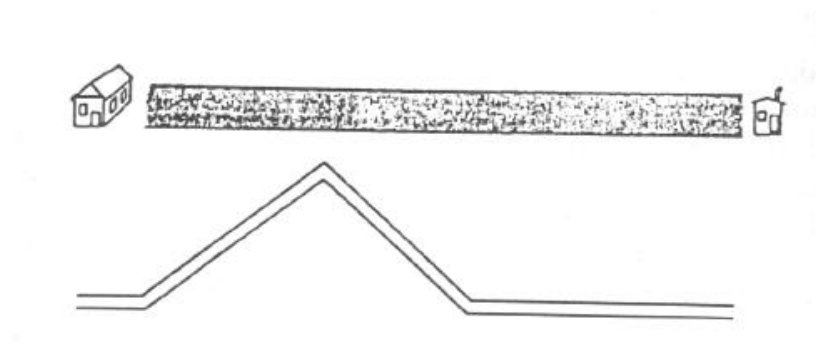


Abbildung 26: Aufgabe zur visuomotorischen Koordination aus Frostigs Entwicklungstest der visuellen Wahrnehmung. Aus: Milz (2001), S. 118

Das Auge muss ein Ziel anvisieren und einen Stift von einem Ausgangspunkt zu einem Zielpunkt führen. Die Hand muss sich, dem Auge folgend, entlang einer vorgestellten Linie bewegen. Hierbei kommt es auf die taktil-kinästhetische Wahrnehmung an und die permanente Rückmeldung wo sich die Hand befindet. Auch das Vorstellen einer Linie, entlang derer sich die Hand bewegen soll, ist grundlegend. (Milz, 2001, S. 118)

5.1.3.2 Figur-Grund-Wahrnehmung

Die Figur-Grund-Wahrnehmung stellt die Fähigkeit dar, ein bestimmtes Objekt vor einem Hintergrund zu isolieren, beziehungsweise wahrzunehmen. (Milz, 2001, S. 133)

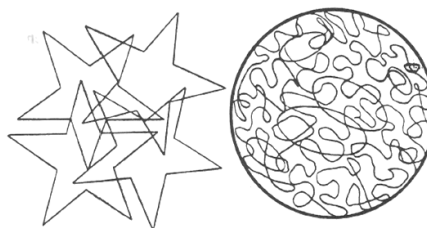


Abbildung 27: Aufgaben zur Figur-Grund-Wahrnehmung aus Frostigs Entwicklungstest der visuellen Wahrnehmung. Aus: Milz (2001), S. 118

Abbildung 27 zeigt zwei Aufgaben, die eine Überprüfung dieser Fähigkeit ermöglichen. Es kommt darauf an, die demonstrierte geometrische Figur zu erfassen, zu behalten und sie sich vorzustellen. Dies ist die Voraussetzung dafür, die Figur innerhalb der sich überschneidenden Linien wiederzuerkennen und mit einem Stift nachfahren zu können. Kindern fällt es offenbar leichter, die Abbildungen bekannter Gegenstände (siehe Abbildung 28) vor einem Hintergrund zu isolieren, als die Abbildungen geometrischer Formen. (Milz, 2001, S. 133)

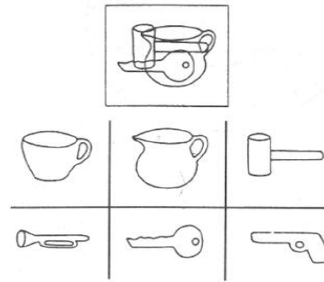


Abbildung 28: Aufgabe zur Figur-Grund-Wahrnehmung mit bekannten Objekten aus dem Southern California Sensory Integration Test. Aus: Milz (2001), S. 118

Wirth (2007, S. 90) erwähnt, dass zum Beispiel das Erfassen beziehungsweise Ergreifen von verschiedenen Objekten mit beiden Händen nur dann erfolgt, wenn diese eindeutig vom Hintergrund isoliert werden können.

Kinder mit Schwierigkeiten in der Figur-Grund-Wahrnehmung zeigen vermehrt Probleme auf einer Linie zu schreiben, oder Buchstaben exakt zu formen. Das ganze Schriftbild wirkt dadurch sehr unruhig. Sowohl in der Druckschrift, als auch in der Schreibschrift, fällt es diesen Kindern schwer, die gleichen Abstände zu halten. (Nacke, 2013, S. 178)

Ebenfalls problematisch ist, wenn sie von einer nicht ganz sauber gewischten Tafel ablesen müssen, da sie nicht sicher erkennen können, was zu den Buchstaben oder Zahlen gehört und was nur Schmutz ist (Ostermann, 2009, S. 14). Auch in Buch- oder Heftseiten ist es wichtig, die Orientierung zu behalten, beziehungsweise die aktuell relevante Zeile wieder zu finden (Milz, 2001, S. 136).

Probleme in der Figur-Grund-Differenzierung können auch den schulischen Lernprozess erschweren. Beeinträchtigungen wirken sich nicht nur nachteilig auf den Schriftspracherwerb, sondern auch auf mathematische Denkprozesse aus (Wirth, 2007, S. 90).

5.1.3.3 Wahrnehmungskonstanz

Wahrnehmungs- oder Formkonstanz bedeutet, dass die Wahrnehmung einer Form auch unter perspektivischen Veränderungen konstant bleibt. Zum Beispiel wird auch eine nicht-aufrechte kreisförmige Scheibe als Kreis wahrgenommen. Auch gekippt, sehen wir sie immer noch als Scheibe, obwohl auf der Netzhaut das Bild einer Ellipse erscheint. (Milz, 2001, S. 141)

Diese Fähigkeit hat der Mensch im Laufe der Entwicklung durch die Benützung der Hand (zum Greifen und Drehen von Gegenständen) gelernt. Auch unter perspektivischer Veränderung ist es möglich, die eigentliche Form eines Gegenstandes wahrzunehmen– sie ist konstant. (Milz, 2001, S. 141)

Auf Abbildung 29 wird die Formkonstanz anhand einer rotierenden Münze demonstriert.



Abbildung 29: Formkonstanz einer rotierenden Münze. Aus: Gerrig & Zimbardo (2008), S. 151

5.1.3.4 Raum-Lage-Wahrnehmung

Für das Erlernen des Lesens und Schreibens ist es wichtig optisch gliedern zu können. In Worten gibt es Buchstabenkombinationen (zum Beispiel „sch“) die häufig vorkommen. Man muss diese nicht immer einzeln lesen, sondern kann sie als Kombination oder Silbe erkennen. Bei der Schreibschrift muss man zusätzlich gliedern können, wo der eine Buchstabe beginnt und wo der andere endet. Mathematik (besonders Geometrie), aber auch die Arbeit am Zahlenstrahl, hat sehr viel mit Raumgliederung zu tun. Besonders die Fähigkeit zur Raum-Lage-Wahrnehmung ist hier von Relevanz. (Ostermann, 2009, S. 14)

Abbildung 30 zeigt zwei Aufgaben, die die Fähigkeit zur Raum-Lage-Wahrnehmung erfordern. In der ersten Reihe soll das Bild gefunden werden, das verglichen mit den anderen in die entgegengesetzte Richtung zeigt. In der zweiten Reihe besteht die Aufgabe darin, das Bild zu finden, das exakt dem ersten gleicht. (Milz, 2001, S. 142)

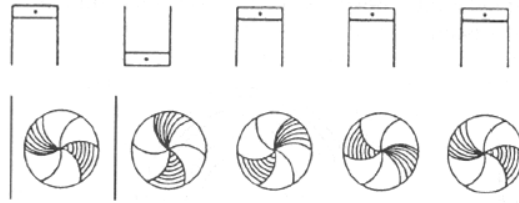


Abbildung 30: Zwei Aufgaben zur Raum-Lage-Wahrnehmung aus Frostigs Entwicklungstest der visuellen Wahrnehmung. Aus: Milz (2001), S. 142

Der Test überprüft die Fähigkeit Drehungen in der Horizontalen und Vertikalen an schematischen Zeichnungen wahrzunehmen. (Milz, 2001, S. 142)

5.1.3.5 Wahrnehmung der räumlichen Beziehungen

Abbildung 31 zeigt zwei Aufgaben, deren Lösung das Erfassen räumlicher Beziehungen erfordert. Es geht darum, ein Muster innerhalb eines Punktegitters in ein zweites zu übertragen. Die Aufgabe setzt das Erfassen von Beziehungen im zweidimensionalen Raum voraus, sowie die Rekonstruktion des Erfassten. (Milz, 2001, S. 149)

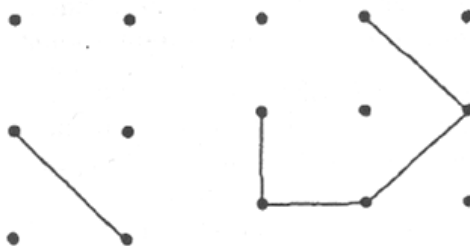


Abbildung 31: Zwei Aufgaben zur Wahrnehmung der räumlichen Beziehungen aus Frostigs Entwicklungstest der visuellen Wahrnehmung. Aus: Milz (2001), S. 118

Zu bedenken ist, dass sich manche Buchstaben nur durch ihre Lage im Raum unterscheiden. Somit ist die Fähigkeit zur Raumwahrnehmung elementar für das Erlernen des Lesens und Schreibens. Der Reifungsprozess zur Raumwahrnehmung ist erst bis zum achten Lebensjahr abgeschlossen. (Milz, 2001, S. 152)

5.2 Die Motorik

5.2.1 Die Entwicklung der Motorik

Zum Zeitpunkt der Geburt sind das Rückenmark, das verlängerte Rückenmark, das Mittelhirn und das Zwischenhirn weitgehend entwickelt. Die Großhirnrinde hingegen ist durch die fehlende Myelinisierung noch nicht funktionstüchtig. Folglich ist die Motorik des Neugeborenen überwiegend reflektorisch (auf innere und äußere Reize). Da eine Hemmung durch den Cortex noch nicht möglich ist, sind die Bewegungen zwar lebhaft, aber noch undifferenziert. Es überwiegen in diesem Lebensalter Reaktionen wie der *Fluchtreflex*, der *Rooting-Reflex* (das Suchen der mütterlichen Brust), der *Moro-Reflex* (Schreckreflex, bei dem das Kind Arme und Beine weit abspreizt und sie dann zu einer Umklammerungsreaktion zusammenführt) und *Schreibbewegungen*. Mit zunehmender Myelinisierung der Bahnen werden im Laufe der ersten beiden Monate symmetrische Bewegungen möglich. Auch Arme und Beine können nun einzeln eingesetzt werden, jedoch ohne abgestufte differenzierte Gelenkbewegungen.

Im Laufe des ersten Lebensjahres werden feinabgestufte Bewegungen von Rumpf, Kopf und Extremitäten (einschließlich Finger- und Zehenbewegungen) möglich. Die Bewegungen werden zunehmend zielsicherer. (Lösslein & Deike-Beth, 2000, Kap. 4.1)

Häufig durchgeführte, beziehungsweise geübte Bewegungen (zum Beispiel das Laufen), erreichen bis zum dritten oder vierten Lebensjahr eine relative Perfektion. Sie werden in einem „Bewegungsspeicher“, vor allem im Kleinhirn, festgehalten. So können sie als komplexe Bewegungsmuster bei Bedarf als Ganzes abgerufen werden. (Lösslein & Deike-Beth, 2000, Kap. 4.1)

Nachfolgend soll erläutert werden, wie die Steuerung der Motorik durch das Gehirn abläuft. Im Unterpunkt 5.2.3.2 *Die Steuerung der Hand* soll im Besonderen noch auf die motorische Kontrolle der Hand eingegangen werden.

5.2.2 Die Organisation des sensomotorischen Systems

Das sensomotorische System wird durch Befehle gesteuert, die die Hierarchieebene vom Assoziationscortex (der höchsten Ebene) zu den Muskeln (der niedrigsten Ebene) nach unten

laufen (siehe Abbildung 32). Die Signale zwischen den Ebenen laufen gleichzeitig über mehrere Bahnen. Das ermöglicht dem Assoziationscortex niedrigere Hierarchien auf mehr als eine Art zu kontrollieren. Die verschiedenen sensomotorischen Hierarchien unterliegen einer funktionalen Trennung. Die Augen, die Gleichgewichtsorgane und die Rezeptoren in der Haut, in den Muskeln und in den Gelenken überwachen die körperlichen Reaktionen und führen diese Informationen wieder in die sensomotorischen Schaltkreise zurück. (Pinel & Pauli, 2007, S. 245)

Zu Beginn des motorischen Lernens wird jede einzelne Reaktion unter bewusster Kontrolle ausgeführt. Nach viel Übung werden einzelne Reaktionen in kontinuierlichen, integrierten Handlungssequenzen gespeichert, die über sensorisches Feedback, korrigiert werden können (zum Beispiel schwimmen, stricken, Klavier spielen). Es sind dann keine bewussten Regulationsprozesse mehr nötig. (Pinel & Pauli, 2007, S. 245)

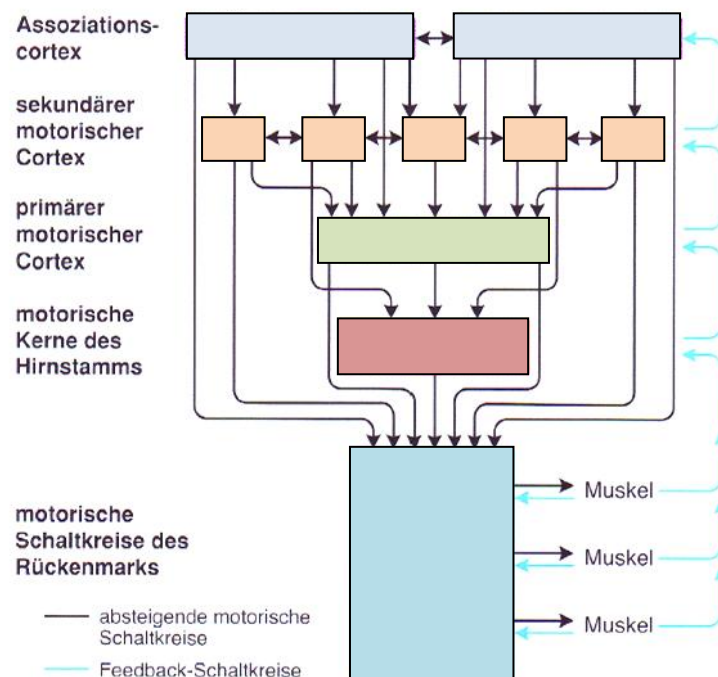


Abbildung 32: Allgemeines Modell des sensomotorischen Systems. Aus: Pinel & Pauli (2007), S. 247

5.2.3 Die Motorik der Hand

Anhand der folgenden Unterpunkte soll zuerst die motorische Entwicklung der Hand ab dem Säuglingsalter kurz zusammengefasst werden. Danach wird die Kontrolle der Handmotorik

eingehend beschrieben. Abschließend wird noch die Hand in Bezug auf die Stifthaltung besprochen.

5.2.3.1 Die Entwicklung der Motorik der Hand

Bezogen auf die Motorik der Hand kann die Entwicklung wie folgt umrissen werden:

Das Neugeborene kann bereits die Faust ballen und zeigt auf Berührungen ein Reflexgreifen. Mit etwa zwei Monaten lernt es auch wieder loszulassen. Die Gegenhand wird dabei symmetrisch mitbewegt. Etwas später kann es mit dem kleinen Finger, dem Ring- und Mittelfinger greifen und mit etwa vier Monaten auch bewusst wieder loslassen. Darauf folgend lernt es mit allen fünf Fingerspitzen zu greifen. Ab dem zwölften Lebensmonat gelingt das aktive Loslassen in der Luft.

Danach können Gegenstände im Quergriff erfasst und grobmotorisch, aus der Schulter heraus, geführt werden. Schon bald übernimmt aber der Zeigefinger seine Führungsfunktion. Mit drei bis vier Jahren beherrscht das Kind dann den sogenannten *Pinselfgriff*, bei dem es den Stift mit seinen Fingern umfasst und eine leichte Mitbewegung des Handgelenks erfolgt, die Hand ist dabei noch etwas einwärts gedreht. Darauf folgt die Beherrschung des *Daumen-Quergriffs*, bei dem der Gegenstand vom Daumen gegen die Faust gedrückt wird. Erst mit fünf bis sechs Jahren wird der *Pinzettengriff* angewandt, bei dem der Daumen den Gegenstand gegen den Zeigefinger drückt. Voraussetzungen dafür sind das Erlernen der Daumenrotation und der Daumenopposition. (Lösslein & Deike-Beth, 2000, S. 78)

Unter 5.2.3.3 *Die Stifthaltung* wird diese Thematik noch gesondert besprochen.

5.2.3.2 Die Steuerung der Hand

Durch die Entwicklung des aufrechten Ganges sind die Hände zu einem eigenständigen Sinnesorgan geworden. Die Handfertigkeit ist sowohl eine sensomotorische, als auch eine visuomotorische und eine kognitive Leistung. Das Programm einer Bewegung wird im *primären motorischen Cortex* entworfen. Schon 100-200 Millisekunden vor Beginn einer Bewegung setzt in diesen Arealen eine gesteigerte neuronale Aktivität ein. Durch diese Aktivität wird in weiterer Folge ein Befehl über die *Pyramidenbahnen* ausgesendet. (Birbaumer & Schmidt, 2006, S. 287)

Der primäre motorische Cortex befindet sich im *Gyrus praecentralis* des Frontallappens. Er ist der wichtigste Punkt, an dem die kortikalen sensomotorischen Signale zusammentreffen

und auch der wichtigste Ausgangspunkt für sensomotorische Signale aus der Großhirnrinde. (Pinel & Pauli, 2007, S. 254)

1937 kartierten Penfield und Boldrey den primären motorischen Cortex. Es entstand der *Motorische Homunculus* (Abbildung 33). Sie stimulierten elektrisch verschiedene Stellen der Cortexoberfläche von PatientInnen, die während eines neurochirurgischen Eingriffs bei Bewusstsein waren. Sie beobachteten, welcher Teil des Körpers sich als Reaktion darauf bewegte. So konnten sie feststellen, dass die motorischen *Cortexareale* somatotop organisiert sind, also entsprechend einer Karte des Körpers. Ergänzend sei noch erwähnt, dass mittlerweile Ergebnisse vorliegen, die die multiple Repräsentation der Körperperipherie in mehreren motorischen Arealen beweisen. Zum Beispiel ist der Bereich des *primären motorischen Cortex*, der einen bestimmten Finger kontrolliert, groß und überlappt mit anderen Arealen, die andere Finger kontrollieren. (Pinel & Pauli, 2007, S. 254)

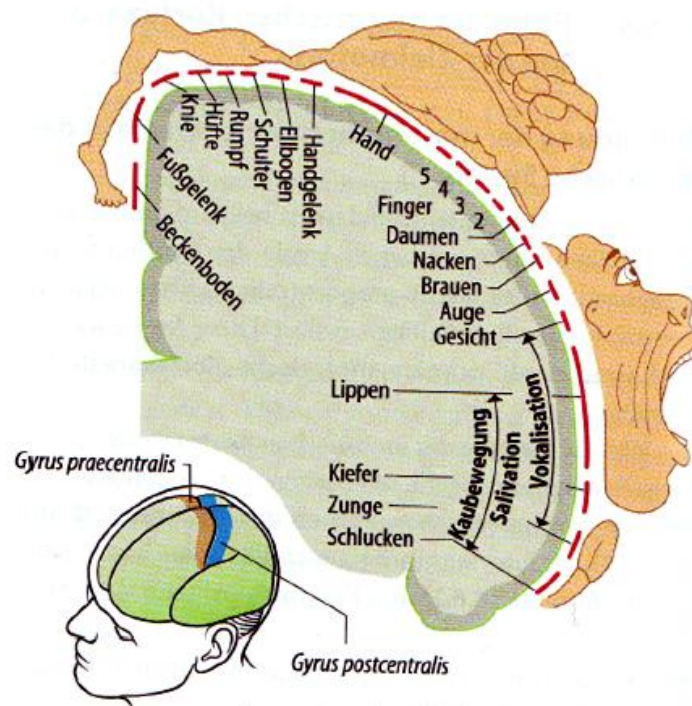


Abbildung 33: Motorischer Homunculus. Aus: Birbaumer & Schmidt (2006), S. 284

Bei Betrachtung des *Motorischen Homunculus* (Abbildung 33) fällt auf, dass diejenigen Körperstellen, die häufig willentlich benutzt werden, wie zum Beispiel Finger, Hand, Lippen und Zunge, einen großen Anteil des *Gyrus praecentralis* beanspruchen. Bei Betrachtung von Abbildung 33 fällt auf, dass zum Beispiel der Rumpf und die proximalen Extremitäten verhältnismäßig klein repräsentiert sind. (Birbaumer & Schmidt, 2006, S. 285)

Wie ein Mensch aussähe, würden seine körperlichen Proportionen dem Anteil der kortikalen Repräsentation der einzelnen Körperteile entsprechen, zeigt Abbildung 34:

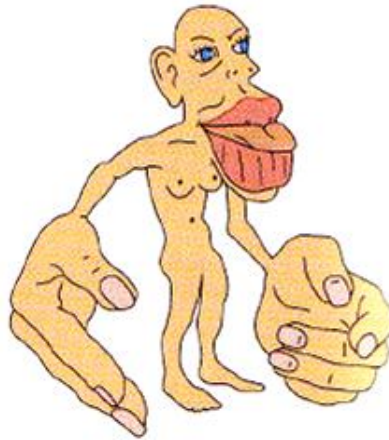


Abbildung 34: Dreidimensionale Darstellung des motorischen Homunculus. Aus: Birbaumer & Schmidt (2006), S. 310

Die Arme, insbesondere die Hände, sind in den motorischen *Cortexarealen* also überproportional repräsentiert (siehe *Motorischer Homunculus*, Abbildung 33). In diesen Handarealen werden die Bewegungsprogramme generiert. Anschließend werden sie (weitgehend über die sogenannten *Pyramidenbahnen*) zu den *Motoneuronen* der Handmuskeln übertragen. (Pinel & Pauli, 2007, Kap. 8.7)

Pyramidenbahnen sind Nervenbahnen, die zwischen dem Großhirn und den Händen die bewusste Kontrolle der Bewegungen ermöglichen. In ihrem Verlauf kreuzen sie auf die Gegenseite des Körpers und erreichen damit die Muskulatur der kontralateralen Körperhälfte. (Böhm, 2002, S. 63)

Neuronale Signale werden vom *primären motorischen Cortex* über vier verschiedene Bahnen zu den *Motoneuronen* des Rückenmarks geleitet (siehe Abbildung 35). Zwei Bahnen steigen im *dorsolateralen* Bereich des Rückenmarks ab, zwei im *ventromedialen* Bereich des Rückenmarks. Bei der Kontrolle von Willkürbewegungen arbeiten die vier Bahnen zusammen. (Pinel & Pauli, 2007, S. 259)

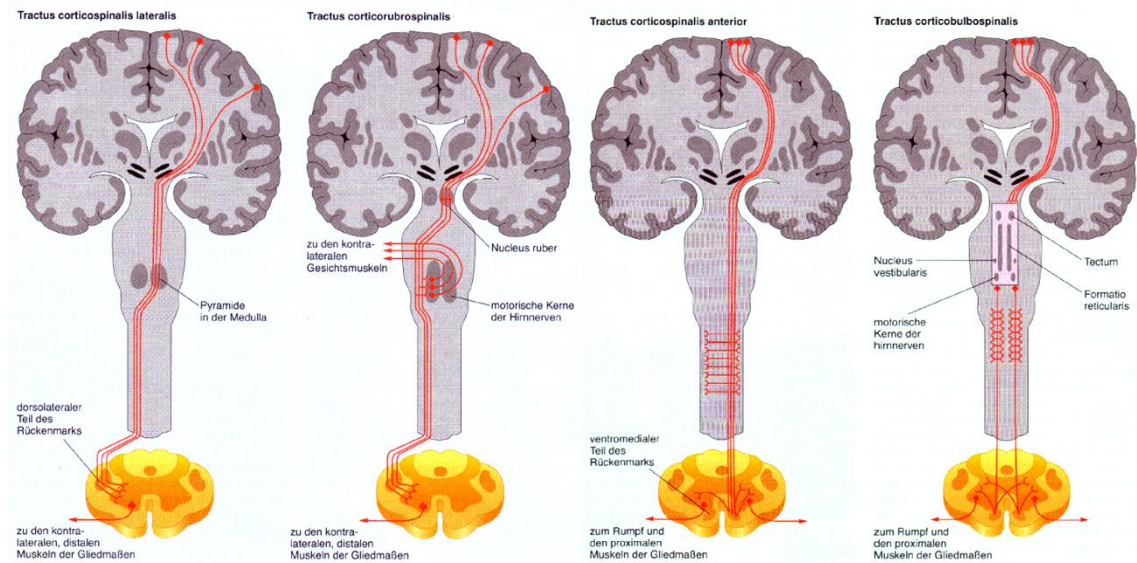


Abbildung 35: Neuronale Signale werden vom primären motorischen Cortex über vier verschiedene Bahnen zu den Motoneuronen des Rückenmarks geleitet. Aus: Pinel & Pauli (2007), S. 260-261

Die beiden *ventromedialen* Bahnen sind an der Kontrolle der Haltung von Ganzkörperbewegungen beteiligt (zum Beispiel laufen und klettern). Sie kontrollieren die Bewegungen von Gliedmaßen, die für diese Aktivitäten erforderlich sind. (Pinel & Pauli, 2007, Kap. 8.7)

Die beiden *dorsolateralen* Bahnen kontrollieren die Bewegungen der Gliedmaßen. Allerdings ist es nur dem *corticospinalen* Teil des *dorsolateralen* Systems möglich unabhängige Bewegungen der Finger und Füße zu vermitteln. Die meisten Axone des *Tractus corticospinalis lateralis* haben synaptische Verbindungen mit kleinen Interneuronen der grauen Substanz des Rückenmarks. Diese haben wiederum Synapsen mit *Motoneuronen* der distalen Muskeln der Handgelenke, Hände, Finger und Zehen. Primaten und die wenigen anderen Säugetiere, die in der Lage sind ihre Finger, beziehungsweise Zehen unabhängig voneinander zu bewegen, besitzen Neuronen im *Tractus corticospinalis lateralis*, welche direkt Synapsen auf den *Motoneuronen* der Finger und Zehen haben. (Pinel & Pauli, 2007, Kap. 8.7)

Kurz gesagt projizieren die Motoneurone, die über die beiden ventromedialen Bahnen aktiviert werden, zu den proximalen Muskeln des Rumpfes und der Gliedmaßen während die Motoneurone, die über die beiden dorsolateralen Bahnen aktiviert werden, zu den distalen Muskeln (zum Beispiel den Fingermuskeln) projizieren. (Pinel & Pauli, 2007, S. 262)

Alle Griffarten zu denen die menschliche Hand fähig ist, lassen sich auf zwei Grundformen reduzieren: den *Kraftgriff* und den *Präzisionsgriff*. Beim Kraftgriff wird durch globalen Fingerschluss ein festes Zupacken ermöglicht, zum Beispiel beim Tragen einer Tasche. Beim Präzisionsgriff ist durch Gegenüberstellen von Daumen und Zeigefinger eine fein abgestimmte Anpassung der Greifkraft möglich, zum Beispiel beim Schreiben. (Birbaumer & Schmidt, 2006, S. 287)

Die Aktivität der *Pyramidenbahn* ist sehr viel stärker mit dem *Präzisionsgriff* als mit dem *Kraftgriff* korreliert. Daraus und aus der Tatsache, dass bei menschlichen Neugeborenen die *Pyramidenbahn* noch nicht ausgereift ist, lässt sich folgern, dass diese eine Voraussetzung für den *Präzisionsgriff* und für die Handgeschicklichkeit an sich sind. Auch dass nach Läsionen der Bahnen insbesondere die Handgeschicklichkeit eingeschränkt ist spricht für den Zusammenhang mit dem *Präzisionsgriff*. Unabhängige Fingerbewegungen sind in diesem Fall nicht mehr möglich und die Bewegungen sind verlangsamt. Außerdem ist die Mobilisierung der Kraft beim Greifen verzögert. (Birbaumer & Schmidt, 2006, S. 287)

5.2.3.3 Die Stifthaltung

Für die Stifthaltung und die Stiftführung ist eine differenzierte Feinmotorik Voraussetzung. Bei der optimalen Schreibhaltung befindet sich das Handgelenk in einer leichten Extensionshaltung und sollte relativ stabil sein. Die Schreibbewegung sollte in erster Linie von den Fingern und vom Daumen ausgehen. Zusammen mit dem Daumen sollen der Zeige- und Mittelfinger fähig sein, kontrollierte Flexions- und Extensionsbewegungen auszuführen. Auch der Ringfinger und der kleine Finger sollten in diese Bewegung integriert werden. Der Daumen hingegen sollte in Opposition gebracht und dabei gebeugt und gestreckt werden können. (Nacke, 2013, S. 183)



Palmargriff:

Der Stift wird mit gebeugten Fingern und gebeugtem oder gestrecktem Daumen (keine Oppositionsstellung) gegen die Handfläche gedrückt.



Tunnelgriff:

Der Stift wird mit gebeugten Fingern und opponiertem Daumen quer gegen die Handfläche gedrückt.



Pfötchengriff:

Der Stift wird mit mehreren leicht gebeugten Fingern und gestrecktem, opponierten Daumen mit den Fingerspitzen ergriffen.



Scherengriff:

Der Stift wird bei einwärts gedrehter Hand mit gestrecktem Zeigefinger und gestrecktem, opponierten Daumen mit den Fingerspitzen ergriffen. Der Mittelfinger wird hinterlegt.



Pinzettengriff:

Der Stift wird bei auswärts gedrehter Hand mit gestrecktem, opponiertem Daumen mit den Fingerspitzen ergriffen. Der Mittelfinger wird hinterlegt.

Scheren- und Pinzettengriff unterscheiden sich hauptsächlich durch die Stellung des Handgelenkes.



Zangengriff:

Der Stift wird bei auswärts gedrehter Hand mit opponiertem, leicht gebeugtem Zeigefinger und Daumen mit den Fingerspitzen ergriffen. Der Mittelfinger wird hinterlegt.

Abbildung 36: Stifthalung. Aus: Rix (2010), S. 47

Nach Rix (2010, S. 46) entwickeln sich aus dem Greifreflex, der den Ausgangspunkt der Griffentwicklung darstellt, der *Palmargriff*, der *Tunnelgriff*, der *Pfötchengriff*, der *Scherengriff*, der *Pinzettengriff* und der *Zangengriff*. Anhand Abbildung 36 sind die verschiedenen Stifthalungen dargestellt und beschrieben.

Diese Griffe sind bereits relativ früh entwickelt. Oft werden beim Gebrauch von Werkzeugen zunächst eher einfachere Grifftechniken angewandt werden. Sehr kleine Kinder können zum Beispiel häufig bereits kleine Objekte mit dem *Pinzetten-* oder *Zangengriff* aufsammeln, greifen einen Löffel oder Stift aber mittels *Palmargriff* oder *Tunnelgriff*. In diesem Fall kann einem Kind, das einen Stift im *Pfötchengriff* hält, gleich der *Zangengriff* als optimale Stifthalung vermittelt werden, da diese Grifftechnik an sich bereits beherrscht wird. Es

braucht also nicht die Entwicklungsfolge über den *Scheren-* und *Pinzettengriff* zum *Zangengriff* einhalten. (Rix, 2010, S. 46-47)

Die Entwicklung gezielter und abgestufter motorischer Aktionen ist jedoch *nicht* ohne die parallele Entwicklung der beteiligten Wahrnehmungsfunktionen möglich: optisch, taktil und propriozeptiv (Blanz, Remschmidt, Schmidt & Warnke, 2006, S. 21).

5.3 Die Rolle motorischer Fähigkeiten bei der Beurteilung der visuellen Wahrnehmung

Laut Büttner, Dacheneder, Schneider und Weyer (2008, S.13) umfassen Aufgaben zur Messung der visuellen Wahrnehmung erstens die Aktivitäten der *visuomotorischen Integration* und zweitens visuelle Aktivitäten die *motorik-reduziert* sind. Als Beispiel für eine *motorik-reduzierte* Aufgabe nennen sie die Suche nach übereinstimmenden Figurmerkmalen. Das Abzeichnen ist ein Beispiel für eine *visuomotorische* Aktivität. Tests der *visuomotorischen Integration* verlangen auch *visuell-perzeptive* Fähigkeiten. Diese Tests sind wertvoll, wenn man wissen möchte, wie gut ein Kind visuelle und motorische Fähigkeiten integriert. (Büttner et al., 2008, S. 13)

Büttner et al. (2008, S. 14) weisen auch darauf hin, dass einige Autoren zur Vorsicht mahnen, wenn Tests der *visuomotorischen Integration* zur Beurteilung der *visuellen Wahrnehmung* eingesetzt werden, da die *visuelle Wahrnehmung* und die *motorische Entwicklung* autonome Systeme darstellen. Wenn man davon ausgeht, dass es getrennte Systeme sind, dann können schlechte Leistungen in Tests zur *visuomotorischen Integration* bedeuten, dass Probleme in dem einen und/oder in dem anderen Bereich bestehen. Zur umfassenden Beurteilung der *visuellen Wahrnehmung* eines Kindes sollten deshalb Aufgaben vorgegeben werden, die ausschließlich *visuell-perzeptiv* sind, also *wenige oder keine motorischen Fähigkeiten* voraussetzen und zusätzlich Aufgaben, die *visuomotorische Integration* erfordern. Zu Wissen wie ein Kind unter beiden Bedingungen abschneidet, kann die Diagnose verbessern und vereinfachen. (Büttner et al., 2008, S. 13-14)

5.4 Zusammenfassung

Mit zunehmender Myelinisierung von Großhirnrinde und Nervenbahnen werden im Laufe des ersten Lebensjahres feinabgestufte Bewegungen von Rumpf, Kopf und Extremitäten, einschließlich Finger- und Zehenbewegungen möglich. Zu Beginn des motorischen Lernens wird jede einzelne Reaktion unter bewusster Kontrolle ausgeführt. Nach viel Übung werden einzelne Reaktionen in kontinuierliche, integrierte Handlungssequenzen gespeichert.

Die Motorik wird vom Gehirn gesteuert, durch Befehle die die Hierarchieebene nach unten laufen: Vom Assoziationscortex zu den Muskeln.

In den Handarealen des motorischen Cortex werden Bewegungsprogramme generiert, die über die Pyramidenbahnen zu den Motoneuronen der Handmuskeln übertragen werden. Erst die Pyramidenbahnen ermöglichen eine feinmotorische Handgeschicklichkeit im Allgemeinen und den Präzisionsgriff im Besonderen.

Speziell für das Schreiben, genauer gesagt für die Stifthaltung ist eine differenzierte Feinmotorik notwendig. Der Greifreflex stellt den Ausgangspunkt der Griffentwicklung dar. Aus ihm entwickeln sich der Palmargriff, der Tunnelgriff, der Pfötchengriff, der Scherengriff, der Pinzettengriff und der Zangengriff.

Die Entwicklung gezielter und abgestufter motorischer Aktionen ist nicht ohne die parallele Entwicklung der beteiligten Wahrnehmungsfunktionen möglich: optisch, taktil und propriozeptiv.

Visuelle Wahrnehmung umfasst die Aufnahme und die zentrale Verarbeitung von visuellen Reizen. Ihre Leistungen sind die Farb- und Formwahrnehmung, das visuelle Gedächtnis, sowie folgende fünf Bereiche nach Frostig:

Visuomotorische Koordination:

Fähigkeit, die Bewegungen von Auge und Hand zu koordinieren

Figur-/Grundwahrnehmung:

Fähigkeit, ein bestimmtes Objekt vor einem Hintergrund zu isolieren

Wahrnehmung der Formkonstanz:

Wahrnehmung, dass eine Form auch dann konstant bleibt, wenn sie unter Veränderung der Perspektive gesehen wird

Raum-Lage-Wahrnehmung:

Fähigkeit, Drehungen in der Horizontalen und Vertikalen wahrzunehmen

Erkennen räumlicher Beziehungen:

Fähigkeit, räumliche Beziehungen zu erfassen

Bei der visuellen Fokussierung eines Objektes spielt das Auge eine tragende Rolle. Es sammelt das Licht, bündelt es und schickt ein neuronales Signal an das Gehirn. Photorezeptoren in der Retina übertragen die Lichtenergie in neuronale Impulse. Die visuellen Informationen werden an unterschiedliche Areale des Gehirns geleitet, die verschiedene Aspekte der visuellen Umgebung verarbeiten.

Die Sehfähigkeit entwickelt sich ab der Geburt schrittweise und ist mit etwa sechs bis sieben Jahren voll und stabil entwickelt.

6 Der Schriftspracherwerb

Im Grundschulalter ist die Händigkeit bei einer Thematik von besonderer Bedeutung: Beim *Schreiben*.

Um verstehen zu können, was es für Schulanfänger bedeutet, Lesen und Schreiben zu lernen, sollte man sich vor Augen halten, dass es Jahrtausende gebraucht hat, um aus den früheren Bilderschriften das heutige Alphabet zu entwickeln. Diese lange Entwicklungszeit zeigt, welche abstrakten und komplexen Leistungen für das Erlernen der Alphabetschrift nötig sind. (Valtin, 2006, S. 760)

In diesem Kapitel wird nach einer kurzen Zusammenfassung der Vorläuferfertigkeiten des Zeichnens und Schreibens das Schriftsystem der deutschen Sprache analysiert. Anschließend wird das Erlernen des Schreibens anhand des Schreibunterrichts der ersten beiden Schulstufen betrachtet. Unterpunkt 4 geht auf die Rolle der Händigkeit beim Erlernen der geschriebenen Sprache ein. Durch die Unterschiede im Schreibvorgang an sich, die sich zwischen Links- und RechtshänderInnen ergeben, wird anschließend die Frage diskutiert, ob es so etwas wie eine „natürliche Schreibrichtung“ überhaupt gibt. Anhand der letzten beiden Unterpunkte sollen zwei Probleme diskutiert werden, die zu Beginn des Schreiblernprozesses, oft nur vorübergehend aber gehäuft bei LinkshänderInnen, auftreten können: Die *Spiegelschrift* und die *Links-Rechts-Unsicherheit*.

6.1 Vorläufer des Zeichnens und Schreibens

Dreijährige Kinder fühlen sich motorisch relativ sicher und versuchen das Schreiben und Zeichnen mit „kritzeln“ zu imitieren. Sie kritzeln häufig erst in spitzen und dann in runden Zügen. Der Stift wird meist noch nicht im Pinzettengriff gehalten. Dieses „kritzeln“ kann bereits als Vorläufer der Graphomotorik angesehen werden. Mit etwa vier Jahren wird die senkrechte Stifthaltung aufgegeben. Zunächst werden waagrechte, dann senkrechte Striche beherrscht und einfache Figuren können nachgezeichnet werden. Einfache geometrische Figuren können bereits mit fünf Jahren nachgezeichnet werden. Schreiben, Basteln und konstruktives Bauen hängen von der Feinmotorik und visuomotorischen Koordination ab

(siehe 5.1.3.1 *Visuomotorische Koordination*). Mit etwa sechs Jahren geht die, für das Vorschulalter normale, physiologische Raum-Lage-Labilität (siehe 6.7 *Die Links-Rechts-Unsicherheit*) zurück und das spiegelbildliche Zeichnen wird somit möglich. Voraussetzung dafür ist unter anderem auch eine Stabilisierung der Lateralität, was in der Händigkeit am deutlichsten zum Ausdruck kommt. (Blanz et al., 2006, S. 21 und S. 148)

6.2 Das Schriftsystem der deutschen Sprache

Das Schriftsystem der deutschen Sprache gehört zu den *Alphabetschriften*. Charakteristisch für Alphabetschriften ist, dass die *Grapheme* (Buchstaben) jeweils *Phonemen* (lautlichen Einheiten der Sprache) zuzuordnen sind. Im Gegensatz dazu ist zum Beispiel das Chinesische eine *Wortschrift*. Jedem Wort wird ein Zeichen zugeordnet, sodass es mehrere tausend Schriftzeichen benötigt. Wortschriften sind folglich weniger ökonomisch und flexibel als Alphabetschriften. (Budde, Riegler & Wiprächter-Geppert, 2012, S. 53)

Aber unsere Buchstaben können nicht eins zu eins den Lauten der gesprochenen Sprache zugeordnet werden. Deshalb bezeichnet man die deutsche Sprache auch als *lautororientierte Alphabetschrift*. Ob ein Vokal, zum Beispiel das /a/, lang oder kurz gesprochen wird, beeinflusst die schriftsprachliche Umsetzung, wie man an diesem Beispiel erkennen kann:

*Mann * Matsch * Mahl * Magen * Waage*

Wie man sieht, ist es nicht nur *ein* Buchstabe der ein *Phonem*, in diesem Fall das /a/, verschriftet, sondern es können auch mehrere Buchstaben sein. (Schründer-Lenzen, 2009, S. 49)

Lateinische Schriften, also auch das Schriftsystem der deutschen Sprache, bewegen sich in einem 4-Linien-System, das drei Bänder aufspannt: das *Mittelband*, das *Oberband* und das *Unterband* (Hasert, 2006, S. 307). Abbildung 37 zeigt eine Zeile im 4-Linien-System aus einem Schulheft für Schreibanfänger.

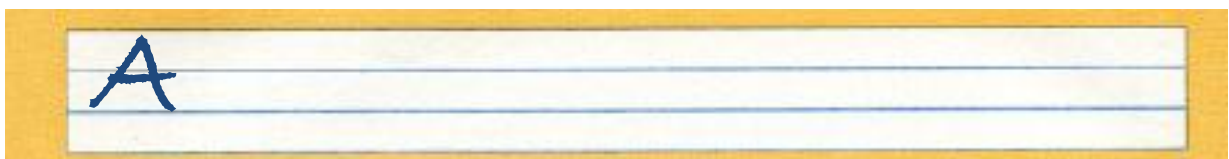


Abbildung 37: Schulheft Formati Lineatur S2. Quelle: <http://www.formati.com/produktinfos/items/schreiben-s6.html>; 19.05.2013 18:36

Manchmal wird das Mittelband zusätzlich farblich hinterlegt, da die Lesbarkeit einer Schrift vor allem davon abhängt, wie sorgfältig in diesem Bereich geschrieben wird (Schröder-Lenzen, 2009, S. 112).

6.3 Das Erlernen des Schreibens

Die Schreibschrift entsteht durch die graphomotorische Verbindung der Buchstaben, deren richtiger Platzierung im Zeilensystem und durch die Beachtung der Abstands- und Größenbeziehungen. Die fließende Bewegung beim Schreiben führt immer vom Anfangspunkt zum Haltepunkt und wieder zum nächsten Haltepunkt. (Milz, 2001, S. 159)

Laut Milz (2001, S. 158) muss in der Vorstellung eines Kindes bereits antizipatorisch ein Planungsentwurf eines Buchstabens vorhanden sein, um diesen schreiben zu können. Hierfür müssen die motorischen Grundelemente der Schreibschrift (siehe Abbildung 38) gespeichert und in der Vorstellung abrufbar sein.



Abbildung 38: Grundelemente der Schreibschrift. Aus: Milz (2001), S. 158

Die Schreibschrift, die Kinder während der ersten beiden Schulklassen beigebracht bekommen, nennt man *Schulschrift*. Schulschriften haben die Aufgabe Kinder in die Handschrift einzuführen und den Grundstein für eine flüssige, lesbare Verkehrsschrift zu legen. Erwachsene Handschriften spiegeln übrigens in nur geringem Ausmaß die früher erlernte Schulschrift wider. (Ossner, 2006, S. 142)

Auch das *Bundesministerium für Unterricht, Kunst und Kultur* betont das Prinzip weitgehender Offenheit für den gesamten Bereich „Schulschrift“. Die österreichische Schulschriftvorlage ist nicht als Norm, sondern als Richtalphabet für den Anfangsunterricht (erste und zweite Schulstufe) zu sehen. Festgelegt ist, dass die SchülerInnen bis zum Ende der zweiten Schulstufe Buchstaben, Ziffern und Zeichen in einer der österreichischen Schulschrift angenäherten Form aus der Vorstellung schreiben können. Hierbei sind auch individuelle Ausformungen der Schrift zulässig, solange die einzelnen Buchstaben, Ziffern und Zeichen eindeutig zu erkennen und leicht zu schreiben sind.

(Quelle: http://www.bmukk.gv.at/ministerium/rs/1994_56.xml, 19.05.2013 16:31)

Die *österreichische Schulschrift* wurde durch das Bundesministerium für Unterricht, Kunst und Kultur ab dem Schuljahr 1995/1996 erneuert. In Abbildung 39 sind die Schulschrift von 1969 und die neue Schulschrift (ab 1995) dargestellt. Begründet wurde die Änderung damit, dass die Schulschrift mit nur wenigen Änderungen seit etwa 1924 unterrichtet wurde und sich die Schreibgeräte und -gewohnheiten geändert hätten. Es zeigte sich außerdem, dass die Ausgangsformen der Schulschrift 1969, mit ihren vielen Schlingen und dem oftmaligen Wechsel der Schreibrichtung in späteren Schuljahren oder im Erwachsenenalter häufig aufgegeben werden. (Quelle: http://www.bmukk.gv.at/ministerium/rs/1994_56.xml, 19.05.2013 16:31)

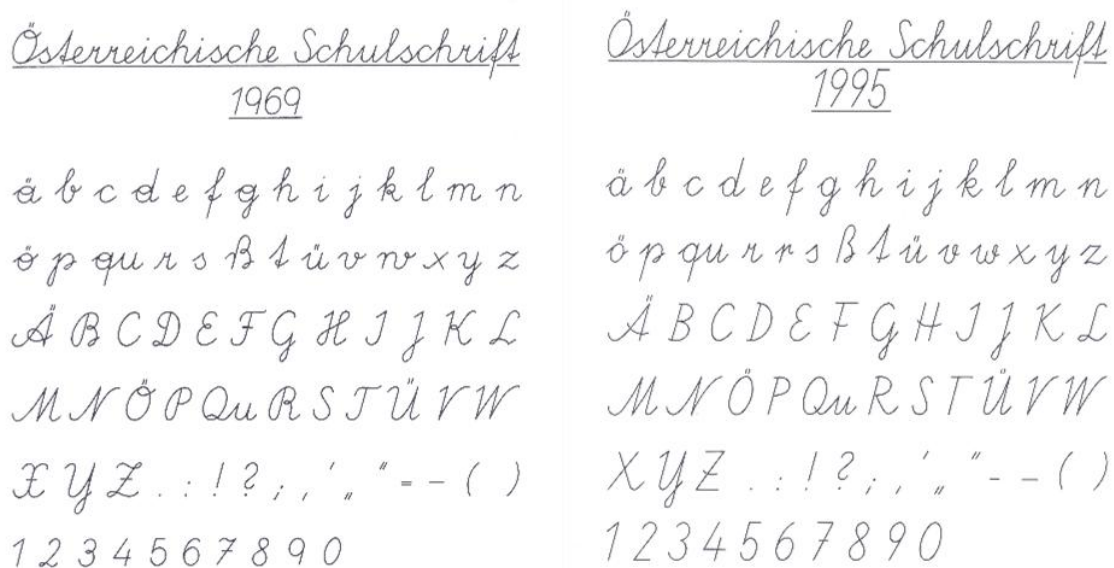


Abbildung 39: Die österreichische Schulschrift 1969 und 1995 Quelle:
http://www.bmukk.gv.at/medienpool/15138/1994_56_beilage1.jpg, 19.05.2013 16:35;
http://www.bmukk.gv.at/medienpool/15140/1994_56_beilage3.jpg, 19.05.2013 16:36

Ein großer Vorteil der Schulschrift 1995 gegenüber der vorhergehenden ist, dass die Großbuchstaben eher an die Großbuchstaben der Druckschrift erinnern und so auch beim Lesen leichter erkannt werden können. Die Kleinbuchstaben a, d, g, o und qu werden nur durch sogenannte Luftsprünge angebunden, womit das Vorwärts- und Rückwärtsschreiben auf der gleichen Spur (der sogenannte *Deckstrich*) wegfällt. Allgemein sind die Buchstaben der Schulschrift 1995 bewegungsfreundlicher, da sie weniger Richtungswechsel enthalten. (Dümler, 2010, S. 32)

Meist wird als *Erstschrift* jedoch die *Druckschrift* bevorzugt. Sie ist im Aufbau einfacher als eine verbundene Schrift, da sie ausschließlich aus Bögen und Strichen besteht. Als

unverbundene Schrift fallen bei der Druckschrift alle Verbindungsbögen weg und die Untergliederung der Worte in einzelne Buchstaben ist deutlich ersichtlich. Abbildung 40 zeigt eine in der Schule häufig verwendete Druckschrift. Außerdem ist sie den Kindern vertrauter als die Schreibschrift, da es die Schrift der Umgebung ist, in der die Kinder Schrifterfahrung machen. (Meiers, 1998, S. 225; Ossner, 2006, S. 143)

Auch Valtin (2006, S. 769) betont die Vorteile der Druckschrift als Erstschrift. Vor allem, da sie eine Integration des Lesen- und Schreibenlernens ermöglicht.

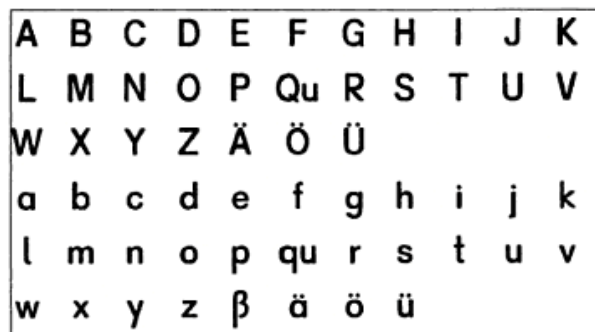


Abbildung 40: Druckschrift. Aus: Ossner (2006), S. 137

Auf das Schreibgerät sollte ebenfalls geachtet werden. Im Anfangsunterricht eignen sich am besten Bleistifte der Härte B2. Später können Bleistifte der Härte HB verwendet werden, die etwas weicher sind. Für das Schreiben mit der Füllfeder werden Modelle empfohlen, die eigens für Schüler entwickelt wurden, da sie den richtigen Widerstand bieten. Kugelschreiber eignen sich vor allem im Anfangsunterricht nicht, da sie zu einer übermäßig steilen Stifthaltung verleiten. Filzstifte sind zum Schreiben ebenfalls nicht geeignet, da sie zu wenig Reibungswiderstand bieten. (Ossner, 2006, S. 143)

LinkshänderInnen neigen dazu, das jeweilige Schreibgerät zu schieben, während es RechtshänderInnen ziehen. Daher eignen sich zum Beispiel zum Malen schnelltrocknende Filzstifte. Diese verhindern ein Verwischen. (Meyer, 1991, S. 65)

Bereits zu Schulbeginn, oder auch schon zu einem früheren Zeitpunkt, können graphomotorische Probleme erkannt werden, wenn man den Umgang des Kindes mit dem Stift beobachtet, beziehungsweise die Ergebnisse betrachtet. (Milz, 2001, S. 160)

Die Stifthaltung wurde bereits unter 5.2.3.3 *Die Stifthaltung* erörtert. An dieser Stelle sei nur noch erwähnt, dass die korrekte Haltung des Stiftes beim Schreiben *Tripodengriff*

(*Zangengriff*) genannt wird (Milz, 2001, S. 156). Der Stift wird mit drei Fingern (Daumen, Zeigefinger und Mittelfinger) umfasst. Der *Tripodengriff* stellt einen Endpunkt einer motorischen Entwicklungsreihe dar, die sich vom Säugling bis zum schulfähigen Kind über folgende Stationen vollzogen hat (Milz, 2001, S. 156):

- festhalten – loslassen
- Faustgriff
- Pinzettengriff (Daumen und Zeigefinger)
- Tripodengriff (Zangengriff, Schreibgriff)

Ergänzend sei noch erwähnt, dass sich in der Literatur verschiedene Konzepte und Methoden für den Erstschriftunterricht finden, welche sich in drei Gruppen einteilen lassen (Valtin, 2006, S. 768):

Bei den *synthetischen Methoden* wird mit einzelnen Buchstaben begonnen, die die Schüler von der Tafel abschreiben sollen. Durch das Zusammensetzen von verschiedenen Buchstaben entstehen Silben oder auch Worte, die wieder von den Schülern abgeschrieben werden sollen.

Bei der *Methode des ganzheitlichen Schreibunterrichts (analytische Methode)* steht der Bewegungsablauf eines ganzen Wortes im Fokus des Schreibens.

Im *analytisch-synthetischen Schreibunterricht* werden den Schülern bestimmte Worte zum Nachschreiben dargeboten, aber auch einzelne Buchstaben werden geübt.

Moderne Schreiblehrgänge gehen gemeinsam mit dem Leselehrgang einher. Sie beachten neben den schreibmotorischen Bewegungen auch die kommunikativen Bezüge des Schreibens. Außerdem fördern sie besonders das freie Schreiben und vermitteln orthographische Kenntnisse. (Valtin, 2006, S. 769)

6.4 Die Rolle der Händigkeit beim Erlernen des Schreibens

Ein Kind soll grundsätzlich mit der Hand schreiben lernen, mit der es das auch besser können wird. Das bedeutet, die Hand mit der besseren graphomotorischen Leistungsfähigkeit soll die Schreibhand sein. Erscheinen Kinder bei der Einschulung noch als BeidhänderInnen, so ist sehr sorgfältig zu klären, welche Hand für den Schreiblernprozess die leistungsfähigere sein wird. (Schilling, 2009, Kap. 4.1)

Entscheidend ist, dass das Kind in den ersten sechs Wochen des Schreiblernprozesses kontrolliert mit derselben Hand übt und schreibt. Alle anderen Tätigkeiten sind von dieser Einschränkung nicht betroffen. (Schilling, 2009, Kap. 4.1)

Selbst wenn Retardierungen in der Handdominanzentwicklung vorliegen – diese Kinder werden häufig als Ambidexter diagnostiziert – ist es für das Erlernen der Schriftsprache sehr wichtig, dass das Kind in den ersten sechs Wochen mit ein und derselben Hand schreibt. Es soll keinesfalls die Schreibhand gewechselt werden, auch wenn eine Hand ermüdet. Ein häufiger Wechsel der Schreibhand hindert einen Aufbau konsistenter Bewegungsmuster, die aber die Voraussetzung dafür bilden, dass nach und nach generalisierte Muster entstehen können. Aber genau diese generalisierten Muster erlauben dem Kind jedes beliebige Graphem auf das Papier zu bringen. (Schilling, 2009, Kap. 4.1)

Kinder lernen durch Nachahmung. Daher ist es notwendig, dem linkshändigen Kind anschaulich zu zeigen, wie es mit der linken Hand problemlos schreiben lernen kann. Dazu sollten Lehrer mit den Herausforderungen, die die Linkshändigkeit mit sich bringt, vertraut sein und selbst üben, mit links zu schreiben. Wenn das nicht möglich ist, sollten ältere linkshändige Kinder oder linkshändige Familienmitglieder ihre Erfahrungen an das Kind weitergeben. (Schilling, 2009, Kap. 4.1)

Dies beginnt bereits bei der Schreibhaltung. Das linkshändige Kind sollte unter fachlicher Anleitung zu einer angemessenen Haltung beim Schreiben finden. Das hilft ihm, Verkrampfungen und Misserfolge zu vermeiden. (Meyer, 1991, Kap. V)

Besonders zu Beginn des Schrifterwerbes sollten Lehrpersonen und Eltern die Schreibhaltung des linkshändigen Kindes überwachen und notfalls korrigieren. Unter anderem auch deswegen, da LinkshänderInnen oft rechtsschreibende MitschülerInnen in ihrer Haltung nachahmen. Zu einem späteren Zeitpunkt sind die motorischen Abläufe eingelernt und die Haltung ist nur noch schwer zu ändern. Besonders ist dabei auf die Blatthaltung zu achten. Das Blatt sollte um ungefähr 30 Grad nach rechts geneigt werden (siehe Abbildung 41). (Meyer, 1991, Kap. V)

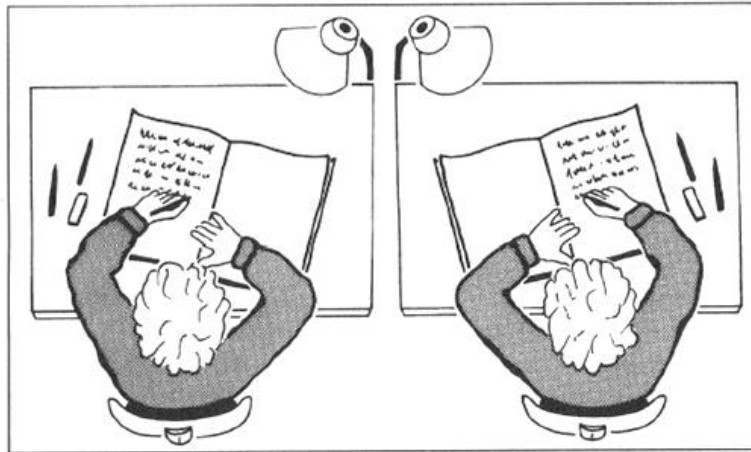


Abbildung 41: Richtige Blatt- und Schreibhaltung. Aus: Meyer (1991), S. 59

Hierfür hat Sattler eine Schreibtischunterlage speziell für LinkshänderInnen entwickelt. Diese ist auf Abbildung 42 zu sehen und zeigt eine Umrandung anhand derer das Blatt platziert werden soll.

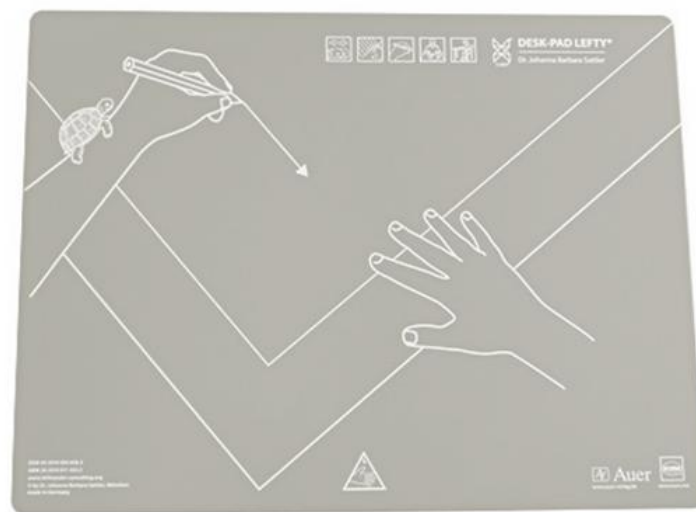


Abbildung 42: Schreibtischunterlage für LinkshänderInnen von Sattler. Quelle: www.amazon.de, 19.02.2013 18:42:01

Weiters soll darauf geachtet werden, dass das Kind gerade sitzt. Hand- und Armhaltung sollen nicht verkrampft sein. Die Heftseite, die beschrieben wird, liegt links von der Mittelachse, die durch Nase und Wirbelsäule festgelegt ist. (Meyer, 1991, Kap. V)

Die linke Hand stützt sich auf die seitliche Fläche des kleinen Fingers. Handrücken und Unterarm bilden einen stumpfen Winkel. Beim linkshändigen Schreiben ist sowohl ziehendes

als auch stoßendes Schreiben möglich. Beim ziehenden Schreiben wird die Schrift eher linksschräg – bedingt durch die starke Neigung des Heftes. Alle Finger sollen grundsätzlich unterhalb der Schreiblinie bleiben. (Meyer, 1991, Kap. V)

Abbildung 43 zeigt die korrekte Stifthaltung für LinkshänderInnen. Dabei umfassen nach Meyer (1991, S. 59) die Fingerspitzen den Stift ungefähr 2,5 bis 3,5 cm von der Spitze entfernt. Der Stift liegt dabei auf dem vorderen Glied des Mittelfingers und wird mit dem Daumen abgestützt. Der Zeigefinger ist leicht gekrümmt. Das hintere Ende des Stiftes soll in etwa in Richtung der linken Schulter zeigen. Abbildung 44 zeigt Handhaltungen, die beim Schreiben mit der linken Hand vermieden werden sollten. (Meyer, 1991, Kap. V)

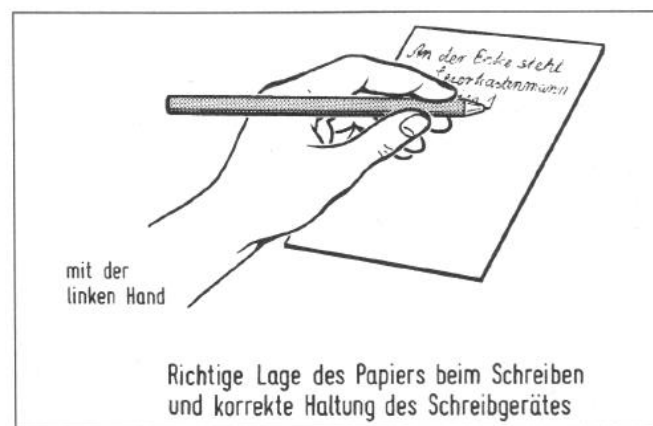


Abbildung 43: Richtige Handhaltung beim Schreiben. Aus: Meyer (1991), S. 60

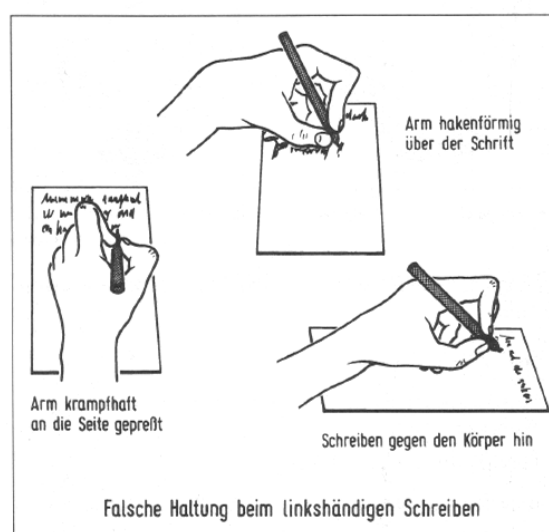


Abbildung 44: Falsche Handhaltungen beim Schreiben. Aus: Meyer (1991), S. 60

Um einem linkshändigen Kind in der ersten Klasse das Nachschreiben von Buchstaben oder Worten zu erleichtern, sollten diese nicht nur links zu Beginn der Zeile, sondern auch auf dem rechten Seitenrand vorgeschrieben sein. (Meyer, 1991, Kap. V)

Abbildung 45 zeigt eine Nachschreibübung, die für links- und rechtshändige Schüler geeignet ist, da das Schreibvorbild auch rechts abgebildet ist (Schründer-Lenzen, 2009, S. 225).

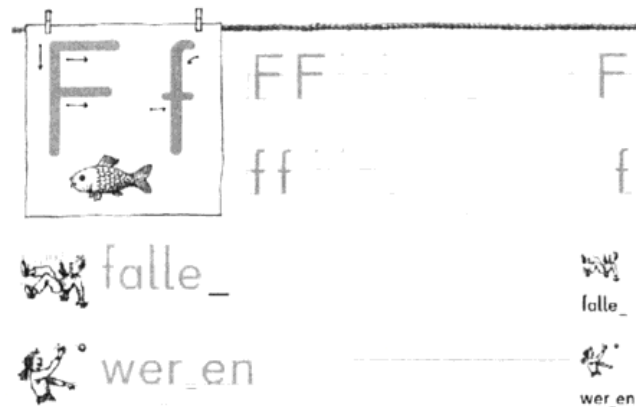


Abbildung 45: Nachschreibübung für Kinder mit beiderlei Händigkeit. Aus: Schründer-Lenzen (2009), S. 226

Für das Schreiben mit der Füllfeder ist es wichtig, dass das Kind ein entsprechendes Exemplar für LinkshänderInnen besitzt. Das Besondere daran ist, dass die Feder rechts etwas abgeflacht ist und so das Papier beim Schreiben nicht aufgerissen wird. (Meyer, 1991, S. 65)

Im Klassenzimmer sollten Links- und RechtshänderInnen so nebeneinander sitzen, dass sie genügend Bewegungsraum für den Ellbogen haben und sich nicht gegenseitig beim Schreiben stören. Es bietet sich an, dass das linkshändige Kind jeweils links vom rechtshändigen sitzt. (Meyer, 1991, Kap. V)

In manchen Schulräumen sind sogenannte College-Stühle vorhanden. Das sind einzelne Stühle, die jeweils auf einer Seite (meistens auf der rechten) eine Schreibplatte besitzen. Wichtig wäre, dass auch einige Stühle vorhanden sind, die die Schreibplatte auf der linken Seite haben. Am Schreibtisch zu Hause ist bei der Platzierung der Schreibtischlampe darauf zu achten, dass für das linkshändige Kind der Lichteinfall von rechts günstiger ist. (Meyer, 1991, Kap. V)

Es ist zu empfehlen, dass besonders zu Beginn des Schreiblernprozesses ein Erwachsener beim Erledigen der Schreibhausübung anwesend ist und auf die Entstehung der Buchstaben (Schreibrichtung) achtet (Dümmler, 2010, S. 36).

Zum Beispiel neigen linkshändige Kinder vermehrt dazu, die Buchstaben von rechts nach links und nicht von links nach rechts zu schreiben. Es wird empfohlen, von Beginn an darauf zu achten, dass sich das linkshändige Kind nicht die falsche Schreibrichtung von Buchstaben angewöhnt. Unabhängig von der Händigkeit sollen Kinder lernen, die Buchstaben so zu schreiben, dass sie später in einem Zug Schreibschrift schreiben können. Nur wenn die Buchstaben von links nach rechts geschrieben werden, können sie ohne abzusetzen an den nächsten Buchstaben angebunden werden. Gewöhnt sich das Kind die Schriftrichtung von rechts nach links an, entwickelt es eher eine Druckschrift als eine flüssige Schreibschrift. (Smits, 2002, S. 107)

Aufgrund all der genannten Besonderheiten sollte sich jede Lehrperson mit dem biologischen Phänomen der Linkshändigkeit und der Methodik des linkshändigen Schreibens auseinandersetzen. Ebenso sollten Lehrpersonen sowie Eltern darauf achten, dass die Schreibhand sowohl in der Schule als auch zu Hause beibehalten wird, da der Schreiblernprozess sich bereits nach wenigen Monaten auf das Leistungsvermögen der Hände auswirkt. Durch einen ständigen Wechsel der Schreibhand werden die graphomotorischen Muster verzögert und gestört aufgebaut. Grundsätzlich gilt, dass LinkshänderInnen genauso lesbar und flüssig schreiben können wie RechtshänderInnen. Auch für Kalligraphie besitzen sie die gleichen Fähigkeiten wie RechtshänderInnen, vorausgesetzt sie wurden mit einer entsprechenden Schreibmethodik vertraut gemacht. (Meyer, 1991, Kap. V)

6.5 Die Schreib- und Leserichtung

Ist es nun so, dass die natürliche Schreibrichtung für RechtshänderInnen von links nach rechts und für LinkshänderInnen andersherum wäre? Ist es natürlicher mit der rechten Hand von links nach rechts zu schreiben, weil dabei die Schreibhand vom Körper weg gezogen wird (LinkshänderInnen hingegen schieben den Stift von links nach rechts)? (Smits, 2002, S. 107)

Eine natürliche Schreibrichtung an sich gibt es *nicht*. Wie im Einleitungskapitel dieser Arbeit bereits erwähnt, ist die Mehrheit *jedes* Volkes rechtshändig – trotzdem gibt es viele Schriften,

die von rechts nach links geschrieben werden. Das beweisen nicht nur die beiden wichtigsten, in entgegengesetzter Richtung geschriebenen Schrifttypen: das Arabische einerseits, das von rechts nach links geschrieben wird, und die Gruppe des lateinischen, griechischen und kyrillischen Alphabets andererseits, die von links nach rechts geschrieben werden. Auch andere in der Geschichte vorkommende Schreibweisen zeigen, dass die Schreibrichtung nicht natürlich vorgegeben ist. (Smits, 2002, S. 110)

Einen Sonderfall stellt die hebräische Schrift dar. Diese wird zwar in der Zeile von rechts nach links, die einzelnen Schriftzeichen werden jedoch von links nach rechts geschrieben. Vermutlich ist darin auch die Begründung zu sehen, warum das Hebräische immer eine Blockschrift geblieben ist und keine gebundenen Buchstaben kennt (siehe Abbildung 46). (Smits, 2002, S. 107)

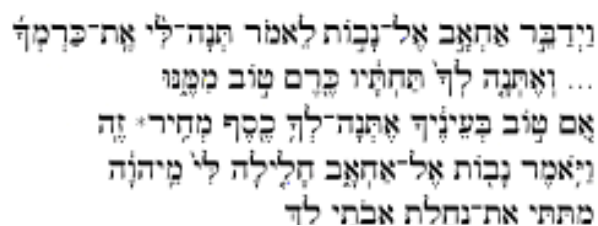


Abbildung 46: Hebräische Schrift. Aus: Krause (2010), S. 153

Im Gegensatz dazu ist die arabische Schrift zu nennen, welche zwar auch von rechts nach links geschrieben wird, aber trotzdem eine Schreibschrift aufweist, deren Zeichen in einer fließenden Bewegung aneinander geschrieben werden können. Auch im arabischen Raum schreibt ein Großteil der Bevölkerung mit der rechten Hand. Der Anteil der LinkshänderInnen an der Gesamtbevölkerung ist aus kulturellen Gründen sogar noch geringer als beispielsweise in Europa. Die Arabische wurde wie keine andere Schrift für das Schreiben mit der Hand gemacht. Das ist auf ihre optimale Anpassung an die Bewegung der rechten Hand von links nach rechts zurückzuführen. Es werden alle Worte von rechts oben nach links unten geschrieben. So wird aus der unpraktischen Bewegung des Ellenbogens eine besser kontrollierbare seitliche Schwenkbewegung aus dem Handgelenk. Abbildung 47 zeigt das Ruq'a, eine im mittleren Osten häufige Form der arabischen Schrift. (Smits, 2002, S. 109)



Abbildung 47: Das Ruq'a. Aus: Smits (2002), S. 109

Doch es gibt auch noch andere Schreibweisen. Ein Beispiel hierfür ist das Altgriechische, im Besonderen das Demotische. Man beginnt rechts oben zu lesen, liest nach links und in der darunter liegenden Zeile weiter von links zurück nach rechts. Die Buchstaben in der zweiten Zeile erscheinen spiegelbildlich. Geschrieben wird folglich in eben dieser Richtung. Diese Art des Schriftverlaufes wird Bustrophedon-Schreibweise genannt. Bustrophedon bedeutet wörtlich übersetzt „wie die Ochsen (beim Pflügen) wenden“. Abbildung 48 zeigt eine Rechtsinschrift in Bustrophedon-Schreibweise, die etwa 500 n. Chr. auf Kreta (Griechenland) angefertigt wurde. (Smits, 2002, S. 111)



Abbildung 48: Bustrophedon-Schreibweise. Aus: Sattler (2000), S. 237

Diese Form verschwand jedoch recht bald wieder aus dem Griechischen. Man kann also annehmen, dass die Vorteile bei dieser Art zu Schreiben und zu Lesen die Nachteile nicht aufwogen. (Smits, 2002, S. 111)

Und doch gibt es ein Schriftsystem, das als einziges ausschließlich mit der rechten Hand geschrieben werden kann. Die Keilschrift (Abbildung 49) verdankt ihren Namen der Form der kleinen Striche, die zusammen Zeichen bilden. Die einzelnen Striche wurden mit einem

dreieckigen Stäbchen in nassen Lehm geritzt, so entstand am Anfang jedes Striches eine kleine Kerbe. Die Keilschrift wurde von links nach rechts geschrieben und die Kerben mussten sich immer auf der linken Seite der Striche befinden. Für LinkshänderInnen kaum zu schaffen. (Smits, 2002, S. 113)

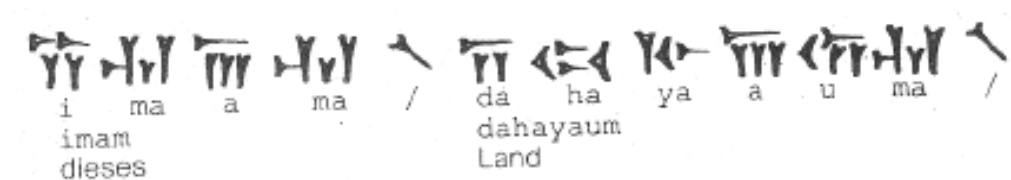


Abbildung 49: Keilschrift. Aus: Smits (2002), S. 114

Das Chinesische ist eine Schriftart, die traditionsgemäß hauptsächlich von oben nach unten geschrieben wird. Die einzelnen Schriftzeichen werden von links nach rechts gebildet. (Smits, 2002, S. 108)

Auf Abbildung 50 ist das chinesische Zeichen für Wasser zu sehen - es baut sich Strich für Strich von links nach rechts auf. Die Schreibrichtung für die Basisstriche chinesischer Schriftzeichen ist anhand Abbildung 51 dargestellt.



Abbildung 50: Chinesisches Schriftzeichen für Wasser. Aus: Smits (2002), S. 108



Abbildung 51: Schreibrichtungen für die Basisstriche chinesischer Schriftzeichen; Aus: Ehlich (2012), S. 51

Ein Vergleich von Schreibrichtungen in Europa, Asien und Afrika bis zum 16. Jahrhundert zeigt, dass das Schreiben von oben nach unten dem in umgekehrter Richtung vorgezogen wurde. Dem Schreiben auf der horizontalen Ebene liegt jedoch keinerlei Tendenz zugrunde. (Smits, 2002, S. 113)

6.6 Die Spiegelschrift

Zu Beginn des Schreiblernprozesses kann es vorkommen, dass Kinder hin und wieder in Spiegelschrift schreiben. Mit Spiegelschrift ist gemeint, dass mit dem Schreiben vom rechten Blattrand aus begonnen wird und nicht nur die Buchstaben, zum Beispiel „d“ statt „b“, sondern auch ganze Worte seitenverkehrt, linksläufig aufgeschrieben werden (siehe Abbildung 52). (Sattler, 2005, Kap. 3.3)

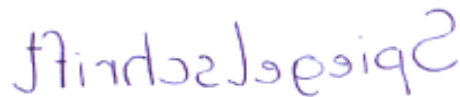


Abbildung 52: Spiegelschrift. Grafik: Nicole Hrobath

Wenn Schulkinder nach dem Erlernen des Schreibens, weiterhin die Buchstaben verdrehen, kann das ein Hinweis auf eine versuchte Umschulung oder Legasthenie, beziehungsweise Lese- und Rechtschreibschwierigkeiten sein. Wenn bei linkshändigen Kindern vor der Einschulung das Schreiben in Spiegelschrift auftritt, wäre es verfrüht auf Legasthenie, beziehungsweise auf eine Lese- und Rechtschreibschwierigkeit zu schließen. Bei linkshändigen Kindern ist das Schreiben in Spiegelschrift angeboren, aber verschwindet in der Schule meist schnell. Die auftretende Spiegelschrift hängt vermutlich mit der anders herum verlaufenden Blickrichtung der LinkshänderInnen zusammen und eventuell auch mit ihren meist besser ausgeprägten Fähigkeiten der Raumwahrnehmung. (Sattler, 2005, Kap. 3.3)

Schott und Schott (2004) berichten über eine Studie deren Teilnehmer 106.000 amerikanische Schulkinder waren. Hier wurden nur 42 Kinder mit Spiegelschrift beobachtet – und alle 42 waren LinkshänderInnen.

Für seine Händigkeit bekannt war Leonardo da Vinci. Der Künstler konnte die Arbeit an der Sixtinischen Kapelle nur dadurch bewerkstelligen, indem er mit beiden Händen abwechselnd malte. Neben hunderten seiner Darstellungen sind seine Kommentare in Spiegelschrift zu lesen (siehe Abbildung 53). Da Vinci blieb bis zu seinem Lebensende bei dieser Art zu schreiben. Er forderte alle die seine Arbeiten lesen wollten auf, beim Lesen einen Spiegel zu benutzen. (Smits, 2002, S. 62)



Abbildung 53: Spiegelschrift von Leonardo da Vinci. Aus: Clayton & Philo (2010), S. 35

Auch viele umgeschulte LinkshänderInnen können meist ohne Schwierigkeiten mit der dominanten linken Hand in Spiegelschrift schreiben. Das kommt spontan, problemlos und ohne nachzudenken. Viele schaffen es sogar von der Mitte der Zeile beginnend, gleichzeitig mit der rechten Hand nach rechts „normale“ Schrift und mit der linken nach links gespiegelt zu schreiben. Schwieriger ist für sie allerdings das Lesen von Spiegelschrift, selbst ihrer eigenen. (Sattler, 2005, Kap. 3.3)

Schott und Schott (2004) fassen zusammen, dass die Spiegelschrift bei gesunden Personen beobachtet werden kann, aber auch als Folge einiger neurologischer Erkrankungen. Die Spiegelschrift wird fast immer mit der linken Hand ausgeführt. Außerdem fanden sie eine besonders hohe Prävalenz des Spiegelschreibens bei Personen, deren traditionelle Schreibrichtung nach links verläuft. (Schott & Schott, 2004)

In der Fachliteratur gibt es relativ wenige Hinweise auf das Phänomen der Spiegelschrift und noch weniger schlüssige und einleuchtende Erklärungsversuche (Sattler, 2005, Kap. 3.3).

Schott und Schott (2004) geben einen kurzen Überblick über die vorherrschenden Theorien, wie es zum Schreiben in Spiegelschrift kommt:

The motor center hypothesis:

Diese Hypothese postuliert, dass es im Gehirn motorische Programme gibt, die in beiden Hemisphären (jeweils spiegelverkehrt) enthalten sind. Die linke Hand hat folglich die

natürliche Tendenz nach links und in Spiegelschrift zu schreiben. Wenn die linke Hand nun Bewegungen ausführt, die normalerweise mit der rechten Hand ausgeführt werden, kommt es zum Schreiben in Spiegelschrift. (Schott & Schott, 2004)

The visual hypothesis:

Auch bei dieser Hypothese wird davon ausgegangen, dass es bilaterale visuelle Engramme (Gedächtnisspuren) im Gehirn gibt. Das Engramm in der nicht-dominanten (meistens rechten) Hemisphäre ist in gespiegelter Form vorhanden und normalerweise unterdrückt. Wenn diese Hemmung beeinträchtigt ist, würde daraus Spiegelschrift, geschrieben mit der linken Hand, resultieren. (Schott & Schott, 2004)

The spatial-orientation hypothesis:

Diese Hypothese geht davon aus, dass es zu einer Verwirrung in Bezug auf die Richtung und Orientierung beim Lesen und Schreiben kommt (manchmal verbunden mit einer räumlichen Verwirrung), welche in Folge zum Schreiben in Spiegelschrift führt. (Schott & Schott, 2004)

The involvement of thalamo-cortical circuitry:

In seltenen Fällen kann Spiegelschrift bei *Tremor*, *Parkinson-Krankheiten* und *spinozerebellären Störungen* beobachtet werden. Es wurde postuliert, dass eine Unterbrechung der *thalamo-kortikalen Bahnen* hier der gemeinsame zugrundeliegende Faktor sein könnte. (Schott & Schott, 2004)

6.7 Die Links-Rechts-Unsicherheit

Die *Links-Rechts-Unsicherheit* (*Raum-Lage-Labilität*) steht mit der Spiegelschrift in Zusammenhang (Sattler, 2005, Kap. 3.3).

Bei manchen linkshändigen Kindern, besonders bei umgeschulten, bleibt das Verwechseln von links und rechts in Stresssituationen bis ins Erwachsenenalter bestehen. Besonders dann, wenn mehrere Tätigkeiten gleichzeitig gefordert sind. Die Raum-Lage-Labilität schließt auch eine Unsicherheit bei der Unterscheidung von oben und unten ein. Manche linkshändige

Kinder verwechseln beim Malen und beim ersten Schreiben *oben* und *unten* – sie spiegeln also horizontal. (Sattler, 2005, Kap. 3.3)

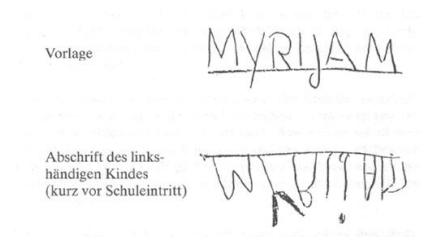


Abbildung 54: Horizontal gespiegeltes Schriftbild. Aus: Sattler (2005), S. 45

Abbildung 54 zeigt ein horizontal gespiegeltes Schriftbild. Weist man das Kind auf einen Unterschied zwischen Vorlage und seinem Schreiben hin, nimmt es den Unterschied in diesem Moment vermutlich nicht wahr. Diese Störung ist typisch, nicht willentlich beeinflussbar und verschwindet auch meist sehr schnell wieder. (Sattler, 2005, Kap. 3.3)

Beim schnellen Schreiben und unter Stress kann es bis ins Erwachsenenalter zum Verdrehen, beziehungsweise zum horizontalen Kippen von Buchstaben kommen. Zum Beispiel zum Schreiben von „g“ anstatt von „b“ oder „d“. (Sattler, 2005, S. 46)

Abbildung 55 zeigt den Rechts-Links-Schwäche-Test nach Rey (1958, zitiert nach Böhm, 2002, S. 101).

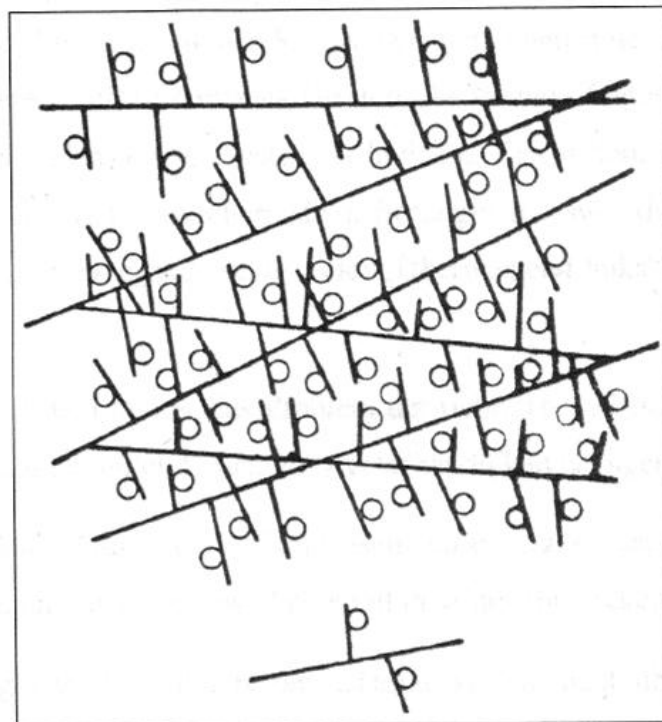


Abbildung 55: Rechts-Links-Schwäche-Test nach Rey (1958). Aus: Böhm (2002), S. 101

Bei diesem Test wird die Fähigkeit untersucht, *rechts* und *links* zu unterscheiden. Es sollen Kreise durchgestrichen werden, die sich jeweils rechts von kleinen vertikal verlaufenden Linien befinden. Nach einem Beispiel-Kreis, den das Kind mit Hilfe des Versuchsleiters / der Versuchsleiterin durchstreicht, soll es (oben links beginnend) möglichst schnell nach rechts gerichtete Kreise durchstreichen. Nach einer Minute stoppt der Versuchsleiter / die Versuchsleiterin den Test und gibt dem Kind ein weiteres Blatt. Die Aufgabe wird auf diesem Blatt wiederholt. Alle richtigen und falschen Durchstreichungen werden jeweils zusammengezählt. (Böhm, 2002, S. 101)

Es gibt jedoch auch Studien die *keinen* signifikanten Zusammenhang zwischen Handpräferenz und Links-Rechts-Unsicherheit fanden (siehe Jaspers-Fayer & Peters, 2005).

6.8 Zusammenfassung

Das Schriftsystem der deutschen Sprache gehört zu den Alphabetschriften, bei denen Grapheme (Buchstaben) jeweils Phonemen (lautliche Einheiten der Sprache) zuzuordnen sind. Die deutsche Sprache bezeichnet man auch als lautorientierte Alphabetschrift. Das Schriftsystem der deutschen Sprache bewegt sich in einem 4-Linien-System, das drei Bänder aufspannt: das Mittelband, das Oberband und das Unterband.

Die Schreibschrift ergibt sich durch die graphomotorische Verbindung der Buchstaben, deren richtiger Platzierung im Zeilensystem und die Beachtung der Abstands- und Größenbeziehungen. Schulschriften führen Kinder in die Handschrift ein und bereiten eine flüssige, lesbare Verkehrsschrift vor. Die österreichische Schulschrift wurde durch das Bundesministerium für Unterricht, Kunst und Kultur ab dem Schuljahr 1995/1996 erneuert. Meist wird als Erstschrift die Druckschrift bevorzugt. Bei der Einschulung, oder auch schon zu einem früheren Zeitpunkt, können graphomotorische Probleme erkannt werden, wenn man den Umgang des Kindes mit dem Stift beobachtet. Der Schreib- oder Tripodengriff stellt einen Endpunkt einer motorischen Entwicklungsreihe dar. Verschiedene Konzepte und Methoden für den Erstschreibunterricht lassen sich in drei Gruppen einteilen: synthetische Methoden, Methoden des ganzheitlichen Schreibunterrichts (analytische Methoden) und analytisch-synthetische Methoden.

Ein Kind soll grundsätzlich mit der potentiell geeigneteren Hand schreiben lernen. Wechseln Kinder bei der Einschulung noch die Schreib- oder Zeichenhand, so ist zu klären, welche

Hand für den Schreiblernprozess die leistungsfähigere sein wird. Schon im Klassenraum kann die Lehrkraft ganz einfach Beobachtungen zur Händigkeit machen. Es soll darauf geachtet werden, dass das Kind in den ersten sechs Wochen des Schreiblernprozesses kontrolliert mit derselben Hand schreibt. Alle anderen Tätigkeiten sind von dieser Einschränkung nicht betroffen. Linkshändigen Kindern sollte in der Schule gezeigt werden, wie man mit der linken Hand problemlos schreiben kann. Bei allen Kindern, aber besonders bei linkshändigen, soll darauf geachtet werden, dass sie sich nicht die falsche Schreibrichtung von Buchstaben angewöhnen. Die Buchstaben sollen so geschrieben werden, dass sie ohne abzusetzen an den nächsten Buchstaben angebunden werden können.

Bei der Schreibrichtung von links nach rechts ziehen RechtshänderInnen die Schreibhand vom Körper weg, LinkshänderInnen hingegen schieben den Stift meist.

Verschiedene Schriften weisen unterschiedliche Schriftrichtungen auf. Die beiden wichtigsten, in entgegengesetzter Richtung geschriebenen Schrifttypen sind das Arabische einerseits, das von rechts nach links geschrieben wird und die Gruppe des lateinischen, griechischen und kyrillischen Alphabets andererseits, die von links nach rechts geschrieben werden. Auch andere in der Geschichte vorkommende Schreibweisen zeigen, dass die Schreibrichtung nicht natürlich vorgegeben ist. Zum Beispiel die Bustrophedon-Schreibweise - bei der zeilenweise zuerst von links nach rechts und dann wieder (in gespiegelten Buchstaben) von rechts nach links geschrieben wird. Eine andere Variante ist die Schriftrichtung von oben nach unten, wie im Chinesischen.

Da sich auch heute keine eindeutige Vorliebe für eine Schreibrichtung zeigt, aber trotzdem in allen Völkern RechtshänderInnen die Mehrheit bilden, kann man davon ausgehen, dass es keine sogenannte natürliche Schreibrichtung gibt.

Mit Spiegelschrift ist gemeint, dass mit dem Schreiben vom rechten Blattrand aus begonnen wird und nicht nur die Buchstaben, sondern auch ganze Worte seitenverkehrt, linksläufig geschrieben werden. Zu Beginn des Schreiblernprozesses schreiben Kinder hin und wieder in Spiegelschrift. Bei linkshändigen Kindern ist das Schreiben in Spiegelschrift angeboren, aber verschwindet in der Schule meist schnell. Auch viele umgeschulte LinkshänderInnen können problemlos mit der dominanten linken Hand in Spiegelschrift schreiben. In der Fachliteratur gibt es relativ wenige Hinweise auf das Phänomen der Spiegelschrift und noch weniger schlüssige und einleuchtende Erklärungsversuche. Vier mögliche Hypothesen sind die *motor*

center hypothesis, die *visual hypothesis*, die *spatial-orientation hypothesis* und die Hypothese des *involvement of thalamo-cortical circuitry*.

Mit der Spiegelschrift in Zusammenhang steht auch die Links-Rechts-Unsicherheit. Diese schließt auch eine Unsicherheit bei der Unterscheidung von oben und unten ein. Ein Testverfahren zur Feststellung einer möglichen Raum-Lage-Labilität ist der Rechts-Links-Schwäche-Test nach Rey.

EMPIRISCHER TEIL

7 Ziele der Untersuchung

Ausgangssituation:

Der vorliegenden Arbeit liegen Daten von 44 Kindern zugrunde, die zu zwei Testzeitpunkten bezüglich ihrer Händigkeit getestet wurden. Sowohl 2010 (von Ariane Hell und Cora Feichtinger, im Rahmen deren Diplomarbeiten) als auch 2011 (aus Anlass dieser Arbeit) wurde diesen Kindern jeweils ein umfassender Handpräferenztest, ein Performanz- und ein Präferenzverfahren zur Händigkeit vorgegeben. Um zusätzliche Informationen zu gewinnen, wurden zum zweiten Testzeitpunkt, im Jahr 2011, auch die visuomotorischen Fertigkeiten der Kinder erfasst. Nähere Informationen zur Ausgangssituation sind in Kapitel 8 (*Durchführung der Erhebung*) zu finden.

Untersuchungsziele der vorliegenden Studie:

1. Zu Beginn wird überprüft, inwiefern die verschiedenen Verfahren, die in den Jahren 2010 und 2011 vorgegeben wurden, in Bezug auf die Einteilung der Kinder in Rechts- und LinkshänderInnen übereinstimmen. Falls es das jeweilige Verfahren erlaubt, wird auch die Gruppe der BeidhänderInnen einbezogen.
2. Das erste Hauptziel der Untersuchung ist, die 2011 gewonnenen Daten zur Händigkeit mit denen von 2010 in Verbindung zu bringen. Im Vordergrund steht die Frage, ob die Händigkeitsmaße (siehe Kapitel 9 *Beschreibung der Testverfahren und Erhebungsinstrumente*) über den Zeitraum eines Jahres (relativ) stabil geblieben oder Veränderungen festzustellen sind. Ein Vergleich der Rechts- und LinkshänderInnen soll einen Einblick geben, ob es in der Händigkeitsentwicklung Unterschiede zwischen den beiden Gruppen gibt.
3. Das zweite Hauptuntersuchungsziel ist die Analyse der visuomotorischen Fertigkeiten der Kinder. Der Fokus liegt darauf die Frage zu beantworten, ob Unterschiede in der Händigkeit beziehungsweise in den verschiedenen Händigkeitsmaßen (siehe Kapitel 9 *Beschreibung der Testverfahren und Erhebungsinstrumente*) mit Unterschieden in der visuomotorischen Leistung einhergehen.
4. Zuletzt werden noch weitere Fragestellungen zur Händigkeit behandelt, die sich aus der Theorie ableiten und ausschließlich auf den zweiten Testzeitpunkt beziehen.

7.1 Fragestellungen

Zur besseren Übersicht sind nachfolgend die konkreten Fragestellungen angeführt und den vier zuvor genannten Untersuchungszielen zugeordnet. Wird in dieser Arbeit von Testzeitpunkt 1 (T1) gesprochen, ist der Zeitpunkt der ersten Testung, durchgeführt von Cora Feichtinger und Ariane Hell im Jahr 2010, gemeint. Die Bezeichnung Testzeitpunkt 2 (T2) steht für den Zeitpunkt der zweiten Testung im Jahr 2011, durchgeführt von Nicole Hrobath anlässlich der vorliegenden Studie.

Wird der Begriff Schreibhand verwendet, sei zu dessen Abgrenzung auf das Kapitel 10.2.6 verwiesen.

7.1.1 Stabilität und Übereinstimmung der Testverfahren und Erhebungsinstrumente

Für folgende Paarungen wird die Stabilität beziehungsweise die Übereinstimmung der Einteilung in Links- und RechtshänderInnen berechnet. Falls beide Verfahren die Gruppe der BeidhänderInnen berücksichtigen, wird auch dafür die Übereinstimmung berechnet.

1. Stabilität der Händigkeitseinschätzung durch die Eltern, laut Elternurteil zum ersten und zweiten Testzeitpunkt.
2. Stabilität der Händigkeitseinschätzung laut Handpräferenztest für 4-6-jährige Kinder (HAPT 4-6, Bruckner, Deimann & Kastner-Koller, 2011) zum ersten und zweiten Testzeitpunkt.
3. Stabilität der Händigkeitseinschätzung laut Quantification of Hand Preference Task (QHP-Task, Bishop, Ross, Daniel & Bright, 1996) zum ersten und zweiten Testzeitpunkt.
4. Übereinstimmung zwischen der Händigkeit laut HAPT 4-6 (zum zweiten Testzeitpunkt) und Elternurteil (zum zweiten Testzeitpunkt).
5. Übereinstimmung zwischen der Händigkeit laut HAPT 4-6 (zum zweiten Testzeitpunkt) und QHP-Task (zum zweiten Testzeitpunkt).

6. Übereinstimmung zwischen der Händigkeit laut HAPT 4-6 (zum zweiten Testzeitpunkt) und Punktiertest und Leistungs-Dominanztest für Kinder (PTK-LDT, Schilling, 2009) (zum zweiten Testzeitpunkt).
7. Übereinstimmung zwischen der Händigkeit laut HAPT 4-6 (zum zweiten Testzeitpunkt) und der Schreibhand (zum zweiten Testzeitpunkt).
8. Übereinstimmung zwischen der Händigkeit laut Elternurteil (zum zweiten Testzeitpunkt) und QHP-Task (zum zweiten Testzeitpunkt).
9. Übereinstimmung zwischen der Händigkeit laut Elternurteil (zum zweiten Testzeitpunkt) und PTK-LDT (zum zweiten Testzeitpunkt).
10. Übereinstimmung zwischen der Händigkeit laut Elternurteil (zum zweiten Testzeitpunkt) und der Schreibhand (zum zweiten Testzeitpunkt).
11. Übereinstimmung zwischen der Händigkeit laut QHP-Task (zum zweiten Testzeitpunkt) und PTK-LDT (zum zweiten Testzeitpunkt).
12. Übereinstimmung zwischen der Händigkeit laut QHP-Task (zum zweiten Testzeitpunkt) und der Schreibhand (zum zweiten Testzeitpunkt).
13. Übereinstimmung zwischen der Händigkeit laut PTK-LDT (zum zweiten Testzeitpunkt) und der Schreibhand (zum zweiten Testzeitpunkt).

7.1.2 Zum Verlauf der Händigkeitsentwicklung

Fragestellung 1:

Zeigt sich vom ersten zum zweiten Testzeitpunkt eine Veränderung im Ausmaß der Lateralisierung (laut Betrag des Lateralitätsquotienten des HAPT 4-6)?

Fragestellung 2:

Bewegt sich die Lateralisierung (laut *Lateralitätsquotienten* des HAPT 4-6, gemessen zum ersten und zweiten Testzeitpunkt) in Richtung der festgestellten Schreibhand?

Fragestellung 3:

Sind zwischen dem ersten und zweiten Testzeitpunkt Unterschiede in der *Händigkeitskonsistenz* (laut HAPT 4-6) festzustellen?

Fragestellung 4:

Hat die Häufigkeit des Überkreuzens der Mittellinie (*Absolute Häufigkeit des Überkreuzens der Mittellinie* laut QHP-Task) vom ersten zum zweiten Testzeitpunkt zugenommen?

7.1.3 Visuomotorik und Händigkeit

Fragestellung 5:

Zeigen sich Unterschiede zwischen Rechts- und LinkshänderInnen (laut Elternurteil) in den visuomotorischen Fertigkeiten (Prozentränge der vier Subtests des FEW-2 und des *Quotienten der visuomotorischen Integration*)?

Fragestellung 6:

Zeigen sich Unterschiede zwischen Rechts- und LinkshänderInnen (laut *Handpräferenzgruppe* des HAPT 4-6) in den visuomotorischen Fertigkeiten (Prozentränge der vier Subtests des FEW-2 und des *Quotienten der visuomotorischen Integration*)?

Fragestellung 7:

Zeigen sich Unterschiede zwischen Rechts- und LinkshänderInnen (laut Schreibhand) in den visuomotorischen Fertigkeiten (Prozentränge der vier Subtests des FEW-2 und des *Quotienten der visuomotorischen Integration*)?

Fragestellung 8:

Geht eine höhere Lateralisierung (laut Betrag des *Lateralitätsquotienten* im HAPT 4-6), unabhängig von der Händigkeit, mit besseren Leistungen in den visuomotorischen Fertigkeiten (Prozentrang des *Quotienten der visuomotorischen Integration* laut FEW-2) einher?

7.1.4 Weitere Fragestellungen

Fragestellung 9:

Gibt es einen Unterschied im Ausmaß der Lateralisierung (laut Betrag des *Lateralitätsquotienten* des HAPT 4-6) zwischen Rechts- und LinkshänderInnen (laut Schreibhand)?

Fragestellung 10:

Gibt es einen Zusammenhang zwischen dem Ausmaß des Überkreuzens der Mittellinie (*Absolute Häufigkeit des Überkreuzens der Mittellinie* laut QHP-Task) und dem Grad der Lateralisierung (laut *Lateralitätsquotienten* des HAPT 4-6)?

Fragestellung 11:

Gibt es einen Zusammenhang zwischen den feinmotorischen Leistungen, gemessen an beiden Händen (laut *Dominanzindex* des PTK-LDT) und der Lateralisierung (laut *Lateralitätsquotienten* des HAPT 4-6)?

Fragestellung 12:

Gibt es Unterschiede in der Häufigkeit des Überkreuzens der Mittellinie (*Absolute Häufigkeit des Überkreuzens der Mittellinie* laut QHP-Task) zwischen der rechten und der linken Hand?

8 Durchführung der Erhebung

Erster Testzeitpunkt (2010)

Die vorliegende Studie schließt an die von Ariane Hell und Cora Feichtinger im Rahmen ihrer Diplomarbeit erhobenen Daten an. Die Testungen fanden in elf Kindergärten im Raum Klosterneuburg und in einigen Fällen bei den Kindern zu Hause statt. Insgesamt umfasste die Stichprobe 66 Kinder. Zu diesem ersten Testzeitpunkt, im Jahr 2010, wurde unter anderem der Handpräferenztest für 4-6-jährige Kinder (HAPT 4-6, Bruckner, Deimann & Kastner-Koller, 2011) eingesetzt. Der HAPT 4-6 ordnet das Kind einer Handpräferenzgruppe zu (rechts oder links), erfasst das Ausmaß der Handpräferenz (Ausmaß der Präferenz für eine Hand über verschiedene Tätigkeiten hinweg) und das Ausmaß der Händigkeitskonsistenz (Konsistenz des Gebrauchs einer Hand während der wiederholten Ausführung einer Tätigkeit). Weiters wurde der Peg Moving Task (PEGS, Annett 1970, 1985, 2002), ein Performanzverfahren, und der Quantification of Hand Preference Task (QHP-Task, Bishop, Ross, Daniel & Bright, 1996), ein Präferenzverfahren, vorgegeben. Außerdem steht noch das Elternurteil bezüglich der Händigkeit der Kinder zur Verfügung.

Zweiter Testzeitpunkt (2011)

Im April 2011 erhielt ich von Cora Feichtinger und Ariane Hell die Kontaktdaten der Testpersonen. Alle Familien hatten sich zum ersten Testzeitpunkt bereit erklärt, für weitere Studien der Universität Wien zur Verfügung zu stehen. Die Eltern der getesteten Kinder wurden kontaktiert, mit der Bitte, ihre Kinder abermals an einer Studie zum Thema Händigkeit teilnehmen zu lassen. Am 1. Juli 2011 wurde mit den Testungen begonnen, welche wahlweise bei den Familien zu Hause oder an der Fakultät für Psychologie an der Universität Wien stattfanden. Die Datenerhebungsphase konnte im Oktober 2011 abgeschlossen werden.

Zum zweiten Testzeitpunkt im Jahr 2011 wurde ebenfalls der HAPT 4-6 eingesetzt. Wie im Jahr 2010 wurde der QHP-Task, als Präferenzverfahren, vorgegeben. Als Performanzverfahren wurde der Punktiertest und Leistungs-Dominanztest für Kinder (PTK-LDT, Schilling, 2009) eingesetzt. Auch für diesen Testzeitpunkt liegt das Elternurteil zur Händigkeit der Kinder vor. Außerdem wurde noch die Schreibhand der Kinder bestimmt (siehe Kapitel 10.2.6). Zusätzlich wurden im Rahmen der zweiten Testung noch Daten zur Visuomotorikentwicklung der Kinder erhoben. Dafür wurden vier Subtests aus Frostigs

Entwicklungstest der visuellen Wahrnehmung – 2 (FEW-2, Büttner, Dacheneder, Schneider & Weyer, 2008) eingesetzt.

Nach diesem zweiten Testdurchgang liegen nun von 44 Kindern umfassende Daten aus den Jahren 2010 und 2011 vor. Als Zusammenfassung und zur besseren Übersicht zeigt Tabelle 3 eine Gegenüberstellung der vorgegebenen Testverfahren zum ersten und zweiten Testzeitpunkt.

Tabelle 3: Gegenüberstellung der verwendeten Testverfahren

Testzeitpunkt 1	Testzeitpunkt 2
HAPT 4-6	HAPT 4-6
QHP-Task	QHP-Task
PEGS	PTK-LDT
	FEW-2

Nähere Erläuterungen zu den zum zweiten Testzeitpunkt verwendeten Testverfahren sind im nachfolgenden Kapitel (Beschreibung der Testverfahren und Erhebungsinstrumente) enthalten. Für ausführliche Informationen über den ersten Testzeitpunkt sei auf die Arbeiten von Ariane Hell und Cora Feichtinger verwiesen.

9 Beschreibung der Testverfahren und Erhebungsinstrumente

Dieses Kapitel dient der Beschreibung der Testverfahren und Erhebungsinstrumente die für die vorliegende Studie verwendet wurden.

Das erste Unterkapitel enthält Beschreibungen zum Handpräferenztest für 4-6-jährige Kinder (HAPT 4-6) von Johanna Bruckner, Ursula Kastner-Koller und Pia Deimann (2011).

Der nächste Unterpunkt behandelt den Punktiertest und Leistungs-Dominanztest für Kinder (PTK-LDT) von Friedhelm Schilling (2009).

Frostigs Entwicklungstest der visuellen Wahrnehmung – 2 (FEW-2) von Gerhard Büttner, Winfried Dacheneder, Wolfgang Schneider und Katja Weyer (2008) wird in Unterpunkt drei besprochen.

Im vierten Unterkapitel wird der Quantification of Hand Preference (QHP) Task von Bishop et al. (1996) näher erläutert.

Bei jedem der vier verwendeten Verfahren wird neben dem Einsatzbereich auch auf die Durchführung und die Testkennwerte eingegangen.

9.1 Handpräferenztest für 4-6-jährige Kinder (HAPT 4-6)

Der Handpräferenztest für 4- bis 6-jährige Kinder (HAPT 4-6, Bruckner, Deimann & Kastner-Koller, 2011) ist ein Verfahren um verschiedene Aspekte der Händigkeit zu erfassen. Der HAPT 4-6 ermöglicht die *Handpräferenz* und die *Händigkeitskonsistenz* des jeweiligen Kindes abzuschätzen. Unter *Handpräferenz* versteht man die Bevorzugung einer Hand über verschiedene Tätigkeiten hinweg. Unter *Händigkeitskonsistenz* versteht man die Eindeutigkeit hinsichtlich der Bevorzugung einer Hand innerhalb einer Tätigkeit.

Die Bearbeitungsdauer beträgt etwa 25 Minuten.

Alle nachfolgenden Informationen zur Durchführung des Tests und dessen Testkennwerten sind dem Manual (Bruckner et al., 2011) entnommen.

9.1.1 Durchführung des HAPT 4-6

Die benötigten Materialien werden in standardisierter Anordnung bereitgestellt (siehe Abbildung 56). Es wird besonders darauf geachtet, dass diese zentriert positioniert werden – also in gleicher Entfernung zu beiden Händen. Vor Beginn der Testung wird der Raum mit dem Kind gemeinsam exploriert. Dies dient der besseren Orientierung und soll das Kind mit der Benennung der Utensilien vertraut machen.

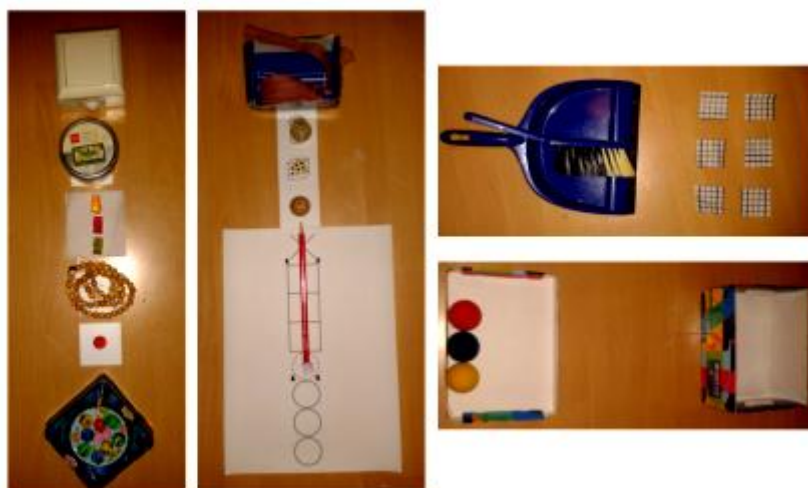


Abbildung 56: Materialien des HAPT 4-6. Foto: Nicole Hrobath

Das Kind erhält folgende Instruktion laut Manual:

„Stell dir vor du bist ein Forscher / eine Forscherin und begibst dich auf eine Abenteuerreise durch den Raum. Ich habe hier eine CD mitgebracht. Eine Stimme bittet dich, einige Tätigkeiten auszuführen. Am Ende dieser Abenteuerreise wirst du hören, wo du einen Schatz finden kannst.“ (Bruckner et al., 2011, S. 30)

Es handelt sich beim HAPT 4-6 um ein Beobachtungsverfahren. Während das Kind die Anweisungen ausführt, die per Radio abgespielt werden, notiert der Testleiter / die Testleiterin ob diese Tätigkeiten mit der linken oder rechten Hand ausgeführt werden. Dadurch erhält man Informationen zur *Handpräferenz* über verschiedene Tätigkeiten hinweg. Da die Aufgaben jeweils dreimal durchgeführt werden, kann auch die *Händigkeitskonsistenz* innerhalb einer Tätigkeit beurteilt werden.

Folgende 14 Tätigkeiten werden, in wechselnder Reihenfolge, jeweils dreimal vom Kind ausgeführt:

1. Ball werfen
Mit welcher Hand wirft das Kind den Ball?
2. Boden kehren
In welcher Hand hält das Kind den Besen beim Kehren?
3. Winken
Mit welcher Hand winkt das Kind?
4. Kreuz zeichnen
Mit welcher Hand zeichnet das Kind das Kreuz?
5. Stempeln
Mit welcher Hand stempelt das Kind?
6. Würfeln
Mit welcher Hand würfelt das Kind?
7. Holzperle aufnehmen
Mit welcher Hand nimmt das Kind die Holzperle auf?
8. Kette aufnehmen
Mit welcher Hand nimmt das Kind die Kette auf?

9. Belohnung aufnehmen

Mit welcher Hand nimmt das Kind die Belohnung auf?

10. Sticker aufnehmen

Mit welcher Hand nimmt das Kind den Sticker auf?

11. Fisch angeln

In welcher Hand hält das Kind beim Fische fangen die Angel?

12. Dose öffnen

Mit welcher Hand manipuliert das Kind den Deckel beim Öffnen der Dose?

13. Lichtschalter betätigen

Mit welcher Hand betätigt das Kind den Lichtschalter?

14. Reißverschluss öffnen

Welche Hand ist beim Öffnen des Reißverschlusses aktiv?

(Bruckner et al., 2011, S. 31)

9.1.2 Testkennwerte des HAPT 4-6

Die Testung mittels HAPT 4-6 liefert (laut Bruckner et al., 2011) folgende Händigkeitssmaße:

Lateralitätsquotient (LQ):

Der *Lateralitätsquotient* kann einen Wert zwischen -100 und +100 annehmen. Er gibt das relative Ausmaß der Bevorzugung einer Hand an.

Ein positives Vorzeichen spricht für eine Präferenz der rechten Hand, ein negatives Vorzeichen für eine Bevorzugung der linken Hand. Die Höhe des jeweiligen Betrages entspricht dem Ausmaß der Lateralisierung.

Ausprägungsgrad der Handpräferenz:

Zur Bestimmung des Ausprägungsgrades der *Handpräferenz*, wird dem *Lateralitätsquotienten* anhand der entsprechenden Normtabelle ein C-Wert zugewiesen. Dieser Wert gibt Auskunft darüber, ob ein Kind über verschiedene Tätigkeiten hinweg eine klare Präferenz für eine Hand zeigt. Bezogen auf die Normgruppe liegen C-Werte zwischen 4 und 6 im Normalbereich. Ein Wert unter 4 stellt einen geringen Ausprägungsgrad der *Handpräferenz* dar und besagt, dass das Kind über verschiedene Tätigkeiten hinweg häufiger die Hand wechselt als die Vergleichsgruppe. Ein Wert über 6 sagt aus, dass das Kind über verschiedene Tätigkeiten hinweg - relativ konsistent – häufiger die gleiche Hand verwendet als die Normstichprobe.

Händigkeitskonsistenz:

Der Wert zur *Händigkeitskonsistenz* kann zwischen 0 und 14 liegen. Er gibt an, ob ein Kind für eine bestimmte Tätigkeit, bei dreimaliger Durchführung, immer dieselbe Hand benützt. Ein Wert von 14 würde zum Beispiel bedeuten, dass das Kind alle 14 Tätigkeiten, jeweils drei Mal mit der gleichen Hand ausgeführt hat. Auch für diesen Wert liegen Normen in Form von C-Werten vor.

9.2 Punktiertest und Leistungs-Dominanztest für Kinder (PTK-LDT)

Der Punktiertest und Leistungs-Dominanztest für Kinder (PTK-LDT, Schilling, 2009) wurde für fünf- bis zwölfjährige Kinder konzipiert und gibt Auskunft über die Händigkeitsausprägung sowie über die Entwicklung der feinmotorischen Leistung beider Hände. Das Verfahren kann bezüglich der Händigkeit sehr genau differenzieren, indem es die Punktierleistungen, in Hinblick auf Bearbeitungsdauer und Fehleranzahl, beider Hände vergleicht.

Die Untersuchungsdauer beträgt je nach Alter und graphomotorischer Auffälligkeit im Durchschnitt 5 bis 12 Minuten. Es gibt für die Bearbeitung dieser Aufgabe keine zeitliche Begrenzung.

Alle nachfolgenden Informationen zur Durchführung des Tests und dessen Testkennwerten sind dem Manual (Schilling, 2009) entnommen.

9.2.1 Durchführung des PTK-LDT

Das Kind erhält die Testvorlage. Diese stellt eine Clownfigur dar, deren Umrisslinie aus 150 Kreisen besteht. Aufgabe des Kindes ist Punkte in die Kreise zu setzen. Die Bearbeitungszeit vom ersten bis zum letzten Kreis wird notiert. Genauso die Fehler, womit nicht exakt punktierte Kreise gemeint sind.

Hat das Kind diese Testvorlage mit der Vorzugshand bearbeitet, erhält es die gleiche Vorlage nochmal, um diese mit der anderen Hand zu punktieren. Wieder werden Bearbeitungsdauer und Fehler notiert. Die Kinder werden bei beiden Durchgängen dazu angehalten, so schnell und genau wie möglich zu arbeiten.

Um die Auswertung zu erleichtern, ist die Clownfigur in grüner Farbe abgebildet und die Punkte sind mit rotem Stift in die Kreise zu setzen. Wenn hellrote Farbe außerhalb des Kreises zu sehen ist, gilt dies als Fehler. Liegt der Punkt hingegen noch auf der grünen Linie, ist die Farbe dunkelrot und wird nicht als Fehler gewertet. Wenn nahe einem korrekt punktierten Kreis einzelne Striche, Punkte oder Verwischungen zu sehen sind, ist der Punkt im Kreis ebenfalls als Fehler zu bewerten. Wenn sich rote Farbe nur innerhalb des Kreises befindet, egal in welcher Form, stellt dies keinen Fehler dar.

9.2.2 Testkennwerte des PTK-LDT

Der PTK-LDT liefert (laut Schilling, 2009) folgende Testkennwerte:

Zeit rechts:

Der Dauer des Punktierens mit der rechten Hand kann ein standardisierter Tabellenwert zugewiesen werden, der für die Gesamtinterpretation hilfreich sein kann.

Zeit links:

Der Dauer des Punktierens mit der linken Hand kann ebenfalls ein standardisierter Tabellenwert zugewiesen werden.

Fehler rechts:

Der Anzahl der Fehler beim Punktieren mit der rechten Hand kann ein standardisierter Tabellenwert zugewiesen werden.

Fehler links:

Der Anzahl der Fehler beim Punktieren mit der linken Hand kann ein standardisierter Tabellenwert zugewiesen werden.

Motorikquotient rechts:

Der *Motorikquotient rechts* ist ein standardisierter Wert, der für die Motorikleistung der rechten Hand steht. Diese setzt sich aus Bearbeitungsdauer der Testvorlage und der Fehleranzahl zusammen.

Motorikquotient links:

Der *Motorikquotient links* ist ein standardisierter Wert, der für die Motorikleistung der linken Hand steht. Diese setzt sich aus Bearbeitungsdauer der Testvorlage und der Fehleranzahl zusammen.

Motorikquotient rechts+links:

Der *Motorikquotient rechts+links* ist der Gesamtmotorikquotient der Handleistungen beider Hände. Dieser standardisierte Wert wird aus dem *Motorikquotienten rechts* und dem *Motorikquotienten links* gebildet.

Dominanzindex (DI):

Der *Dominanzindex* beschreibt das Verhältnis der Leistung der rechten Hand zur Gesamtleistung beider Hände. Dieser Wert wird zur Bestimmung des Ausprägungsgrades der Händigkeit herangezogen. Der *DI* kann einen Wert zwischen 0 und 100 annehmen. 0 steht für eine extreme Linkshändigkeit, 50 für streng seitengleich und 100 für eine extreme Rechtshändigkeit.

9.3 Frostigs Entwicklungstest der visuellen Wahrnehmung – 2 (FEW-2)

Der FEW-2 (Büttner, Dacheneder, Schneider & Weyer, 2008) wurde für Kinder zwischen vier und acht Jahren konzipiert. Er steht in der Tradition von Frostigs Entwicklungstests der visuellen Wahrnehmung, trennt aber Untertests mit hoher und geringer Motorikbeteiligung. Das Verfahren erlaubt somit eine differenzierte Beurteilung der kindlichen Entwicklung zur visuellen Wahrnehmung mit Hilfe von insgesamt acht Subtests. Da in dieser Arbeit, im Zusammenhang mit Händigkeit, nur die motorikabhängigen Subtests von Interesse sind, wurden auch ausschließlich diese vorgegeben. Es handelt sich hierbei um die vier folgenden Subtests:

- *Auge-Hand-Koordination*
Erfasster Typ der visuellen Wahrnehmung: Räumliche Beziehungen
- *Abzeichnen*
Erfasster Typ der visuellen Wahrnehmung: Formkonstanz
- *Räumliche Beziehungen*
Erfasster Typ der visuellen Wahrnehmung: Räumliche Beziehungen
- *Visuomotorische Geschwindigkeit*
Erfasster Typ der visuellen Wahrnehmung: Formkonstanz

(Büttner et al., 2008)

Nach Büttner et al. (2008) beinhaltet die *Formkonstanz* das Erkennen von dominanten Merkmalen von bestimmten Figuren oder Formen, wenn diese in verschiedenen Größen, Schattierungen, Lagen und mit unterschiedlicher Oberflächenstruktur erscheinen. *Räumliche Beziehungen* erfordert die Analyse von Formen und Mustern in Relation zum eigenen Körper und zum Raum.

Außer dem Subtest *Visuomotorische Geschwindigkeit*, dessen Bearbeitungszeit auf 60 Sekunden begrenzt ist, unterliegt die Bearbeitung der Subtests keiner zeitlichen Beschränkung.

9.3.1 Durchführung des FEW-2

Für die vier durchgeführten Subtests, ist nur das *Testheft* relevant. Die im FEW-2 enthaltenen Bildvorlagen werden nicht benötigt. Alle nachfolgenden Informationen zur Durchführung des Tests sind dem Manual (Büttner et al., 2008) entnommen.

Subtest *Auge-Hand-Koordination*

Die Kinder sollen bei vier Aufgaben mit einem Bleistift einem vorgegebenen, grau schattierten Pfad innerhalb der Begrenzungslinien so genau wie möglich folgen. Die Linien sollen hierbei immer von links nach rechts eingezeichnet werden – dies gilt sowohl für Rechts- als auch für LinkshänderInnen. Das Aufgabenheft darf dabei nicht gedreht und der Bleistift nicht abgesetzt werden. Für die Bewertung ist jedes Item in 2,5 Zentimeter lange Abschnitte eingeteilt, welche mit Kleinbuchstaben gekennzeichnet sind. Das Kind kann in den einzelnen Abschnitten Punkte sammeln. Beim ersten Item wird für jedes Segment, bei dem nicht aus dem vorgegebenen Pfad gemalt wurde, ein Punkt vergeben. Bei den Items zwei bis vier ist der graue Pfad enger als beim ersten Item und es gibt zusätzliche Linien die für die Bewertung hilfreich sind. Die Segmente aus den Items zwei bis vier können mit null bis vier Punkten bewertet werden. Wird in einem Segment der Bleistift abgesetzt, wird dieses mit null Punkten bewertet.

Subtest *Abzeichnen*

Die Kinder haben die Aufgabe, verschiedene Bilder, mit steigender Komplexität, so genau wie möglich nachzuzeichnen. Wieder soll darauf geachtet werden, dass das Kind das Testheft beim Abzeichnen nicht dreht. Der Subtest wird beendet, wenn entweder drei falsche Lösungen in Folge konstruiert wurden, also das Abbruchkriterium erreicht wurde, oder alle Items bearbeitet wurden. Abhängig von der Güte werden die Zeichnungen des Kindes jeweils mit null, einem oder zwei Punkten bewertet.

Subtest *Räumliche Beziehungen*

Das Kind soll in Punktegittern mehrere vorgegebene Pfade, die an Komplexität zunehmen, nachzeichnen. Wieder darf das Testheft dabei nicht gedreht werden. Der Subtest wird entweder abgebrochen, wenn drei aufeinanderfolgende Items nicht gelöst werden konnten, oder beendet, wenn alle Items bearbeitet wurden. Bei der Auswertung ist darauf zu achten, dass Linien, bei denen nicht exakt ein Punkt getroffen wurde, nicht gewertet werden. Deswegen ist bereits bei der Instruktion festzustellen, ob das Kind versteht, dass die Linien

die entsprechenden Punkte berühren müssen. Je nach Komplexität des Items können die Kinder zwischen einem und neun Punkten pro Item erreichen.

Subtest Visuomotorische Geschwindigkeit

Das Kind hat 60 Sekunden Zeit unter den gegebenen Symbolen alle großen Kreise mit zwei Strichen und alle kleinen Vierecke mit einem Kreuz zu versehen. Für jedes Symbol das korrekt kodiert wurde erhält das Kind einen Punkt. Das Kind wird darauf hingewiesen, beim Kodieren nicht über die Symbole hinauszumalen, da dies bei der Auswertung mit null Punkten zu bewerten ist.

9.3.2 Testkennwerte des FEW-2

Es ergeben sich (laut Büttner et al., 2008) folgende Testkennwerte:

Quotient der Visuomotorischen Integration (VMIQ):

Dieser Wert setzt sich aus den Leistungen in den vier vorgegebenen Subtests zusammen. Ein hoher Wert entspricht guten Leistungen, bezogen auf die Auge-Hand-Koordination in komplexen Aufgaben. Ein niedriger Wert kann, neben einer schlechten visuellen Wahrnehmung, auch darauf hinweisen, dass das Kind Handbewegungen ungeschickt ausführt oder es Schwierigkeiten hat, Augen- und Hand-Bewegungen zu koordinieren. Dem VMIQ kann auch ein Prozentrang zugewiesen werden. Es ist zu beachten, dass der Quotient mit einem geringeren Fehleranteil als die einzelnen Subtestleistungen behaftet ist.

Die einzelnen Subtestleistungen:

Auge-Hand-Koordination:

Der jeweilige Wert steht für die Fähigkeit, innerhalb visueller Begrenzungen präzise gerade oder kurvige Linien zu zeichnen.

Abzeichnen:

Der jeweilige Wert steht für die Fähigkeit, die Merkmale einer Zeichnung zu erkennen und diese von einem Modell abzuzeichnen.

Räumliche Beziehungen:

Der jeweilige Wert steht für die Fähigkeit, Punkte miteinander zu verbinden, um visuell dargebotene Muster zu reproduzieren.

Visuomotorische Geschwindigkeit:

Der jeweilige Wert steht für die Schnelligkeit, mit der ein Kind vorgegebene Zeichen in bestimmte Formen einzeichnen kann.

Weitere Testkennwerte, die mittels FEW-2 zu erhalten wären, sind der *Globale visuelle Wahrnehmungsquotient (GVWQ)* und der *Motorikreduzierte Wahrnehmungsquotient (MRWQ)*. Da für die vorliegende Untersuchung nicht alle Subtests des FEW-2 vorgegeben wurden, wurden GVWQ und MRWQ nicht berechnet.

9.4 Quantification of Hand Preference (QHP) Task

Der Quantification of Hand Preference (QHP) Task von Bishop, Ross, Daniels und Bright (1996) ist ein Verfahren zur Erfassung des Midline-Crossing. Wie in Abbildung 57 schematisch dargestellt, liegen Karten mit unterschiedlichen Motiven in Halbkreisform auf sieben Positionen. Es wird festgehalten, mit welcher Hand die Karten aufgenommen werden. Ausgegangen wird davon, dass Kinder mit stärker ausgeprägter Handpräferenz die bevorzugte Hand auch in der kontralateralen Hälfte verwenden, also mit dieser Hand eher die Mittellinie überkreuzen.

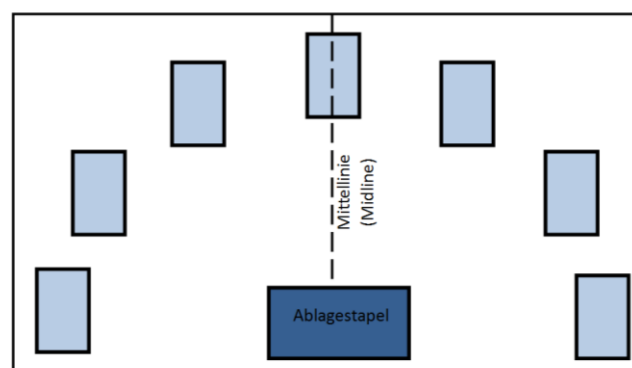


Abbildung 57: Schematische Darstellung des QHP-Task. Grafik: Nicole Hrobath

9.4.1 Durchführung des Quantification of Hand Preference (QHP) Task

Das Testmaterial wurde von Cora Feichtinger und Ariane Hell nach Bishop (2005) und Carlier, Doyen und Lamard (2006) angefertigt (siehe Abbildung 58) und zu beiden Testzeitpunkten vorgegeben.

Das Kind sitzt vor einem Brett, auf dem in Halbkreisform sieben Positionen markiert sind. Jede Position ist 25 Zentimeter vom Mittelpunkt der unteren Linie des Halbkreises entfernt und die Positionen sind jeweils in 30-Grad-Intervallen angeordnet. In der Mitte der unteren Linie des Halbkreises liegt eine Box für den Ablagestapel. Auf jeder Position liegen vier Karten eines bestimmten Motivs.

Das Kind sitzt mittig zum Brett, vor der Box, und soll eine Karte mit dem vom Testleiter / von der Testleiterin genannten Motiv greifen und auf den Ablagestapel legen. Es gibt keine zeitliche Vorgabe für diesen Test. Die Kinder werden jedoch dazu angehalten möglichst rasch zu handeln. Die Motive werden in ungeordneter Reihenfolge genannt, diese ist aber für alle Testpersonen gleich. Der Testleiter / die Testleiterin hat die Aufgabe, nach jedem Aufnehmen

einer Karte zu protokollieren, mit welcher Hand dies geschah. Jedes Motiv wird insgesamt dreimal genannt.

Position 1: Boot

Position 4: Auto

Position 7: Löwe

Position 2: Blume

Position 5: Vogel

Position 3: Hase

Position 6: Flugzeug

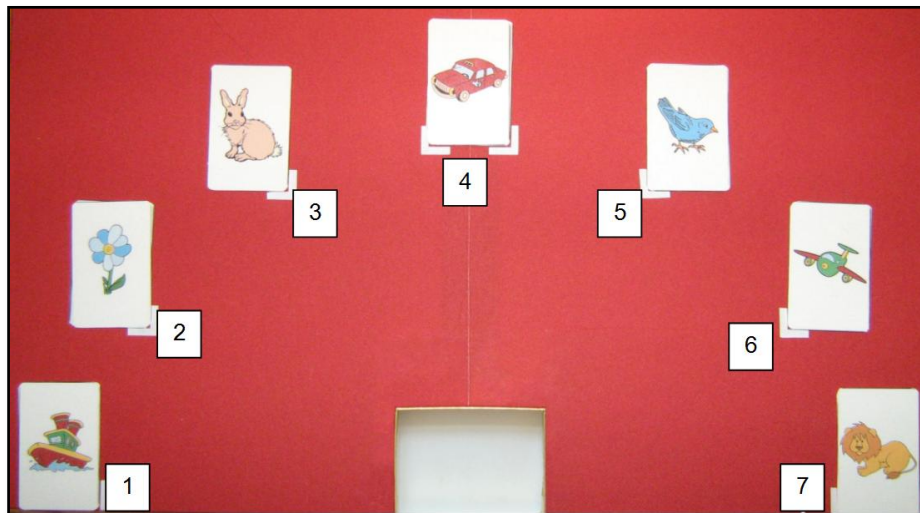


Abbildung 58: QHP Task. Foto: Feichtinger, 2012

9.4.2 Testkennwerte des Quantification of Hand Preference (QHP) Task

Anzahl rechte Hand:

Dieser Wert gibt an, wieviele der insgesamt 21 Zugriffe auf die Karten mit der rechten Hand vollzogen wurden.

Anzahl linke Hand:

Dieser Wert gibt an, wieviele der insgesamt 21 Zugriffe auf die Karten mit der linken Hand vollzogen wurden.

Relativer Anteil rechte Hand:

Der jeweilige Wert gibt den relativen Anteil der rechten Hand an den insgesamt 21 Tätigkeiten an. Der Wert errechnet sich folgendermaßen: „Anzahl rechte Hand“ / 21.

Dieser Wert kann eine Ausprägung zwischen 0 und 1 annehmen. Ein Wert von 0 würde bedeuten, dass alle 21 Zugriffe mit der linken Hand getätigt wurden, ein Wert von 1, dass alle

21 Zugriffe mit der rechten Hand getätigt wurden. Ein Wert größer als 0,5 spricht für Rechtshändigkeit, ein Wert kleiner als 0,5 für Linkshändigkeit.

Absolute Häufigkeit des Überkreuzens der Mittellinie:

Hier wird die Anzahl des Überkreuzens der Mittellinie für die rechte und linke Hand gezählt. Zugriffe auf Position 4 werden hierbei außer Acht gelassen, da sich diese direkt auf der Mittellinie befindet. Abbildung 59 zeigt eine schematische Darstellung der Positionen des QHP-Tasks. Konkret wird berechnet, wie oft die Testperson mit der rechten Hand Karten von den Positionen 1, 2 und 3 aufgreift, was maximal neun Mal möglich ist. Die Anzahl des Überkreuzens der Mittellinie mit der linken Hand entspricht der Anzahl der Zugriffe der linken Hand auf Karten auf den Positionen 5, 6 und 7, was ebenfalls maximal neun Mal möglich ist.

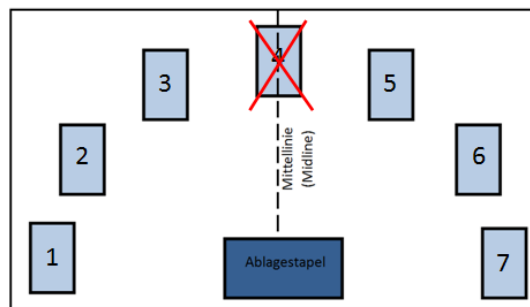


Abbildung 59: Positionen des QHP-Task (schematische Darstellung). Grafik: Nicole Hrobath

9.5 Händigkeit laut Elternurteil

Das Elternurteil über die Händigkeit der Kinder wurde mittels Fragebogen erhoben, den die Eltern ausfüllten, während die Kinder die Testverfahren bearbeiteten (siehe Informationsblatt im Anhang).

10 Stichprobenbeschreibung

Von den ursprünglich 66 Kindern (von Testzeitpunkt 1) konnten 59 erreicht werden, wovon 49 zu einer abermaligen Testung bereit waren.

Während der viermonatigen Erhebungsphase wurden zwischen Juli und Oktober 2011 49 Kinder getestet. Ein Kind wurde von der Auswertung ausgeschlossen, da es eine Handverletzung hatte. Ein weiteres Kind war während der Testung diversen Unterbrechungen und Störeinflüssen ausgesetzt. Von drei Kindern konnte nicht die vollständige Datenmenge erhoben werden, weshalb sie ebenfalls von der Analyse ausgeschlossen wurden. Die nachstehenden Berechnungen stützen sich daher auf einen Datensatz von 44 Kindern.

10.1 Alter und Geschlecht der Kinder

Unter den insgesamt 44 Kindern der Stichprobe befinden sich 21 Buben und 23 Mädchen. Das jüngste Kind ist 4;9 Jahre und das älteste 7;2 Jahre alt. Vier Kinder sind zwischen 4;6 und 5;0 Jahren, 13 fallen in die Gruppe der 5;1- bis 5;5jährigen und zehn in die der 5;6- bis 6;0jährigen. Zur Gruppe der 6;1- bis 6;5jährigen gehören sieben Kinder, zu der der 6;6- bis 7;0jährigen acht. Zwei Kinder sind zwischen 7;1 und 7;5 Jahren alt. Tabelle 4 gibt einen Überblick über die Aufteilung nach Geschlecht und Altersgruppe.

Obwohl der HAPT 4-6 für Kinder im Alter von vier bis sechs Jahren konzipiert wurde, wurde er auch den Kindern vorgegeben, die zum Zeitpunkt der zweiten Testung diesen Altersbereich bereits überschritten hatten. Die Begründung für diese Entscheidung liegt im Forschungsinteresse für den Verlauf der Entwicklung der Händigkeit.

Tabelle 4: Alter und Geschlecht der Kinder

	4;6 – 5;0	5;1 – 5;5	5;6 – 6;0	6;1 – 6;5	6;6 – 7;0	7;1 – 7;5	Gesamt
Buben	1	6	4	5	4	1	21
Mädchen	3	7	6	2	4	1	23
Gesamt	4	13	10	7	8	2	44

10.2 Händigkeit der Kinder

Zu Zwecken der vorliegenden Studie, wurde die Händigkeit (zum zweiten Testzeitpunkt) über fünf verschiedene Zugänge erfasst. Der erste Unterpunkt bespricht die Verteilung von Rechts-, Links- und BeidhänderInnen laut Elternurteil. Danach wird der Anteil der Rechts- und LinkshänderInnen laut Handpräferenztest für 4-6-jährige Kinder behandelt, welcher das Kind einer Handpräferenzgruppe zuordnet. Anschließend wird eine Händigkeitsaufteilung laut der Leistung im Punktiertest und Leistungs-Dominanztest für Kinder unternommen. Im nächsten Unterpunkt werden die Ergebnisse des Quantification of Hand Preference Task herangezogen um die Kinder in Händigkeitsgruppen einzuteilen. Als zusätzliche Beobachtung bezüglich der Händigkeit wurde noch festgehalten, mit welcher Hand der Stift während der Bearbeitung des Aufgabenhefts des Frostigs Entwicklungstests der visuellen Wahrnehmung - 2 gehalten wurde. Schließlich wird noch der Fokus auf die sogenannte *Schreibhand* gelegt.

10.2.1 Händigkeit laut Elternurteil

Tabelle 5 zeigt die Verteilung der Händigkeitsgruppen basierend auf dem Urteil der Eltern. In zwei Fällen gaben die Eltern keine Angabe zur Händigkeit ihres Kindes. In vier Fällen schätzten die Eltern ihre Kinder als BeidhänderInnen ein. 24 Kinder wurden von den Eltern als RechtshänderInnen und 14 als LinkshänderInnen klassifiziert.

Tabelle 5: Händigkeit laut Elternurteil

RechtshänderInnen	24	54,6%
LinkshänderInnen	14	31,8%
BeidhänderInnen	4	9,1%
keine Angabe	2	4,5%
Gesamt	44	100%

10.2.2 Händigkeit laut HAPT 4-6

Mit Hilfe des *Lateralitätsquotienten (LQ)* kann im Handpräferenztest für 4-6-jährige Kinder eine Zuordnung zu einer *Handpräferenzgruppe* (links oder rechts) getätigt werden.

Somit konnten 29 Kinder der *Handpräferenzgruppe* der RechtshänderInnen und 15 der Gruppe der LinkshänderInnen angerechnet werden (siehe Tabelle 6).

Tabelle 6: Händigkeit laut Handpräferenzgruppe des HAPT 4-6

RechtshänderInnen	29	65,9%
LinkshänderInnen	15	34,1%
Gesamt	44	100%

Anhand Abbildung 60 ist die Verteilung des *Lateralitätsquotienten (LQ)*, laut HAPT 4-6, veranschaulicht. Der *LQ* nimmt Werte von -95,24 bis +100,00 ($M=18,27$, $SD=65,66$) an.

Abbildung 61 zeigt die Verteilung der *Händigkeitskonsistenz (HK)*. Hier zeigen sich Werte von 5 bis 14 ($M=10,11$, $SD=2,20$).

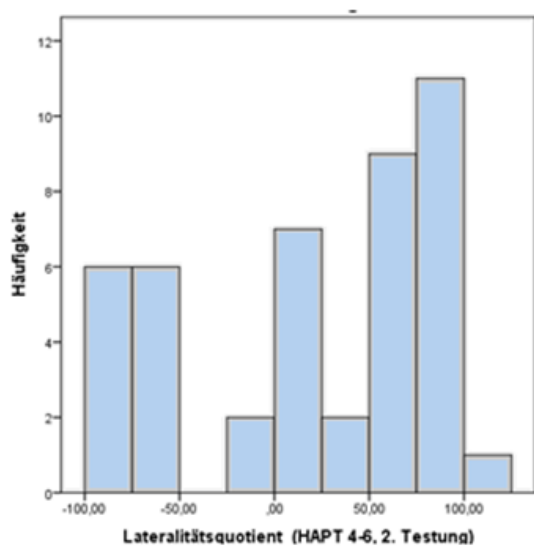


Abbildung 60: Verteilung des LQ

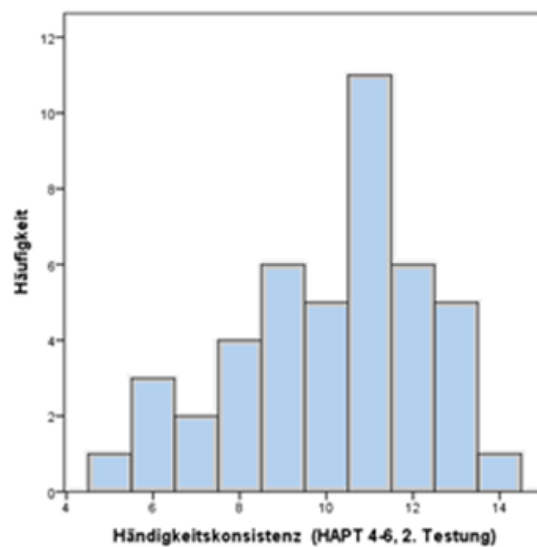


Abbildung 61: Verteilung der HK

10.2.3 Händigkeit laut PTK-LDT

Laut des *Dominanzindex* des PTK-LDT für Kinder werden 29 Kinder als RechtshänderInnen und 15 als LinkshänderInnen eingestuft (siehe Tabelle 7).

Anhand Abbildung 58 ist die Verteilung des *Dominanzindex (DI)*, laut PTK-LDT, veranschaulicht. Der *DI* nimmt Werte von 0 bis 98 ($M=59,39$, $SD=32,47$) an.

Tabelle 7: Händigkeit laut PTK-LDT

RechtshänderInnen	29	65,9%
LinkshänderInnen	15	34,1%
Gesamt	44	100%

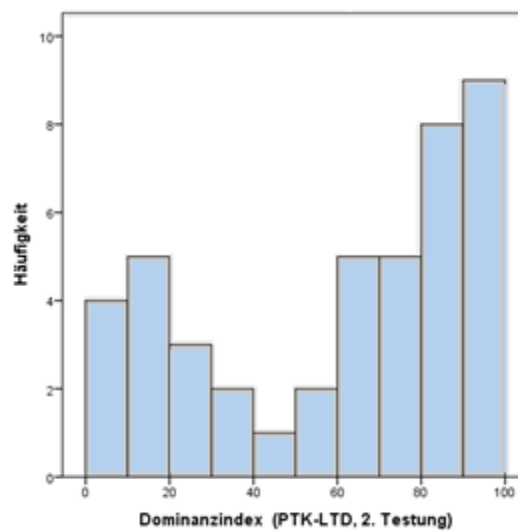


Abbildung 62: Verteilung des DI

10.2.4 Händigkeit laut QHP-Task

Bestimmt durch den *relativen Anteil der rechten Hand* bei der Bearbeitung werden laut QHP-Task 23 Kinder als RechtshänderInnen und 21 als LinkshänderInnen klassifiziert (siehe Tabelle 8).

Tabelle 9 zeigt zusätzlich das Minimum, das Maximum, den Mittelwert und die Standardabweichung der *absoluten Häufigkeit des Überkreuzens der Mittellinie* mit der rechten beziehungsweise mit der linken Hand.

Tabelle 8: Händigkeit laut QHP-Task

RechtshänderInnen	23	52,3%
LinkshänderInnen	21	47,7%
Gesamt	44	100%

Tabelle 9: Darstellung der Werte des QHP-Tasks

	N	Min.	Max.	MW	SD
Überkreuzen der Mittellinie mit der linken Hand	44	0	9	3,80	3,15
Überkreuzen der Mittellinie mit der rechten Hand	44	0	9	6,61	2,64

10.2.5 Zusätzliche Beobachtung zur Händigkeit (anhand FEW-2)

Eine zusätzliche Beobachtung zur Händigkeit ist, welche Hand von den Kindern spontan verwendet wurde um die Items im Aufgabenheft zu bearbeiten. Von allen Kindern wurde zur Bearbeitung der Aufgaben durchgängig die gleiche Hand verwendet. Niemand wechselte die Hand während der Bearbeitung der Aufgaben des FEW-2. 30 Kinder hielten den Stift in der rechten Hand und 14 in der linken (siehe Tabelle 10).

Tabelle 10: Händigkeit laut Beobachtung beim FEW-2

RechtshänderInnen	30	68,2%
LinkshänderInnen	14	31,8%
Gesamt	44	100%

10.2.6 Händigkeit in Bezug auf die Schreibhand

Zur Bestimmung der *Schreibhand* ist es laut Schilling (2009) ausreichend, das Kind mit der Hand schreiben zu lassen, mit der es spontan und stabil malen und schreiben möchte. Zur eindeutigen Bestimmung der *Schreibhand* wurden für die vorliegende Arbeit folgende drei Kriterien festgelegt:

1. Das Kreuz im HAPT 4-6 wurde drei Mal mit der gleichen Hand gezeichnet.
2. Die gleiche Hand wurde als Vorzugshand im PTK-LDT gewählt. Das heißt, die gleiche Hand wurde spontan für das Punktieren der ersten Testvorlage verwendet.
3. Wieder die gleiche Hand wurde spontan und ausschließlich bei den Aufgaben des FEW-2 eingesetzt.

Durch diese Kategorisierung konnte bei 14 Kindern eindeutig die linke Hand und bei 28 Kindern die rechte Hand als *Schreibhand* erkannt werden (siehe Tabelle 11). Zwei Kinder

konnten nicht eindeutig einer Gruppe zugewiesen werden. Das lag in beiden Fällen daran, dass die Kreuze im HAPT 4-6 jeweils nicht dreimal mit der gleichen Hand gezeichnet wurden.

Tabelle 11: Händigkeit laut Schreibhand

RechtshänderInnen	28	63,6%
LinkshänderInnen	14	31,8%
BeidhänderInnen	2	4,6%
Gesamt	44	100%

10.3 Visuelle Wahrnehmung der Kinder

In Tabelle 12 sind die Ergebnisse des FEW-2 in Form von Rohwerten dargestellt. Sie zeigt jeweils das Minimum, das Maximum, den Mittelwert und die Standardabweichung der einzelnen Subtests.

Im Subtest *Auge-Hand-Koordination* erreichen die Kinder (gerundet) durchschnittlich 141 von 184 möglichen Punkten.

Beim *Abzeichnen* erzielen die Kinder im Durchschnitt (gerundet) 23 von 40 möglichen Punkten.

Im Subtest *Räumliche Beziehungen* werden von der Maximalpunktzahl von 34 durchschnittlich (gerundet) 25 erreicht.

Der Subtest *Visuomotorische Geschwindigkeit* wird erst ab einem Alter von fünf Jahren vorgegeben. Insgesamt bearbeiteten 41 Kinder diesen Subtest und kodierten, innerhalb der vorgegebenen Zeitspanne, (gerundet) 19 von 63 Figuren richtig. An dieser Stelle sei auf Anhang C hingewiesen, wo die erzielten Rohwerte (der Gesamtstichprobe, der Gruppe der RechtshänderInnen und der Gruppe der LinkshänderInnen laut Schreibhand) grafisch, in Form von Boxplots dargestellt werden und in tabellarischer Form der Median und die Quartile (25%, 75%) für die vier Subtests und den *Quotienten der visuomotorischen Integration* ausgewiesen werden.

Tabelle 12: Ergebnisse des FEW-2 (Rohwerte und Prozentränge)

	N	Rohwerte				Prozentränge	
		Minimum	Maximum	MW	SD	MW	SD
Subtest Auge-Hand- Koordination	44	102	175	140,86	18,66	48,23	25,25
Subtest Abzeichnen	44	10	39	22,64	7,20	59,07	28,87
Subtest Räumliche Beziehungen	44	11	34	24,80	7,20	65,07	26,63
Subtest Visuomotorische Geschwindigkeit	41	2	33	19,12	7,86	78,68	20,50

Um die Leistungen in den verschiedenen Subtests vergleichbar zu machen, zeigt Tabelle 12 zusätzlich die Ergebnisse der Subtestleistungen des FEW-2 in Form von Prozenträngen. Wieder zeigt die Tabelle auch den Mittelwert (MW) und die Standardabweichungen (SD) des jeweiligen Prozentranges.

Im Subtest *Auge-Hand-Koordination* wird im Durchschnitt ein (gerundeter) Prozentrang von 48 erreicht.

Beim *Abzeichnen* erzielen die Kinder im Mittel einen (gerundeten) Prozentrang von 60.

Einen durchschnittlichen Prozentrang von (gerundet) 65 erreichen die Kinder im Untertest *Räumliche Beziehungen*.

Beim Kodieren der Symbole im Subtest *Visuomotorische Geschwindigkeit* wird (gerundet) ein mittlerer Prozentrang von 79 erreicht, was einem überdurchschnittlichen Ergebnis entspricht.

Ergänzend sei erwähnt, dass der durchschnittliche Prozentrang der Stichprobe bezüglich des *Quotienten der visuomotorischen Integration* (gerundet) 74 beträgt.

11 Ergebnisse der Untersuchung

Alle Berechnungen zur Auswertung wurden mit Hilfe des Programmes „IBM SPSS Statistics 20“ vorgenommen.

Anmerkung: In allen in diesem Kapitel enthaltenen Tabellen steht die Abkürzung „LH“ für *LinkshänderInnen*, „RH“ für *RechtshänderInnen*, „BH“ für *BeidhänderInnen* und „k.A.“ für *keine Angabe*.

11.1 Stabilität und Übereinstimmung der Testverfahren und Erhebungsinstrumente

Wie bereits besprochen wurde die Händigkeit der Kinder auf verschiedenen Wegen erfasst. Anhand der nächsten Unterpunkte werden Stabilität und Übereinstimmung zwischen den folgenden Methoden zur Händigkeitsfeststellung analysiert.

Stabilität der Testverfahren und Erhebungsinstrumente:

Elternurteil (T1)	Elternurteil (T2)
HAPT 4-6 (T1)	HAPT 4-6 (T2)
QHP-Task (T1)	QHP-Task (T2)

Übereinstimmung der Testverfahren und Erhebungsinstrumente zum zweiten Testzeitpunkt:

HAPT 4-6 (T2)	Elternurteil (T2)
HAPT 4-6 (T2)	QHP-Task (T2)
HAPT 4-6 (T2)	PTK-LDT (T2)
HAPT 4-6 (T2)	Schreibhand (T2)
Elternurteil (T2)	QHP-Task (T2)
Elternurteil (T2)	PTK-LDT (T2)
Elternurteil (T2)	Schreibhand (T2)
QHP-Task (T2)	PTK-LDT (T2)
QHP-Task (T2)	Schreibhand (T2)
PTK-LDT (T2)	Schreibhand (T2)

11.1.1 Stabilität:**Elternurteil (T1) – Elternurteil (T2)**

In Tabelle 13 ist die Kreuztabelle zwischen der Händigkeit laut Elternurteil zum ersten und zweiten Testzeitpunkt dargestellt:

Tabelle 13: Kreuztabelle: Elternurteil (T1) und Elternurteil (T2)

		Elternurteil (T1)				
		LH	RH	BH	k.A.	Summe
Elternurteil (T2)	LH	13	0	0	1	14
	RH	0	19	4	1	24
	BH	1	1	2	0	4
	k.A.	1	0	1	0	2
	Summe	15	20	7	2	44

Die Berechnung mittels Chi-Quadrat-Test stützt sich auf den reduzierten Datensatz von 40 Personen. Vier Personen wurden von der Analyse ausgeschlossen, da zum Zeitpunkt der ersten oder zweiten Testung keine Angabe zur Händigkeit gemacht wurde.

Anhand der Kreuztabelle und einem Chi-Quadrat-Test zeigt sich ein signifikanter Zusammenhang zwischen dem Elternurteil bezüglich der Händigkeit zum ersten und zweiten Testzeitpunkt ($\chi^2=41,053$, $df=4$, $p<,001$).

Cohens Kappa für die Übereinstimmung zwischen der Händigkeit laut Elternurteil zum ersten und zweiten Testzeitpunkt beträgt $K=,743$ ($p<,001$).

11.1.2 Stabilität (Retest-Reliabilität):**HAPT 4-6 (T1) – HAPT 4-6 (T2)**

In Tabelle 14 ist die Kreuztabelle zwischen Händigkeit laut *Handpräferenzgruppe* im HAPT 4-6 zum ersten und zweiten Testzeitpunkt dargestellt:

Tabelle 14: Kreuztabelle: HAPT 4-6 (T1) und HAPT 4-6 (T2)

		HAPT 4-6 (T2)		
		LH	RH	Summe
HAPT 4-6 (T1)	LH	10	2	12
	RH	5	27	32
	Summe	15	29	44

Die Berechnung mittels Chi-Quadrat-Test stützt sich auf den vollständigen Datensatz von 44 Personen.

Anhand der Kreuztabelle und einem Chi-Quadrat-Test zeigt sich ein signifikanter Zusammenhang zwischen der *Handpräferenzgruppe* laut HAPT 4-6 zum ersten und zweiten Testzeitpunkt ($\chi^2=17,807$, $df=1$, $p<,001$).

Die Auswertung des Ausmaßes der Übereinstimmung erfolgt mittels Korrelation nach Pearson. Es ergibt sich ein Zusammenhang von $r=,520$, der auf einem α -Niveau von $<,001$ signifikant ist.

11.1.3 Stabilität:

QHP-Task (T1) – QHP-Task (T2)

In Tabelle 15 ist die Kreuztabelle zwischen der Händigkeit laut Quantification of Hand Preference Task zum ersten und zweiten Testzeitpunkt dargestellt:

Tabelle 15: Kreuztabelle: QHP-Task (T1) und QHP-Task (T2)

		QHP-Task (T2)		
		LH	RH	Summe
QHP-Task (T1)	LH	12	2	14
	RH	9	21	30
	Summe	21	23	44

Die Berechnung mittels Chi-Quadrat-Test stützt sich auf den vollständigen Datensatz von 44 Personen.

Anhand der Kreuztabelle und einem Chi-Quadrat-Test zeigt sich ein signifikanter Zusammenhang zwischen der Händigkeit laut Quantification of Hand Preference Task zum ersten und zweiten Testzeitpunkt ($\chi^2=11,876$, $df=1$, $p=,001$).

Cohens Kappa für die Übereinstimmung zwischen der Händigkeit laut Quantification of Hand Preference Task zum ersten und zweiten Testzeitpunkt beträgt $K=,583$ ($p<,001$).

11.1.4 Übereinstimmung:

HAPT 4-6 (T2) – Elternurteil (T2)

In Tabelle 16 ist die Kreuztabelle zwischen der Händigkeit laut Elternurteil und der Händigkeit laut *Handpräferenzgruppe* im HAPT 4-6, bezogen auf den zweiten Testzeitpunkt, dargestellt:

Tabelle 16: Kreuztabelle: HAPT 4-6 (T2) und Elternurteil (T2)

		HAPT 4-6 (T2)		
		LH	RH	Summe
Elternurteil (T2)	LH	12	2	14
	RH	3	21	24
	BH	0	4	4
	k.A.	0	2	2
	Summe	15	29	44

Die Berechnung mittels Chi-Quadrat-Test stützt sich auf den reduzierten Datensatz von 38 Personen. Sechs Personen wurden von der Analyse ausgeschlossen, da in zwei Fällen kein Elternurteil zur Händigkeit abgegeben wurde und in vier Fällen Beidhändigkeit angegeben wurde. Da der HAPT 4-6 ausschließlich zwischen Links- und Rechtshändigkeit differenziert, werden auch beim Elternurteil nur diese beiden Möglichkeiten berücksichtigt.

Anhand der Kreuztabelle und einem Chi-Quadrat-Test zeigt sich zum zweiten Testzeitpunkt ein signifikanter Zusammenhang zwischen dem Elternurteil bezüglich der Händigkeit und der Handpräferenzgruppe laut HAPT 4-6 ($\chi^2=19,838$, $df=1$, $p<,001$).

Die Auswertung des Ausmaßes der Übereinstimmung erfolgt mittels Korrelation nach Pearson. Es ergibt sich ein Zusammenhang von $r=,723$, der auf einem α -Niveau von $p<,001$ signifikant ist.

11.1.5 Übereinstimmung:

HAPT 4-6 (T2) – QHP-Task (T2)

In Tabelle 17 ist die Kreuztabelle zwischen der Händigkeit laut *Handpräferenzgruppe* des HAPT 4-6 und QHP-Task, bezogen auf den zweiten Testzeitpunkt, dargestellt:

Tabelle 17: Kreuztabelle: HAPT 4-6 (T2) und QHP-Task (T2)

		QHP-Task (T2)		Summe
		LH	RH	
HAPT 4-6 (T2)	LH	12	3	15
	RH	9	20	29
	Summe	21	23	44

Die Berechnung mittels Chi-Quadrat-Test stützt sich auf den vollständigen Datensatz von 44 Personen.

Anhand der Kreuztabelle und einem Chi-Quadrat-Test zeigt sich zum zweiten Testzeitpunkt ein signifikanter Zusammenhang zwischen der Händigkeit laut *Handpräferenzgruppe* des HAPT 4-6 und QHP-Task ($\chi^2=9,501$, $df=1$, $p=,002$).

Die Auswertung des Ausmaßes der Übereinstimmung erfolgt mittels Korrelation nach Pearson. Es ergibt sich ein Zusammenhang von $r=,465$, der auf einem α -Niveau von $p=,001$ signifikant ist.

11.1.6 Übereinstimmung:

HAPT 4-6 (T2) – PTK-LDT (T2)

In Tabelle 18 ist die Kreuztabelle zwischen der Händigkeit laut *Dominanzindex* des PTK-LDT und *Handpräferenzgruppe* des HAPT 4-6, bezogen auf den zweiten Testzeitpunkt, dargestellt:

Tabelle 18: Kreuztabelle: PTK-LDT (T2) und HAPT 4-6 (T2)

		HAPT 4-6 (T2)		
		LH	RH	Summe
PTK-LDT (T2)	LH	12	3	15
	RH	3	26	29
	Summe	15	29	44

Die Berechnung mittels Chi-Quadrat-Test stützt sich auf den vollständigen Datensatz von 44 Personen.

Anhand der Kreuztabelle und einem Chi-Quadrat-Test zeigt sich zum zweiten Testzeitpunkt ein signifikanter Zusammenhang zwischen der *Handpräferenzgruppe* laut HAPT 4-6 und der Händigkeit laut PTK-LDT ($\chi^2=21,348$, $df=1$, $p<,001$).

Die Auswertung des Ausmaßes der Übereinstimmung erfolgt mittels Korrelation nach Pearson. Es ergibt sich ein Zusammenhang von $r=,697$, der auf einem α -Niveau von $p<,001$ signifikant ist.

11.1.7 Übereinstimmung:

HAPT 4-6 (T2) – Schreibhand (T2)

In Tabelle 19 ist die Kreuztabelle zwischen der Händigkeit laut Handpräferenzgruppe des HAPT-4-6 und der Schreibhand, bezogen auf den zweiten Testzeitpunkt, dargestellt:

Tabelle 19: Kreuztabelle: HAPT 4-6 (T2) und Schreibhand (T2)

		HAPT 4-6 (T2)		
		LH	RH	Summe
Schreibhand (T2)	LH	11	3	14
	RH	4	24	28
	BH	0	2	2
	Summe	25	29	44

Die Berechnung mittels Chi-Quadrat-Test stützt sich auf den reduzierten Datensatz von 42 Personen. Zwei Personen wurden von der Analyse ausgeschlossen, da die Schreibhand nicht eindeutig festgestellt werden konnte.

Anhand der Kreuztabelle und einem Chi-Quadrat-Test zeigt sich, auf den Zeitpunkt der zweiten Testung bezogen, ein signifikanter Zusammenhang zwischen Händigkeit laut Handpräferenzgruppe des HAPT-4-6 und der Schreibhand ($\chi^2=16,8$, $df=1$, $p<,001$).

Die Auswertung des Ausmaßes der Übereinstimmung erfolgt mittels Korrelation nach Pearson. Es ergibt sich ein Zusammenhang von $r=,632$, der auf einem α -Niveau von $p<,001$ signifikant ist.

11.1.8 Übereinstimmung:

Elternurteil (T2) – QHP-Task (T2)

In Tabelle 20 ist die Kreuztabelle zwischen der Händigkeit laut QHP-Task und dem Elternurteil, bezogen auf den zweiten Testzeitpunkt, dargestellt:

Tabelle 20: Kreuztabelle: QHP-Task (T2) und Elternurteil (T2)

QHP-Task (T2)		Elternurteil (T2)					
		LH	RH	BH	k.A.	Summe	
		LH	10	8	3	0	19
		RH	4	16	1	2	25
		Summe	14	24	4	2	44

Die Berechnung mittels Chi-Quadrat-Test stützt sich auf den reduzierten Datensatz von 38 Personen. Sechs Personen wurden von der Analyse ausgeschlossen, da kein Elternurteil zur Händigkeit abgegeben wurde oder das Kind durch die Eltern als beidhändig klassifiziert wurde.

Anhand der Kreuztabelle und einem Chi-Quadrat-Test zeigt sich beim zweiten Testzeitpunkt ein signifikanter Zusammenhang zwischen der Händigkeit laut QHP-Task und dem Elternurteil ($\chi^2=5,147$, $df=1$, $p=,023$).

Die Auswertung des Ausmaßes der Übereinstimmung erfolgt mittels Korrelation nach Pearson. Es ergibt sich ein Zusammenhang von $r=,368$, der auf einem α -Niveau von $p=,023$ signifikant ist.

11.1.9 Übereinstimmung:**Elternurteil (T2) – PTK-LDT (T2)**

In Tabelle 21 ist die Kreuztabelle zwischen der Händigkeit laut Elternurteil und PTK-LDT (anhand des *Dominanzindex*), bezogen auf den zweiten Testzeitpunkt, dargestellt:

Tabelle 21: Kreuztabelle: Elternurteil (T2) und PTK-LDT (T2)

		PTK-LDT (T2)		
		LH	RH	Summe
Elternurteil (T2)	LH	14	0	14
	RH	0	24	24
	BH	0	4	4
	k.A.	1	1	2
	Summe	15	29	44

Die Berechnung mittels Chi-Quadrat-Test stützt sich auf den reduzierten Datensatz von 38 Personen. Sechs Personen wurden von der Analyse ausgeschlossen, da in zwei Fällen kein Elternurteil zur Händigkeit abgegeben wurde und in vier Fällen Beidhändigkeit angegeben wurde.

Anhand der Kreuztabelle und einem Chi-Quadrat-Test zeigt sich, bezogen auf den zweiten Testzeitpunkt, ein signifikanter Zusammenhang zwischen dem Elternurteil bezüglich der Händigkeit und der Händigkeit laut PTK-LDT ($\chi^2=38$, $df=1$, $p<,001$).

Die Auswertung des Ausmaßes der Übereinstimmung erfolgt mittels Korrelation nach Pearson. Es ergibt sich ein Zusammenhang von $r=1$, der auf einem α -Niveau von $p<,001$ signifikant ist.

11.1.10 Übereinstimmung:**Elternurteil (T2) – Schreibhand (T2)**

In Tabelle 22 ist die Kreuztabelle zwischen der Händigkeit laut Elternurteil und der festgestellten Schreibhand, bezogen auf den zweiten Testzeitpunkt, dargestellt.

Tabelle 22: Kreuztabelle: Elternurteil (T2) und Schreibhand (T2)

		Elternurteil (T2)				
		LH	RH	BH	k.A.	Summe
Schreibhand (T2)	LH	12	1	0	1	14
	RH	2	23	3	0	28
	BH	0	0	1	1	2
	Summe	14	24	4	2	44

Die Berechnung mittels Chi-Quadrat-Test stützt sich auf den reduzierten Datensatz von 42 Personen. Zwei Personen wurden von der Analyse ausgeschlossen, da zum Testzeitpunkt 2 kein Elternurteil zur Händigkeit abgegeben wurde.

Anhand der Kreuztabelle und einem Chi-Quadrat-Test zeigt sich zum Zeitpunkt der zweiten Testung ein signifikanter Zusammenhang zwischen dem Elternurteil bezüglich der Händigkeit und der Schreibhand ($\chi^2=38,731$, $df=4$, $p<,001$).

Cohens Kappa für die Übereinstimmung zwischen der Händigkeit laut Elternurteil und der festgestellten Schreibhand, bezogen auf den zweiten Testzeitpunkt, beträgt $K=,722$ ($p<,001$).

11.1.11 Übereinstimmung:

QHP-Task (T2) – PTK-LDT (T2)

In Tabelle 23 ist die Kreuztabelle zwischen der Händigkeit laut QHP-Task und PTK-LDT, bezogen auf den zweiten Testzeitpunkt, dargestellt:

Tabelle 23: Kreuztabelle: QHP-Task (T2) und PTK-LDT (T2)

QHP-Task (T2)	PTK-LTD (T2)			
	LH	RH	Summe	
	LH	10	11	21
	RH	5	18	23
	Summe	15	29	44

Die Berechnung mittels Chi-Quadrat-Test stützt sich auf den vollständigen Datensatz von 44 Personen.

Anhand der Kreuztabelle und einem Chi-Quadrat-Test zeigt sich beim zweiten Testzeitpunkt kein signifikanter Zusammenhang zwischen der Händigkeit laut QHP-Task und PTK-LDT ($\chi^2=3,272$, $df=1$, $p=,07$).

Die Auswertung des Ausmaßes der Übereinstimmung erfolgt mittels Korrelation nach Pearson. Es ergibt sich ein Zusammenhang von $r=,273$, der mit einem α -Niveau von $p=,073$ nicht signifikant ist.

11.1.12 Übereinstimmung:

QHP-Task (T2) – Schreibhand (T2)

In Tabelle 24 ist die Kreuztabelle zwischen der Händigkeit laut QHP-Task und der Schreibhand, bezogen auf den zweiten Testzeitpunkt, dargestellt:

Tabelle 24: Kreuztabelle: QHP-Task (T2) und Schreibhand (T2)

		QHP-Task (T2)		
		LH	RH	Summe
Schreibhand (T2)	LH	9	5	14
	RH	11	17	28
	BH	1	1	2
	Summe	21	23	44

Die Berechnung mittels Chi-Quadrat-Test stützt sich auf den reduzierten Datensatz von 42 Personen. Zwei Personen wurden von der Analyse ausgeschlossen, da keine eindeutige Schreibhand festgestellt werden konnte.

Anhand der Kreuztabelle und einem Chi-Quadrat-Test zeigt sich, bezogen auf den zweiten Testzeitpunkt, kein signifikanter Zusammenhang zwischen der Händigkeit laut QHP-Task und der Schreibhand ($\chi^2=2,339$, $df=1$, $p=,126$).

Die Auswertung des Ausmaßes der Übereinstimmung erfolgt mittels Korrelation nach Pearson. Es ergibt sich ein Zusammenhang von $r=,284$, der mit einem α -Niveau von $p=,068$ nicht signifikant ist.

11.1.13 Übereinstimmung:

PTK-LDT (T2) – Schreibhand (T2)

In Tabelle 25 ist die Kreuztabelle zwischen der Händigkeit laut PTK-LDT und der Schreibhand, bezogen auf den zweiten Testzeitpunkt, dargestellt:

Tabelle 25: Kreuztabelle: PTK-LDT (T2) und Schreibhand (T2)

		PTK-LDT (T2)		
		LH	RH	Summe
Schreibhand (T2)	LH	13	1	14
	RH	2	26	28
	BH	0	2	2
	Summe	15	29	44

Die Berechnung mittels Chi-Quadrat-Test stützt sich auf den reduzierten Datensatz von 42 Personen. Zwei Personen wurden von der Analyse ausgeschlossen, da keine eindeutige Schreibhand festgestellt werden konnte.

Anhand der Kreuztabelle und einem Chi-Quadrat-Test zeigt sich, zum zweiten Testzeitpunkt, ein signifikanter Zusammenhang zwischen der Händigkeit laut PTK-LDT und der Schreibhand ($\chi^2=29,867$, $df=1$, $p<,001$).

Die Auswertung des Ausmaßes der Übereinstimmung erfolgt mittels Korrelation nach Pearson. Es ergibt sich ein Zusammenhang von $r=,843$, der auf einem α -Niveau von $p<,001$ signifikant ist.

11.2 Zum Verlauf der Händigkeitentwicklung

In den folgenden Analysen geht es darum, etwaige Veränderungen bezüglich der Testkennwerte der verschiedenen Verfahren zur Händigkeit (HAPT 4-6, PTK-LDT, QHP-Task) von Testzeitpunkt 1 (2010) zu Testzeitpunkt 2 (2011) festzustellen.

Für die nachstehenden Berechnungen werden folgende Testkennwerte verwendet:

Testzeitpunkt 1:

- HAPT 4-6: *Händigkeitskonsistenz*
- HAPT 4-6: *Lateralitätsquotient*
- QHP-Task:
Absolute Häufigkeit des Überkreuzens der Mittellinie mit der rechten Hand
Absolute Häufigkeit des Überkreuzens der Mittellinie mit der linken Hand

Testzeitpunkt 2:

- HAPT 4-6: *Händigkeitskonsistenz*
- HAPT 4-6: *Lateralitätsquotient*
- QHP-Task:
Absolute Häufigkeit des Überkreuzens der Mittellinie mit der rechten Hand
Absolute Häufigkeit des Überkreuzens der Mittellinie mit der linken Hand
- PTK-LDT: *Dominanzindex*
- *Schreibhand*

Für die Analysen wird ein Signifikanzniveau (Alpha) von 0,05 verwendet. Für die Überprüfung auf Normalverteilung der für die Fragestellungen relevanten Variablen sei auf *Anhang A* verwiesen.

11.2.1 Fragestellung 1

Zeigt sich vom ersten zum zweiten Testzeitpunkt eine Veränderung im Ausmaß der Lateralisierung (laut Betrag des *Lateralitätsquotienten* des HAPT 4-6)?

Die Berechnung für die gesamte Stichprobe stützt sich auf den vollständigen Datensatz von 44 Kindern. Die Berechnung für die beiden Gruppen der RechtshänderInnen und LinkshänderInnen (laut Schreibhand) basiert auf dem reduzierten Datensatz von 42 Personen, da zwei Kinder, von denen keine eindeutige Schreibhand ermittelt werden konnte, von der Berechnung ausgeschlossen werden. Für die Berechnung wird jeweils der *absolute Betrag des Lateralitätsquotienten* verwendet, da sowohl im positiven als auch im negativen Bereich des LQ ein betragsmäßig höherer Wert einer stärkeren Lateralisierung entspricht. Die Auswertung der Unterschiede im *Lateralitätsquotienten* zwischen erstem und zweitem Testzeitpunkt erfolgt für die Gesamtstichprobe und die beiden Händigkeitsguppen mittels T-Test für abhängige Stichproben.

Als unabhängige Variable dient der Testzeitpunkt. Als abhängige Variable wird der absolute Betrag des *Lateralitätsquotienten* des HAPT 4-6 herangezogen.

Tabelle 26 zeigt den Mittelwert, die Standardabweichung, den T-Wert und die Signifikanz der berechneten Werte für die Gesamtstichprobe und für die beiden Gruppen der Rechts- und LinkshänderInnen laut Schreibhand und zwar jeweils zu beiden Testzeitpunkten.

Tabelle 26: Mittelwertsvergleich: Absoluter Betrag des Lateralitätsquotienten zu Testzeitpunkt 1

	LQ laut HAPT 4-6	N	Mittelwert	SD	T	Sig.
RechtshänderInnen laut Schreibhand	Testzeitpunkt 1	28	76,12	20,82	1,736	,195
	Testzeitpunkt 2	28	65,11	28,85		
LinkshänderInnen laut Schreibhand	Testzeitpunkt 1	14	47,86	29,31	-1,365	,094
	Testzeitpunkt 2	14	56,46	30,68		
Gesamte Stichprobe	Testzeitpunkt 1	44	65,03	27,80	0,928	,359
	Testzeitpunkt 2	44	60,70	29,72		

Tabelle 27 zeigt die Mediane und Quartile des Betrages des Lateralitätsquotienten für die Gesamtstichprobe und für die beiden Gruppen der Rechts- und LinkshänderInnen laut Schreibhand und zwar ebenfalls jeweils zu beiden Testzeitpunkten.

Tabelle 27: Mediane und Quartile des Betrages des Lateralitätsquotienten zu beiden Testzeitpunkten

	LQ laut HAPT 4-6	N	Median	Quartil 25%	Quartil 75%
RechtshänderInnen laut Schreibhand	Testzeitpunkt 1	28	82,98	67,86	89,29
	Testzeitpunkt 2	28	71,43	52,38	85,71
LinkshänderInnen laut Schreibhand	Testzeitpunkt 1	14	49,30	26,19	72,62
	Testzeitpunkt 2	14	71,43	19,05	80,95
Gesamte Stichprobe	Testzeitpunkt 1	44	73,81	43,99	85,71
	Testzeitpunkt 2	44	71,43	45,24	85,53

Um die Mediane und Quartile aus Tabelle 22 zu veranschaulichen, sind diese in den Abbildungen 59, 60 und 61 grafisch dargestellt.

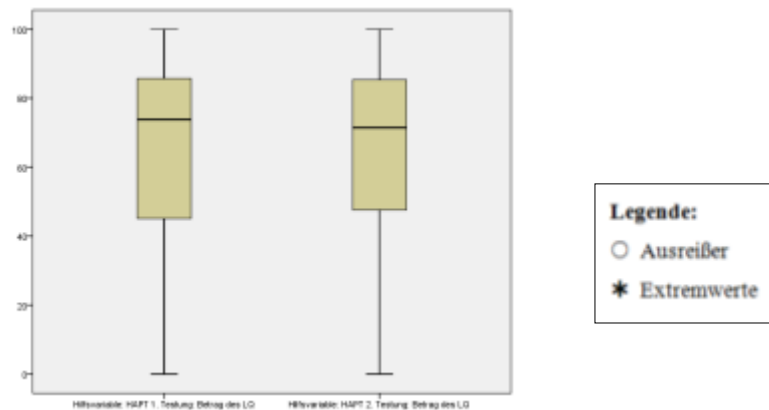


Abbildung 63: Boxplots für den Betrag des Lateralitätsquotienten der Gesamtstichprobe zum ersten und zum zweiten Testzeitpunkt

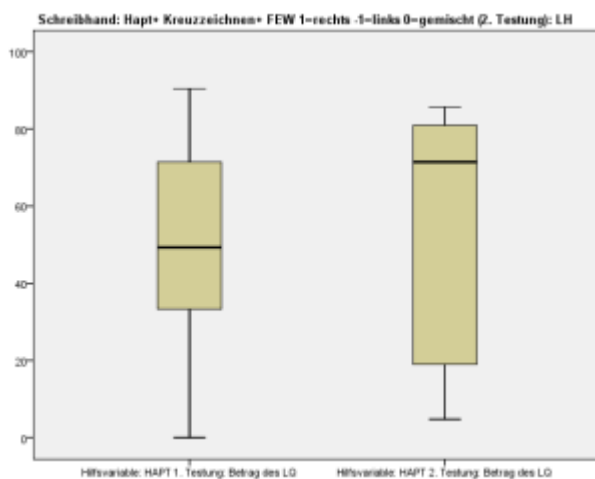


Abbildung 64: Boxplots für den Betrag des Lateralitätsquotienten der LinkshänderInnen (laut Schreibhand) zum ersten und zum zweiten Testzeitpunkt

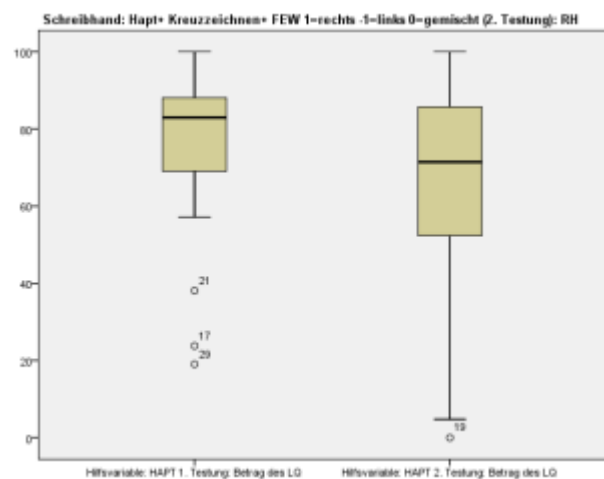


Abbildung 65: Boxplots für den Betrag des Lateralitätsquotienten der RechtshänderInnen (laut Schreibhand) zum ersten und zum zweiten Testzeitpunkt

Für die Gesamtgruppe (Abbildung 63) ist ersichtlich, dass die Mediane und Quartile zu beiden Testzeitpunkten annähernd gleich sind. Zu der Gruppe der RechtshänderInnen ist anzumerken, dass die Verteilung zum zweiten Testzeitpunkt breiter gestreut ist als zum ersten, bei dem sich lediglich drei Ausreißer zeigen. In der Gruppe der LinkshänderInnen ist das zweite Quartil sehr breit. Außerdem ist in Abbildung 64 sehr deutlich zu sehen, dass der Median zum Zeitpunkt der zweiten Testung höher ist, als bei der ersten Testung. Im Gegensatz dazu ist bei den RechtshänderInnen zum Zeitpunkt der zweiten Testung der Median etwas niedriger (siehe Abbildung 65) als bei der ersten Testung.

Zusammenfassend konnten weder in der Gesamtstichprobe, noch in den Gruppen der Rechts- und LinkshänderInnen signifikante Unterschiede im Ausmaß der Lateralisierung zwischen den beiden Testzeitpunkten festgestellt werden (siehe Tabelle 26).

11.2.2 Fragestellung 2

Bewegt sich die Lateralisierung (laut *Lateralitätsquotienten* des HAPT 4-6, gemessen zum ersten und zweiten Testzeitpunkt) in Richtung der festgestellten Schreibhand?

Die Berechnung stützt sich auf den reduzierten Datensatz von 42 Kindern. Zwei Kinder wurden von der Analyse ausgeschlossen, da ihnen nicht eindeutig eine Schreibhand zugeordnet werden konnte. Für die Berechnung wird vom LQ zum Testzeitpunkt 2 der LQ zum Testzeitpunkt 1 subtrahiert. Diese Differenz der *Lateralitätsquotienten* wird nun mit der Schreibhand multipliziert (für LinkshänderInnen wird mit -1 multipliziert und für RechtshänderInnen mit 1). Dadurch können nun Werte zwischen -200 und +200 erreicht werden.

Nun gibt das Vorzeichen Information darüber, ob eine Veränderung des LQ in Richtung der festgestellten Schreibhand stattgefunden hat. Ein positives Vorzeichen steht für eine Entwicklung in Richtung der Schreibhand, ein negatives für eine entgegengesetzte Entwicklung. Der Betrag gibt Information über das Ausmaß der Veränderung.

Tabelle 28 zeigt den Mittelwert und die Standardabweichung des so berechneten Wertes für die Gesamtstichprobe und für die beiden Gruppen der Rechts- und LinkshänderInnen laut Schreibhand. Sie zeigt, dass RechtshänderInnen (vom ersten zum zweiten Testzeitpunkt) tendenziell eine Veränderung in der Lateralisierung entgegen der Schreibhand aufweisen.

LinkshänderInnen hingegen, lateralisieren sich (vom ersten zum zweiten Testzeitpunkt) in Richtung ihrer Schreibhand.

*Tabelle 28: Mittelwertsvergleich: Differenz des LQ * Schreibhand*

	N	Mittelwert	SD
RechtshänderInnen laut Schreibhand	28	-13,12	36,84
LinkshänderInnen laut Schreibhand	14	28,13	41,79
Gesamte Stichprobe	42	0,60	41,83

Der Unterschied im Veränderungsgrad der Lateralisierung zwischen den Rechts- und LinkshänderInnen wurde mittels einfaktorieller Varianzanalyse ausgewertet. Diese ergab einen signifikanten Unterschied zwischen den beiden Gruppen ($F(1,40)=10,702$, $p=,002$).

11.2.3 Fragestellung 3

Sind zwischen dem ersten und zweiten Testzeitpunkt Unterschiede in der *Händigkeitsskonsistenz* (laut HAPT 4-6) festzustellen?

Die Berechnung für die gesamte Stichprobe stützt sich auf den vollständigen Datensatz von 44 Kindern. Die Berechnung für die Gruppen der Rechts- und LinkshänderInnen (laut Schreibhand) basiert auf dem reduzierten Datensatz von 42 Testpersonen, da zwei Kinder von der Analyse ausgeschlossen wurden, denen keine Schreibhand zugeordnet werden konnte. Die Auswertung der Unterschiede in der *Händigkeitsskonsistenz* zwischen erstem und zweitem Testzeitpunkt wird für die gesamte Stichprobe und für die beiden Gruppen, Rechts- und LinkshänderInnen (laut Schreibhand), mittels Wilcoxon-Vorzeichen-Rang-Test für verbundene Stichproben durchgeführt.

Als unabhängige Variable dient der Testzeitpunkt. Als abhängige Variable wird die *Händigkeitsskonsistenz* laut HAPT 4-6 herangezogen.

Tabelle 29: Mittelwertsvergleich: Händigkeitskonsistenz zu Testzeitpunkt 1 und Testzeitpunkt 2

	HK laut HAPT 4-6	N	Mittelwert	SD	Sig.
RechtshänderInnen laut Schreibhand	Testzeitpunkt 1	28	11,32	2,00	,050
	Testzeitpunkt 2	28	10,46	1,95	
LinkshänderInnen laut Schreibhand	Testzeitpunkt 1	14	9,64	1,39	,500
	Testzeitpunkt 2	14	10,00	2,29	
Gesamte Stichprobe	Testzeitpunkt 1	44	10,59	2,09	,148
	Testzeitpunkt 2	44	10,11	2,20	

Die Analyse ergab für die Gesamtstichprobe und die Gruppe der LinkshänderInnen keinen signifikanten Unterschied in der Händigkeitskonsistenz zwischen erstem und zweitem Testzeitpunkt. Die RechtshänderInnen zeigen einen signifikanten Mittelwertsunterschied in der Händigkeitskonsistenz zwischen den beiden Testzeitpunkten. Anhand der Mittelwerte in Tabelle 29 zeigt sich, dass die Konsistenz im Handgebrauch zum Zeitpunkt der ersten Testung höher war, als zum Zeitpunkt der zweiten Testung.

11.2.4 Fragestellung 4

Hat die Häufigkeit des Überkreuzens der Mittellinie (*Absolute Häufigkeit des Überkreuzens der Mittellinie* laut QHP-Task) vom ersten zum zweiten Testzeitpunkt zugenommen?

Die Berechnung für die gesamte Stichprobe stützt sich auf den gesamten Datensatz von 44 Kindern. Eine Einteilung in Rechts- und LinkshänderInnen erfolgte anhand der ermittelten Schreibhand. Die Analysen für die beiden Händigkeitsgruppen stützen sich auf einen reduzierten Datensatz von 42 Kindern, da zwei Kindern nicht eindeutig eine Schreibhand zugewiesen werden konnte. Die Frage nach einem möglichen Mittelwertunterschied wird mittels Wilcoxon-Vorzeichen-Rang-Test für verbundene Stichproben überprüft.

Als unabhängige Variable dient der Testzeitpunkt. Als abhängige Variable wird die absolute Häufigkeit des Überkreuzens der Mittellinie herangezogen.

Tabelle 30: Mittelwertsvergleich: Absolute Häufigkeit des Überkreuzens mit der rechten und der linken Hand zum ersten und zweiten Testzeitpunkt

	Testzeitpunkt	N	Mittelwert	SD	Sig.
LinkshänderInnen (laut Schreibhand); Überkreuzen mit der rechten Hand	Testzeitpunkt 1	14	3,86	3,53	,090
	Testzeitpunkt 2	14	2,79	2,99	
LinkshänderInnen (laut Schreibhand); Überkreuzen mit der linken Hand	Testzeitpunkt 1	14	3,57	2,79	,580
	Testzeitpunkt 2	14	3,29	3,12	
RechtshänderInnen (laut Schreibhand); Überkreuzen mit der rechten Hand	Testzeitpunkt 1	28	4,71	3,32	,442
	Testzeitpunkt 2	28	4,32	3,27	
RechtshänderInnen (laut Schreibhand); Überkreuzen mit der linken Hand	Testzeitpunkt 1	28	2,57	2,55	,096
	Testzeitpunkt 2	28	1,89	2,25	
Gesamtstichprobe; Überkreuzen mit der rechten Hand	Testzeitpunkt 1	44	4,57	3,36	,055
	Testzeitpunkt 2	44	3,80	3,15	
Gesamtstichprobe; Überkreuzen mit der linken Hand	Testzeitpunkt 1	44	2,84	2,60	,158
	Testzeitpunkt 2	44	2,39	2,64	

Die Ergebnisse der Analyse sind in Tabelle 30 veranschaulicht und zeigen, dass es zwischen den beiden Testzeitpunkten keine signifikanten Unterschiede, in der absoluten Häufigkeit mit der die Mittellinie überkreuzt wird, gibt.

11.3 Visuomotorik und Händigkeit

In diesem Unterpunkt wird analysiert, ob es Unterschiede in den Leistungen des FEW-2 gibt, die durch die Händigkeit der Kinder begründet werden. Besonders interessieren Unterschiede zwischen den folgenden Gruppen:

- RechtshänderInnen und LinkshänderInnen laut Elternurteil
- RechtshänderInnen und LinkshänderInnen laut Handpräferenzgruppe im HAPT 4-6
- RechtshänderInnen und LinkshänderInnen laut Schreibhand

Außerdem wird noch analysiert, ob Kinder mit stärkerer Lateralisierung laut *Lateralitätsquotient* im HAPT 4-6 bessere Leistungen im FEW-2 erbringen.

Für die nachstehenden Berechnungen werden jeweils die Prozentränge der Subtests und des Quotienten des FEW-2 verwendet. Durch die altersgruppenspezifischen Normtabellen des Verfahrens ist so eine gewisse Berücksichtigung der verschiedenen Altersgruppen der Kinder möglich.

Für die Analysen wird ein Signifikanzniveau (Alpha) von 0,05 verwendet. Für die Überprüfung auf Normalverteilung der für die Fragestellungen relevanten Variablen sei auf *Anhang A* verwiesen.

11.3.1 Fragestellung 5

Zeigen sich Unterschiede zwischen Rechts- und LinkshänderInnen (laut Elternurteil) in den visuomotorischen Fertigkeiten (Prozentränge der vier Subtests des FEW-2 und des *Quotienten der visuomotorischen Integration*)?

Die Berechnung stützt sich auf einen reduzierten Datensatz von 38 Kindern, da sechs Kinder von der Berechnung ausgeschlossen wurden, die von den Eltern als beidhändig klassifiziert wurden beziehungsweise bei denen die Eltern keine Angabe zur Händigkeit machten. In der Berechnung zur *Visuomotorischen Geschwindigkeit* wird die Stichprobe nochmals um drei Kinder vermindert, die jünger als fünf Jahre sind, da dieser Subtest erst ab diesem Alter vorgegeben wird. Die Auswertung der Unterschiede zwischen den Händigkeitsgruppen in den Subtests *Auge-Hand-Koordination* und *Räumliche Beziehungen* wurde mittels T-Test für unabhängige Stichproben durchgeführt. Ein möglicher Unterschied zwischen den Händigkeitsgruppen im *Abzeichnen*, in der *Visuomotorischen Geschwindigkeit* und bezogen auf den *Quotienten der visuomotorischen Integration* wurde mittels Mann-Whitney-U-Test für unabhängige Stichproben überprüft.

Als unabhängige Variable wird die Händigkeit laut Elternurteil herangezogen. Als abhängige Variablen werden die Subtestleistungen des FEW-2 (in Prozenträngen) und der *Quotient der visuomotorischen Integration* (ebenfalls als Prozentrang) verwendet.

Tabelle 31: Mittelwertsvergleich FEW-2: Händigkeit laut Elternurteil

	Händigkeit laut Elternurteil (T2)	N	Mittelwert	SD	T	Sig.
Subtest <i>Auge-Hand-Koordination</i>	RechtshänderInnen	24	45,29	22,88	-1,162	,253
	LinkshänderInnen	14	54,64	25,68		
Subtest <i>Räumliche Beziehungen</i>	RechtshänderInnen	24	61,46	30,53	-1,008	,321
	LinkshänderInnen	14	69,71	19,91		
	Händigkeit laut Elternurteil (T2)	N	Mittelwert	SD		Sig.
Subtest <i>Abzeichnen</i>	RechtshänderInnen	24	63,04	28,81		,361
	LinkshänderInnen	14	54,43	26,60		
Subtest <i>Visuomotorische Geschwindigkeit</i>	RechtshänderInnen	24	77,96	22,37		,608
	LinkshänderInnen	12	80,92	19,52		
Quotient <i>Visuomotorische Integration</i>	RechtshänderInnen	24	74,71	21,88		,893
	LinkshänderInnen	14	73,93	20,35		

In Tabelle 31 ist zu sehen, dass sich weder in einem der vier Subtests des FEW-2 noch im *Quotienten der visuomotorischen Integration* ein signifikanter Unterschied in den visuomotorischen Leistungen zwischen Links- und RechtshänderInnen (laut Elternurteil) zeigt.

11.3.2 Fragestellung 6

Zeigen sich Unterschiede zwischen Rechts- und LinkshänderInnen (laut *Handpräferenzgruppe* des HAPT 4-6) in den visuomotorischen Fertigkeiten (Prozentränge der vier Subtests des FEW-2 und des *Quotienten der visuomotorischen Integration*)?

Die Berechnung stützt sich auf den vollständigen Datensatz von 44 Kindern. In der Berechnung zur *visuomotorischen Geschwindigkeit* wird die Stichprobe um drei Kinder reduziert, die jünger als fünf Jahre sind, da dieser Subtest erst ab diesem Alter vorgegeben wird. Die Auswertung der Unterschiede zwischen den Händigkeitsguppen wurde für alle Subtests, sowie für den *Quotienten der visuomotorischen Integration* mittels Mann-Whitney-U-Test für unabhängige Stichproben berechnet.

Als unabhängige Variable wird die Händigkeit laut *Handpräferenzgruppe* des HAPT 4-6 herangezogen. Als abhängige Variable werden die Subtestleistungen des FEW-2 (in Prozenträngen) und der *Quotient der visuomotorischen Integration* (ebenfalls als Prozentrang) verwendet.

Tabelle 32: Mittelwertsvergleich FEW-2: Händigkeit laut Handpräferenzgruppe (HAPT 4-6)

	Händigkeit laut HAPT 4-6 (T2)	N	Mittelwert	SD	Sig.
Subtest <i>Auge-Hand-Koordination</i>	RechtshänderInnen	29	45,48	25,10	,342
	LinkshänderInnen	15	53,53	25,56	
Subtest <i>Abzeichnen</i>	RechtshänderInnen	29	60,10	29,28	,812
	LinkshänderInnen	15	57,07	28,94	
Subtest <i>Räumliche Beziehungen</i>	RechtshänderInnen	29	64,14	27,62	,842
	LinkshänderInnen	15	66,87	25,43	
Subtest <i>Visuomotorische Geschwindigkeit</i>	RechtshänderInnen	28	80,54	19,41	,515
	LinkshänderInnen	13	74,69	22,99	
Quotient <i>Visuomotorische Integration</i>	RechtshänderInnen	29	75,59	19,90	,646
	LinkshänderInnen	13	70,47	26,65	

In Tabelle 32 ist zu sehen, dass sich weder in einem der vier Subtests des FEW-2 noch im *Quotienten der visuomotorischen Integration* Integrationen ein signifikanter Unterschied in den visuomotorischen Leistungen zwischen Rechts- und LinkshänderInnen (laut HAPT 4-6) zeigt.

11.3.3 Fragestellung 7

Zeigen sich Unterschiede zwischen Rechts- und LinkshänderInnen (laut Schreibhand) in der visuellen Wahrnehmung (Prozentränge der vier Subtests des FEW-2 und des *Quotienten der visuomotorischen Integration*)?

Die Berechnung stützt sich auf einen reduzierten Datensatz von 42 Kindern, da zwei Kinder von der Berechnung ausgeschlossen wurden, denen keine eindeutige Schreibhand zugewiesen werden konnte. In der Berechnung zur *Visuomotorischen Geschwindigkeit* wurde die Stichprobe zusätzlich um die Kinder vermindert, die jünger als fünf Jahre sind, da erst ab diesem Alter dieser Subtest vorgegeben wird. Die Auswertung der Unterschiede zwischen den Händigkeitsgruppen in den Subtests *Auge-Hand-Koordination* und *Räumliche Beziehungen* wurde mittels T-Test für unabhängige Stichproben durchgeführt. Ein möglicher Unterschied zwischen den Händigkeitsgruppen im *Abzeichnen*, in der *Visuomotorischen Geschwindigkeit* und im *Quotienten der visuomotorischen Integration* wurde mittels Mann-Whitney-U-Test für unabhängige Stichproben überprüft.

Als unabhängige Variable wird die Händigkeit laut Schreibhand herangezogen. Als abhängige Variable werden die Subtestleistungen des FEW-2 (in Prozenträngen) und der *Quotient der visuomotorischen Integration* (ebenfalls als Prozentrang) verwendet.

In Tabelle 33 ist zu sehen, dass sich weder in einem der vier Subtests des FEW-2, noch im *Quotienten der visuomotorischen Integration* ein signifikanter Unterschied in den visuomotorischen Leistungen zwischen Rechts- und LinkshänderInnen (laut Schreibhand) zeigt.

Tabelle 33: Mittelwertsvergleich FEW-2: Händigkeit laut Schreibhand

	Händigkeit laut Schreibhand (T2)	N	Mittelwert	SD	T	Sig.
Subtest <i>Auge-Hand-Koordination</i>	RechtshänderInnen	28	47,14	25,37	-0,359	,722
	LinkshänderInnen	14	50,14	25,88		
Subtest <i>Abzeichnen</i>	RechtshänderInnen	28	60,36	28,20	0,896	,376
	LinkshänderInnen	14	51,93	29,81		
Subtest <i>Räumliche Beziehungen</i>	RechtshänderInnen	28	63,07	27,26	-0,354	,725
	LinkshänderInnen	14	66,21	26,75		
	Händigkeit laut Schreibhand (T2)	N	Mittelwert	SD		Sig.
Subtest <i>Visuomotorische Geschwindigkeit</i>	RechtshänderInnen	27	80,37	19,59		,663
	LinkshänderInnen	12	74,75	24,38		
Quotient <i>Visuomotorische Integration</i>	RechtshänderInnen	28	74,04	19,87		,979
	LinkshänderInnen	14	70,86	27,53		

11.3.4 Fragestellung 8

Geht eine höhere Lateralisierung (laut Betrag des *Lateralitätsquotienten* im HAPT 4-6), unabhängig von der Händigkeit, mit besseren visuomotorischen Leistungen (Prozentrang des *Quotienten der visuomotorischen Integration* laut FEW-2) einher?

Die Berechnung stützt sich auf den gesamten Datensatz von 44 Kindern. Die Analyse des möglichen Zusammenhanges zwischen der Lateralisierung, laut *Lateralitätsquotienten* des HAPT 4-6, und dem Prozentrang des *Quotienten der visuomotorischen Integration* des FEW-2 wird mittels Korrelation nach Spearman überprüft (einseitige Testung).

Der nicht signifikante Zusammenhang beträgt $r=,021$. Als grafische Darstellung wird auf das Streudiagramm im Anhang (*Anhang B Streudiagramme*) hingewiesen.

11.4 Weitere Fragestellungen

In diesem Punkt werden Fragestellungen zur Händigkeit analysiert, die sich aus der Literatur ergeben und keinem der beiden Hauptuntersuchungsziele zuzuordnen sind. Alle zusätzlichen Fragestellungen beziehen sich auf die Daten, die zum zweiten Testzeitpunkt erhoben wurden.

11.4.1 Fragestellung 9

Gibt es einen Unterschied im Ausmaß der Lateralisierung (laut Betrag des *Lateralitätsquotienten* des HAPT 4-6) zwischen Rechts- und LinkshänderInnen (laut Schreibhand)?

Die Berechnung stützt sich auf einen reduzierten Datensatz von 42 Kindern, da zwei Kinder von der Berechnung ausgeschlossen wurden, denen keine eindeutige Schreibhand zugewiesen werden konnte. Die Auswertung der genannten Fragestellung erfolgt mittels Mann-Whitney-U-Test für unabhängige Stichproben.

Als abhängige Variable wird der Betrag des *Lateralitätsquotienten* (laut HAPT 4-6) und als unabhängige Variable die Händigkeit laut Schreibhand herangezogen.

Tabelle 34: Mittelwertsvergleich: Lateralisierung bei Rechts- und LinkshänderInnen (laut Schreibhand)

	N	Mittelwert des LQ	SD	Sig.
RechtshänderInnen laut Schreibhand	28	65,11	28,85	,342
LinkshänderInnen laut Schreibhand	14	56,46	30,68	

Die Ergebnisse der Analyse sind in Tabelle 34 veranschaulicht und zeigen, dass es zwischen Rechts- und LinkshänderInnen (laut Schreibhand) keine signifikanten Unterschiede im Ausmaß der Lateralisierung gibt.

11.4.2 Fragestellung 10

Gibt es einen Zusammenhang zwischen dem Ausmaß des Überkreuzens der Mittellinie (*Absolute Häufigkeit des Überkreuzens der Mittellinie* laut QHP-Task) und dem Grad der Lateralisierung (laut *Lateralitätsquotienten* des HAPT 4-6)?

Die Berechnung für die gesamte Stichprobe stützt sich auf den vollständigen Datensatz von 44 Kindern. Die Auswertung eines möglichen Zusammenhangs erfolgt mittels Korrelation nach Spearman.

Es ergibt sich ein Zusammenhang von $r=,617$, der auf einem α -Niveau von 0,01 signifikant ist und in Anhang B als Streudiagramm dargestellt ist.

Je eindeutiger ein Kind lateralisiert ist, desto öfter überkreuzt es die Mittellinie.

11.4.3 Fragestellung 11

Gibt es einen Zusammenhang zwischen den feinmotorischen Leistungen, gemessen an beiden Händen (laut *Dominanzindex* des PTK-LDT), und der Lateralisierung (laut *Lateralitätsquotienten* des HAPT 4-6)?

Die Berechnung für die gesamte Stichprobe stützt sich auf den vollständigen Datensatz von 44 Kindern. Die Auswertung eines möglichen Zusammenhangs erfolgt mittels Korrelation nach Spearman.

Es ergibt sich ein Zusammenhang von $r=,738$, der auf einem α -Niveau von 0,01 signifikant ist. In Anhang B ist dieser Zusammenhang als Streudiagramm dargestellt.

Je eindeutiger ein Kind seine Handpräferenz ausprägt, umso besser sind auch die feinmotorischen Leistungen

11.4.4 Fragestellung 12

Gibt es Unterschiede in der Häufigkeit des Überkreuzens der Mittellinie (*Absolute Häufigkeit des Überkreuzens der Mittellinie* laut QHP-Task) zwischen der rechten und der linken Hand?

Die Analyse der Gesamtstichprobe bezieht sich auf den gesamten Datensatz von 44 Personen. Die Berechnungen für die beiden Gruppen der Rechts- und LinkshänderInnen stützen sich jeweils auf den reduzierten Datensatz von 42 Kindern, da zwei Kindern keine eindeutige Schreibhand zugewiesen werden konnte. Die Frage nach einem möglichen Unterschied in der

absoluten Häufigkeit des Überkreuzens der Mittellinie zwischen der rechten und der linken Hand wird in der Gesamtstichprobe und in den beiden Händigkeitsguppen (laut Schreibhand) mittels Wilcoxon-Vorzeichen-Rang-Test für verbundene Stichproben beantwortet.

Als unabhängige Variable dient die jeweilige Hand.

Als abhängige Variable wird die *absolute Häufigkeit des Überkreuzens der Mittellinie* im QHP-Task herangezogen.

Tabelle 35: Mittelwertsvergleich: Absolute Häufigkeit des Überkreuzens der Mittellinie mit der rechten und linken Hand

	Überkreuzen der Mittellinie	N	Mittelwert	SD	Sig.
Gesamte Stichprobe	mit der rechten Hand	44	3,80	3,15	,090
	mit der linken Hand	44	2,39	2,64	
RechtshänderInnen laut Schreibhand	mit der rechten Hand	42	4,32	3,27	,015
	mit der linken Hand	42	1,89	2,25	
LinkshänderInnen laut Schreibhand	mit der rechten Hand	42	2,79	2,99	,574
	mit der linken Hand	42	3,29	3,12	

Die Ergebnisse der Analyse sind in Tabelle 35 zu finden und besagen, dass RechtshänderInnen die Mittellinie öfter mit der rechten als mit der linken Hand überkreuzen. In der Gesamtstichprobe und in der Gruppe der LinkshänderInnen konnten keine signifikanten Unterschiede in der Häufigkeit des Überkreuzens der Mittellinie zwischen der rechten und linken Hand festgestellt werden.

12 Diskussion

Im Rahmen von Vorgängerstudien (Feichtinger, 2012; Hell, 2012) wurde 2010 die Händigkeit von 66 Kindern mittels *Handpräferenztest für 4-6-jährige Kinder* (HAPT 4-6, Bruckner, Deimann & Kastner-Koller, 2011), *Peg Moving Task* (PEGS, Annett, 1970, 1985, 2002) und dem *Quantification of Hand Preference Task* (QHP-Task, Bishop, Ross, Daniel & Bright, 1996) festgestellt. Für die Studie der vorliegenden Arbeit wurden 44 dieser Kinder (ein Jahr nach dem ersten Testzeitpunkt) abermals getestet. Die verwendeten Verfahren waren hierbei der HAPT 4-6, der QHP-Task, der *Punktiertest und Leistungs-Dominanztest für Kinder* (PTK-LDT, Schilling, 2009) und, zur Erfassung von Daten zur Visuomotorikentwicklung der Kinder, *Frostigs Entwicklungstest der visuellen Wahrnehmung-2* (FEW-2, Büttner, Dacheneder, Schneider & Weyer, 2008). Die Kinder waren zwischen 4;9 und 7;2 Jahre alt. Der relative Anteil der LinkshänderInnen liegt bei dieser Studie, je nach verwendetem Verfahren zur Feststellung der Händigkeit, zwischen 31,8 und 47,7 Prozent. Im Vergleich zur Gesamtpopulation (wo er etwa bei 10 Prozent liegt, siehe zum Beispiel Myers, 2008, S. 95) ist der LinkshänderInnenanteil erhöht. Dies liegt allerdings daran, dass bei der Auswahl der Stichprobe im Jahr 2010 gezielt Kinder aufgenommen wurden, die von den Eltern als links- oder beidhändig klassifiziert wurden.

Im Folgenden wird bezüglich der Retest-Reliabilität des HAPT 4-6, die Übereinstimmung der Einteilung in *Handpräferenzgruppen*, des *Lateralitätsquotienten* und der *Händigkeitskonsistenz* zwischen erstem und zweitem Testzeitpunkt besprochen. Weiters wird das *Elternurteil* über die Händigkeit der Kinder genauer diskutiert. Auch die *Übereinstimmungen* des HAPT 4-6 mit den anderen vorgegebenen Erhebungsinstrumenten und Testverfahren (QHP-Task, PTK-LDT, Elternurteil, Schreibhand) in der Einteilung der Kinder in Händigkeitsgruppen (Links- und RechtshänderInnen) werden analysiert. Abschließend wird genauer auf das *Überkreuzen der Mittellinie* eingegangen und der *Zusammenhang zwischen visuomotorischen Fertigkeiten und Händigkeit* erläutert.

Bezüglich des HAPT 4-6 zeigte sich vom ersten zum zweiten Testzeitpunkt eine mittlere Übereinstimmung in der Einteilung der Kinder in *Handpräferenzgruppen*. Die kleine Stichprobe von 44 Kindern erlaubt eine genauere Analyse: Sieben Kinder wurden zu den beiden Testzeitpunkten jeweils unterschiedlichen *Handpräferenzgruppen* zugeordnet. Es zeigte sich, dass sich bei vier von den sieben Kindern die festgestellte *Handpräferenzgruppe*

zum zweiten Testzeitpunkt von der zum ersten unterscheidet, jedoch der beim zweiten Testzeitpunkt festgestellten *Schreibhand* entspricht. Bereits Roszkowski, Snelbecker und Sacks (1982) stellten fest, dass bei fünf- bis neunjährigen Kindern die Schreib- bzw. Malhand der geeignetste Einzelindex zur Feststellung der Handpräferenz ist. Es ist jedoch anzumerken, dass eine einzelne Tätigkeit nicht ausreichend ist, um die Händigkeit eines Kindes festzustellen (Vasterling et al., 2011, S. 16).

Eine mögliche Erklärung wäre, dass durch den gehäuftten Einsatz der *Schreibhand* (besonders ab dem Schuleintritt), diese trainiert und so auch vermehrt für andere Tätigkeiten eingesetzt wird. Somit würde eine Lateralisierung in Richtung der Schreibhand stattfinden, was wiederum den Wechsel der *Handpräferenzgruppe* vom ersten zum zweiten Testzeitpunkt erklären würde.

Bei Analyse der Lateralitätsverschiebung in Richtung der *Schreibhand* zeigte sich in dieser Studie ein signifikanter Unterschied zwischen Links- und RechtshänderInnen. Grundsätzlich unterscheiden sich links- und rechtshändige Kinder nicht signifikant im Ausprägungsgrad der Lateralität (*Lateralitätsquotient*). LinkshänderInnen aber zeigen in der Lateralitätsentwicklung eher eine Tendenz in Richtung der *Schreibhand*, RechtshänderInnen entgegen. Belmont und Birch (1963) weisen allerdings darauf hin, dass die Handpräferenz in diesem Altersbereich keine kontinuierliche Entwicklung zu zeigen scheint und über die Zeit oft Schwankungen im Ausprägungsgrad zu finden sind. Deswegen sollte die Lateralitätsverschiebung in Richtung beziehungsweise entgegen der Schreibhand bei nachfolgenden Testungen dieser Stichprobe weiterhin verfolgt werden.

Bezüglich der Händigkeitseinschätzung durch den QHP-Task, ein Präferenzverfahren, zeigte sich ebenfalls eine moderate Stabilität. Unter den elf Kindern, die vom QHP-Task zu den beiden Testzeitpunkten nicht der gleichen *Händigkeitsgruppe* zugeordnet wurden, befinden sich vier, die auch im HAPT 4-6 vom ersten zum zweiten Testzeitpunkt die *Händigkeitsgruppe* gewechselt haben. In allen vier Fällen stimmen HAPT 4-6 und der QHP-Task zu jeweils beiden Testzeitpunkten in der Händigkeitseinschätzung überein. Dies weist ebenfalls darauf hin, dass eine Lateralitätsverschiebung bei den jeweiligen Kindern stattgefunden hat.

Da sowohl der HAPT 4-6 als auch der QHP-Task Verfahren zur Erfassung der Handpräferenz darstellen und eine mäßige Stabilität zeigen, kann angenommen werden, dass in der Altersgruppe der getesteten Stichprobe allgemein noch Entwicklung bezüglich der Handpräferenz stattfindet.

Auch Belmont und Birch (1963) schließen aus ihren Studien, dass in diesem Altersbereich die Handpräferenz noch Entwicklung zeigt.

Nun gilt es noch die Frage zu beantworten, ob die durch den HAPT 4-6 erfassten Händigkeitssmaße (*Lateralitätsquotient*, *Händigkeitskonsistenz*) über den Zeitraum eines Jahres relativ stabil geblieben, oder Veränderungen festzustellen sind. Die Vergleiche wurden jeweils für die Gesamtstichprobe und die Gruppen der Links- und RechtshänderInnen getätigt. Zur Gruppeneinteilung in Rechts- und LinkshänderInnen wurde das Kriterium der festgestellten *Schreibhand* gewählt, da dies bei Kindern, die am Beginn des Schreiblernprozesses stehen, von besonderer Bedeutung ist.

Vom ersten zum zweiten Testzeitpunkt zeigte sich weder in der Gesamtstichprobe noch in den Gruppen der Links- und RechtshänderInnen ein signifikanter Unterschied im Ausmaß der Lateralisierung (*Lateralitätsquotient*). Hill und Khanem (2009) untersuchten die Entwicklung der Handpräferenz zwischen vier und elf Jahren. Einen Unterschied fanden sie dabei ausschließlich zwischen der Gruppe der vier- bis fünfjährigen Kinder und der Gruppe der acht- bis elfjährigen Kinder. Es kann daher angenommen werden, dass sich im Altersbereich der untersuchten Stichprobe im Laufe eines Jahres (von Testzeitpunkt 1 zu Testzeitpunkt 2) keine Unterschiede im Lateralitätsquotienten ergeben. Eventuell kann erst ab einem fortgeschrittenerem Alter der Kinder ein Unterschied zu früheren Testzeitpunkten festgestellt werden.

Auch bezüglich der Verwendung einer bestimmten Hand, bei mehrmaliger Durchführung ein und derselben Tätigkeit (*Händigkeitskonsistenz*) zeigte sich in keiner der Gruppen ein signifikanter Unterschied zwischen erstem und zweiten Testzeitpunkt. Möglicherweise zeigt sich in der untersuchten Altersgruppe wenig Veränderung in der Händigkeitskonsistenz oder die Zeitspanne eines Jahres ist zu gering um bedeutende Unterschiede festzustellen. Anzumerken ist allerdings, dass sich RechtshänderInnen zum zweiten Testzeitpunkt tendenziell inkonsistenter verhielten als bei der ersten Testung, LinkshänderInnen etwas konsistenter. Eine weitere Testung dieser Stichprobe ist 2013 bereits erfolgt. Nach Auswertung liegen folglich bereits Daten über drei Testzeitpunkte vor und der Verlauf möglicher Entwicklungen der Händigkeitskonsistenz kann besser aufgezeigt werden.

Von den drei Methoden zur Händigkeitsfeststellung die zu beiden Testzeitpunkten vorgegeben wurden (HAPT 4-6, QHP-Task, Elternurteil) schien das *Elternurteil* am stabilsten zu sein. Hier zeigte sich der höchste Grad an Übereinstimmung zwischen dem ersten und dem

zweiten Testzeitpunkt. Vermutlich haben die Eltern eine feste Meinung über die Händigkeit ihrer Kinder, die über den Zeitraum eines Jahres relativ konstant bleibt.

Die höchste Korrelation mit dem *Elternurteil* wiesen der PTK-LDT und die festgestellte *Schreibhand* auf. *Elternurteil* und PTK-LDT kamen in allen Fällen zur gleichen Einschätzung.

Der PTK-LDT ermittelt die, bezogen auf Schnelligkeit und Geschicklichkeit, leistungsfähigere der beiden Hände beim Punktieren einer Vorlage. Dieses Verfahren wies ebenfalls eine hohe Übereinstimmung mit der *Schreibhand* auf. Dies erscheint insofern logisch, da die *Schreibhand*, durch ihre Routine im Schreiben beziehungsweise Zeichnen, in den meisten Fällen auch die leistungsfähigere Hand beim Punktieren ist. Auch Schilling (2009, Kap. 4.1) weist darauf hin, dass sich die Leistungsdominanz erst mit dem gezielten Gebrauch von Mal- und Schreibstiften entwickelt. Aus diesen Zusammenhängen kann man schließen, dass die Eltern ihr Urteil über die Händigkeit ihres Kindes hauptsächlich aufgrund ihrer Beobachtungen der verwendeten und leistungsfähigeren Hand beim Schreiben und Malen treffen (siehe auch Bruckner et al., 2001, S. 26).

Aufgrund der zahlreichen verwendeten Verfahren und Erhebungsinstrumente zur Händigkeitseinschätzung zum zweiten Testzeitpunkt (HAPT 4-6, QHP-Task, PTK-LDT, Elternurteil, Schreibhand) ist es sinnvoll auch deren *Übereinstimmung* zu analysieren.

Bei der Untersuchung der Übereinstimmung des HAPT 4-6 und des PTK-LDT konnte ein signifikanter mittlerer Übereinstimmungsgrad festgestellt werden. Die Übereinstimmung der beiden Verfahren könnte darin begründet sein, dass die präferierte Hand durch ihren bevorzugten Gebrauch häufig auch die etwas leistungsfähigere ist. Auch die statistische Auswertung der Studie ergab, dass die Punktierleistung umso besser ist, je ausgeprägter die Handpräferenz (*Lateralitätsquotient*) ist. Während der HAPT 4-6 ein Verfahren zur Ermittlung der *Handpräferenz* ist, stellt der PTK-LDT eine Möglichkeit zur Ermittlung der *Leistungsdominanz* dar. Der nur mittlere Zusammenhang zeigt also auch, dass vom HAPT 4-6 ein anderer Aspekt der Händigkeit erfasst wird als durch den PTK-LDT.

Die ebenfalls signifikante Übereinstimmung in mittlerer Höhe zwischen HAPT 4-6 und Schreibhand lässt darauf schließen, dass die *Schreibhand* häufig auch die bevorzugte Hand beim Ausführen verschiedener Tätigkeiten ist. Wie Roszkowski et al. (1982) betonen auch Beukelaar und Kroonenberg (1986) den Zusammenhang zwischen *Handpräferenz* und

Schreibhand. Dass es zwischen dem HAPT 4-6 und der *Schreibhand* jedoch keine gänzliche Übereinstimmung gibt, verdeutlicht, dass mit dem Verfahren Komponenten der Händigkeit erfasst werden, die über den Einsatz einer bestimmten Hand beim Schreiben hinausgehen (Bruckner et al., 2011, S. 26).

In Bezug auf das Elternurteil wurde bereits erwähnt, dass dieses vermutlich größtenteils auf der Beobachtung der *Schreibhand* basiert. Das ebenfalls signifikante mittlere Ausmaß der Übereinstimmung zwischen dem HAPT 4-6 und dem Elternurteil könnte demnach im oben erwähnten Zusammenhang von *Schreibhand* und *Handpräferenz* begründet sein.

Auffallend ist auch, dass unter den Übereinstimmungswerten aller Verfahren, die vier niedrigsten jeweils mit dem QHP-Task in Verbindung stehen. Die höchste Übereinstimmung zeigt der QHP-Task mit dem HAPT 4-6. Vermutlich da beide Verfahren einen Aspekt der *Handpräferenz* zu erfassen beabsichtigen. Da die Übereinstimmung aber trotzdem nur sehr gering ist, ist fraglich, ob es sich um den selben Aspekt handelt. Einige Unterschiede ergeben sich bereits durch die Testvorgabe. Zum Beispiel wird beim QHP-Task ausschließlich beobachtet, mit welcher Hand die Karten aufgenommen werden, also die *Handpräferenz* bei *einer* Tätigkeit. Der HAPT 4-6 hingegen gibt 14 verschiedene Tätigkeiten vor. Auch in der Positionierung der Objekte unterscheiden sich die beiden Verfahren maßgeblich. Während beim HAPT 4-6 die Objekte jeweils *zentral zur Körpermitte* des Kindes präsentiert werden, nimmt es beim QHP-Task eine fixe Position ein, die den Mittelpunkt eines fiktiven Halbkreises darstellt. Die aufzunehmenden Karten befinden sich in 30-Grad-Intervallen auf der (gedachten) Linie des Halbkreises. Auch Kraus (2006) merkte bereits an, dass die Annahme, dass das *Überkreuzen der Mittellinie* als Indikator für *Handpräferenz* eingesetzt werden kann, hinterfragt werden sollte. Der Ausprägungsgrad der *Handpräferenz*, die Konstanz der *Handpräferenz* und das *Überkreuzen der Mittellinie* stellen voneinander unabhängige Komponenten dar, die jedoch gemeinsam zu einer differenzierten Einschätzung der *Handpräferenz* herangezogen werden können und auch sollen (Kraus, 2006). Außerdem wurden von den vier Kindern, die von den Eltern als beidhändig eingeschätzt wurden, alle sowohl durch den HAPT 4-6 als auch den PTK-LDT als RechtshänderInnen klassifiziert. Vom QHP-Task hingegen wurden drei als LinkshänderInnen eingestuft. Dies könnte ebenfalls ein Hinweis darauf sein, dass der QHP-Task einen anderen Aspekt der Händigkeit erfasst. Weitere Forschungen hierzu wären nötig.

Kraus (2006) stellt fest, dass für LinkshänderInnen der Ausprägungsgrad der *Handpräferenz* für das *Überkreuzen der Mittellinie* ausschlaggebend war. Bei der vorliegenden Studie ergab allerdings die Analyse der Gesamtstichprobe, dass je eindeutiger ein Kind lateralisiert ist (laut HAPT 4-6), es umso öfter die Mittellinie überkreuzt.

Es zeigte sich außerdem, dass RechtshänderInnen die Mittellinie signifikant öfter mit der rechten als mit der linken Hand überkreuzen. In der Gruppe der LinkshänderInnen konnte kein signifikanter Unterschied zwischen der relativen Häufigkeit des Überkreuzens mit der linken und mit der rechten Hand festgestellt werden. Dies stimmt mit den Ergebnissen von Gabbard, Helbig und Gentry (2001) überein. Sie zeigten, dass die Häufigkeit des Gebrauchs der dominanten Hand bei RechtshänderInnen höher ist, besonders an der Mittellinie und bei weit von der Mittellinie entfernten Objekten in der kontralateralen Hälfte (Gabbard, Helbig & Gentry, 2001).

Bei der Analyse des Überkreuzens der Körpermittellinie (QHP-Task) zeigten sich zwischen den beiden Testzeitpunkt keinerlei Unterschiede - weder in der Gesamtstichprobe, noch in den Gruppen der Links- beziehungsweise RechtshänderInnen. Cermak, Quintero und Cohen (1980) heben hervor, dass die Anzahl der Zugriffe mit der präferierten Hand sich mit zunehmendem Alter tendenziell erhöht, dass aber durch die große Streuung keine Unterschiede zwischen den verschiedenen Altersgruppen festgestellt werden können. Carlier, Doyen und Lamard (2006) war es möglich einen Unterschied zwischen verschiedenen Altersgruppen zu finden, allerdings ausschließlich zwischen der Gruppe der drei- bis vierjährigen Kinder und der Gruppe der acht- bis zehnjährigen Kinder. Auch Doyen, Dufour, Caroff, Cherfouh und Carlier (2008) fanden den Höhepunkt des Überkreuzens im Alter zwischen sieben und elf Jahren - weder davor noch danach wird die Körpermittellinie öfter überkreuzt. Daraus könnte man schließen, dass in der Altersgruppe der beobachteten Stichprobe ein Jahr nach dem ersten Testzeitpunkt noch kein Unterschied festzustellen ist, da die Kinder erst nach dem siebten oder achten Lebensjahr einen Anstieg in der Häufigkeit des Überkreuzens zeigen. Interessant wäre es daher die Stichprobe weiterhin zu begleiten und zu beobachten, ab welchem Alter sich ein signifikanter Unterschied zu früheren Testzeitpunkten zeigt.

Ein weiteres Anliegen der Studie ist die Analyse der visuomotorischen Fertigkeiten in Verbindung mit der Händigkeit. Die Frage ist, ob Unterschiede in der Händigkeit, beziehungsweise in den Händigkeitsmaßen der vorgegebenen Testverfahren mit Unterschieden in den visuomotorischen Leistungen einhergehen. Bezogen auf die

visuomotorischen Fertigkeiten der Kinder konnten keine Unterschiede zwischen Links- und RechtshänderInnen festgestellt werden. Dieses Ergebnis ist unabhängig davon welches Kriterium zur Einteilung in Händigkeitgruppen gewählt wurde (*Elternurteil, Handpräferenzgruppe* des HAPT 4-6, *Schreibhand*). Einige Studien ergaben, dass LinkshänderInnen weniger gute feinmotorische Leistungen erbringen können (siehe Karapetsas & Vlachos, 1997). Andere Studien wiederum gehen von der Hypothese aus, dass LinkshänderInnen einen Vorteil im visuell-räumlichen Denken haben. Doch auch Vlachos und Bonoti (2004), die davon ausgingen, dass LinkshänderInnen bessere Leistungen erbringen würden, verglichen die Zeichenleistungen von links- und rechtshändigen Kindern im Alter von sieben bis zwölf Jahren und konnten keinen Unterschied feststellen. Auch Bonoti, Vlachos und Metallido (2005) konnten weder im einfachen noch im komplexen Zeichnen Unterschiede zwischen Links- und RechtshänderInnen finden. Vlachos und Bonoti (2004) und Karapetsas und Vlachos (1997) schlussfolgern, dass sich die Zeichenleistungen mit fortschreitendem Alter verbessern – unabhängig von Händigkeit und Geschlecht.

Weiters zeigte sich in der vorliegenden Studie auch kein Zusammenhang zwischen der *Höhe des Lateralisierungsgrades* (laut HAPT 4-6) und der *Visuomotorik-Leistung*.

Es ist zu bedenken, dass es eventuell im Alters-Range der untersuchten Stichprobe keine oder zumindest keine signifikanten Unterschiede zwischen Rechts- und LinkshänderInnen gibt. Weitere Testzeitpunkte in den nächsten Jahren könnten zeigen, ob Unterschiede zwischen den Händigkeitgruppen vorhanden sind, beziehungsweise ab welcher Entwicklungsphase sich diese zeigen.

2013 wurde die Stichprobe, im Rahmen einer weiterführenden Studie, ein nun drittes Mal getestet. Die Ergebnisse werden weitere aufschlussreiche Daten zur Entwicklung der Händigkeit liefern. Generell können die Daten weiterer Testzeitpunkte Information darüber geben, wie die Entwicklung von verschiedenen Händigkeitsmaßen verläuft und ob es diesbezüglich Unterschiede zwischen Links- und RechtshänderInnen gibt, beziehungsweise wann diese in Erscheinung treten.

13 Literaturverzeichnis

- Annett, J., Annett, M., Hudson, P. T. W., & Turner, A. (1979). The control of movement in the preferred and non-preferred hands. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 31(4), 641-652.
- Annett, M. (1970). The growth of manual preference and speed. *British Journal of Psychology*, 61(4), 545-558.
- Annett, M. (1985). *Left, right, hand and brain: The right shift theory*. East Sussex: Psychology Press.
- Annett, M. (2002). *Handedness and Brain Asymmetry. The Right Shift Theory*. East Sussex: Psychology Press.
- Beaton, A. A. (2004). The Nature and Determinants of Handedness. In K. Hugdahl, & R. J. Davidson (Eds.), *The Asymmetrical Brain* (pp. 105-158). Cambridge: MIT Press.
- Belmont, L., & Birch, H. G. (1963). Lateral dominance and right-left awareness in normal children. *Child Development*, 34(2), 257-270.
- Beukelaar, L. J., & Kroonenberg, P. M. (1986). Changes over time in the relationship between hand preference and writing hand among left-handers. *Neuropsychologia*, 24(2), 301-303.
- Birbaumer, N., & Schmidt, R. F. (2006). *Biologische Psychologie*. Heidelberg: Springer.
- Bishop, D. V. M. (1990). *Handedness and developmental disorder*. London: Mac Keith.
- Bishop, D. V. M. (2005). Handedness and specific language impairment: A study of 6-year-old twins. *Developmental psychobiology*, 46(4), 362-369.
- Bishop, D. V., Ross, V. A., Daniels, M. S., & Bright, P. (1996). The measurement of hand preference: A validation study comparing three groups of right-handers. *British Journal of Psychology*, 87(2), 269-285.

- Blanz, B., Remschmidt, H., Schmidt, M. H., & Warnke, A. (2006). *Psychische Störungen im Kindes- und Jugendalter. Ein entwicklungspsychopathologisches Lehrbuch*. Stuttgart: Schattauer.
- Böhm, P. (2002). Studie zur Frage der Umstellung von Linkshändern. Eine empirische Untersuchung über die Zusammenhänge der Seitigkeit, der Links- und Rechtshändigkeit mit der Schullaufbahn im Hinblick auf die schulische Bewährung während der neunjährigen Pflichtschulzeit. Unveröff. Dissertation, Universität Wien.
- Bonoti, F., Vlachos, F., & Metallidou, P. (2005). Writing and Drawing Performance of School Age Children Is There Any Relationship?. *School Psychology International*, 26(2), 243-255.
- Bruckner, J., Deimann, P., & Kastner-Koller, U. (2011). Handpräferenztest für 4-6-jährige Kinder (HAPT 4-6). Göttingen: Hogrefe.
- Bryden, P. J., Bruyn, J., & Fletcher, P. (2005). Handedness and health: An examination of the association between different handedness classifications and health disorders. *Laterality: Asymmetries of Body, Brain, and Cognition*, 10(5), 429-440.
- Budde, M., Riegler, S., & Wiprächter-Geppert, M. (2012). *Sprachdidaktik* (2. Aktualisierte Auflage). Berlin: Akademie Verlag.
- Büttner, G., Dacheneder, W., Schneider, W., & Weyer, K. (2008). Frostigs Entwicklungstest der visuellen Wahrnehmung-2 (FEW-2). Göttingen: Hogrefe.
- Carlier, M., Doyen, A. L., & Lamard, C. (2006). Midline crossing: Developmental trend from 3 to 10 years of age in a preferential card-reaching task. *Brain and Cognition*, 61(3), 255-261.
- Cermak, S. A., Quintero, E. J., & Cohen, P. M. (1980). Developmental age trends in crossing the body midline in normal children. *The American Journal of Occupational Therapy*, 34(5), 313-319.

- Clayton, M., & Philo, R. (2010). *Leonardo da Vinci. The mechanics of Man*. London: Royal Collection Enterprises.
- Corballis, M. C. (1989). Laterality and human evolution. *Psychological Review*, 96(3), 492.
- De Agostini, M., & Dellatolas, G. (2001). Laterality in normal children ages 3 to 8 and their role in cognitive performances. *Developmental Neuropsychology*, 20(1), 429-444.
- Doyen, A. L., Dufour, T., Caroff, X., Cherfouh, A., & Carlier, M. (2008). Hand preference and hand performance: cross-sectional developmental trends and family resemblance in degree of laterality. *Laterality*, 13(2), 179-197.
- Dümmler, R. (2010). *Lese- und Rechtschreibproblemen vorbeugen. Ein Leitfaden für die erste Klasse*. Buxtehude: Persen.
- Ehlich, K.. (2012). Methoden des basalen Lese- und Schreibunterrichts. In S. Krämer, E. Cancik-Kirschbau, & R. Totzke (Hrsg.), *Schriftbildlichkeit. Wahrnehmbarkeit, Materialität und Operativität von Notationen*. (S. 760-771). Berlin: Akademie Verlag.
- Esseily, R., Jacquet, A. Y., & Fagard, J. (2011). Handedness for grasping objects and pointing and the development of language in 14-month-old infants. *Laterality: Asymmetries of Body, Brain and Cognition*, 16(5), 565-585.
- Feichtinger, C. (2012). *Validierung des HAPT 4-6 an Präferenz- und Performanztests der Händigkeit*. Unveröff. Diplomarbeit, Universität Wien.
- Gabbard, C., Helbig, C. R., & Gentry, V. (2001). Lateralized effects on reaching by children. *Developmental neuropsychology*, 19(1), 41-51.
- Gerrig, R. J., & Zimbardo, P. G. (2008). *Psychologie* (18. aktualisierte Auflage). München: Pearson.
- Grafinger, M. (2010). *Mototherapie bei Kindern. Wahrnehmungsförderung im Vor- und Volksschulbereich*. Berlin: Pro Business.

- Hardyck, C., & Petrinovich, L. F. (1977). Left-handedness. *Psychological bulletin*, 84(3), 385.
- Hasert, J. W. (2006). Schulschriften. In U. Bredel, H. Günther, P. Klotz, J. Ossner & G. Siebert Ott (Hrsg.). *Didaktik der deutschen Sprache* (2. durchgesehene Auflage, Band 1). (S. 307-318). Paderborn: Schöningh.
- Hell, A. (2012). *Studie zur Entwicklung eines Elternfragebogens zur Erhebung anamnestischer Daten in Bezug auf die Entwicklung der Händigkeit des Kindes zum HAPT 4-6*. Unveröff. Diplomarbeit, Universität Wien.
- Hergenhahn, B. R. (2009). *An Introduction to the History of Psychology* (6th edition). Belmont: Wadsworth.
- Hernández, S., Camacho-Rosales, J., Nieto, A., & Barroso, J. (1997). Cerebral asymmetry and reading performance: effect of language lateralization and hand preference. *Child Neuropsychology*, 3(3), 206-225.
- Hill, E. L., & Khanem, F. (2009). The development of hand preference in children: The effect of task demands and links with manual dexterity. *Brain and cognition*, 71(2), 99-107.
- Hull, R., & Vaid, J. (2006). Laterality and language experience. *Laterality*, 11(5), 436-464.
- Inachin, K. T. (2010). Die linke Hand. In G. Gadebusch Bondio (Hrsg.). *Die Hand. Elemente einer Medizin- und Kulturgeschichte*. (S. 335-356). Berlin: Lit.
- Jaspers-Fayer, F., & Peters, M. (2005). Hand preference, magical thinking and left-right confusion. *Laterality*, 10(2), 183-191.
- Johnson M. H., & De Haan M. (2011) *Developmental cognitive neuroscience* (3rd edition). West Sussex: Wiley-Blackwell.
- Karapetsas, A. B., & Vlachos, F. M. (1997). Sex and handedness in development of visuomotor skills. *Perceptual and motor skills*, 85(1), 131-140.

- Klocker, E. (2006). Händigkeit und Feinmotorik. Ein Vergleich von links- und rechtshändigen Kindern in Bezug auf ihre feinmotorischen Leistungen. Unveröff. Diplomarbeit, Universität Wien.
- Knauf, T., Kormann P., & Umbach S. (2006). *Wahrnehmung, Wahrnehmungsstörungen und Wahrnehmungsförderung im Grundschulalter*. Stuttgart: Kohlhammer.
- Kraus, E. (2006). Ist das Überkreuzen der Körpermittellinie ein Indikator für die Handpräferenz bei Kindern?. *Ergoscience*, 1(03), 100-109.
- Krause, M. (2010). Hebräisch. Biblisch-hebräische Unterrichtsgrammatik. Berlin: Walter de Gruyter.
- Lombardi, J. A., Surburg, P., Eklund, S., & Koceja, D. (2000). Age differences and changes in midline-crossing inhibition in the lower extremities. *The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*, 55(5), M293-M298.
- Lösslein, H., & Deike-Beth, C. (2000). Hirnfunktionsstörungen bei Kindern und Jugendlichen. Neuropsychologische Untersuchungen für die Praxis (3. überarbeitete Auflage). Köln: Deutscher Ärzte-Verlag.
- Mann, C. (2013). *Die Gladiatoren*. München: Beck.
- McManus, C. (1996). Handedness. In J. G. Beaumont, P. M. Kenealy, & M. J. C. Rogers (Eds.). *Blackwell dictionary of neuropsychology* (pp. 374-376). Oxford: Blackwell.
- McManus, C. (2002). *Right Hand, Left Hand: The origins of asymmetry in brains, bodies, atoms and cultures*. London: Weidenfeld & Nicholson.
- Meiers, K. (1998). *Lesen lernen und Schriftspracherwerb im ersten Schuljahr: Ein Studienbuch*. Bad Heilbrunn: Klinkhardt.
- Meng, L. F. (2007). The rate of handedness conversion and related factors in left-handed children. *Laterality*, 12(2), 131-138.

- Meyer, R. W. (1991). *Linkshändig? Ein Ratgeber*. München: Humboldt.
- Milz, I. (2001). *Sprechen, Lesen, Schreiben: Teilleistungsschwächen im Bereich der gesprochenen und geschriebenen Sprache; ein Handbuch für Lehrer, Therapeuten und Eltern* (5. aktualisierte und erweiterte Auflage). Heidelberg: Winter.
- Mittermayer, M., & Popp, F. (1999). *Abriss der deutschsprachigen Literatur von ihren Anfängen bis zur Gegenwart. Lehr- und Arbeitsbuch*. Wien: Braunmüller.
- Müntz, E. (2012). *Michelangelo*. New York: Parkstone Press International.
- Myers, D. G. (2008). *Psychologie* (2. erweiterte und aktualisierte Auflage). Heidelberg: Springer.
- Nacke, A. (2013). *Ergotherapie bei Kindern mit Wahrnehmungsstörungen* (3. Auflage). Stuttgart: Thieme.
- Nunes, G., Braga, L. W., Rossi, L., Lawisch, V. L., Nunes, L. G. N., & Dellatolas, G. (2008). Hand skill assessment with a reduced version of the Peg Moving Task (PMT-5) in children: Normative data and application in children with cerebral palsy. *Archives of clinical neuropsychology*, 23(1), 87-101.
- Oldfield, R. C. (1971). The assessment and analysis of handedness: the Edinburgh inventory. *Neuropsychologia*, 9(1), 97-113.
- Ossner, J. (2006). *Sprachdidaktik Deutsch: Eine Einführung für Studierende* (2. Auflage). Paderborn: Schöningh.
- Ostermann, A. (2009). *Lernvoraussetzungen von Schulanfängern. Beobachtungsstationen zur Diagnose und Förderung* (5. Auflage). Buxtehude: Persen.
- Pedersen, S., Surburg, P., & Brechue, W. F. (2005). Ageing and midline crossing inhibition. *Laterality: Asymmetries of Body, Brain, and Cognition*, 10(3), 279-294.

- Petermann, F., Niebank, K., & Scheithauer, H. (2004). *Entwicklungswissenschaft. Entwicklungspsychologie – Genetik – Neurologie*. Berlin: Springer
- Peters, M. (1995). Handedness and its relation to other indices of cerebral lateralization. In R. J. Davidson, & K. Hugdahl (Eds.), *Brain Asymmetry* (pp. 183–214). Cambridge: MIT Press.
- Pinel, J. P. J., & Pauli P. (2007). *Biopsychologie* (6. aktualisierte Auflage). München: Pearson.
- Pöcher, H. (2009). *Krieg und Schlachten in Japan, die Geschichte schrieben. Von den Anfängen bis 1853*. Wien: LIT Verlag.
- Pritzel, M. (2012). Händigkeit. In H. O. Karnath, & P. Thier (Hrsg). *Kognitive Neurowissenschaften* (S. 705-710). Heidelberg: Springer.
- Pritzel, M., Brand, M., & Markowitsch, H. J. (2009). *Gehirn und Verhalten. Ein Grundkurs der physiologischen Psychologie*. Heidelberg: Spektrum.
- Raymond, M., Pontier, D., Dufour, A. B., & Moller, A. P. (1996). Frequency-dependent maintenance of left handedness in humans. *Proceedings of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences*, 263(1377), 1627-1633.
- Rix, A. (2010). *Den Stift im Griff 2. 119 weitere Spielhandlungen zur Grafomotorik*. Buxtehude: Persen.
- Roeder, M. B., Mahone, E. M., Gidley Larson, J., Mostofsky, S. H., Cutting, L. E., Goldberg, M. C., & Denckla, M. B. (2008). Left-right differences on timed motor examination in children. *Child Neuropsychology*, 14(3), 249-262.
- Roszkowski, M. J., Snelbecker, G. E., & Sacks, R. (1982). Young children's subjective reports of manual preference: Internal consistency and the selection of the most representative activity on the basis of item-total correlations. *Clinical Neuropsychology*, 4, 35-37.

- Rupff, L. (2008). Handedness: Shortcomings of Previous Research, an Alternative Model and a New Experimental Approach. Unveröff. Dissertation, Universität Wien.
- Sattler, J. B. (1995). *Der umgeschulte Linkshänder oder der Knoten im Gehirn*. Donauwörth: Auer.
- Sattler, J. B. (2000). *Links und Rechts in der Wahrnehmung des Menschen. Zur Geschichte der Linkshändigkeit*. Donauwörth: Auer.
- Sattler, J. B. (2005). *Das linkshändige Kind in der Grundschule* (1. Auflage). Donauwörth: Auer.
- Schaafsma, S. M., Geuze, R. H., Riedstra, B., Schiefenhövel, W., Bouma, A., & Groothuis, T. G. (2012). Handedness in a nonindustrial society challenges the fighting hypothesis as an evolutionary explanation for left-handedness. *Evolution and Human Behavior*, 33(2), 94-99.
- Schilling, F. (2009). Punktiertest und Leistungs-Dominanztest für Kinder (PTK-LDT). Dortmund: Verlag modernes lernen.
- Schneider, U., Dietrich, D. E., & Gast, U. (2004). *Aspekte des Psychischen*. Würzburg: Königshausen & Neumann.
- Schott, G. D., & Schott, J. M. (2004). Mirror writing, left-handedness, and leftward scripts. *Archives of neurology*, 61(12), 1849.
- Schründer-Lenzen, A. (2009). *Schriftspracherwerb und Unterricht. Bausteine professionellen Handlungswissens* (3. Auflage). Wiesbaden: Verlag für Sozialwissenschaften.
- Sicotte, N. L., Woods, R. P., & Mazziotta, J. C. (1999). Handedness in twins: a meta-analysis. *Laterality: Asymmetries of Body, Brain and Cognition*, 4(3), 265-286.
- Smits, R. (2002). *Linkshänder. Geschichte, Geschick, Begabung*. Düsseldorf: Albatros.

- Steenhuis, R. E., Østbye, T., & Walton, R. (2001). An examination of the hypothesis that left-handers die earlier: The Canadian Study of Health and Aging. *Laterality: Asymmetries of Body, Brain and Cognition*, 6(1), 69-75.
- Tapley, S. M., & Bryden, M. P. (1985). A group test for the assessment of performance between the hands. *Neuropsychologia*, 23(2), 215-221.
- Urban, P. P. (2012). *Klinisch-neurologische Untersuchungstechniken*. Stuttgart: Thieme.
- Valtin, R. (2006). Methoden des basalen Lese- und Schreibunterrichts. In U. Bredel, H. Günther, P. Klotz, J. Ossner, & G. Siebert-Ott, (Hrsg.), *Didaktik der deutschen Sprache. Band 2* (2. Auflage) (S. 760-771). Paderborn: Schöningh.
- Vasterling, A., Weiland, G., & Sattler, J. B. (2011). *Linke Hand – Rechte Hand: Ein Ratgeber zur Händigkeit. Für Eltern, Pädagogen und Therapeuten*. Idstein: Schul-Kirchner.
- Vlachos, F., & Bonoti, F. (2004). Left- and right-handed children's drawing performance: Is there any difference?. *Laterality: Asymmetries of Body, Brain and Cognition*, 9(4), 397-409.
- Wiest, G. (2009). *Hierarchien in Gehirn, Geist und Verhalten. Ein Prinzip neuraler und mentaler Funktion*. Wien: Springer.
- Wirth, B. (2007). *Multidimensionale Entwicklung basaler Kompetenzen im elementaren Primarbereich. Empirische Wirksamkeitsstudien zur förderdiagnostischen Materialentwicklung*. München: Herbert Utz.

14 Abbildungsverzeichnis:

- Abbildung 1:** Fresko in der Sixtinischen Kapelle. Aus: Müntz (2012), S. 108
- Abbildung 2:** Das menschliche Gehirn. Aus: Pinel & Pauli (2007), S. 4
- Abbildung 3:** Die zerebralen Hemisphären und Commissuren. Aus: Pinel & Pauli (2007), S. 530
- Abbildung 4:** Untersuchungsmethode zur Beurteilung des neurologischen Status von Split-Brain-Patienten. Aus: Pinel & Pauli (2007), S. 537
- Abbildung 5:** Kontrolle der Motorik. Aus: Meyer (1991), S. 20
- Abbildung 6:** Lage des Broca-Areals im inferioren linken präfrontalen Cortex. Aus: Pinel & Pauli (2007), S. 531
- Abbildung 7:** Ente-Hase-Test nach J. Perret. Aus: Meyer (1991), S. 51
- Abbildung 8:** Typische J-förmige Verteilung der Handpräferenz beim Menschen. Aus: Bishop (1990), S. 41
- Abbildung 9:** Verteilung der Handgeschicklichkeit. Aus: Bishop (1990), S. 43
- Abbildung 10:** Fetale Lateralisierung. Aus: Birbaumer & Schmidt (2006), S. 736
- Abbildung 11:** Lage der Föten im Mutterleib. Aus: Bishop (1990), S. 37
- Abbildung 12:** AHPQ. Aus: Annett (2002), S. 27
- Abbildung 13:** The Edinburgh Inventory. Aus: Oldfield (1971), S. 12
- Abbildung 14:** Schematische Darstellung des card-reaching-task. Aus: Carlier, Doyen & Lamard (2006), S. 257
- Abbildung 15:** Ergebnisse des card-reaching-tasks. Aus: Carlier, Doyen & Lamard (2006), S. 259
- Abbildung 16:** Versuchsanordnung. Aus: Gabbard, Helbig & Gentry (2001), S. 44
- Abbildung 17:** Gegenüberstellung von Links- und RechtshänderInnen - Häufigkeit der Zugriffe mit der dominanten Hand. Aus: Gabbard, Helbig & Gentry (2001), S. 45
- Abbildung 18:** Testvorlage des PTK-LDT. Aus: Schilling (2009), S.28
- Abbildung 19:** The Tapley and Bryden handedness measure. Aus: Tapley & Bryden (1985), S. 2016
- Abbildung 20:** Ausschneidetest nach Claparède und Walther; Aus: Böhm (2002), S. 106
- Abbildung 21:** Beidhändige graphomotorische Probe zur Bestimmung der Handdominanz. Aus: Schilling (2009), S. 52
- Abbildung 22:** Pronation und Supination; Quelle:
<http://www.baileybio.com/plogger/?level=picture&id=339>, 28.03.2013 21:02
- Abbildung 23:** PMT-5. Aus: Nunes, Braga, Rossi, Lawisch, Nunes & Dellatolas (2008), S. 89
- Abbildung 24:** Die Struktur des menschlichen Auges. Aus: Gerrig & Zimbardo (2008), S. 119
- Abbildung 25:** Vom Auge zum Gehirn. Aus: Myers (2008), S. 91
- Abbildung 26:** Aufgabe zur visuomotorischen Koordination aus Frostigs Entwicklungstest der visuellen Wahrnehmung. Aus: Milz (2001), S. 118

- Abbildung 27:** Aufgaben zur Figur-Grund-Wahrnehmung aus Frostigs Entwicklungstest der visuellen Wahrnehmung. Aus: Milz (2001), S. 118
- Abbildung 28:** Aufgabe zur Figur-Grund-Wahrnehmung mit bekannten Objekten aus dem Southern California Sensory Integration Test. Aus: Milz (2001), S. 118
- Abbildung 29:** Formkonstanz einer rotierenden Münze. Aus: Gerrig & Zimbardo (2008), S. 151
- Abbildung 30:** Zwei Aufgaben zur Raum-Lage-Wahrnehmung aus Frostigs Entwicklungstest der visuellen Wahrnehmung. Aus: Milz (2001), S. 142
- Abbildung 31:** Zwei Aufgaben zur Wahrnehmung der räumlichen Beziehungen aus Frostigs Entwicklungstest der visuellen Wahrnehmung. Aus: Milz (2001), S. 118
- Abbildung 32:** Allgemeines Modell des sensomotorischen Systems. Aus: Pinel & Pauli (2007), S. 247
- Abbildung 33:** Motorischer Homunculus. Aus: Birbaumer & Schmidt (2006), S. 284
- Abbildung 34:** Dreidimensionale Darstellung des motorischen Homunculus. Aus: Birbaumer & Schmidt (2006), S. 310
- Abbildung 35:** Neuronale Signale werden vom primären motorischen Cortex über vier verschiedene Bahnen zu den Motoneuronen des Rückenmarks geleitet. Aus: Pinel & Pauli (2007), S. 260-261
- Abbildung 36:** Stifthaltung. Aus: Rix (2010), S. 47
- Abbildung 37:** Schulheft Format1 Lineatur S2. Quelle:
<http://www.formati.com/produktinfos/items/schreiben-s6.html>; 19.05.2013 18:36
- Abbildung 38:** Grundelemente der Schreibschrift. Aus: Milz (2001), S. 158
- Abbildung 39:** Die österreichische Schulschrift 1969 und 1995 Quelle:
http://www.bmukk.gv.at/medienpool/15138/1994_56_beilage1.jpg, 19.05.2013 16:35; http://www.bmukk.gv.at/medienpool/15140/1994_56_beilage3.jpg, 19.05.2013 16:36
- Abbildung 40:** Druckschrift. Aus: Ossner (2006), S. 137
- Abbildung 41:** Richtige Blatt- und Schreibhaltung. Aus: Meyer (1991), S. 59
- Abbildung 42:** Schreibtischunterlage für LinkshänderInnen von Sattler. Quelle: www.amazon.de, 19.02.2013 18:42:01
- Abbildung 43:** Richtige Handhaltung beim Schreiben. Aus: Meyer (1991), S. 60
- Abbildung 44:** Falsche Handhaltungen beim Schreiben. Aus: Meyer (1991), S. 60
- Abbildung 45:** Nachschreibübung für Kinder mit beiderlei Händigkeit. Aus: Schröder-Lenzen (2009), S. 226
- Abbildung 46:** Hebräische Schrift. Aus: Krause (2010), S. 153
- Abbildung 47:** Das Ruq'ā. Aus: Smits (2002), S. 109
- Abbildung 48:** Bustrophedon-Schreibweise. Aus: Sattler (2000), S. 237
- Abbildung 49:** Keilschrift. Aus: Smits (2002), S. 114

- Abbildung 50:** Chinesisches Schriftzeichen für Wasser. Aus: Smits (2002), S. 108
- Abbildung 51:** Schreibrichtungen für die Basisstriche chinesischer Schriftzeichen; Aus: Ehlich (2012), S. 51
- Abbildung 52:** Spiegelschrift. Grafik: Nicole Hrobath
- Abbildung 53:** Spiegelschrift von Leonardo da Vinci. Aus: Clayton & Philo (2010), S. 35
- Abbildung 54:** Horizontal gespiegeltes Schriftbild. Aus: Sattler (2005), S. 45
- Abbildung 55:** Rechts-Links-Schwäche-Test nach Rey (1958). Aus: Böhm (2002), S. 101
- Abbildung 56:** Materialien des HAPT 4-6. Foto: Nicole Hrobath
- Abbildung 57:** Schematische Darstellung des QHP-Task. Grafik: Nicole Hrobath
- Abbildung 58:** QHP Task. Foto: Feichtinger, 2012
- Abbildung 59:** Positionen des QHP-Task (schematische Darstellung). Grafik: Nicole Hrobath
- Abbildung 60:** Verteilung der HK
- Abbildung 61:** Verteilung des LQ
- Abbildung 62:** Verteilung des DI
- Abbildung 63:** Boxplots für den Betrag des Lateralitätsquotienten der Gesamtstichprobe zum ersten und zum zweiten Testzeitpunkt
- Abbildung 64:** Boxplots für den Betrag des Lateralitätsquotienten der LinkshänderInnen (laut Schreibhand) zum ersten und zum zweiten Testzeitpunkt
- Abbildung 65:** Boxplots für den Betrag des Lateralitätsquotienten der RechtshänderInnen (laut Schreibhand) zum ersten und zum zweiten Testzeitpunkt

15 Tabellenverzeichnis:

Tabelle 1:	Fähigkeiten, die eine funktionelle zerebrale Lateralisierung zeigen
Tabelle 2:	Mögliche Genotypen nach dem Levy-Nagylaki-Model. Aus: Bishop (1990), S. 39
Tabelle 3:	Gegenüberstellung der verwendeten Testverfahren
Tabelle 4:	Alter und Geschlecht der Kinder
Tabelle 5:	Händigkeit laut Elternurteil
Tabelle 6:	Händigkeit laut Handpräferenzgruppe des HAPT 4-6
Tabelle 7:	Händigkeit laut PTK-LDT
Tabelle 8:	Händigkeit laut QHP-Task
Tabelle 9:	Darstellung der Werte des QHP-Tasks
Tabelle 10:	Händigkeit laut Beobachtung beim FEW-2
Tabelle 11:	Händigkeit laut Schreibhand
Tabelle 12:	Ergebnisse des FEW-2 (Rohwerte und Prozentränge)
Tabelle 13:	Kreuztabelle: Elternurteil (T1) und Elternurteil (T2)
Tabelle 14:	Kreuztabelle: HAPT 4-6 (T1) und HAPT 4-6 (T2)
Tabelle 15:	Kreuztabelle: QHP-Task (T1) und QHP-Task (T2)
Tabelle 16:	Kreuztabelle: HAPT 4-6 (T2) und Elternurteil (T2)
Tabelle 17:	Kreuztabelle: HAPT 4-6 (T2) und QHP-Task (T2)
Tabelle 18:	Kreuztabelle: PTK-LDT (T2) und HAPT 4-6 (T2)
Tabelle 19:	Kreuztabelle: HAPT 4-6 (T2) und Schreibhand (T2)
Tabelle 20:	Kreuztabelle: QHP-Task (T2) und Elternurteil (T2)
Tabelle 21:	Kreuztabelle: Elternurteil (T2) und PTK-LDT (T2)
Tabelle 22:	Kreuztabelle: Elternurteil (T2) und Schreibhand (T2)
Tabelle 23:	Kreuztabelle: QHP-Task (T2) und PTK-LDT (T2)
Tabelle 24:	Kreuztabelle: QHP-Task (T2) und Schreibhand (T2)
Tabelle 25:	Kreuztabelle: PTK-LDT (T2) und Schreibhand (T2)
Tabelle 26:	Mittelwertsvergleich: Absoluter Betrag des Lateralitätsquotienten zu Testzeitpunkt 1
Tabelle 27:	Mediane und Quartile des Betrages des Lateralitätsquotienten zu beiden Testzeitpunkten
Tabelle 28:	Mittelwertsvergleich: Differenz des LQ * Schreibhand
Tabelle 29:	Mittelwertsvergleich: Händigkeitskonsistenz zu Testzeitpunkt 1 und Testzeitpunkt 2
Tabelle 30:	Mittelwertsvergleich: Absolute Häufigkeit des Überkreuzens mit der rechten und der linken Hand zum ersten und zweiten Testzeitpunkt
Tabelle 31:	Mittelwertsvergleich FEW-2: Händigkeit laut Elternurteil
Tabelle 32:	Mittelwertsvergleich FEW-2: Händigkeit laut Handpräferenzgruppe (HAPT 4-6)
Tabelle 33:	Mittelwertsvergleich FEW-2: Händigkeit laut Schreibhand

Tabelle 34: Mittelwertsvergleich: Lateralisierung bei Rechts- und LinkshänderInnen (laut Schreibhand)

Tabelle 35: Mittelwertsvergleich: Absolute Häufigkeit des Überkreuzens der Mittellinie mit der rechten und linken Hand

ANHANG

A Prüfungen auf Normalverteilung

Für die vorliegende Studie wurde die Normalverteilung angenommen, wenn in allen für die Fragestellung relevanten Gruppen sowohl der Kolmogorov-Smirnov- als auch der Shapiro-Wilk-Test nicht signifikante Ergebnisse zeigten.

Anhang A1:

Prüfung auf Normalverteilung der für die Fragestellungen der vorliegenden Arbeit relevanten Variablen des HAPT 4-6 mittels Kolmogorov-Smirnov- und Shapiro-Wilk-Test.

			Kolmogorov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
			Z	df	p	Z	df	p
HAPT 4-6	Lateralitätsquotient: Betrag(T2) – Betrag(T1)	Gesamtstichprobe	,124	44	0,88	,977	44	,512
		LinkshänderInnen laut Schreibhand	,143	14	,200	,969	14	,866
		RechtshänderInnen laut Schreibhand	,093	28	,200	,970	28	,578
	((LQ(T2)+100)- (LQ(T1)+100))* Schreibhand	Gesamtstichprobe	,120	44	,118	,948	44	,047
		LinkshänderInnen laut Schreibhand	,210	14	,095	,868	14	,040
		RechtshänderInnen laut Schreibhand	,110	28	,200	,970	28	,581
	HK(T2)-HK(T1)	Gesamtstichprobe	,133	44	,050	,960	44	,130
		LinkshänderInnen laut Schreibhand	,129	14	,200	,976	14	,941
		RechtshänderInnen laut Schreibhand	,168	28	,043	,927	28	,052
	Lateralitätsquotient (T2)	Gesamtstichprobe	,176	44	,002	,872	44	,000
	Betrag des Lateralitätsquotienten (T2)	Gesamtstichprobe	,171	44	,003	,877	44	,000
		LinkshänderInnen laut Schreibhand	,273	14	,006	,802	14	,005
		RechtshänderInnen laut Schreibhand	,173	28	,032	,872	28	,003

Anhang A3:

Prüfung auf Normalverteilung der für die Fragestellungen der vorliegenden Arbeit relevanten Variablen des QHP-Tasks mittels Kolmogorov-Smirnov- und Shapiro-Wilk-Test.

			Kolmogorov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
			Z	df	p	Z	df	p
QHP-Task (absolute Häufigkeit des Überkreuzens der Mittellinie)	Gesamtstichprobe	T1: Überkreuzen mit linker Hand	,263	44	,000	,812	44	,000
		T1: Überkreuzen mit rechter Hand	,152	44	,012	,881	44	,000
		T2: Überkreuzen mit linker Hand	,226	44	,000	,842	44	,000
		T2: Überkreuzen mit rechter Hand	,168	44	,003	,887	44	,000
	LinkshänderInnen laut Schreibhand (T2)	T1: Überkreuzen mit linker Hand	,356	14	,000	,712	14	,000
		T1: Überkreuzen mit rechter Hand	,201	14	,131	,862	14	,032
		T2: Überkreuzen mit linker Hand	,195	14	,154	,867	14	,038
		T2: Überkreuzen mit rechter Hand	,186	14	,200	,832	14	,013
	RechtshänderInnen laut Schreibhand (T2)	T1: Überkreuzen mit linker Hand	,232	28	,000	,835	28	,000
		T1: Überkreuzen mit rechter Hand	,160	28	,064	,883	28	,005
		T2: Überkreuzen mit linker Hand	,264	28	,000	,808	28	,000
		T2: Überkreuzen mit rechter Hand	,196	28	,007	,886	28	,006

Anhang A2:

Prüfung auf Normalverteilung der für die Fragestellungen der vorliegenden Arbeit relevanten Variablen des PTK-LDT mittels Kolmogorov-Smirnov- und Shapiro-Wilk-Test.

PTK-LDT			Kolmogorov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
			Z	df	p	Z	df	p
	Dominanzindex (T2)	Gesamtstichprobe	,162	44	,005	,880	44	,000

Anhang A4:

Prüfung auf Normalverteilung der für die Fragestellungen der vorliegenden Arbeit relevanten Variablen des FEW-2 mittels Kolmogorov-Smirnov- und Shapiro-Wilk-Test.

			Kolmogorov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
			Z	df	p	Z	df	p
FEW-2 (Prozenträge)	Auge-Hand-Koordination	Gesamtstichprobe	,151	44	,013	,937	44	,018
		LinkshänderInnen laut Schreibhand	,192	14	,175	,897	14	,102
		RechtshänderInnen laut Schreibhand	,134	28	,200	,953	28	,239
		LinkshänderInnen laut HAPT 4-6 (T2)	,201	15	,104	,877	15	,042
		RechtshänderInnen laut HAPT 4-6 (T2)	,153	29	,082	,943	29	,119
		LinkshänderInnen laut Elternurteil (T2)	,215	14	,080	,879	14	,056
		RechtshänderInnen laut Elternurteil (T2)	,168	24	,076	,936	24	,131
	Abzeichnen	Gesamtstichprobe	,164	44	,004	,930	44	,010
		LinkshänderInnen laut Schreibhand	,192	14	,174	,946	14	,498
		RechtshänderInnen laut Schreibhand	,153	28	,090	,932	28	,070
		LinkshänderInnen laut HAPT 4-6 (T2)	,156	15	,200	,942	15	,403
		RechtshänderInnen laut HAPT 4-6 (T2)	,164	29	,044	,922	29	,035
		LinkshänderInnen laut Elternurteil (T2)	,244	14	,024	,905	14	,135
		RechtshänderInnen laut Elternurteil (T2)	,142	24	,200	,930	24	,099
	Räumliche Beziehungen	Gesamtstichprobe	,148	44	,017	,922	44	,006
		LinkshänderInnen laut Schreibhand	,176	14	,200	,893	14	,088
		RechtshänderInnen laut Schreibhand	,136	28	,200	,931	28	,064
		LinkshänderInnen laut HAPT 4-6 (T2)	,240	15	,020	,873	15	,037
		RechtshänderInnen laut HAPT 4-6 (T2)	,170	29	,031	,918	29	,027
		LinkshänderInnen laut Elternurteil (T2)	,154	14	,200	,932	14	,330
		RechtshänderInnen laut Elternurteil (T2)	,145	24	,200	,918	24	,053
	Visuomotorische Geschwindigkeit	Gesamtstichprobe	,236	41	,000	,845	41	,000
		LinkshänderInnen laut Schreibhand	,247	12	,041	,868	12	,062
		RechtshänderInnen laut Schreibhand	,277	27	,000	,808	27	,000
		LinkshänderInnen laut HAPT 4-6 (T2)	,196	13	,185	,899	13	,130
		RechtshänderInnen laut HAPT 4-6 (T2)	,249	28	,000	,811	28	,000
		LinkshänderInnen laut Elternurteil (T2)	,281	12	,010	,814	12	,013
		RechtshänderInnen laut Elternurteil (T2)	,273	24	,000	,825	24	,001
	Quotient Visuomotorische Integration	Gesamtstichprobe	,129	44	,063	,881	44	,000
		LinkshänderInnen laut Schreibhand	,245	14	,023	,815	14	,008
		RechtshänderInnen laut Schreibhand	,120	28	,200	,930	28	,062
		LinkshänderInnen laut HAPT 4-6 (T2)	,228	15	,035	,828	15	,009
		RechtshänderInnen laut HAPT 4-6 (T2)	,145	29	,124	,908	29	,015
		LinkshänderInnen laut Elternurteil (T2)	,191	14	,177	,872	14	,044
		RechtshänderInnen laut Elternurteil (T2)	,133	24	,200	,875	24	,006

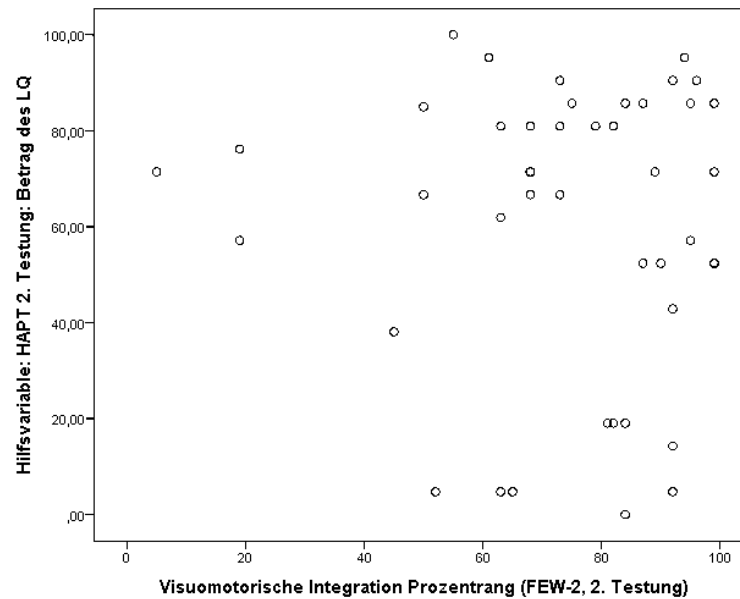
B Streudiagramme

Anhang B1:

Streudiagramm zu Fragestellung 8.

X-Achse: *Quotient visuomotorische Integration* (Prozentrang) im FEW-2

Y-Achse: Betrag des *Lateralitätsquotienten* im HAPT 4-6

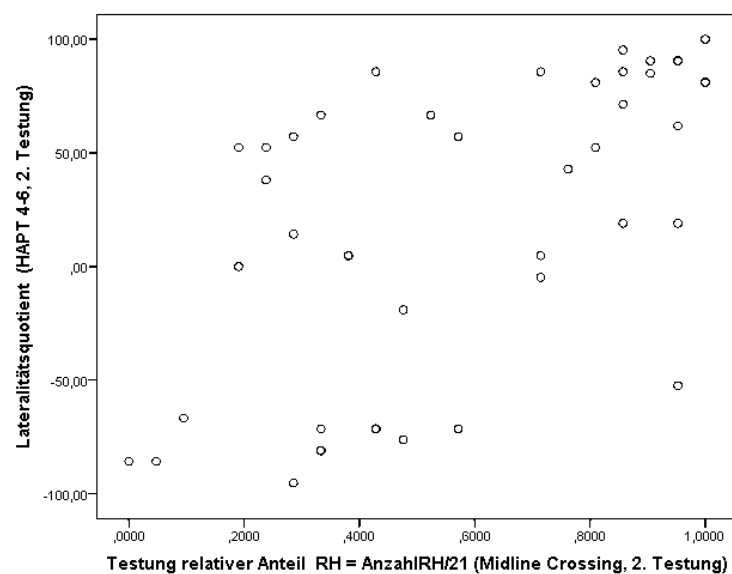


Anhang B2:

Streudiagramm zu Fragestellung 10.

X-Achse: *Relativer Anteil der rechten Hand* im QHP-Task

Y-Achse: *Lateralitätsquotient* im HAPT 4-6

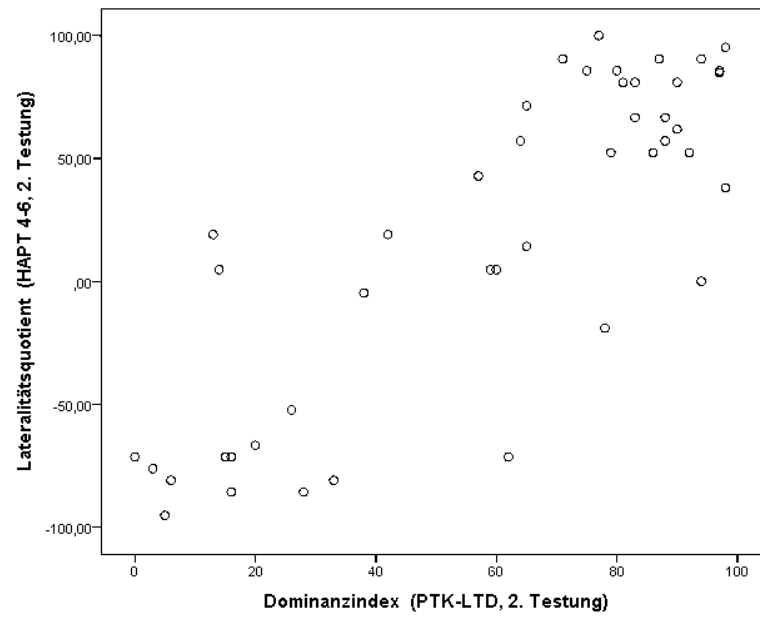


Anhang B3:

Streudiagramm zu Fragestellung 11.

X-Achse: *Dominanzindex* des PTK-LTD

Y-Achse: *Lateralitätsquotient* im HAPT 4-6

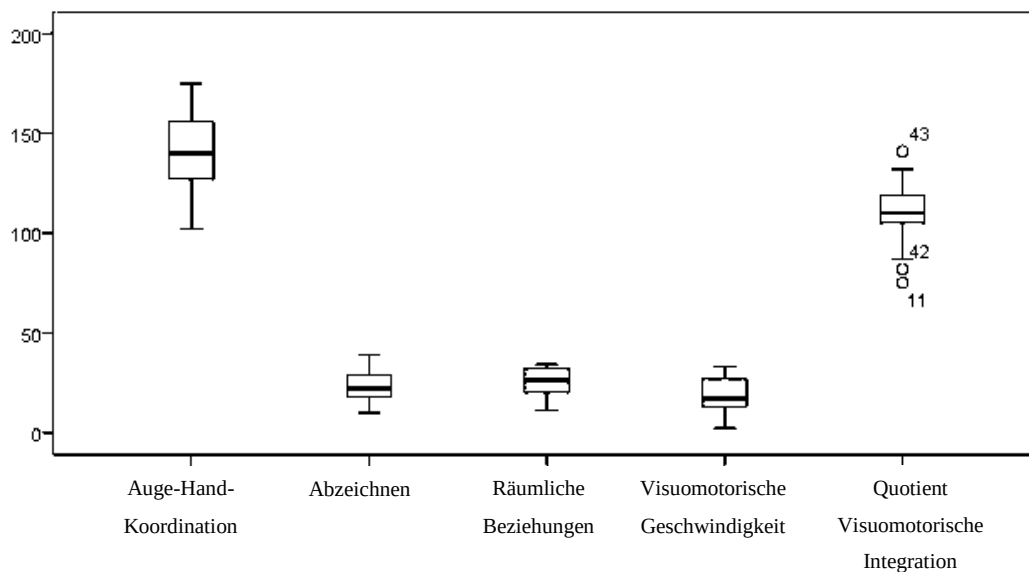


C FEW-2: Median, Quartile (25%, 75%), Boxplot

Anhang C1:

Die Tabelle und die darunter abgebildete Grafik zeigen jeweils den Median und die Quartile (25%, 75%) der Rohwerte der vier vorgegebenen Subtests des FEW-2 und des *Quotienten der visuomotorischen Integration* für die Gesamtstichprobe.

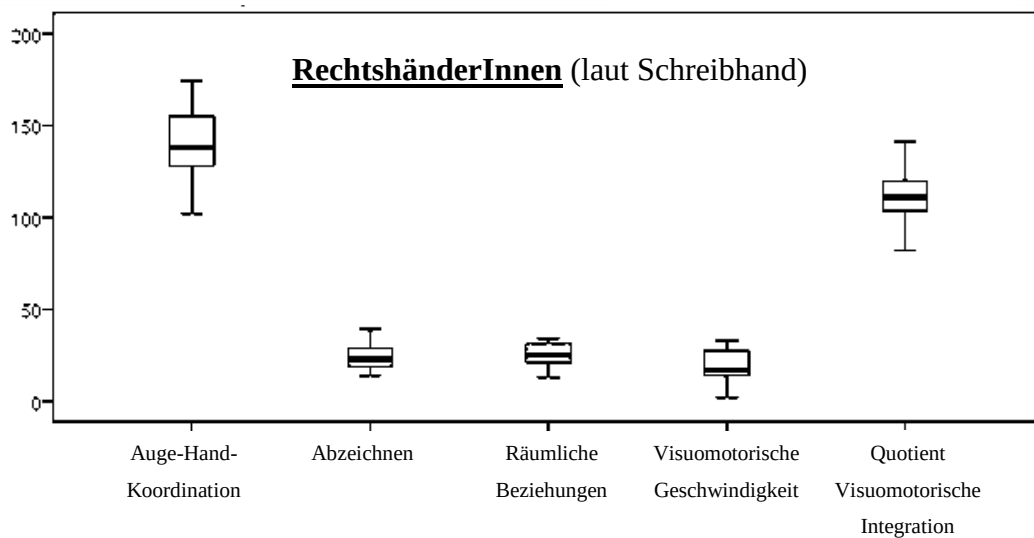
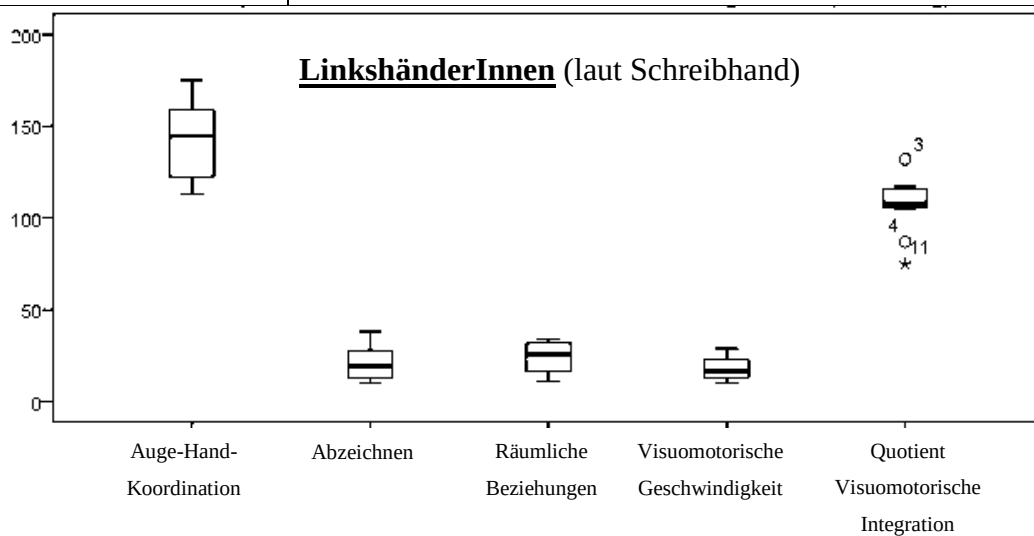
		N	Median	Quartil 25%	Quartil 75%
Subtest <i>Auge-Hand-Koordination</i>	Gesamt- stichprobe	44	139,00	125,50	155,75
Subtest <i>Abzeichnen</i>	Gesamt- stichprobe	44	22,00	17,25	28,75
Subtest <i>Räumliche Beziehungen</i>	Gesamt- stichprobe	44	25,00	20,00	32,00
Subtest <i>Visuomotorische Geschwindigkeit</i>	Gesamt- stichprobe	44	17,00	13,00	27,00
Quotient <i>Visuomotorische Integration</i>	Gesamt- stichprobe	44	110,50	105,00	118,75



Anhang C2:

Die Tabelle und die darunter abgebildeten Grafiken zeigen jeweils den Median und die Quartile (25%, 75%) der Rohwerte der vier vorgegebenen Subtests des FEW-2 und des *Quotienten der visuomotorischen Integration* für die Gruppen der Rechts- und LinkshänderInnen laut Schreibhand.

	Händigkeit laut Schreibhand	N	Median	Quartil 25%	Quartil 75%
Subtest <i>Auge-Hand-Koordination</i>	RechtshänderInnen	28	137,00	127,50	155,00
	LinkshänderInnen	14	144,00	122,75	157,50
Subtest <i>Abzeichnen</i>	RechtshänderInnen	28	22,50	18,25	29,00
	LinkshänderInnen	14	18,50	13,50	26,50
Subtest <i>Räumliche Beziehungen</i>	RechtshänderInnen	28	25,00	20,00	31,75
	LinkshänderInnen	14	23,50	17,25	32,00
Subtest <i>Visuomotorische Geschwindigkeit</i>	RechtshänderInnen	27	17,00	14,00	28,00
	LinkshänderInnen	12	16,50	13,00	24,50
Quotient <i>Visuomotorische Integration</i>	RechtshänderInnen	28	110,50	102,50	120,50
	LinkshänderInnen	14	109,00	106,50	117,00



D Elternbrief



universität
wien

Fakultät für Psychologie

Institut für Entwicklungspsychologie und Psychologische Diagnostik

Ass. Prof. Dr. Pia Deimann
☎ 01-4277-47867
@ pia.deimann@univie.ac.at

Ass. Prof. Dr. Ursula Kastner-Koller
☎ 01-4277-47861
@ ursula.kastner-koller@univie.ac.at

Wien, am 17. Mai. 2011

Liebe Familie XXX!

Vor einiger Zeit hat Ihr Sohn / Ihre Tochter an einer Studie der Fakultät für Psychologie zum Thema „Händigkeit“ teilgenommen.

Wir wären sehr daran interessiert, die Forschungen auf diesem Gebiet weiterzuführen und bitten Sie dabei um Ihre Hilfe:

Geme würden wir eine erneute Studie zum Thema „Händigkeit“ durchführen und zwar mit all jenen Kindern, die schon an der ersten Studie teilgenommen haben.

Wir würden uns sehr freuen, wenn Sie und Ihr Kind uns dabei unterstützen würden!

Um einen Termin zu vereinbaren, wird sich ab 1. Juni 2011 Frau Nicole Hrobath, eine Diplomandin an unserem Institut, mit Ihnen telefonisch in Verbindung setzen.

Falls Sie nicht teilnehmen wollen, bitten wir um eine kurze Absage per E-Mail oder Telefon.

Ein ganz großes und herzliches Danke im Voraus!

Dr. Pia Deimann

Dr. Ursula Kastner-Koller

E Informationsblatt

Nicole Hrobath

Informationsblatt

Name (Elternteil):

Adresse:

Telefonnummer:

E-Mail-Adresse:

Name des Kindes:

Geburtsdatum:

Händigkeit:

Wie viele Jahre besuchte das Kind bisher den Kindergarten?

Bitte zutreffendes ankreuzen: ab September 2011 besucht das Kind:

☐ den Kindergarten ☐ die Vorschule ☐ die ____ Klasse

Möchten Sie (nach Auswertung) die Ergebnisse Ihres Kindes mitgeteilt bekommen?

☐ ja (bitte geben Sie eine E-Mail-Adresse an) ☐ nein

Datum

Unterschrift

F Zusammenfassung

Als Händigkeit bezeichnet man die Überlegenheit der linken oder rechten Hand gegenüber der jeweils anderen in Geschicklichkeit, Ausdauer und im bevorzugten Gebrauch. In jedem bekannten Stamm und jeder bekannten Gesellschaft ist eine rechtshändige Mehrheit vorherrschend. Wie hoch der Anteil der LinkshänderInnen an der Gesamtbevölkerung jedoch genau ist, kann auch durch verschiedene Erhebungen und Studien nicht im Konsens beantwortet werden. Gründe für die starke Variation in den statistischen Quoten sind Unstimmigkeiten in der Bestimmung bei welchen Tätigkeiten und ab welchem Ausprägungsgrad man von Linkshändigkeit beziehungsweise Rechtshändigkeit spricht. Folglich können wissenschaftliche Studien zum Thema aufgrund der unterschiedlichen Arten der Händigkeitsfeststellung nur schwer miteinander verglichen werden. Die diversen Möglichkeiten zur Identifikation der Händigkeit werden in der Arbeit besprochen. Es stehen neben der Bestimmung der Schreibhand noch die Prüfung der Präferenz- und Leistungsdominanz zur Verfügung. Die Frage, welche Faktoren eine Rolle dabei spielen ob man Links- oder RechtshänderIn ist, kann ebenfalls nicht eindeutig beantwortet werden. In der vorliegenden Arbeit werden jedoch verschiedene Theorien und Erkenntnisse besprochen, die dies zu klären versuchen. Da im Grundschulalter die Händigkeit besonders beim *Schreiben* von besonderer Bedeutung ist, werden weitere, in Zusammenhang stehende, Themengebiete aufgeworfen: Beim Erlernen des Schreibens und beim Schreiben an sich spielt die *Visuomotorik*, also die Fähigkeit die Augen mit den Bewegungen des Körpers oder Teilen des Körpers zu koordinieren, eine bedeutende Rolle. Deshalb wird im Theorieteil der Arbeit auf die Visuomotorik, die Motorik, die Schrift und das Erlernen des Schreibens (mit Bezugnahme auf die Händigkeit) eingegangen. Und doch beinhaltet der Begriff *Händigkeit* nicht lediglich das Schreiben mit der linken oder rechten Hand. Durch das Verständnis der Thematik der *zerebralen Lateralisierung*, die im Theorieteil umfassend erläutert wird, wird nachvollziehbar, woher die zahlreichen Forschungsfragen zum Unterschied zwischen Rechts- und LinkshänderInnen rühren, beziehungsweise warum überhaupt angenommen wird, dass sie sich bezüglich bestimmter Merkmale unterscheiden könnten.

Das Ziel der vorliegenden Studie war, Daten zur *Händigkeitsentwicklung* im Grundschulalter zu gewinnen. Bereits 2011 nahmen 66 Kinder an einer Händigkeitsstudie (Feichtinger, 2012; Hell, 2012) teil. Vorgegeben wurden der *Handpräferenztest für 4-6-jährige Kinder* (HAPT 4-6, Bruckner, Deimann & Kastner-Koller, 2011), der *Peg-Moving Task* (PEGS, Annett, zum

Beispiel 1970, 1985, 2002) und der *Quantification of Hand Preference Task* (QHP-Task, Bishop, Ross, Daniels & Bright, 1996).

Im Rahmen der aktuellen Studie wurden Kinder dieser Stichprobe erneut getestet. Interessiert hat hierbei, ob (nach einem Jahr) Veränderungen in den Händigkeitmaßen festzustellen sind. Zusätzlich wurden noch die visuomotorischen Fertigkeiten der Kinder erhoben. Letztendlich nahmen 44 der ursprünglich 66 Kinder (4;9 - 7;2 Jahre) an dieser Nachfolgestudie teil. Der HAPT 4-6, der QHP-Task und zusätzlich *Punktiertest und Leistungs-Dominanztest für Kinder* (PTK-LDT, Friedhelm Schilling, 2009) wurden vorgegeben. Um die visuomotorischen Fertigkeiten zu analysieren wurde *Frostigs Entwicklungstest der visuellen Wahrnehmung – 2* (FEW-2, Büttner, Dacheneder, Schneider & Weyer, 2008) eingesetzt.

Diskutiert wird außerdem inwiefern die verschiedenen Verfahren in der Einteilung der Kinder in Links- und RechtshänderInnen übereinstimmen. Auffallend war die geringe Übereinstimmung des QHP-Tasks mit den anderen Verfahren. Dies führt zu der Annahme, dass der QHP-Task einen anderen Aspekt der Händigkeit erfasst.

Im Vergleich zum ersten Testzeitpunkt konnte weder bei den Links- noch bei den RechtshänderInnen ein signifikanter Unterschied im Ausmaß der Lateralisierung, in der Konsistenz des Handgebrauchs und im Ausmaß mit dem die Mittellinie überkreuzt wird festgestellt werden. Möglicherweise ist in dem Altersrange der Stichprobe ein Jahr eine zu kurze Zeitspanne um signifikante Entwicklungen festzustellen. Eine weitere Untersuchung der Stichprobe wäre erforderlich um die Händigkeitsentwicklung weiterhin zu verfolgen.

Betreffend der visuomotorischen Fertigkeiten konnten keine signifikanten Unterschiede zwischen links- und rechtshändigen Kinder festgestellt werden. Unabhängig von der Händigkeit konnte nur ein höheres Ausmaß der Handpräferenz mit besseren Visuomotorik-Leistungen in Verbindung gebracht werden.

Bezüglich des Überkreuzens der Körpermittellinie weisen die Ergebnisse darauf hin, dass die Mittellinie umso öfter überkreuzt wird, je stärker die Lateralisierung ist. RechtshänderInnen haben die Mittellinie öfter mit der rechten Hand überkreuzt. Bei den LinkshänderInnen hingegen konnte diesbezüglich kein Unterschied zwischen der dominanten und der nichtdominanten Hand festgestellt werden.

Eine dritte Untersuchung der Stichprobe läuft bereits und wird weitere aufschlussreiche Informationen über die Entwicklung der Händigkeit und deren Zusammenhang mit anderen Fertigkeiten/Fähigkeiten liefern.

G Abstract

In recent years questions have arisen about whether there exist any differences in the development of handedness between left-handed and right-handed children.

In 2011, 66 children took part in a handedness-study (Feichtinger, 2012; Hell, 2012) comprising the '*Handpräferenztest für 4-6-jährige Kinder*' (HAPT 4-6, Bruckner, Deimann & Kastner-Koller, 2011), the '*Peg-Moving Task*' (PEGS, Annett, e.g. 1970, 1985, 2002) and the '*Quantification of Hand Preference Task*' (QHP-Task, Bishop, Ross, Daniels & Bright, 1996).

The aim of the present study was to re-test these children and investigate the development of handedness one year later – supplementary in relation to visuomotoric ability. Finally 44 children (age 4;9 - 7;2 years) participated in this follow-up study. The HAPT 4-6, the QHP-Task and additionally the '*Punktiertest und Leistungs-Dominanztest für Kinder*' (PTK-LDT, Schilling, 2009) were assessed. Using all those different tests allowed to observe hand preference as well as hand performance. To analyze the visuomotoric skills '*Frostigs Entwicklungstest der visuellen Wahrnehmung – 2*' (FEW-2, Büttner, Dacheneder, Schneider & Weyer, 2008) was used.

There couldn't be shown any differences in the degree of lateralization of handedness, consistency of hand use and the extent of crossing the midline, neither in right- nor in left-handed children. Simply in left-handed a development of laterality towards writing hand appeared. Possibly for the sample's range of age one year is a too short period, to observe any differences. Therefore further examination of this sample is required, to specify the development of handedness.

The accordance of the different tests in assessing children's handedness is also discussed. The lowest was found between the QHP-Task and the other procedures. This leads to the presumption that the QHP-Task assesses a different aspect of handedness.

Based on the visuomotoric skills, left- and right-handers' drawing performance across the four tasks was not found to differ significantly. Merely a higher degree of hand preference, regardless of handedness, seemed to be related to better visuomotoric skills.

Concerning the 'midline crossing' results showed, that the more handedness was lateralized, the more often the midline was crossed. Right-handed crossed the midline more often with the right hand. There was no significant difference between the use of the left and the right hand in left-handed children.

A third time investigation of this sample is in progress and will provide further revealing information about the development of handedness and its relation to other skills.

H Curriculum Vitae

Angaben zur Person: **Nicole Hrobath**

04.07.1985

Staatsbürgerschaft: Österreich

nicole.hrobath@chello.at

Schulbildung: **Seit 2005**
Diplomstudium der Psychologie an der Universität Wien

1999 - 2004

Bundeshandelsakademie

Ausbildungszweig:

Marketing und internationale Geschäftstätigkeit

2004: Matura

1995 – 1999

Hauptschule

1991 – 1995

Volksschule

Sprachen: **Muttersprache:** Deutsch

Englisch (Maturaniveau, Bundeshandelsakademie)

Französisch (Maturaniveau, Bundeshandelsakademie)

Italienisch (3 Jahre, Bundeshandelsakademie)

Kroatisch (Niveau A1, Sprachenzentrum der Universität Wien)

Spanisch (Niveau A1, Sprachenzentrum der Universität Wien)

Derzeitige Anstellung: **Seit 2008** „Kindergarten-/Hortpädagogin“ bei den
Wiener Kinderfreunden; Leitung einer Hortgruppe