

Bewegungsentwicklung bei 10- bis 14-jährigen Kindern

Eine empirische Studie zur Entwicklung und Bedeutung der Händigkeit und Füßigkeit

Thomas Marti

*projektArt berne,
Institut für medizinisch-pädagogische Forschung, Deutschland*

ZUSAMMENFASSUNG. Bei 954 Schülerinnen und Schülern der 5. bis 8. Klasse aus 14 Rudolf Steiner- oder Waldorfschulen in Deutschland und der Schweiz wird mittels Selbstbeobachtungsbogen die Seitenpräferenz von Händen und Füßen untersucht. Dabei zeigt sich, dass die Seitendominanz der Hände stabil ausgeprägt ist, die Füßigkeit in der untersuchten Zeitspanne dagegen weniger ausgeprägt und durch eine leichte Abnahme der Seitendominanz bzw. Zunahme der Bilateralität gekennzeichnet ist. Zwecks phänomenologischer Interpretation der Ergebnisse wird der Deutungshintergrund aufgearbeitet und aufgezeigt, dass die funktionelle Lateralisierung der Bewegung ein spezifisch anthropologisches Phänomen darstellt. Diskutiert werden die Ergebnisse schließlich im Hinblick auf einen Hinweis Steiners (1978), wonach das logische Schließen und kausale Denken in Zusammenhang mit den Beinen und Füßen zu verstehen und methodisch-didaktisch zu berücksichtigen sei.

Schlüsselwörter: Lateralisierung, Händigkeit, Füßigkeit, Bewegungsentwicklung, logisches und kausales Denken

ABSTRACT. The preferences for handedness and footedness are examined through self-observation questionnaires given to 954 pupils in the fifth to eighth grades at 14 Rudolf Steiner Schools (more widely known as Waldorf Schools) in Germany and Switzerland. It is revealed that whereby a dominant side in handedness is consistently pronounced, in footedness is less clearly defined. The study indicates a slight decrease of the footedness dominance within the time span of the experiment, and, respectively, an increase in mixed-footedness. For the purpose of a phenomenological analysis of the results, the scope of interpretation is developed and demonstrated, that the functional lateralization of movement signifies a specific anthropological phenomenon. In conclusion, the results are discussed with respect to a reference from Rudolf Steiner (1978), who stated that to understand logical concluding and causal thinking, the relationship to the legs and feet should always be considered and should be regarded in a methodical and didactical manner.

Keywords: Lateralization, handedness, footedness, motor development, logical and causal thinking

Einleitung

In einer früheren Studie zum Entwicklungsstand bei 9-jährigen Kindern am Ende der 2. Klasse hat sich ergeben, dass die Seitendominanz der Hände weitgehend stabil scheint und im Rahmen der für Erwachsene bekannten Häufigkeit auftritt. Unterschiedlich dazu waren jedoch die Ergebnisse für die Seitigkeit der Beine und Füße (Marti, 2008). Dies könnte auf eine cranio-caudale Entwicklung der Bewegungskoordination hindeuten (*„vom Kopf in Richtung Füße“*), wie sie generell für die Körperentwicklung bekannt ist. Dieser Umstand könnte in Verbindung mit der Metamorphose der vitalen Organisation (*„Geburt des Ätherleibes“*, Steiner, 1987) stehen, die demnach ebenfalls vom Kopf zu den Füßen hin fortschreiten würde.

Da in der anthroposophischen Menschenkunde die seelisch-geistige Entwicklung in enger Wechselwirkung mit der leiblich-körperlichen Entwicklung des Kindes aufgefasst wird (Steiner, 1973), stellt sich an dieser Stelle die Frage nach dem Zusammenhang der Bewegungsentwicklung mit der Entwicklung des Denkens im Jugendalter (logische Denkschritte, kausales Erklären, eigenständige Urteilsbildung). Für die Pädagogik bei beginnender Pubertät dürfte eine leibliche Begründung dieses Zusammenhangs einen menschenkundlich-didaktischen Erkenntnisgewinn darstellen.

Die vorliegende Studie untersucht den Verlauf in der Entwicklung der Seitendominanz von Händen und Füßen bei Kindern vom 10. bis 14. Lebensjahr. Die Ergebnisse sollen von mehreren Seiten her beleuchtet, diskutiert und auf ihre pädagogische Relevanz hin untersucht werden. Daraus ergeben sich Fragen für weitere Untersuchungen.

Befundaufnahme

Probanden und Stichprobenumfang

An der Studie haben 954 Schülerinnen und Schüler von insgesamt 14 Rudolf Steiner- oder Waldorfschulen aus der Schweiz und Deutschland teilgenommen. Ausgewertet wurden die Fragebögen aller Kinder im Alter zwischen 10.0 und 14.9 Jahren, jüngere bzw. ältere Kinder sowie unvollständig ausgefüllte Fragebögen wurden ausgeschlossen. Von den insgesamt 819 verbleibenden Fragebögen stammen 53.8% von Schülerinnen und 46.2% von Schülern.

Methode

Die Schülerinnen und Schüler der Klassenstufen 5 bis 8 wurden am Ende einer Unterrichtsstunde aufgefordert, mittels eines Fragebogens und durch Selbstbeobachtung eine Reihe von einfachen Tests durchzuführen und die Fragen bzw. Beobachtungen der Präferenz von Händen und Füßen durch Ankreuzen zu beantworten. Den Fragen bzw. Testaufgaben zur Händigkeit wurden die Leitlinien der Deutschen Gesellschaft für Arbeitsmedizin und Umweltmedizin (AWMF, 2005) zugrunde gelegt. Da wir wie schon Müller (2001, S. 11) keinen anerkannten Test für die Füßigkeit finden konnten, haben wir eigene Aufgaben für die Selbstbeobachtung der Seitigkeit von Beinen und Füßen formuliert und die eben genannten Leitlinien sinngemäß angewendet. Um die Teilnahmebereitschaft bei den angefragten Klassenlehrerinnen und -lehrern zu erhöhen und die Durchführbarkeit im Klassenverband nicht zu überlasten, wurde nur ein Minimum an Testaufgaben gestellt. Diese betrafen folgende neun Aspekte:

- H1 bevorzugte Schreibhand
- H2 bevorzugte Wurfhand (für Schneeball, Tannzapfen o.ä)
- H3 bevorzugte Hand beim Bedienen eines Feuerzeugs oder Streichholzes
- H4 Bevorzugung beim *einhändigen* Zuknöpfen des Hemdes
- F5 vorausgehender Fuß beim Hochsteigen auf einen Stuhl
- F6 vorausgehender Fuß beim *langsamen* und *sicheren* Heruntersteigen von einem Stuhl
- F7 vorausgehendes Bein beim Schwingen aufs Fahrrad
- F8 bevorzugter Standfuß beim Fahren mit Scooter (Kick-Board oder Trotinett) über längere Strecken
- F9 beim Musizieren oder Musikhören mit einem Fuß den Takt angeben.

Eine Anleitung für die Selbstbeobachtung und das Ausfüllen der Fragebögen wurde schriftlich in Form eines Begleitbriefes an die Schülerinnen und Schüler abgegeben. Die Schüler wurden aufgefordert, die Testaufgaben entweder auszuführen oder sich kurz zu vergegenwärtigen (z.B. F7, F8). Bei Unentschieden durfte sowohl "links" als auch "rechts" angekreuzt werden.

Beispiele:

- H2 Einen kleinen Ball, einen Schneeball, Tannzapfen usw. werfe ich gewöhnlich rechts links
- F5 Wenn ich auf einen Stuhl steige, gehe ich gewöhnlich mit dem rechten linken Fuß voran.

Mit dem Fragebogen wurden zudem Geschlecht, Klassenstufe, Geburtsdatum und Datum der Beobachtung erfasst.

Für die Auswertung der Beobachtungen wurden Gruppen nach dem chronologischen Alter der Schüler gebildet (10.0-10.9 Jahre bis 14.0-14.9 Jahre) und die Daten mit den in Excel zur Verfügung stehenden Statistikfunktionen grafisch dargestellt und analysiert. Dazu untersuchten wir die Ergebnisse bezüglich der altersabhängigen Verteilung von Rechtseitigkeit, Linksseitigkeit, Beidseitigkeit und festgelegter Dominanz (Summe der Rechts- und Linksseitigkeit). Die Differenz der jeweiligen Werte für das 10. und 14. Lebensjahr wurde mit dem Chi2-Test auf Signifikanz untersucht und für den Verlauf über alle Altersstufen wurde die lineare Trendlinie mit dem Regressionskoeffizienten bestimmt.

Ergebnisse

Händigkeit

Erwartungsgemäß ist die Dominanz der Händigkeit über alle Altersgruppen recht homogen ausgeprägt. Die Bevorzugung der rechten Hand beim Schreiben (H1), beim Werfen (H2) und beim Bedienen eines Feuerzeugs oder Streichholzes (H3) liegt zwischen 84.3% und 89%. Im Unterschied dazu geht das einhändige Zuknöpfen des Hemdes nur bei durchschnittlich 58%

der 10 bis 14-Jährigen besser mit der rechten als mit der linken Hand. Ausgeprägte Linkshänder gibt es über alle Altersgruppen gemittelt: 10.4% beim Schreiben (H1), 7.9% beim Werfen (H2), 9.9% beim Bedienen eines Feuerzeugs (H3) und 19.4% beim Zuknöpfen des Hemdes (H4). Die Mittelwerte für Beidhändigkeit (sowohl links wie rechts) liegen zwischen 0.5% (H1 Schreiben) und 20.5% (H4 Zuknöpfen des Hemdes).

Vergleichen wir die Daten getrennt nach Geschlechtern, ergibt sich sowohl für Mädchen wie Jungs ein gleichartiges Bild. Signifikante Geschlechtsunterschiede in der Händigkeit von 10- bis 14-Jährigen sind in unseren Daten nicht zu finden.

Fassen wir die Seitendominanz über alle vier Aspekte H1 bis H4 zusammen (Summe der Links- und Rechtshänder) und vergleichen diese mit der Bilateralität (Unentschiedenheit in der Bevorzugung einer Hand), dann ergibt sich über alle Altersgruppen keine signifikante Veränderung. Dies lässt sich dahingehend deuten, dass die Händigkeit über die untersuchten Altersgruppen weitgehend stabil ist. Die nachfolgende Abbildung 1 stellt die gemittelten Ergebnisse grafisch dar:

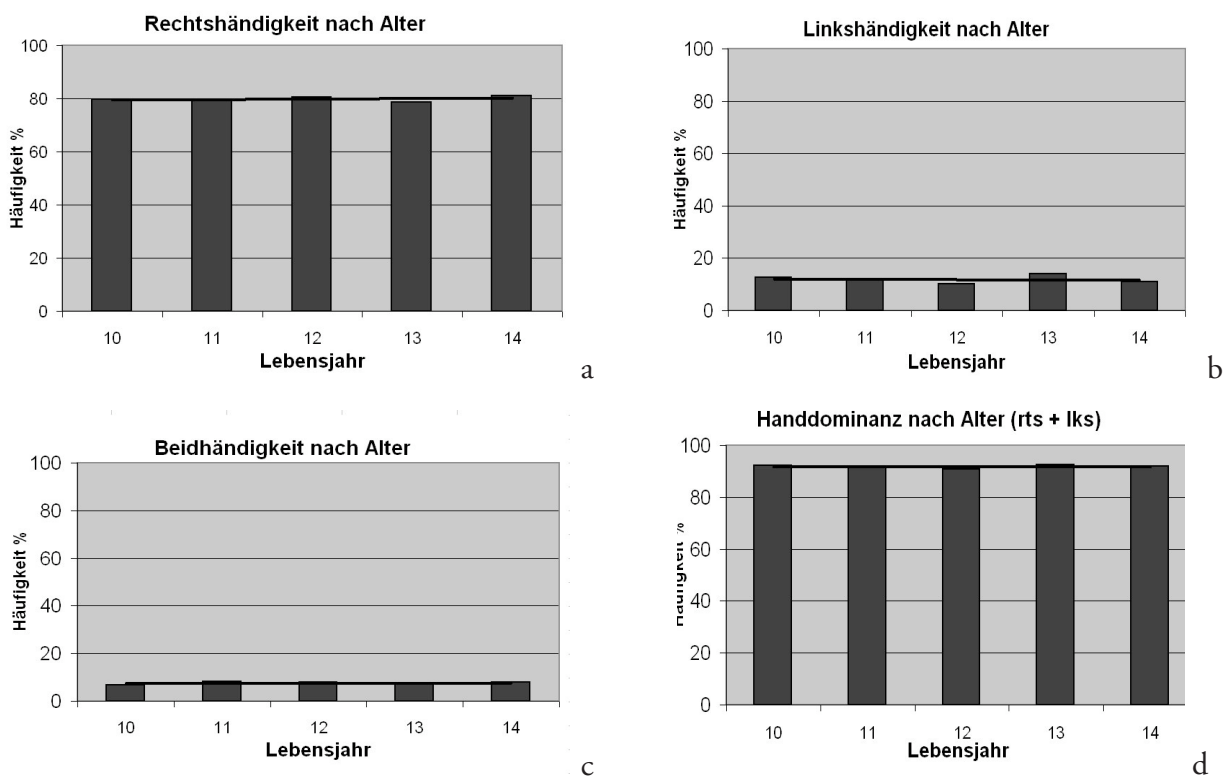


Abbildung 1: Prozentuale Häufigkeit der Händigkeit im 10. bis 14. Lebensjahr. Die horizontale Lage der Trendlinie über den Säulen der Histogramme deutet auf Stabilität hin. Weitere Erläuterungen siehe Text.

Die markante Abweichung der Werte für das Zuknöpfen des Hemdes (H4) von den Werten für die übrigen Aspekte H1-H3 lässt sich interpretieren als Folge einer geübten zweihändigen Tätigkeit, bei der die eine Hand das Knopfloch hält, die andere den Knopf führt, wodurch die Geschicklichkeit beim Zuknöpfen in beiden Händen eine Steigerung erfahren hat. Da über die Jahre 10 bis 14 beim Zuknöpfen keine signifikante Veränderung der Handbevorzugung stattfindet, dürfen wir annehmen, dass die Handgeschicklichkeit für diese Tätigkeit vor dem 10. Lebensjahr erworben wurde.

Füßigkeit

Bei der Seitigkeit der Füße bzw. Beine verzeichnen wir in allen fünf Aspekten eine geringere Ausprägung und eine größere Streuung als bei der Händigkeit. Am deutlichsten ausgeprägt ist die Rechtsdominanz der Beine und Füße beim Aufschwingen aufs Fahrrad bei gleichzeitigem Fehlen eines signifikanten Unterschieds der Links- und Beidfüßigkeit. Die von allen Aspekten geringste Ausprägung der Rechtsfüßigkeit liegt beim Scooterfahren, wo hingegen die Beidfüßigkeit am stärksten vertreten ist. Am wenigsten streuen die fünf Aspekte bei der Beidfüßigkeit, am stärksten bei der Rechtsfüßigkeit. Eine unterschiedliche Geschlechterausprägung der Füßigkeit konnten wir nicht feststellen. Abbildung 2 stellt die gemittelten Ergebnisse über alle Aspekte und Altersgruppen grafisch dar.

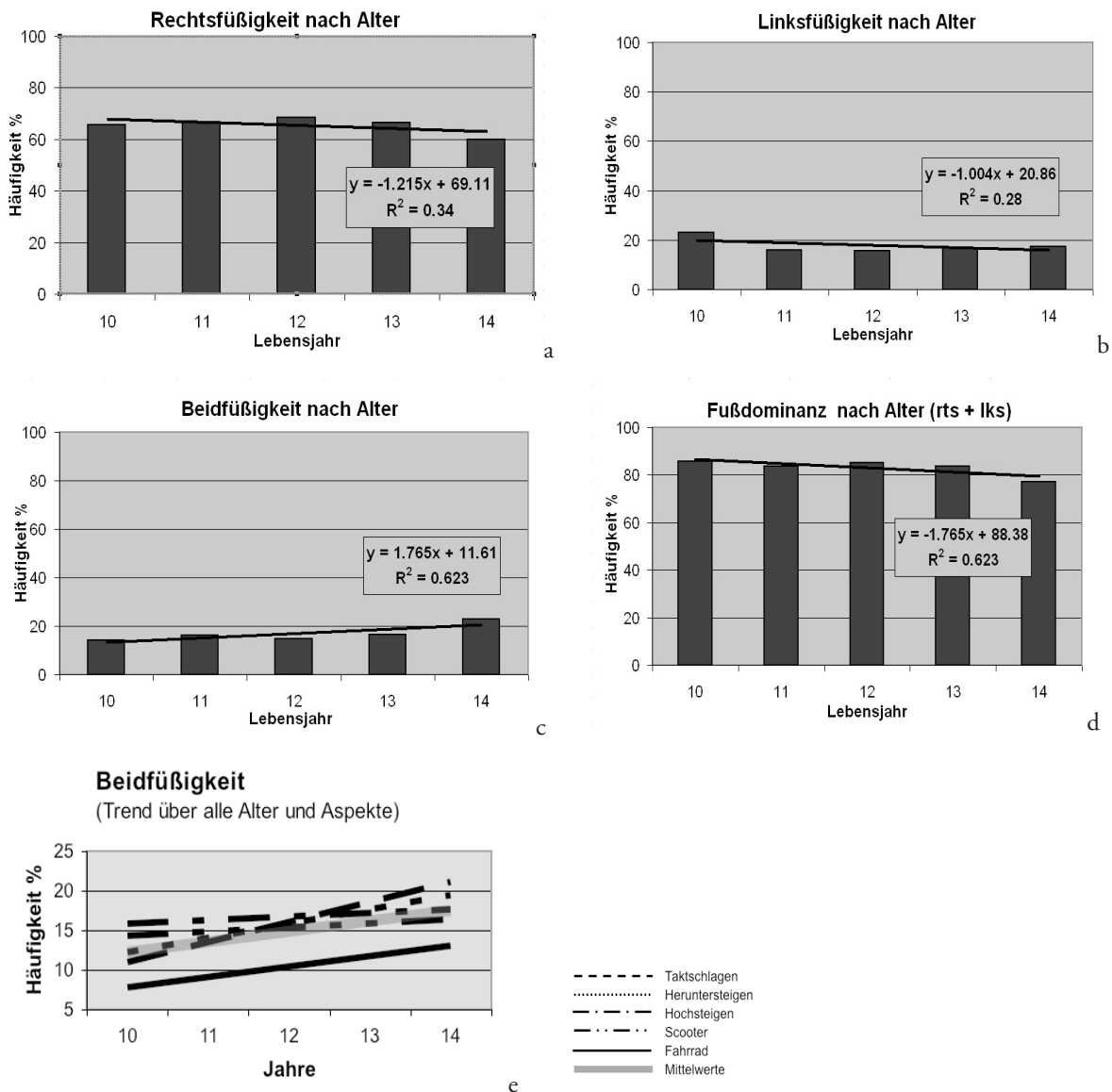


Abbildung 2: Prozentuale Häufigkeit der Füßigkeit im 10. bis 14. Lebensjahr. Die linearen Regressionsgeraden über den Säulen der Histogramme deuten auf eine leichte Zu- bzw. Abnahme der Häufigkeiten hin. (e) zeigt die linearen Regressionsgeraden (Trendlinien) der 5 Einzelaspekte. Weitere Erläuterungen siehe Text.

Die mittlere Seitendominanz der Füße (Abb. 2d) nimmt von 85.9% annähernd linear ab auf 77.1%. Entsprechend nimmt die Beidfüßigkeit (Abb. 2c) zu. Die Signifikanz für den Unterschied von 10 zu 14 Jahren ist $p < 0.05$, das Bestimmtheitsmaß für die Linearität beträgt $R^2 = 0.623$.

Aus unseren Ergebnissen können wir den Schluss ziehen, dass die Seitenpräferenz der Füßigkeit zwischen 10 und 14 Jahren abnimmt zugunsten einer Zunahme der Beidfüßigkeit.

Die Ergebnisse zur Füßigkeit und ihr Unterschied zur Händigkeit lassen sich als Folge der unterschiedlichen Leistung der beiden Füße bzw. Beine deuten. Nach Peters (1988) und Gabbard (1993) lassen sich Kraft- und Koordinationsbein unterscheiden. Das *Kraftbein* ist konditionell das dominante, das *Koordinationsbein* dagegen dominant hinsichtlich der *Führung einer Bewegung auf eine Funktion hin*. Nach den genannten Autoren ist das rechte Bein bei Rechtshändern häufig das *Koordinationsbein* und

übernimmt bei anspruchsvolleren Bewegungsabläufen die Führung, während das andere Bein als *Kraftbein* fungiert. Die genannte Unterscheidung ist auch aus der Physiologie des menschlichen Gehens bekannt, das in einem rhythmischen Wechsel von Spielbein (Schwungbein) und Standbein besteht. So lassen sich auch in der Ausbildung von Skelett und der Muskulatur der Beinextremitäten keine signifikanten Asymmetrien feststellen (Müller, 2001). Peters (1988) kam in seinen Beobachtungen weiter zu dem Ergebnis, dass nicht alle untersuchten Bewegungsabläufe gleich gut mit der Dominanz der unteren Extremität korrelieren. Bei Hochspringern konnte er z.B. beobachten, dass die Athleten das linke Bein zum Absprung bevorzugen, während Weitspringer vornehmlich mit dem rechten Bein abspringen. Dies erklärte er damit, dass es beim Hochsprung hauptsächlich auf die Schnellkraft ankommt, während beim Weitsprung die Koordination, den Absprungbalken genau zu treffen, mindestens genauso wichtig ist wie die Kraft.

Von besonderem Interesse ist hier die Zunahme der Beidfüßigkeit über alle fünf getesteten Aspekte (Abbildung 2e). Beim Taktschlagen nimmt sie am stärksten zu (im Mittel von 12,8% auf 23,1 %). Wir können dies dahingehend deuten, dass beim Taktschlagen das *Gefühl für die rhythmische Bewegung* des Fußes das entscheidende Bewegungselement darstellt und dass dafür das linke und rechte Bein zunehmend besser als Stand- bzw. Spielbein eingesetzt werden können. Am geringsten ausgeprägt ist die Beidfüßigkeit beim Aufsteigen aufs Fahrrad (von 9,8 % auf 14,9 %). Wir können dieses Ergebnis als Folge des Umstandes interpretieren, dass es sich hier weitgehend um eine Ganzkörperbewegung handelt, die weitgehend von der Händigkeit bestimmt sein dürfte (bevor das Bein geschwungen wird, nimmt man das Fahrrad „zur Hand“ und stellt sich auf die entsprechende Seite). Es ist denkbar, dass die Zunahme der Beidfüßigkeit einen Trainingseffekt widerspiegelt.

Deutungshintergrund

Um die Ergebnisse unserer Untersuchung interpretieren zu können, bereiten wir zunächst den Deutungshintergrund auf. Wir gehen dazu phänomenologisch vor und stellen die Lateralisierung in den größtmöglichen Kontext der menschlichen Bewegung und ihrer Entwicklung.

Epistemologische Voraussetzungen

Ein phänomenologisches Vorgehen impliziert den Leib-Begriff im Sinne Husserls (Husserl, 1913) und besonders Merleau-Pontys (Merleau-Ponty, 1974): Leib ist weder nur Subjekt („Seele“) noch bloßer Objekt („Körper“), sondern quasi das Medium (das „Dazwischen-Liegende“) oder der „Ort“, an dem wir uns in der Welt und zur Welt hin vorfinden. Dieser Leibbegriff ist keine ontologische Bestimmung (das *Sein* betreffend: „es gibt einen Leib“), sondern eine epistemologische Beschreibung der *Erfahrbarkeit*. „Leib“ ist Begriff von *Welterfahrung* (und nicht von *Weltsein*). „Erfahrung“ als *Vollzug* und „Erfahrung“ als *Inhalt* sind ein ungeteiltes Ganzes. Deshalb ist „Erfahrung“ sowohl subjektiv als auch objektiv. Und aus dem gleichen Grund ist auch „Leib“ weder eine nur subjektive noch eine bloß objektive Vorfindbarkeit. Verobjektiviert man den „Leib“, wird er zum „Körper“ und damit zu einem der Subjektivität entgegenstehender „Gegen-Stand“.

Die Phänomenologie umgeht das epistemologische Problem der Subjekt-Objekt-Trennung bzw. lässt dieses gar nicht erst entstehen. Die Frage, wie ein subjektiv Inneres (im Sinne Descartes die *res cogitans*) in ein objektiv Äußeres (die *res extensa*) übergreifen und dieses bestimmen kann, und wie eine bewusstseinsfreie Objektwelt ein subjektives Bewusstsein hervorzubringen vermag, erübrigt sich, weil sich phänomenologisch zeigt, dass die Trennung von Subjekt und Objekt selber das *Resultat* eines Bewusstseinsaktes darstellt und deshalb nicht eine sinnvolle *Voraussetzung* für wissenschaftliche Fragen sein kann (Steiner, 2003, S. 36).

„Phänomenal“ im Sinne Husserls ist, was dem Bewusstsein *unmittelbar* erscheint (Husserl, 1913). Zum Phänomenalen gehört der immer *intentionale* Charakter des Bewusstseins, wodurch eine Beziehung auf einen Inhalt und die Richtung auf ein Objekt überhaupt erst möglich wird (Brentano, 1974). Intentionalität ist also der willentlich gerichtete Bezug auf die Welt: kein Hören ohne zu Hörendes, kein Sehen ohne zu Sehendes, kein Tasten ohne ein zu Erastendes, keine Bewegung ohne ein zu Bewegendes. Das intentionale Erreichte wird dadurch zu einer Einverleibung von Welt. Die Spitze des Stockes, mit dem der Blinde tastend sieht, gehört genauso zum Leib wie die rechte Hand, die den Stock führt; der Blinde ist dann bis in die Spitze seines Stockes *leiblich* anwesend. Und wenn jemand mit seiner rechten Hand leichter und flüssiger schreibt als mit seiner linken, dann ist seine intentionale Anwesenheit in der Schreibhand ausgeprägter als in der anderen Hand. Was wir also die Präferenz einer Hand nennen, ist phänomenologisch die Beschreibung einer größeren Leichtigkeit, in dieser Hand für eine bestimmte Tätigkeit *intentional anwesend* zu sein. Das „*intentionale Innesein*“, wie Steiner (1983, S. 85) den Begriff Brentanos etwa nennt, kann phänomenologisch auch als „Bewusstwerden“ oder „Wahrnehmen“ bezeichnet werden.

Zum Wahrnehmen und Bewusstwerden hat die Neurophysiologie und insbesondere die Gehirnforschung eine schier unüberblickbar gewordene Vielzahl an Einzelbefunden zutage gefördert. Im Zentrum der Forschung steht die Frage, wie aus den beobachtbaren Einzelvorgängen am Nervensystem *Bewusstsein* entstehen kann (siehe dazu Singer, 2003). Im Unterschied

zum Naturalismus erscheint das Nervensystem bzw. das Gehirn aber *phänomenologisch* nicht zum vorneherein als *Verursacher* von Bewusstseinsvorgängen, sondern als zum Leib des Menschen (oder Tieres) zugehörig. Das Bewusstsein, das Wahrnehmen oder das „*intentionale Innesein*“ ist das nicht hintergehbare Gegebene. So finden wir uns bewusstseinsmäßig nicht im Gehirn vor, sondern da, wo wir mit unseren Intentionen anwesend sind: Das Bewusstsein bildet sich am Apfel, den wir genießen, in der Pflanze, der wir uns betrachtend zuwenden, in der Musik, die wir spielen oder hören, im Gedanken, den wir denken, im Nagel, den wir mit einem Hammer in die Wand schlagen etc. Die Funktion des Gehirns ist dann nicht die eines steuernden Organs, sondern die eines Spiegels oder Reflektionsorgans: es ermöglicht Bewusstsein (oder verunmöglicht es bei Hemmung oder Schädigung), erzeugt aber keine Bewusstseins- oder Wahrnehmungsinhalte (so wie auch ein Spiegel nur sichtbar – oder bewusst – macht, das Sichtbare aber selber nicht hervorbringen kann). Die Inhalte des Bewusstseins haben phänomenologisch ihren „Entstehungsort“ in der Peripherie, also da, wo wir uns leiblich aktuell vorfinden (siehe dazu auch Scheuerle, 2001).

Zum Leib gehören auch die Koordinationen von Bewegungen, die durch die *Funktion bzw. die Intention der Bewegung* selber gegeben werden. Aber auch hier gilt: keine Bewegung ohne ein zu Bewegendes. So ist etwa die Bewegungskoordination beim Handhaben eines Dosenöffners oder einer Sense vorgegeben durch das „richtige“ und damit auch „sinnvolle“ Führen der Bewegung. „Richtig“ und „sinnvoll“ bedeuten hier „der Konstruktion und dem Zweck des Werkzeugs sowie dem Werkstück entsprechend“. Aus der Neurologie ist bekannt, dass das bewusste Üben in ein Können übergeht und sich im Gehirn neuronal „niederschlägt“. Entscheidend ist jedoch, dass das erworbene Können zusammengeht mit der je konkreten Wahrnehmung der zu öffnenden Dose bzw. des zu mähenden Grases. Die zu bearbeitenden Werkstücke (die Dose, das Gras) gehören so gesehen im Vollzug der Tätigkeit zum Leib des Menschen. Der Vollzug einer „richtigen“ oder „sinnvollen“ Bewegung bedeutet eine Einverleibung von Welt. Wie v. Weizsäcker (1973) herausgearbeitet hat, sind Bewegung und Wahrnehmung stets eine ungeteilte Einheit bzw. bilden beide untrennbar den Leib des Menschen: das Ur-Erlebnis ist auch hier das kreisförmige Eins-Sein von Wahrnehmung und Bewegung.

Befunde zur Händigkeit und Füßigkeit

Die Händigkeit ist ein Phänomen in einem übergeordneten komplexen Zusammenhang (Wehr & Weinmann, 1999). Bei isolierter Betrachtung und je nach Definition der Kriterien können aus empirischen Untersuchungen unterschiedliche und voneinander abweichende Ergebnisse resultieren.

Für die Testung der allgemeinen motorischen Leistungsfähigkeit gibt es aus der Sportpädagogik eine Fülle von standardisierten Instrumenten (Bös, 2003). Dies trifft auch für die Untersuchung der Händigkeit zu (AWMF, 2005). Wie mehrere Autoren feststellen, gibt es jedoch bis anhin nur relativ wenige Untersuchungen zur Füßigkeit des Menschen, was mit einem größeren kulturell bedingten Interesse an der Händigkeit zu tun haben dürfte. Entsprechend fehlen auch valide Instrumente zur Untersuchung der funktionellen Bein- und Fußasymmetrie (Müller, 2001), was eine gewisse Heterogenität der Ergebnisse zur Folge hat. Gabbard (1993) stellt in einem Review zur Forschungslage fest, dass es im Vergleich zur Händigkeit nur sehr wenige Daten zur Entwicklung der Füßigkeit gibt. Für die Altersspanne von 3 bis 11 Jahren gibt der Autor an, dass die rechtsdominante Füßigkeit markant weniger häufig auftritt als die Händigkeit. In den ersten fünf Lebensjahren zeigen 88% der Kinder die deutliche Präferenz einer Hand, wohingegen nur 68% eine dominante untere Extremität entwickeln. Ein Drittel der Individuen besitzt keine eindeutige Dominanz eines der beiden Beine, doppelt so viele wie bei der Händigkeit (Gabbard, 1993). Der Autor interpretiert dies im Zusammenhang mit neurologischen Befunden (asymmetrische Funktionalität der Gehirnhemisphären) sowie als Folge des geringeren Einflusses von kulturellen Faktoren auf die Beine und Füße, im Unterschied zu den Händen und Armen, die durch zahlreiche für Rechtshänder konstruierte Instrumente und Werkzeuge schon früh im Leben rechtsdominant geprägt oder gar erzwungen würden.

Gegen diese Interpretation einer kulturellen Bedingtheit der Händigkeit spricht, dass sich die Dominanz bei anspruchsvolleren Tätigkeiten wie z.B. beim Spielen eines Musikinstrumentes (Klavier, Geige, Schlagzeug usw.) relativiert, weil zu deren Ausführung beide Hände, wenn auch häufig in unterschiedlicher Art, zum Einsatz gelangen müssen. Dazu kommt, dass bei zahlreichen Bewegungsabläufen die antizipierende und unterstützende Tätigkeit der nicht-dominanten Hand ebenso anspruchsvoll ist wie die der dominanten (z.B. beim Schnüren der Schuhe oder beim Stricken). Deshalb erscheint es willkürlich, die Koordinationshand für dominanter zu halten als die kontralaterale Krafthand. Auch der Anteil von so genannten Beidhändern ist Definitionssache: Für das Führen eines Besens oder der Zahnbürste benutzen über 60% der Rechtshänder und etwa 99% der Linkshänder auch die kontralaterale Hand (Stein & Stoodly, 2006).

Die aus zahlreichen Untersuchungen bekannte hohe Häufigkeit von Rechtshändern von über 90% (Arnold-Schulz-Gahmen. et al., 1998) könnte deshalb auch die Folge sein von Tests, die aus Gründen der Einfachheit und Eindeutigkeit nur auf einfache manuelle Tätigkeiten fokussieren und dann tatsächlich auch eine kulturelle Rechtsprägung zur Abbildung bringen. So enthalten beispielsweise die Leitlinien zur Untersuchung der Händigkeit der Deutschen Gesellschaft für Arbeitsmedizin und Umweltmedizin ausschließlich Tests mit einfachsten manuellen Tätigkeiten wie z.B. die Benutzung eines Schreibwerkzeugs, eines

Schraubendrehers, Hammers oder Flaschenöffners (AWMF, 2005). Eine differenzierte Untersuchung nach Kraft, Geschwindigkeit und Reaktionsvermögen, nach feinmotorischer Genauigkeit und Koordination bei der Ausführung einer Tätigkeit finden bei solchen Tests keine Berücksichtigung. Untersuchungen zum linkshändigen Spielen von Streichinstrumenten mit rechter Bogenführung und linkem Fingerspiel gibt es nach unserer Kenntnis nicht¹. Bei rechtshändigen Geigern haben Baader et al. (2005) gezeigt, dass die Koordination von linker und rechter Hand sowohl bei Amateuren wie bei professionellen Geigern weitgehend einem Lernprozess unterworfen ist und zu Fähigkeiten führt, die bei Nicht-Geigern fehlen und deshalb vermutlich auch nicht auf generellen motorischen Mustern beruhen. Schwenkreis et al. (2007) konnten darüber hinaus nachweisen, dass die Verbindungen des motorischen und sensomotorischen Kortex einer nutzungsabhängigen Plastizität unterworfen sind und nicht Voraussetzung, sondern Folge des Geigenspiels sind. Diese an Rechtshändern gefundenen Ergebnisse dürften auch für Linkshänder und den Gebrauch von so genannten Rechtshändergeigen zutreffen.

Befunde aus der Archäologie, Paläoanthropologie und Primatenforschung

Hier kommt in Betracht, dass Asymmetrien beim Einsatz der Extremitäten vermutlich schon bei unseren menschlichen Vorfahren ausgeprägt waren und auch bei Menschenaffen beobachtet werden können. So referieren Cashmore, Uomini & Chapelain (2008) in einem Übersichtsartikel paläontologische und archäologische Untersuchungen zur Evolution der Händigkeit beim Menschen und kommen zum Schluss, dass die Rechtshändigkeit eine Eigenschaft der gesamten Gattung *Homo* darstellt, allerdings am stärksten ausgeprägt bei *H. neanderthalensis* und *H. sapiens*. Für die Gegenwart lässt sich Rechtshändigkeit in allen Zivilisationen feststellen (Stein & Stoodley, 2006). Cashmore et al. (2008) berichten auch über Beobachtungen an Schimpansen und Gorillas, deren Händigkeit bei einfachen Manipulationen kaum lateralisiert ist, die jedoch bei anspruchsvolleren und komplexeren Tätigkeiten wie dem Gebrauch von Werkzeugen eine deutliche Bevorzugung einer Hand aufweisen. Häufig ist die bevorzugte führende Hand die rechte.

Die referierten Studien lassen den Schluss zu, dass die Händigkeit nicht in erster Linie durch kulturelle Einflüsse bedingt ist, sondern primär in Zusammenhang mit dem aufrechten Gang des Menschen und der dadurch bedingten Körperorganisation zu interpretieren ist. Durch den zweifüßigen Gang erfahren die oberen Extremitäten eine Befreiung von der Fortbewegungsfunktion und hin zu neuen Formen des handelnden Weltbezugs. Dabei bleibt offen, weshalb die rechte Hand gehäuft die für komplexere Tätigkeiten führende Hand ist. Der in vielen Untersuchungen häufige Verweis auf die Asymmetrie von linker und rechter Hemisphärenfunktion zur Erklärung motorischer Asymmetrien ist u.E. jedoch unzureichend, da auch hier die Frage offen bleibt, ob es sich bei den neurologischen Befunden um die eigentliche Ursache für die Lateralisierung oder ebenfalls um deren Folge handelt. Dabei ist zu berücksichtigen, dass es außer der Händigkeit und Füßigkeit auch funktionelle Asymmetrien gibt beim Sehen, Hören und beim Kauen oder der Zungenbewegung (Reiss & Reiss, 2000).

Befunde aus der Biologie und Embryologie

Zunächst ist festzustellen, dass die Körperorganisation im Tierreich grundsätzlich axial oder links-rechts-symmetrisch angelegt ist (mit Ausnahme der Schwämme, Nesseltiere und Stachelhäuter). Dies gilt insbesondere für die äußere Raumgestalt (incl. Färbung und Zeichnung) sowie für den Bewegungsapparat und das Nerven-Sinnes-System. Namentlich bei den höheren Wirbeltieren (Vögel, Säuger) tritt v.a. im Bereich der Kreislauf- und Verdauungsorgane aber eine bemerkenswerte Seitenasymmetrie auf, die aus einer Reduktion oder Lageverschiebung der embryonal paarig oder symmetrisch angelegten Organe hervorgeht (Portmann, 1969).

Aufgebrochen wird die äußere Körpersymmetrie durch die Bewegungsgestalt, indem die linken und rechten Gliedmaßen zur Fortbewegung alternierend und überkreuzt nach vorne gestellt werden und sich die Längsachse mit Kopf, Rumpf und Schwanz mal nach rechts und dann wieder nach links krümmt (nur der Insekten- und Vogelflug erfolgt durch symmetrische Flügelbewegungen). Dies ist im Prinzip auch beim menschlichen Gehen der Fall: auch hier bewegen sich Arme und Beine wechselseitig und überkreuzt nach vorne und bewirken eine wechselseitige Torsion des Rumpfes um seine Längsachse. Zum dynamischen Aufrechterhalten des Gleichgewichts ist aber erforderlich, dass die Bewegungsorgane und -funktionen besonders der unteren Gliedmaßen symmetrisch bleiben (Stand- und Spielbein wechseln sich links/rechts ab).

Eine Reihe innerer Körperorgane sind asymmetrisch organisiert und weisen eine laterale Lage auf: andeutungsweise die rhythmischen Organe Lunge und Herz, in extrem asymmetrischer Lage die Stoffwechselorgane Leber, Pankreas, Milz, Magen und der Darmtrakt. Alle diese Organe werden embryonal in der Medianebene symmetrisch angelegt, um dann sekundär durch

1. In einem Internetforum zum Geigenspiel von Linkshändern mit so genannten Rechtshändergeigen gibt es 46 Beiträge, in denen 3 Forumteilnehmende oder rund 6% von eigentlichen Schwierigkeiten mit der „Rechtshändergeige“ berichten. Die übrigen sehen für Linkshänder entweder gar kein Problem oder sogar Vorteile. Das Hauptproblem dürfte das Spielen im Orchester sein, wo sich Links- und Rechtshänderinstrumente beim Streichen in die Quere kommen (<http://www.geigen-forum.de/thema.php?id=23783>, Zugriff am 15.10.2010)

Reduktion, Wachstum, Drehung und kaudale Absenkung ihre laterale Asymmetrie zu erfahren (Abbildung 3; siehe dazu Rohen J. & Lütjen-Drecoll E., 2006). Wie Schad (2000) in einem Übersichtsartikel darstellt, kommen überall im Tierreich, wo Asymmetrien auftreten, auch inverse Verhältnisse vor. Ungefähr bei einem von 8000 bis 25.000 Menschen liegt partiell oder ganz ein so genannter Situs inversus vor, bei der die Organe eine seitenverkehrte Lage einnehmen und auch spiegelbildlich strukturiert sind. In der Embryonalentwicklung ist es das Herz, das als erstes Organ eine Lateralisierung oder Links-Rechts-Asymmetrie erfährt. Verantwortlich dafür scheint ein Protein zu sein (das so genannte „Sonic-Hedgehog-Proteine“), welches links vom so genannten Primitivknoten der Keimscheibe von Wirbeltieren festgestellt werden kann und das bei der Festlegung der dreidimensionalen Körperorganisation eine ausschlaggebende Rolle spielen dürfte. Tritt das Protein rechts vom Primitivknoten auf, beobachtet man beim Hühnchenembryo eine Seitenverkehrung des Herzens und nachfolgend auch der übrigen inneren Organe (Izpisúa Belmonte, 1999). Seit der Entdeckung dieses Proteins sind weitere Proteine bekannt geworden, die in der frühen Embryonalentwicklung die Seitensymmetrie induzieren und auch richtungweisend sein dürften für die morphogenetische Ausbildung u.a. des Gehirns oder der Extremitäten.

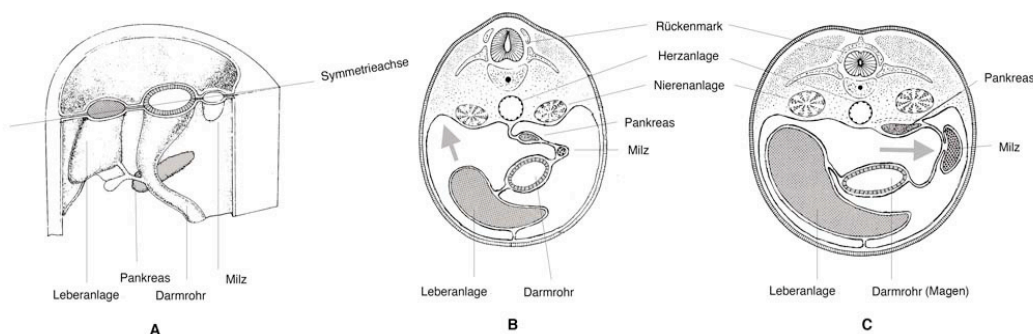


Abbildung 3: Lateralisierung der Lagebeziehung von Leber, Magen, Milz und Pankreas ab der 5. Entwicklungswoche beim Menschen. A Dreiviertelansicht; B und C Querschnitt. Die Hauptrichtungen der Organverlagerungen sind mit einem grauen Pfeil angegeben (nach Langman, 1985, verändert und ergänzt)

Befunde zur Ontogenese der motorischen Entwicklung

Wir referieren hier das Entwicklungsmodell von Gallahue (1985) und Meinel (2007), die beide eine phasenweise Entwicklung der Bewegung beschreiben und die jeweiligen Entwicklungsstadien als Integration auf einer übergeordneten Leistungsebene interpretieren. Beide Autoren fokussieren ausschließlich auf sportmotorische Aspekte und unterscheiden sich hauptsächlich in der zeitlichen Gliederung der Entwicklungsstadien. Für ein umfassendes Bild wären aber neben sportmotorischen auch handwerkliche und künstlerische Bewegungen zu berücksichtigen (z.B. beim Tanzen oder Spielen eines Musikinstrumentes). Hierbei kämen neben Ausdauer, Kraft, Geschicklichkeit etc. noch deutlicher ästhetisch-gestalterische Komponenten der Bewegung in Betracht. Bisher fehlen Untersuchungen zu diesem Aspekt von Bewegung.

1. In einer ersten Phase (pränatale Zeit und ungefähr 1. Lebensjahr) ist die Bewegung des Kindes hauptsächlich durch Reflexe beherrscht (Gallahue): es sind dies unwillkürliche Reaktionen als „survival needs“ wie Atmen, Saugen, Schlucken, Klammern, Schutz vor Berührungen etc. Sie stellen die unterste Stufe des sensomotorischen Systems dar (Rohen, 2001).

2. Darauf folgt eine Phase (ca. 1. und 2. Lebensjahr), in welcher diese Reflexe gehemmt und in erste rudimentäre *Willkürbewegungen* integriert werden: Halten und Bewegen des Kopfes, aufrecht Sitzen, Stehen; Augenbewegungen; Krabbeln, Kriechen, Laufen; ergreifen, festhalten und loslassen von Gegenständen.

3. Darauf lernt das Kind in einer dritten Phase (bis ca. 6./7. Lebensjahr) Laufen, Rennen, Springen, „*skipping*“ (Überspringen), Hüpfen, Gallopiert, Schlittern, Klettern, Ballwerfen und Ballfangen, den Ball kicken, schlagen, dribbeln, rollen; Purzelbaum vorwärts, Balancieren, usw. Auf die ersten Versuche folgt die Verbesserung der Koordination und des kontrollierten Gelingens.

4. Auf diese Phase folgt eine Integration und Koordination der Einzelbewegungen in eine fließende Gesamtbewegung (ca. 5. bis 7. Lebensjahr). Jetzt wirkt das Kind in seinen Bewegungen geschickt. Das Ballfangen und Ballwerfen ist jetzt zunehmend eine Ganzkörperbewegung und ergreift auch den Rumpf und die Beine; Fangen und Werfen werden einhändig, können fließend ineinander übergehen und z.B. im Laufen oder Rennen ausgeführt werden. Die Elastizität, die Harmonie und der Rhythmus sowie die Antizipation der Bewegungen nehmen zu. Deshalb sind jetzt auch das Erlernen von Bewegungsformen und Bewegungskombinationen in Schwimmen und Wasserspringen, Eislaufen, Rollschuhlaufen, Geräteturnen, Skilaufen, Radfahren u.a. möglich. Es ist dies eine Phase der sich steigernden Bewegungslust und Bewegungsfreude, was sich an der Intensität und Häufigkeit von Bewegungen zeigt (Largo, 2009). Die Zielstrebigkeit, Beharrlichkeit und Konzentrationsfähigkeit in den Bewegungen und Handlungen ist ein Hauptkriterium für Schulreife (Meinel, 264).

5. In der anschließenden Phase (bis ca. 9./10. Jahr) kulminiert die Bewegungsfreude und Intensität, es findet eine verstärkte Differenzierung und Kombination vielfältiger Bewegungsformen statt, die jetzt auch zweckorientiert, ökonomisch und technisch sinnvoll werden und eine beträchtliche Kraft- und Temposteigerung zeitigen. Das Kind ist jetzt deutlich fähig, seinen Bewegungen einen mimischen und gestischen Ausdruck zu verleihen.

6. Die darauf folgenden Jahre (bis ca. 12./13. Lebensjahr) sind durch eine Phase der deutlich geschlechtsspezifischen Differenzierung und der Auswirkung der individuellen Motivation auf die Entwicklung der Bewegungsfähigkeiten charakterisiert. Konkret: Lerneifer, Wagemut, Aktivität, Einsatz- und Leistungsbereitschaft beginnen eine entscheidende Rolle zu spielen, ebenso die Sozialisierung (v.a. geschlechtsspezifisch, was „in“ oder „chique“ ist). Bewegungsfluss, Dynamik, räumlich-zeitliche Koordination und kinästhetisches Empfinden sowie die Antizipation von Eigen- und Fremdbewegungen sind gut entwickelt und erreichen einen hohen Entwicklungsstand: Meinel spricht hier von einer *Phase der besten motorischen Lernfähigkeit*, oft erfolgt sogar „Lernen auf Antrieb“ (Meinel, S. 289). Letzteres setzt eine ganzheitliche Wahrnehmung, die Fähigkeit zum Mitvollziehen („Nachahmung“) sowie eine grosse Bewegungserfahrung voraus.

7. Die hier anschließende Phase zwischen dem 12./13. und 14./15. Lebensjahr ist von einer starken Umstrukturierung und einer geschlechtsspezifischen wie auch individuellen Differenzierung gekennzeichnet; der mögliche Leistungszuwachs steht stark im Zusammenhang mit der Entwicklung des kardiorespiratorischen System, insbesondere Kraft und Ausdauer (Meinel, S. 301 sowie Tanner, 1962); auch eine Verlangsamung der Entwicklungsprozesse, namentlich im Zuwachs der Koordinationsfähigkeit, tritt auf. Aufgrund veränderter Hebelverhältnisse ergeben sich beim Laufen Veränderungen: längere Schritte bei niedriger Schrittfrequenz und Vergrößerung der Schnellkraft. Da das Skelettwachstum der Extremitäten dem Zuwachs der Muskulatur bis zu 18 Monate vauseilt (Tanner, 1962), treten häufig auch unbeherrschte, „schlapsige“ Bewegungen auf. Besonders bei wenig Training sind zu beobachten: schwerfällige (plumpe) Ganzkörperbewegungen (z.B. Laufen, Leichtathletik, Geräteturnen), beeinträchtigte motorische Steuerungsfähigkeit (Impulsentgleisungen und Nebenbewegungen), steife und verkrampfte bzw. kraftlose Bewegungsausführungen, Stagnation der konditionellen und koordinativen Bewegung. Auch die Lernfähigkeit nimmt ab oder stagniert. Insgesamt ist das motorische Verhalten durch psychische Unausgeglichenheit gekennzeichnet. Letzteres ist häufig eine Frage der Motivation, die sowohl Anlass als auch Folge der geschilderten Verhältnisse ist.

8. In der Fortsetzung bis ca. zum 18./19. Lebensjahr erfolgt eine weitere individuelle und geschlechtsspezifische Differenzierung, jedoch jetzt wieder in Richtung einer erneuten Stabilisierung. Bei Mädchen sind eher Beweglichkeit, Harmonie und koordinative Fähigkeiten kennzeichnend, bei Jungs werden Kraft und Ausdauer dominant. Letzteres dürfte mit der geschlechtsdiffernten Stoffwechselphysiologie zu tun haben: Mädchen haben mit dem vermehrten Fettgewebe auch mehr inaktive Körpersubstanz zu „bewältigen“ bei gleichzeitig geringerem Grundumsatz (Tanner, 1962). Die motorische Lernfähigkeit verbessert sich besonders bei den Jungs wieder etwas; Mädchen bleiben im Fähigkeitszuwachs oft (v.a. bei nicht Trainierenden) zurück und verlieren manchmal auch, was sie schon konnten. „Lernen auf Antrieb“ ist nicht mehr selbstverständlich. Die interindividuellen Fähigkeitsunterschiede vergrößern sich und die Motivation wird jetzt extrem erfolgsabhängig.

9. Bis ungefähr ins 30./35. Lebensjahr kann man von einer „Phase der vollständigen Ausprägung der menschlichen Motorik“ sprechen (Meinel, S. 334). Gleichzeitig gibt es eine interindividuelle Heterogenität wie nie zuvor. Charakteristisch für die Motorik des Mannes im dritten Lebensjahrzehnt ist die Tendenz zu erhöhter Zweckmäßigkeit und Ökonomie. Sie wird besonders in den Arbeitsbewegungen deutlich. Während bei körperlich arbeitenden Jugendlichen vielfach noch ein gewisser „Bewegungsüberschwang“ bei intermittierender Arbeitsweise („Ranklotzen“ – Pause – „Ranklotzen“ – Pause) zu beobachten ist, sind in den folgenden Jahren zunehmende Mäßigungstendenzen festzustellen. Der Bewegungsumfang, der Krafteinsatz, das individuelle Tempo und sein relatives Gleichmass entsprechen nunmehr der Bewegungsabsicht und dem persönlichen Arbeitsstil. Der persönlich gewordene Bewegungsstil äußert sich nunmehr sehr deutlich im Arbeitsprozess, in den täglichen Bewegungsgewohnheiten und auch in der gesamten Ausdrucksmotorik (Mimik und Gestik). Ähnliches kann ebenfalls am Bewegungsstil junger Frauen beobachtet werden, wenn auch der Tendenz nach weniger ausgeprägt: auch sie werden ökonomischer, sparsamer, gemäßiger, aber weniger kraftbetont, dafür wesentlich „weicher“, und runder, lockerer und gelöster. Ebenfalls weiblich ist die größere Ausdrucksspontaneität, was sich z.B. im Gang zeigt, der sogar bei einer und derselben Frau stärker variieren kann als bei Männern.

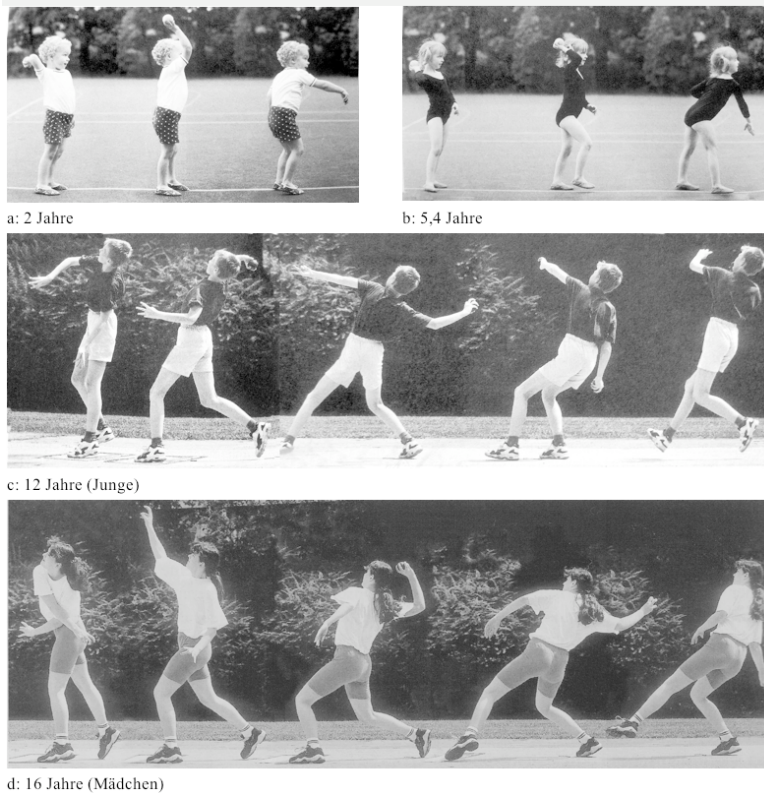


Abbildung 4: Bewegungsentwicklung am Beispiel des Ballwerfens. Bis ins Alter der Einschulung bleiben die Bewegungen noch weitgehend isoliert von einer Ganzkörperbewegung (a, b). In den ersten Schuljahren bildet sich dann mehr und mehr eine fließend-dynamische Bewegungsgestalt aus, die ungefähr im 12. bis 14 Lebensjahr ihren Höhepunkt erreicht (c.d) (aus Meinel, 2007).
Abdruck mit freundlicher Genehmigung des Verlags Meyer & Meyer, Aachen

Die von den genannten Autoren beschriebene Bewegungsentwicklung können wir im Wesentlichen in vier Etappen gliedern, die zeitlich ineinander überfließen, aber doch deutliche Unterschiede aufweisen: Eine erste Etappe ist die Ausbildung von *motorischen Grundfähigkeiten* („*rudimentary and fundamental movement phase*“; Gallahue). In der zweiten Etappe erwirbt sich das Kind koordinative Fähigkeiten, wodurch die Einzelbewegungen in einen *Gestaltzusammenhang* gebracht und damit auch „sinnvoll“ werden. Die dritte Etappe ist gekennzeichnet durch eine während der Pubeszenz sich anbahnende und in der Adoleszenz sich verstärkende Umstrukturierung motorischer Fähigkeiten und Fertigkeiten; die oft auftretende Schwerfälligkeit, Disharmonisierung und Verlangsamung in den Bewegungsabläufen korrespondiert vielfach mit Stimmungslabilität und Unausgeglichenheit und kann nachhaltig nur durch intrinsische Motivation, Affektkontrolle und einen starken Willen aufgefangen und stabilisiert werden. In der vierten Etappe erfolgt eine Individualisierung der Bewegung durch die Ausbildung eines persönlichen Stils. – Die nachfolgende Abbildung 5 stellt diese vier Etappen in einer grafischen Übersicht dar:

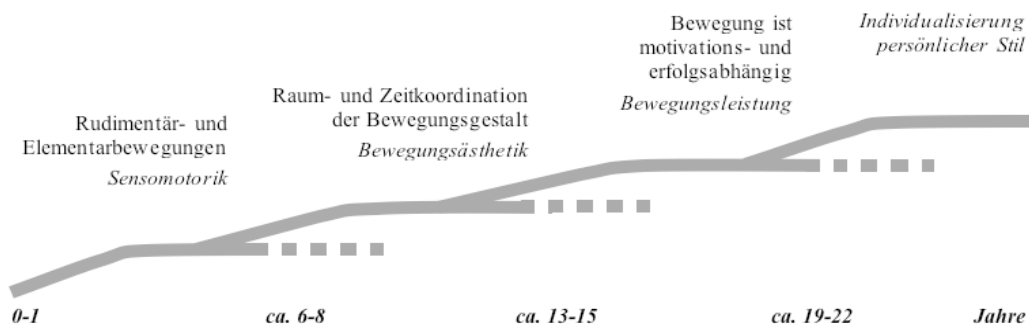


Abbildung 5: Etappen der Bewegungsentwicklung von der Geburt bis ins frühe Erwachsenenalter. Die Etappen folgen sich mit einem jeweils neuen „Thema“ und bauen auf der vorausgehenden auf. Die Altersangaben und damit die Gliederung der Etappen sind als Ungefährrwerte aufzufassen (Original, nach Angaben aus Meinel [2007] und Gallahue [1983]).

Befunde zur Korrespondenz von lateralisierter Bewegung und Bewusstsein

Im Zusammenhang mit Linkshändigkeit wird immer wieder gerne auf die funktionelle Asymmetrie der Gehirnhemisphären verwiesen, um damit unterschiedliche Persönlichkeitszüge und Handlungsweisen von Links- und Rechtshändern zu beschreiben. Dabei geht es nicht primär um die motorischen Bewegungen, die kontralateral im Neocortex repräsentiert sind, sondern und hauptsächlich um übergeordnete konstitutionelle Ausprägungen von Menschen oder Menschengruppen. So seien Rechtshänder eher rational, analytisch, verbal und zweckorientiert veranlagt und von kurzfristigen Zielen geleitet, Linkshänder dagegen würden eher sozial, intuitiv und stärker non-verbal bzw. emotional denken und handeln und verfolgten bevorzugt langfristige Ziele (Satter, zit. in AWMF, 2005). Solche populäre Pauschalisierungen sind zweifellos fragwürdig und dürften einer sorgfältigen Verifizierung kaum standhalten (Hartje & Poeck, 2006). So lassen sich etwa linkshändige Persönlichkeiten wie Albert Einstein, J.W. Goethe, Isaac Newton, Mahatma Gandhi, Fidel Castro, Albrecht Dürer, Benjamin Franklin, Leonardo da Vinci, W.A. Mozart, Winston Churchill, Bill Clinton, Queen Elisabeth II, Napoleon oder Barack Obama kaum in ein Schema bringen und von rechtshändigen Persönlichkeiten abgrenzen. Die genannten Beispiele machen aber deutlich, dass Linkshändigkeit offensichtlich kein Handicap darstellt. Geradezu exemplarisch dafür steht Niccolò Paganini (1782-1840), der als Linkshänder zu den genialsten und legendärsten Geigenvirtuosen der abendländischen Musikgeschichte gehört!

Dennoch gibt es zahlreiche Einzelbefunde, die auf einen Zusammenhang der Lateralisierung mit dem Verhalten von Menschen hinweisen. So hat bspw. eine Videoanalyse der Handgebärden bei Reden von rechtshändigen US-amerikanischen Präsidentschaftskandidaten ergeben, dass positive Botschaften gestisch mit der rechten Hand bekräftigt wurden, negative dagegen mit der linken Hand. Bei Linkshändern wie B. Obama und John McCain sind die Ausdrucksgebärden hingegen umgekehrt lateralisiert (Casasanto & Jasmin, 2010). Hierbei ist offensichtlich, dass es nicht um eine Handbewegung mit einer primär äußeren Funktion handelt, sondern um eine Geste als Ausdruck einer bestimmten Gefühlswertung; Kraft und Geschicklichkeit spielen hier keine Rolle. Analoge Beobachtungen gibt es auch zur Gesichtsmimik, die je nach positiver oder negativer Gefühlstönung eine feine Asymmetrie erkennen lässt (Schuler, 2006).

Bereits seit längerem ist bekannt, dass es neben motorischen und sprachlichen Leistungen noch andere Funktionen gibt, die in den beiden Hirnhemisphären unterschiedlich repräsentiert sind. So hat sich bei Split-Brain-Patienten gezeigt, dass bestimmte Fähigkeiten sowohl mit der linken wie mit der rechten Hemisphäre korrespondieren, wozu etwa gehören: komplexe Sinneseindrücke zu erkennen, die Bedeutung visuell oder auditiv dargebotener Wörter zu verstehen oder einfache Rechenoperationen durchzuführen. Hingegen gibt es Leistungen, bei denen die rechte Hemisphäre der linken überlegen ist: dazu gehört etwa das Erfassen von Gestalten und Gestaltbeziehungen sowie von abstrakten geometrischen Figuren, Raumwahrnehmung und räumlich-konstruktive Leistungen, Identifizieren unbekannter Gesichter und Verstehen des mimischen Ausdrucks (Hartje & Poeck, 2006). Augenscheinlich korrespondiert die rechte Hemisphäre stärker mit synthetischen Leistungen, an denen auch Gefühlskomponenten beteiligt sein dürften. Dass dabei keine Ausschließlichkeit besteht, haben Untersuchungen an gesunden Links- und Rechtshändern und ihrer Hemisphärendominanz gezeigt: Bei Rechtshändern ist die rechte Hemisphäre nur in 68% der Fälle die für synthetische Leistungen dominante Seite, bei Linkshändern häuft sich die Linksdominanz des Neocortex mit 38%; 32% der Linkshänder zeigen gar keine Asymmetrie auf. Bei der Hemisphärendominanz scheint es sich also um eine Normalverteilung mit einem nach der rechten Seite hin verschobenen Verteilungsschwerpunkt zu handeln („*right shift*“). Diese Rechtsverschiebung scheint bei Frauen weniger stark ausgeprägt zu sein, wodurch beide Hemisphären z.B. in Sprachprozessen ausgewogener beteiligt sind als bei Männern (Hartje & Poeck, 2006).

Beobachtungen an hirngeschädigten Menschen ließen zunächst die Auffassung aufkommen, die rechte Hirnhälfte wäre die für alle synthetischen und emotionalen Prozesse dominante Seite. Detailliertere Untersuchungen haben aber dann gezeigt, dass zwischen linkem und rechtem Gehirn eine komplementäre Dominanz herrscht, und zwar in Abhängigkeit der positiven und negativen Tönung. Demnach korrespondieren positive Emotionen mit der linken Hemisphäre, negative mit der rechten. Weiter erwies sich, dass traurige Gesichter bei gesunden Probanden zu einer Aktivierung der rechten Hemisphäre, fröhliche Gesichter dagegen linksseitige Gehirnaktivitäten erzeugen; bei linkshändigen Probanden zeigten sich spiegelbildliche Verhältnisse (analog zu den kontralateralen Handgebärden bei den Präsidentschaftskandidaten). Offenbar spielt dabei auch eine Rolle, ob z.B. visuelle Stimuli über das rechte oder linke Sehfeld wahrgenommen werden. Je nach den dargebotenen Bildern oder Videos und den subjektiv erlebten Inhalten lässt sich nicht nur eine Aktivierung von Gehirnprozessen beobachten, sondern auch eine Reaktion des Blutdruckes. Patienten mit rechtsseitigen Hirnschädigungen bspw. nach einem Schlaganfall fallen durch eine emotionale Indifferenz bezüglich negativer Emotionen auf; weil solche Patienten aber durchaus mit positive Emotionen reagieren können, kann von einem Ungleichgewicht des Gefühlslebens durch laterale Hirnschädigungen gesprochen werden (ref. nach Hartje & Poeck, 2006). Die referierten Beispiele können verdeutlichen, dass Asymmetrien im Verhalten von Menschen für die nichtsprachliche soziale Interaktion eine Bedeutung haben dürften.

Aufschlussreich für unser Thema ist auch die Symptomatik bei Neglect-Patienten (Karnath, 2006). Es handelt sich hierbei um eine halbseitige Läsion des Gehirns, meist verursacht durch einen Schlaganfall und mit der Folge, dass die Betroffenen die

der Hirnläsion gegenüberliegende Seite der Welt incl. ihres eigenen Körpers nur noch eingeschränkt oder überhaupt nicht mehr wahrnehmen (lat. *neglegere* = vergessen). Je nach Schweregrad können sowohl visuelle als auch auditive und taktile Reize aus der Wahrnehmung verschwinden, ebenfalls kann eine propriozeptiver Ausfall und damit eine Vernachlässigung der kontraläsionalen Extremitätenbewegung auftreten, obwohl keine motorische Lähmung vorliegt. Die Patienten sind in einer Hälfte der Welt incl. ihres Körpers nicht mehr anwesend und können sich dieser oft selbst bei ganzer Anstrengung nicht zuwenden. Dabei handelt es sich nicht nur um die eine Körperseite der Welt, auch vor ihnen liegende Bilder nehmen sie nur zur Hälfte wahr und vermögen bei entsprechender Aufgabenstellung zum Nachzeichnen einer einfachen Figur auch nur deren Hälfte wiederzugeben. Die Brille vor ihnen auf dem Tisch finden sie trotz Suchens nur auf der „gesunden“ Seite des Tisches, sie rasieren sich vor dem Spiegel nur einseitig oder vernachlässigen beim Sichanziehen die entsprechende Körperseite. Fordert man Patienten auf, aus der Erinnerung z.B. einen ihnen gut bekannten Ort zu beschreiben, fehlen auch hier die vorgestellten Objekte auf der kontraläsionalen Seite; wird der Patient aber aufgefordert, in der Vorstellung eine andere Beschreibungsperspektive einzunehmen, tauchen die Objekte „plötzlich“ auf, andere verschwinden unbemerkt und sind dann einfach nicht mehr existent. Zum Krankheitsbild schreibt Karnath:

Patienten, die nach einem Schlaganfall einen ‚Neglect‘ aufweisen, verhalten sich so, als ob eine Seite ihres Außenraumes für sie nicht mehr existieren würde. Die Störung tritt nach Schädigung zumeist der rechten, nichtsprachdominanten Hemisphäre auf und betrifft dann die linke Seite. Gegenstände, die sich auf dieser Seite befinden, werden nicht beachtet. Selbst das Lieblingsgetränk bleibt unberührt, wenn es sich links vor dem Patienten auf dem Tisch befindet. Das Geheimnisvolle dieser Erkrankung ist, dass die Vernachlässigung der kontralateralen Seite nicht durch Lähmungen, Gefühls- oder Gesichtsfeldstörungen erklärt werden kann. Der Patient lässt das Getränk also nicht deshalb unberührt, weil er es aufgrund eines z.B. halbseitigen Gesichtsfeldausfalls (Hemianopsie) nicht mehr sehen kann, sondern weil er es (mit oder ohne gleichzeitig bestehende Hemianopsie) einfach nicht mehr beachtet. Den Kranken ist nicht bewusst, dass sie diese Schwierigkeit haben. Sie verhalten sich so, als ob alles in Ordnung sei. (Karnath 2006, S. 334)

Bei mehr als der Hälfte (65%) von Neglect-Patienten bilden sich die Symptome nach rund 15 Monaten wieder zurück, therapeutische Erfolge werden u.a. erzielt durch motorische Aktivierung und sukzessives Aufbauen einer neuen Aufmerksamkeit in den Armen, Händen, Beinen, Füßen und des Rumpfes durch *praktische* Übungen. Die Betroffenen beschreiben dann die wieder bewusst werdenden Körperteile zunächst wie fremde Objekte und müssen lernen, diese als die ihrigen zu empfinden. Deshalb ist vom Neglect auch von einer *halbseitigen Depersonalisationserscheinung* gesprochen worden (Ehrenwald, 1931).

Befunde aus der Kunstgeschichte

Die Links-Rechts-Asymmetrie spielt auch in der künstlerischen Darstellung der menschlichen Gestalt eine Rolle. Die dargestellte menschliche Körperhaltung ist oftmals mehr als nur die Darstellung einer spezifischen äußeren Situation oder Handlung und vielfach Ausdruck einer bestimmten seelischen oder geistigen Verfassung. An den in Abbildung 6 wiedergegebenen zwei Plastiken aus der griechischen Antike soll verdeutlicht werden, was an der menschlichen Haltung und ihrer Symmetrie zum Ausdruck kommen kann:



a

b

Abbildung 6a: *Apollon von Tenea* (560/550 v.Chr.), Glyptothek München (gemeinfreies Bild)

Abbildung 6b: *Apollon im Belvedere* (350/325 v.Chr.), Vatikanische Museen. Teile der ursprünglich fehlenden Arme sind nachträglich ergänzt worden (gemeinfreies Bild).

Die Gestalt von *Apollon von Tenea* beeindruckt durch ihre Geschlossenheit und die strenge und geradezu säulenartig aufrechte Statik, in der die Frontalität sowie die Horizontale und Vertikale dominieren. Die symmetrisch anliegenden Hände und eine Schrittstellung, die kein eigentliches Voranschreiten erkennen lässt, können als Ausdruck einer kraftvollen Haltung, nicht aber eines aktiven Handlungswillens gelesen werden. Der Gesichtsausdruck ist verklärt und vermittelt nicht den Eindruck, dass der Mensch etwas Konkret-Gegenständliches vor sich hat und anschaut, der Blick ist sehr offen, aber wirkt tagtraumartig entrückt. Die Haartracht ist mehr formal-bildlich als naturalistisch dargestellt.

Die Datierung dieser Figur fällt in die Zeit der vorsokratischen Philosophie (ab ca. 600 bis ca. 400 v. Chr.) Diese schöpft aus altem Wissen und ist durch mythische Welterklärungen (Kosmogonien) geprägt, in denen die Vielheit der erscheinenden Dinge auf ein anfänglich einheitliches, materialistisches und belebtes Prinzip oder einen Urstoff zurückgeführt werden: auf Atome (Leukipp, Demokrit), Zahlen (Pythagoras) oder die Elemente wie Erde (Anaximandros), Wasser (Thales), Luft (Anaximenes) oder Feuer (Heraklit). Auch die Spannung zwischen sich bekämpfenden Polaritäten (Heraklit) oder Mischungs- und Entmischungsvorgänge (Empedokles) finden sich in den Anschauungen dieser Periode. Mit Gebser (1949, 1953) können wir hier von einem *mythischen Bewusstsein* sprechen. Es ist durch Vorgänge des ahnenden Schauens und Aussagens, durch Erfahrung und unmittelbare Offenbarung gekennzeichnet. Wie die meisten Plastiken aus dieser Periode können wir *Apollon von Tenea* als künstlerischen Ausdruck dieser mythischen Bewusstseinsform auffassen.

Bei der zweiten Figur (*Apollon im Belvedere*) dominiert ebenfalls die aufrechte Haltung, doch gerät diese durch die asymmetrische Haltung der Arme und Beine sowie des Kopfes in Bewegung. Das rechte Bein ist Standbein, das linke wird Spielbein, wodurch eine Spannung von tragender Ruhe und potenzieller Bewegung aufkommt. Die der Bilddiagonalen angenäherte Armhaltung, der zur Seite gewendete Kopf sowie der entschieden gerichtete Blick vermitteln eine auf ein konkretes Etwas hin ausgerichtete gespannte Aufmerksamkeit und Handlungsbereitschaft. Im Unterschied zur ersten Figur verrät hier die gesamte Körperhaltung ein eindeutiges (wenn auch nicht dargestelltes) Gegenüber, zu dem sich der Mensch in ein bewusst abwägendes Verhältnis bringt.

Apollon im Belvedere stammt aus der Zeit der klassischen griechischen Philosophie, hauptsächlich repräsentiert durch Aristoteles (384-322 v. Chr.). Die Philosophie seines Lehrers Platon (427-347 v. Chr.) war mit der Ideenlehre und den verwendeten Bildern und Gleichnissen noch stark mythisch durchsetzt (Höhlengleichnis, Liniengleichnis, Sonnengleichnis). Erst mit Aristoteles beginnt das methodisch reflektierte, d.h. auch logische und kategoriale Denken über die Welt. Dadurch wird die Welt nicht mehr geschaut, sondern systematisch beobachtet, untersucht und analysiert. Im logischen Denken wird sich der Mensch seines eigenen Denkens bewusst, womit er als Subjekt der Objektwelt gegenüber tritt. Die Welt wird jetzt als Gegenüber auch bewusst handhabbar. Mit Gebser können wir dies ein *mentales Bewusstsein* nennen. Die charakteristische Denkform ist das Beobachten, Vorstellen, Reflektieren und ermessende Urteilen. Letzteres führt auch zur dualen Beurteilung einer Sache mit entweder richtig oder falsch, gut oder böse, freundlich oder feindlich, wahr oder falsch, positiv oder negativ etc. Die Links-Rechts-Asymmetrie der menschlichen Haltung, wie sie die figuralen Darstellungen ab der klassischen Periode der griechischen Antike durchgängig kennzeichnet, können wir bildhermeneutisch als Ausdruck eines die objektive Welt reflektierenden Subjekts auffassen. Die Asymmetrie der Handgebärden, die eine halb bewusste Bewertung oder Beurteilung der bewussten Rede zum Ausdruck bringen (s.o.), stützen die Auffassung, wonach die Asymmetrie der Extremitätenbewegung in Zusammenhang steht mit dem mentalen Bewusstsein und einem logischen Urteilen und Schlussfolgern.

Bewegen, Sprechen und Denken

Die Trilogie „*Aufrechter Gang – Sprache – Denken*“ charakterisiert das Wesen des Menschen. Dazu gibt es aus der neurologischen Forschung zahlreiche Erkenntnisse, die zu einem vertieften Verständnis des Zusammenhangs von Bewegung, Sprache und Denken beitragen. Die allermeisten dieser Erkenntnisse entstammen ursprünglich Beobachtungen von Verhaltensänderungen bei erkrankten, verunfallten oder operierten Menschen. Erst nach und nach und besonders durch die bildgebenden Methoden ist deutlich geworden, wie komplex das Gehirn organisiert ist und dass eine Verhaltensleistung meist mit einer Vielzahl von über das ganze Gehirn verteilten Bereichen korrespondiert. Die Frage, wie aus einem distributiv organisierten Gehirn ohne hierarchische Ordnung dennoch ein in sich geschlossenes einheitliches Verhalten möglich ist, gehört zu den zentralsten Fragen der gegenwärtigen Hirnforschung (Singer, 2002).

Beispiele, die für unser Thema aufschlussreich sind, stellen die *Apraxie* und *Aphasie* dar. Bei der *Apraxie* handelt es sich im Wesentlichen darum, dass die betroffenen Menschen z.B. nach einem Hirnschlag die Fähigkeit verlieren, Einzelhandlungen *folgerichtig* oder *logisch* auszuführen und durch eine Gesamthandlung zu einem *Ziel* zu gelangen, z.B. einen Brief einzutüten, Kaffee zu kochen oder sich anzuziehen. Die Betroffenen haben oft Schwierigkeiten, zwischen den Objekten und ihren eigenen Körperteilen zu unterscheiden. Sie versuchen beispielsweise, statt des Schlüssels ihren Finger ins Schlüsselloch zu stecken, oder sich mit dem Finger statt mit der Zahnbürste die Zähne zu putzen. Auch Ausdrucksbewegungen (Mimik, Gesten) können unpassend eingesetzt oder falsch verstanden werden (z.B. Kopfnicken zum Nein-Sagen). Bei den Aphasikern beobachtet man die Unfähigkeit,

schlüssige Sätze zu sprechen und eine verständliche Aussage zu machen, weil sie die Logik der Wortfolge durcheinander werfen oder Wörter mit unpassender Bedeutung verwenden. Der Sprachfluss ist zudem oft stockend.

Sprachlogik und Handlungslogik scheinen in einem engen Zusammenhang zueinander zu stehen: so sind die meisten Apraktiker auch Aphasiker, umgekehrt sind ungefähr 80% der Aphasiker auch Apraktiker. Viele Aphasiker zeigen ebenfalls Rechenstörungen (Akalkulie) und sind nicht mehr im Stande, selbst einfachste Additions- oder Subtraktionsaufgaben (z.B. $7 + 5$) ohne Abzählen unter Zuhilfenahme der Finger zu lösen.

Ein weiterer Kreis von Symptomen nach einer Hirnschädigung betrifft die Störung der visuellen Raumwahrnehmung und Raumkognition. Ungefähr 30-50% davon sind linkshemisphärisch bedingt, 50-70% der Fälle rechtshemisphärisch. Zum Bild dieser Störungen gehört die Unfähigkeit, Raumlage, Raumorientierung (links/rechts, vertikal/horizontal etc.), Distanzen sowie Raumformen von Objekten richtig wahrzunehmen bzw. zu erkennen. Dazu kommt die Unfähigkeit, im Raum handlungsfähig zu sein, z.B. verschiedene Gegenstände platzsparend in einen Koffer zu packen. Die bisher vertraute Umgebung wird auf einmal fremd, und früher wohlbekannte Wege werden nicht mehr gefunden. Über die physiologischen Grundlagen dieser Störungen ist wenig bekannt, therapeutisch hat sich aber gezeigt, dass praktische Übungen zur Raumorientierung und Handlungsplanung gute Erfolge zeitigen und den Patienten die Awareness („*Bewusstheit*“) für Raumverhältnisse mindestens teilweise wieder ermöglicht (zu Einzelheiten dieser Krankheitsbilder siehe etwa Hartje & Poeck, 2006 und Springer & Deutsch, 1987).

Das Gemeinsame all dieser neuropsychiatrischen Störungen ist, dass die betroffenen Menschen *Wahrnehmungszusammenhänge* sowohl logisch wie auch affektiv und praktisch nicht mehr fassen können und dadurch in ihrer Handlungsfähigkeit beeinträchtigt sind. Dies weist auf den Verlust von Fähigkeiten hin, die man im weiteren Sinne als *Denken* bezeichnen kann:

In der Auffassung Steiners (2003) ist Denken eine Tätigkeit, durch die an sich getrennte Wahrnehmungen, Vorstellungen, Gefühle oder Bewegungen in einen übergeordneten *Zusammenhang* gebracht werden und in diesem Zusammenhang einen höheren Inhalt erfahren wird. „Höher“ ist dieser Inhalt insofern, als er die Inhalte der einzelnen Wahrnehmungen, Vorstellungen etc. übersteigt und diese in einem Ganzen aufgehen lässt. Dieses Ganze ist als Gedanke unmittelbar und zunächst ohne bewusste Reflexion erfahrbar. Deshalb setzt Steiner in seiner Erkenntnistheorie die *Erfahrung im Denken* der *Erfahrung durch die Sinne* dem Prinzip nach gleich, auch wenn deren Herkunft verschieden ist. Denken ist so gesehen eine empirische Tatsache (Steiner, 2003). „*Wir müssen das Denken innerhalb der Erfahrungstatsachen selbst als eine solche aufsuchen*“ (ebd., S. 30). Sinneswahrnehmungen sind immer partiell und entspringen meist mehreren unterschiedlichen Sinnesmodalitäten (Licht und Farben, Geschmack, Gehör, Propriozeption usw.).

Hier wie dort sind es einzelne zusammenhanglose Bilder, die vor unserem Bewußtsein vorüberziehen. Erst das Denken stellt den Zusammenhang her. (ebd., S. 34)

Wir finden innerhalb des zusammenhanglosen Chaos der Erfahrung, und zwar zunächst auch als Erfahrungstatsache, ein Element, das uns über die Zusammenhanglosigkeit hinausführt. Es ist das Denken. Das Denken nimmt schon als eine Erfahrungstatsache innerhalb der Erfahrung eine Ausnahmestellung ein. (ebd., S. 43)

Unser Denken ist der Dolmetsch, der die Gebärden der Erfahrung deutet. (ebd., S. 66)

Vor dem Hintergrund des oben dargestellten Leibbegriffs wird deutlich, dass das Denken eine Funktion des *Leibes* ist, also das unmittelbare „*intentionale Innesein*“ bzw. der willentlich gerichtete und Zusammenhang schaffende Bezug auf die Welt.

In einem erweiterten oder phänomenologischen Verständnis können wir also auch von *Denken* sprechen, wenn die erfahrenen Zusammenhänge solche von *Einzelhandlungen* sind, welche in einer „richtigen“ und „schlüssigen“ Abfolge zu einem Ziel führen und dadurch etwas bewirken. Apraktiker sind nicht im Stande, einfache Tätigkeiten zu planen und durch eine „logische“ Abfolge von Einzelhandlungen erfolgreich auszuführen und abzuschließen, z.B. sich in einer *logischen* Reihenfolge der Kleidungsstücke anzuziehen, dazu auch die *richtigen* Bewegungen auszuführen und damit zu einem richtigen *Schluss* zu kommen. Das gleiche liegt dem Prinzip nach auch bei der Aphasie vor. Man kann dies ein Unvermögen zum Denken in Handlungs- bzw. Sprachzusammenhängen oder zum praktischen Denken nennen. Formal liegt da eine gleiche Figur vor, wie sie auch logische Sätze kennzeichnen.

Befunde zur Entwicklung des Denkens

Die gegenwärtig wohl bekannteste Auffassung von der Entwicklung des Denkens geht auf Piaget zurück (Piaget & Inhelder (1972)). Piaget beschreibt diese Entwicklung als ein stufenweise sich entfaltender erkennenden Weltbezug, den sich das Kind durch Assimilation und Adaptation erwirbt. Dieser Weltbezug beginnt in der frühkindlichen sensomotorischen Phase und mündet in der Adoleszenz im formal-operativen Denken. Piagets Auffassung ist zwar vielfach kritisiert worden, nicht zuletzt aus experimentalmethodischen Gründen und weil ihr ein defizitäres Verständnis zugrunde liegt (vgl. dazu etwa Mähler & Hauser, 2005). Dennoch bildet dieses strukturalistische Entwicklungsmodell nach wie vor und verbreitet eine Grundlage insbesondere für methodisch-didaktische Fragestellungen (vgl. auch Ullrich, 2010).

Der Bildungsphilosoph und Kleinkindforscher G. E. Schäfer geht insofern über Piaget hinaus, als er die Entwicklung des Denkens in die *Bildung eines Selbst an der Welt* einbettet (Schäfer, 2001). Bewegung ist nach Schäfer eine elementare Form des Denkens. Das Selbst-Erleben und Welt-Erleben durch Bewegen und Wahrnehmen spielen dabei eine wesentliche, zunächst noch prae-reflexive wie auch prae-verbale Rolle. Die Erfahrungen im Bewegen und Wahrnehmen stellen bereits beim kleinen Kind erste Formen des „Be-Denkens“ dar. Wenn dieses prae-reflexive Bewusstsein nicht zu einem sicheren Gefühl wird, hängt später auch das reflexive Bewusstsein „in der Luft“, das Kind wird sich nicht auf sich selber verlassen können und würde damit vom abstrakten Urteil anderer abhängig bleiben. Schäfer nennt dies eine „verkörperte² Erkenntnistheorie“, durch welche später „das rationale Denken nicht nur logisch, sondern auch mit einem Stück erfahrener Wirklichkeit verbunden wird“ (ebd., S. 96).

Schäfers Auffassung unterscheidet sich auch insofern von Piagets Entwicklungsmodell, als er nicht vom Kind als einem noch defizitären Wesen ausgeht. So wie die Zahl „1“ als größte Zahl angesehen werden kann, wenn man sie als das All der Einheit auffasst, so ist das kleine Kind noch ein ungeteiltes Wesen, es ist noch nicht in Selbst und Welt getrennt, sondern noch eine Einheit. Mit zunehmendem reflexiven Bewusstsein fällt es aus dieser Einheit heraus und entwickelt nun als Selbst die Fähigkeit zur Reflexion über die Welt als einem Gegenüber. Das (praktische) Handeln ist das Organ, mit dessen Hilfe sich das Kind eine verleblichte Erkenntnis der Welt erschafft und sich dadurch auch selbst erschafft und bildet. Nur wenn dieser Schritt gelingt, bleibt das Kind bzw. der Mensch mit der Welt verbunden und fällt er nicht in ein unüberbrückbares Gegenüber. Die Entwicklung des Menschen manifestiert sich nach Schäfer nicht primär in einem Zuwachs, sondern mehr in einer Verwandlung oder Metamorphose des Selbst- und Weltbezugs.

Einen leiblich differenzierten Blick auf das Denken als Organ des Weltbezugs bietet Steiner an. In einem Vortrag vor Pädagogen stellt Steiner das Verhältnis des Denkens zum Leib des Menschen so dar, dass der Denkprozess mit seinen drei logischen Elementen *Wahrnehmung und Vorstellung*, *Urteil* und *Schluss* die Folge einer differenzierten Betätigung des ganzen leiblichen Menschen ist (Steiner, 1978). Steiner vertritt die Auffassung, dass das *Wahrnehmen und Vorstellen* an das Sinnes- und Nervensystem gebunden ist, das *Urteilen* an das Rhythmische System und das *Schließen* durch das Stoffwechsel- und Gliedmaßensystem stattfindet (Steiner, 1983, siehe auch Schieren, 2010). Es sei das Stoffwechsel- und Gliedmaßensystem, „namentlich die Beine und Füße“, mit denen wir Schlüsse ziehen und in welchem sich das „*Willen mäßige*“ im Denken vollziehe. Das Schließen sei auch eine Funktion des Ichs. Was durch die Füße und Beine willentlich und damit auch unbewusst als Schluss vollzogen werde, würde im Kopf nicht hervorgebracht, sondern nur abbildhaft zum Bewusstsein gebracht (Steiner, 1978). In einem späteren Vortrag des gleichen Zyklus bemerkt Steiner, dass die Reife zum abstrakten kausalen Denken namentlich für physikalische Zusammenhänge erst ungefähr um das 12. Lebensjahr herum einsetze, weshalb jetzt auch das Experimentieren mit Beobachten und bedachtem Schlussfolgern zum Inhalt des Unterrichtes gehöre. Der in dieser Bemerkung enthaltene Entwicklungs- oder Reifungs-Aspekt ergibt sich, wenn das von Steiner dem Stoffwechsel-Gliedmaßensystem zugeordnete Schlussfolgern mit der cranio-caudal verlaufenden Ontogenese der Bewegungskoordination zusammengebracht wird. Demnach ist das schlussfolgernde Denken erst wirklich vollziehbar, wenn das Stoffwechsel-Gliedmaßensystem in Ausreifung ist, was ungefähr um das 10. bis 12. Lebensjahr herum einsetzt und sich rein äußerlich zunächst am Wachstumsschub der Gliedmaßen zeigt (Tanner, 1962).

Empirische Nachweise einer kausalen Wechselwirkung des Stoffwechsel-Gliedmaßensystems und des Nerven-Sinnes-Systems bzw. der Kognition und des Willens existieren unseres Wissens nur spärlich. Ein Hinweis liegt aus der Symptomatik der hepatischen Encephalopathie (HE) vor. Hierbei handelt es sich um eine leberbedingte Stoffwechselstörung der Gliazellen mit der Folge zentralnervöser Funktionsbeeinträchtigungen. Chronische Lebererkrankungen oder akutes Leberversagen (etwa durch Alkoholabusus) können nicht nur zu sensomotorischen und sprachlichen Beeinträchtigungen, zu zunehmender Somnolenz, Verwirrtheit, Gedächtnisverlust und Persönlichkeitsstörungen führen, sondern auch zu verminderten kognitiven Leistungen, wozu angeblich auch eine Einschränkung des logischen Denkens sowie eine Reduktion von Rechenleistungen wie Addieren und Subtrahieren auftreten können (Häussinger 2006, Kircheis et al., 2003). Ein weiterer Hinweis geben die Untersuchungen von Golenhofen & Hildebrandt (1957): Die Autoren stellten fest, dass Kopfrechnen zu einer Steigerung der Durchblutung der Bewegungsmuskulatur von bis zu 300 % führt, die Hautdurchblutung um ein ähnliches Maß vermindert wird und die Pulsfrequenz von 80 B/min (Ruhepuls) auf 120 B/min ansteigt. Kopfrechnen bewirkt demnach in den untersuchten metabolischen Funktionen Zustände, wie sie bei körperlicher Schwerarbeit oder sportlichen Höchstleistungen zu beobachten sind. Einen dritten Hinweis auf eine Wechselwirkung von Kognition und physiologischer Organfunktion liefert Unterweger (1998), der aufgezeigt hat, dass lebhaftere Vorstellungen beim Anhören einer anschaulich erzählten Geschichte zu einer trophotropen (= erholungsorientierten) Auslenkung der Herzrhythmusfrequenz führt, wohingegen bloße Vigilanz (Aufmerksamkeit), etwa beim Zählen der UND-Wörter in der gehörten Erzählung, zu einer ergotropen (= leistungsorientierten) Herzfunktion führt.

Zum vorliegenden Thema gehört auch die Frage nach der Auswirkung von sportlichen Aktivitäten auf die kognitive Leistung. Eine auf annähernd 200 Einzelstudien basierende Metaanalyse hat gezeigt, dass der Effekt sportlicher Übungen auf die Kognition positiv, wenn auch recht gering ausfällt. Offenbar sind die erzielten Einzelergebnisse stark abhängig von den dabei angewandten

2. In unserem Verständnis müsste es hier heißen „*verleblichte* Erkenntnistheorie“

Methoden und gemessenen Parametern (Etnier, 1997). Zu ähnlichen Ergebnissen kam auch Shephard (1997).

Ein physiologisch-kausaler Zusammenhang von Denken und Gliedmaßenbewegung scheint bisher trotz der zitierten Befunde nicht nachweisbar. Darauf deutet auch etwa der Umstand, dass trotz angeborener Extremitätenlosigkeit (z.B. durch Contergan-Schäden) die Entwicklung des logischen Denkens möglich ist. So berichtet z.B. König von einem kongenital extremitätenlosen Mädchen, dem mit 6 Jahren die Phantom-Arme gewachsen seien (König, 1965). Die Phantomglieder seien vom Mädchen in ihrer Motorik so differenziert und „wirklich“ erlebt worden wie tatsächliche Glieder, das Kind setzte sogar seine Finger zum Rechnen ein! Ähnliche Phantomerlebnisse wurden auch in Vergleichsstudien untersucht (Fink et al., 2005). Eine Erklärungsmöglichkeit ist, dass Menschen ohne Extremitäten ihr Körperschema durch Beobachtung fremder Bewegungen aufzubauen vermögen. Die Entdeckung der Spiegelneurone könnte zum Verständnis dafür beitragen, dass Bewegungen auch virtuell über ein simultanes Mittun ausgeführt werden können.

Synopsis

Der von Steiner postulierte Zusammenhang des logischen Denkens (Vorstellung und Wahrnehmung, Urteil, Schluss) mit der Körperorganisation des Menschen (Nerven-Sinnes-System, Rhythmisches System, Stoffwechsel-Gliedmaßen-System) ist für ein empiristisches Wissenschaftsverständnis eine Provokation. Provokativ ist insbesondere die Behauptung, das „*Willen mächtige*“ im Denken (das logische Schließen) würde nicht mit dem Kopf, sondern mit den Beinen und Füßen vollzogen. Genau besehen stellt sich hier eine Frage, die sich auch der Hirnforschung stellt: Wie ist es erklärbar, dass eine physiologisch beobachtbare (objektive) Tatsache einen nur dem (subjektiven) Bewusstsein zugänglichen Inhalt hervorbringt, und wie kann dieser wiederum auf die (objektiven) Körperprozesse einwirken und diese bestimmen?

Die Schwierigkeit liegt offensichtlich darin, dass zwischen den (subjektiven) Erlebnisinhalten beim Denken und den (objektiv) beobachtbaren Sachverhalten der motorischen Bewegung kein Kausalnexus herzustellen ist. Aus der seelischen Eigenbeobachtung ergibt sich aber dennoch, dass zwischen dem (subjektiven) Tatmotiv einerseits und der physisch beschreibbaren Tat andererseits ein Zusammenhang besteht. Im Sinne Ernst Cassirers handelt es sich beim Denken und der Körperbewegung um unterschiedliche symbolische Repräsentationen, die inkommensurabel sind und nicht aufeinander reduziert werden können, etwa durch eine Kausalerklärung. Goethe versuchte, die Gefahr der Sphärenvermischung durch ein *anschauendes Denken und denkendes Anschauen* zu überwinden und damit von bloß äußeren Analogien zu einer „inneren“ Anschauung zu kommen (Goethe, o.J.). Auch Ernst Cassirers Symbolbegriff knüpft an Goethe an, der im Besonderen und Konkreten immer eine lebendig- Augenblickliche Offenbarung des Allgemeinen sucht (siehe Nießeler, 2003). Kiersch machte jüngst erneut darauf aufmerksam, dass Steiners Methode der menschenkundlichen Darstellungen nicht ausschließlich naturwissenschaftlich-anthropologisch zu verstehen sei, sondern im Sinne Cassirers als ein Versuch, verschiedene Formen symbolischer Weltaneignung zusammen zu führen und diese für die Praxis fruchtbar zu machen, wofür die von Steiner entwickelte Methode der „übersinnlichen Erkenntnis“ durch Imagination, Inspiration und Intuition ihre Notwendigkeit erhielten (Kiersch, 2010).

Wie Bunge in seiner Habilitationsschrift ausführlich nachweist, ist diese Art der „höheren“ Anschauung auch ein Wesensmerkmal der modernen Kunst, welche sich dadurch auszeichnet, dass der Künstler beispielsweise nicht nur malt und die Welt naiv und unkritisch abbildet, dass er vielmehr sein Schaffen selber reflektiert und damit aus den gleichen Quellen Gedanken *bildet*, wie er auch das zu Bildende *bedenkt* (Bunge, 1996). Bunge nannte diese Art des künstlerischen Schaffens – sicher in Anlehnung an einen Buchtitel von Paul Klee – ein „*denkerisches Bilden und bildnerisches Denken*“: Bild und Denken, Werk und Reflektion, Praxis und Theorie sind kongenial und bedingen sich gegenseitig und wechselweise (ebd.).

Steiners Auffassung, das logische Schließen würde mit den Beinen und Füßen vollzogen, erinnert an einen lapidaren Satz des Künstlers Joseph Beuys, der auf einer Postkarte die Botschaft verbreitet hat „*Ich denke sowieso mit dem Knie*“. Ohne einen expliziten Bezug zu Steiner herzustellen, schreibt Bunge (1998, S. 35f.):

Joseph Beuys, der die Intuition als ‚anschauende Urteilskraft‘ im Sinne Goethes auch und gerade für den Künstler als wesentliche Grundbefähigung vorausgesetzt hat, ordnete die Intuition als eine ‚höhere Form des Denkens‘ nicht dem Gehirn, sondern dem Knie zu. In der Topografie des menschlichen Körpers (...) gehört das Knie in den Bereich der Willenskraft, es ist gleichsam Gelenkstelle zum Bereich der Empfindung (...). Das Knie kann als Bild für die Verknüpfung von Wille und Empfindung betrachtet werden. Wenn Beuys also sagte: ‚Ich denke sowieso mit dem Knie‘, dann propagiert er ein Denken, das nicht nur vom Pol des kühlen Verstandes bestimmt sein soll, sondern auch vom Pol des wärmeenergetischen Willens. In der Mitte zwischen den Polen lokalisiert er die Bewegung der Herzkraft, die als Empfindung und Fühlen den weiten Bereich vom Knie bis zum Gehirn durchwirke. Dem Willen ordnete er die Bewegung erst ermöglichende Wärme zu, dem zerebralen Denken die erstarrte, kristalline Form des Tetraeders. Der Autor zitiert darauf den ebenso einfachen Satz von Beuys: „Es kommt alles auf den Wärmecharakter im Denken an. Das ist die neue Qualität des Willens“.

Bunges Kommentar zur Künstlerpostkarte von Beuys könnte ein Schlüssel zum Verständnis der oben zitierten Steinerschen Aussage sein. Demnach wäre diese nicht in erster Linie als Konstruktion von physiologischen Zusammenhängen zu lesen (wofür

es aus der neueren medizinischen Forschung auch tatsächliche Hinweise gibt), sondern hinsichtlich der sozialen und kulturellen Wirksamkeit, die der sowohl *denkende* als auch *fühlende* als auch *handelnde* Mensch entfaltet. Bekanntlich hatte Beuys mit seinen Aktionen einen Beitrag leisten wollen zu einer Humanisierung der Gesellschaft und seine ganze künstlerische Aktivität der Schaffung einer „Sozialen Plastik“ gewidmet (siehe dazu auch Bunge, 1998). Dass Steiners Ausführung zum schließenden Denken mit den Füßen und Beinen in einem pädagogischen Zusammenhang auftauchen, vermag die Lesart zu stützen, dass es ihm um den Sinn und die Bedeutung sowohl der logischen als auch der moralisch-verantwortlichen Denkschulung im anbrechenden Jugendalter ging und weniger um eine physiologische Auseinandersetzung. Die von Steiner angefügte Bemerkung, wonach das kausale Denken wie z.B. beim Experimentieren im Physikunterricht, erst ungefähr ab dem 12. Lebensjahr angezeigt wäre, lässt sich also so verstehen, dass über die physiologischen Zusammenhänge von Stoffwechsel-Gliedmaßen- und Sinnes-Nerven-System hinaus ein Denken gefordert ist, das „Hand und Fuß“ hat, sich damit der Wirklichkeit anzuschmiegen vermag und nicht nur logisch-formal und rhetorisch richtig ist. Das Knie, das im Beuys'schen Satz genannt wird, wäre demnach das Hypomochlion, also die entscheidende Gelenkstelle, an der die Beweglichkeit des gehenden bzw. denkenden Menschen auf dem tragenden Wirklichkeitsgrund möglich wird (siehe dazu auch Vinzens & Weishaupt, 2003).

Die eben diskutierte Steinersche Forderung nach einer lebendig-wirklichkeitsgemässen Denkschulung im Jugendalter erhält auch Unterstützung durch die jüngere Hirnforschung, die aufzeigt, dass der frontale Neokortex, der die Wissensbildung durch Folgeabschätzung des eigenen Handelns repräsentiert, sich erst während der Pubertät zur Funktionsreife entwickelt (Nelson & Luciana, 2001). Bei der Folgeabschätzung handelt es sich um ein *kausales* wie auch *ethisches* Denken, durch welches die Konsequenzen, die eine Handlung verursacht oder verursachen könnte, auf Grund der bisherigen Erfahrungen und im Hinblick auf die aktuelle Situation bewertet werden. In der gewissenhaften Folgeabschätzung stecken also nicht nur theoretische Prinzipien, sondern ebenso gefühlte Ermessensabwägungen und insbesondere Schlüsse, die hochgradig handlungsrelevant werden. Das kausale Denken wird so zur Voraussetzung eines gewissenhaften, verantwortlichen Denkens. Spitzer (2007) sah sich deshalb als Hirnforscher zur Bemerkung veranlasst, eine Diskussion über ethische Prinzipien in einer 7. Klasse wäre zwecklos, da Ethik zunächst im praktischen Leben *erfahren* werden müsste, bevor darüber *reflektiert* werden könne.

Diskussion der Ergebnisse und Forschungsdesiderate

Lateralisierung der Bewegung: ein spezifisch anthropologisches Phänomen

Die referierten Befunde zur bilateralen Symmetrie der Körperorganisation, insbesondere aber zum aufrechten Gang und zur asymmetrischen Entwicklung der menschlichen Bewegung machen deutlich, dass es sich hier um ein *spezifisch anthropologisches Phänomen* handelt (Corballis, 2003).

Die paläoanthropologische Forschung belegt, dass die funktionale Asymmetrie namentlich der oberen Gliedmaßen eine Erscheinung des moderneren Menschen darstellt und kulturunabhängig auftritt. Primaten und frühere Menschenformen zeigen eine Lateralisierung höchstens andeutungsweise. Dass die Seitigkeit im bevorzugten Gebrauch einer Hand zusammen mit dem Werkzeuggebrauch bei *Homo habilis* und *H. ergaster* auftritt, deutet darauf hin, dass der Lateralisierung phylogenetisch der aufrechte Gang vorausgeht, womit auch die Emanzipation der oberen Gliedmaßen von der Funktion der Fortbewegung und dadurch Handlungsfähigkeit im eigentlichen Sinne ermöglicht wird. Aus dem gleichen Zusammenhang erhellt auch der Umstand, dass die Händigkeit beim modernen Menschen stärker und deutlicher ausgeprägt ist als die Füßigkeit, was auch ein Grund dafür sein dürfte, dass letztere in der Forschung ein deutlich geringeres Interesse findet. Dabei bleibt aber noch offen, weshalb gerade die *rechte* Hand für bestimmte Tätigkeiten eine offenkundig grössere Bedeutung erhält als die linke. Deutlich wird vorerst nur, dass die Händigkeit etwas mit der Kulturtätigkeit des Menschen zu tun hat und dass ein funktionell differenzierter Einsatz von linker und rechter Hand zu einer *Steigerung der Handlungsmöglichkeiten* führt. Die pädagogische Relevanz dieses Umstandes ist offenkundig. Auf den ersten Blick weniger offenkundig ist die Bedeutung der funktionellen Asymmetrie der Beingliedmaßen, da die Mechanik des menschlichen Gehens eigentlich Funktionssymmetrie erwarten liesse. Der Exkurs in die Kunstgeschichte macht aber erkennbar, dass die Füßigkeit im Rahmen der Ganzkörperbewegung gesehen und im Zusammenhang mit der Bewusstwerdung des Menschen interpretiert werden kann.

Händigkeit und Füßigkeit: Individualgenetisches Bewusstwerden

Es dürfte deutlich geworden sein, dass es unangemessen wäre, die Ergebnisse aus unserer Untersuchung zur Entwicklung von Händigkeit und Füßigkeit eindimensional zu interpretieren und z.B. nur den Zusammenhang von kulturtechnisch relevanter Links- oder Rechtshändigkeit mit neurologischen Befunden (linke/rechte Hirnhälfte) zu diskutieren.

Händigkeit und Füßigkeit lassen sich im Zusammenhang mit Wahrnehmung und Bewusstsein bzw. dem „*intentionalen Innesein*“ sehen. Bereits die Eigenbeobachtung beim Erwachsenen kann erfahrbar machen, dass der Gebrauch der oberen

Gliedmaßen bewusstseinsnäher ist als der Einsatz der Beine und Füße. Damit korrelieren auch unsere Ergebnisse, nach denen die Bevorzugung einer Hand meist eindeutiger und ontogenetisch früher ausgeprägt wird als die Präferenz eines Beines (cranio-caudale Entwicklungsrichtung). Dabei scheint es methodisch von Bedeutung zu sein, auf Grund welcher Funktionen eine Präferenz überhaupt gemessen wird, weil es sich zeigt, dass die nicht bevorzugte Hand bzw. das nicht bevorzugte Bein je nach Tätigkeit nicht funktionslos bleibt. So lässt sich der Einsatz der Beine nach *Führungsfunktion* (Spielbein) und *Kraftfunktion* (Standbein) differenzieren, entsprechend bei der Hand nach *Koordinationsfunktion* und *Unterstützungsfunktion*. In aller Regel sind für die Ausführung einer Tätigkeit aber beide Funktionen notwendig, wie z.B. beim Gebrauch eines Dosenöffners: die eine Hand hält die Dose in der richtigen Lage fest, die andere Hand führt das Werkzeug. Beim Geigenspiel als einem weiteren Beispiel ist kaum zu entscheiden, welche Hand die führende und welche die unterstützende ist. Ebenso ist es bei vielen Tätigkeiten, die durch die Beine oder Füße ausgeführt werden. Die auch in der Forschungsliteratur verwendete Differenzierung in eine mehr die Bewegung führende und eine mehr unterstützende Funktion legt nahe, der *führenden* Seite ein *wacheres Bewusstsein* bzw. eine feiner ausgebildete sensomotorische Kontrolle zuzuschreiben als der unterstützenden Seite.

Die Häufigkeitsausprägung der Händigkeit und Füßigkeit wird sich aus diesen Gründen je nach Fragestellung und je nach den gemessenen Aspekten unterschiedlich ergeben, weshalb unsere Ergebnisse auch nur der qualitativen Tendenz nach denen aus der Literatur entsprechen können (siehe z.B. Gabbard, 1993; Gabbard & Iteya, 1996). Hier finden wir Übereinstimmung im Befund, wonach die Füßigkeit im Vergleich zur Händigkeit markant häufiger und bis ins Erwachsenenalter gemischt (d.h. ohne ausgeprägte Seitendominanz) auftritt.

Widersprüchlich sind unsere Ergebnisse zur Literatur hinsichtlich des *Entwicklungsverlaufs* der Füßigkeit. Hier wird von einer Zunahme der Dominanz („*right shift*“) berichtet (Gabbard & Iteya, 1996), wir fanden dagegen eine Abnahme der Seitendominanz und eine Zunahme der Beidfüßigkeit. Bei den von uns herangezogenen Vergleichsstudien handelt es sich um Metastudien. Die uns bekannten und verbreitet verwendeten Instrumente sind bezüglich der Messgrößen heterogen und lassen zudem erkennen, dass sie sich auf möglichst eindeutig erfassbare und damit auch auf möglichst einfache Tätigkeiten abstützen (siehe auch Müller, 2001, S.11ff). Eine Differenzierung der Dominanz nach *Koordinationsbein* (Spielbein) und *Kraftbein* (Standbein) wird kaum vorgenommen. Diese Umstände geben uns Anlass zur Vermutung, bei den Vergleichsergebnissen könnte es sich um Methodenartefakte handeln, d.h. also um Ergebnisse, die aus methodischen Gründen nur auf gut isolierbaren Fußbewegungen beruhen und nicht berücksichtigen, dass Fuß und Bein je nach Tätigkeit in eine komplexere Bewegung integriert sein können (wie z.B. beim Aufsteigen aufs Fahrrad), wodurch sich die Bevorzugung des rechten oder linken Beines weniger deutlich ausprägt (siehe auch Peters, 1988).

Da wir für die Füßigkeit auch komplexere Tätigkeiten einbezogen haben, vermuten wir, dass die Zunahme der Beidfüßigkeit zum 14. Lebensjahr hin das Resultat eines Prozesses sein könnte, in welchem durch Lernen eine grössere Geschicklichkeit erworben und damit die Möglichkeit geschaffen wird, auch das ursprünglich nicht-führende Bein einsetzen zu können. Für die Händigkeit liegt der Nachweis vor, dass durch Übung bestimmter Tätigkeiten eine verstärkte Beidhändigkeit und verbesserte Links-Rechts-Koordination erworben werden kann (Baader et al., 2005). Für die Füßigkeit steht ein entsprechender Nachweis unseres Wissens aber noch aus.

Unabhängig von der Frage nach einem lernabhängigen Entwicklungsverlauf der Füßigkeit wird deutlich, dass die Ausbildung der funktionalen Links-Rechts-Asymmetrie der unteren Gliedmaßen ontogenetisch später erfolgt als bei den oberen Extremitäten und auch weniger häufig zu einer eindeutigen Seitendominanz führt. Wir interpretieren dies dahingehend, dass diese Entwicklung namentlich in der späteren Kindheit einher geht mit einem *zunehmend bewussten Ergreifen der Bein- und Fußbewegungen*. Diese Interpretation wird gestützt durch die Tatsache, dass sich auch erst in dieser Altersspanne die Ganzkörperkoordination der Bewegung ausbildet und dass eine weitere Steigerung der Bewegungsfähigkeiten durch gezieltes Training erst im einsetzenden Jugendalter und mit der entsprechenden individuellen Motivation möglich wird.

Bewegungsasymmetrie und Differenzierung des Bewusstseins

Die Organisation der Tiere entlang einer Längsachse hat namentlich bei den höher evoluierten Formen zu einer ausgesprochenen Differenzierung der Tiergestalt in einen Kopfpol und einen Schwanz- oder Anuspol (Portmann, 1969) geführt. Portmann deutet dies vor dem Hintergrund der evolutiven Höherentwicklung als morphologisches Korrelat zur zunehmenden Zerebralisierung. Dazu kommt die unterschiedliche Ausprägung der Dorsal- und Ventralseite. Dadurch bekommen die Raumdimensionen Vorne/Hinten und Rückwärts/Bauchwärts unterschiedliche Qualitäten, die sich sowohl morphologisch als auch im Verhalten sehr differenziert ausprägen. Die Raumlage Links/Rechts bleibt dagegen noch weitgehend indifferent. Dazu gehört, dass eine Integration der linken und rechten Körperhälfte durch die Überkreuzung eines Teils der sensomotorischen Nervenbahnen auf die kontralaterale Gehirnhälfte ein ganzheitliches Raumerlebnis und die Koordination von Bewegungen ermöglicht.

Beim Menschen ist die bilaterale Bewegungskoordination zunächst durch Reflexe gesichert. Um eine der bewussten Willkür unterstellte Bewegungsfähigkeit zu entwickeln, müssen besonders die Eigenreflexe kortikal gehemmt werden, was bereits ab dem ersten Lebensjahr der Fall ist (Gallahue, 1983, Meinel, 2007). Geschieht dies nur unvollständig und sind die Kinder nicht in der Lage, die Körpermitte zu überkreuzen, treten spätestens im Schulalter Verhaltens- und Lernschwierigkeiten auf. Die Ausbildung der lateralen Dominanz von Hand, Auge und Gehör scheint von Bedeutung für das schulische Lernen zu sein (siehe dazu Goddard-Blythe, 2002). Eine ganzheitliche Bewegungsentwicklung, wie sie in der Zeit bis ins frühe Jugendalter erfolgt, ist bei mangelhafter Fähigkeit zum Überkreuzen nur eingeschränkt oder gar nicht möglich. Der Zusammenhang der Bewegungsasymmetrie mit dem Lernen weist erneut darauf hin, dass die laterale Differenzierung namentlich des oberen Menschen ein *anthropologisches Spezifikum* darstellt.

Der Unterschied in der Ausprägung der Händigkeit und Füßigkeit sowie die zunehmende Beidfüßigkeit wirft die Frage nach der Funktion der Asymmetrie namentlich der unteren Extremitäten für die kognitive Fähigkeiten auf. Dabei ist zu berücksichtigen, dass es auch für die Händigkeit keine überzeugenden Nachweise eines *kausalen* Zusammenhangs von bestimmten Fähigkeiten der Hand und kognitiven Fähigkeiten (z.B. Mathematik) gibt (Wehr & Weinmann, 1999). Dies trifft ganz allgemein auch für die Motorik und die Kognition zu (Ahnert et al., 2003; Roebers & Kauer, 2009). Wessenberg und Mitarbeiter fanden dagegen bei 5- und 6-jährigen Kindern einen signifikanten Zusammenhang zwischen einzelnen kognitiven Funktionen (Arbeitsgedächtnis, Sprachfluss, visuell-motorische Integration u.a.) und der Sensomotorik; die Testung der Motorik beruhte auf einer Überprüfung des statischen und dynamischen Gleichgewichts (Balancieren), rechts-/linkshändige Bewegungsmuster, Ballfangen und -werfen (Wessenberg et al., 2005). Aus dieser Studie geht nicht eindeutig hervor, ob die gefundenen Zusammenhänge kausaler Natur sind bzw. ob die besseren kognitiven Leistungen durch Bewegungstraining gefördert werden können.

Eine Interpretation unserer Ergebnisse zur Füßigkeit vor dem Hintergrund der uns zugänglichen empirischen Studien ist zurzeit nicht möglich. Insbesondere gibt es unseres Wissens keine empirischen Nachweise dafür, dass und wie die Bein- und Fußbewegung und ihre Lateralisierung in einem Zusammenhang mit dem logischen und kausalen Denken steht, wie es von Steiner postuliert wurde (Steiner, 1978). Deshalb können hier nur Vermutungen formuliert werden, die gleichzeitig auch Forschungsdesiderate darstellen.

Forschungsdesiderate

Das Zusammenwirken von körperlichen Vorgängen mit psychischen und mentalen Prozessen spielt in der anthroposophischen Pädagogik eine zentrale Rolle (Steiner, 1973), weshalb beispielsweise manuellen Tätigkeiten (wie z.B. Stricken in der 1. Klasse) oder der Eurythmie eine wesentliche pädagogische Bedeutung zugemessen wird. Aus der sehr langen Praxis an Waldorfschulen gibt es vielfältige Erfahrungswerte im Umgang mit solchen Bewegungsaktivitäten, unseres Wissens gibt es aber bisher keine systematischen Untersuchungen zu deren tatsächlichen Wirksamkeit. Darüber hinaus fällt auf, dass auch in der nicht-wissenschaftlichen Literatur zur Waldorfpädagogik zwar relativ viel über die Gestalt und ihre Entwicklung zu finden ist, dagegen sehr wenig über die der Bewegung. Die funktionale Bewegungsasymmetrie wird so gut wie gar nicht thematisiert (speziell zur Linkshändigkeit siehe jedoch Glöckler, 1987). – Nachfolgend werden zwei Fragestellungen umschrieben, die für eine Vertiefung der vorliegenden Studie zu bearbeiten wären:

Die erste Fragestellung betrifft die Links/Rechts-Differenzierung der Bein- und Fußbewegung und ihr Zusammenhang mit der Raumwahrnehmung und Raumvorstellung. Es ist denkbar, dass das raumzeitliche Vorstellungsvermögen durch das Laufen von komplexeren Raumfiguren, wie es besonders in der (Gruppen-)Eurythmie geübt wird, eine Förderung erfährt und sich positiv z.B. auf die Leistungen in der Geometrie oder in der Mathematik überhaupt auswirkt. Es ist auch denkbar, dass Akrobatik, Jonglieren, Bewegungsspiele, Griechischer Fünfkampf sowie durch die von Steiner angeregte „Bothmer-Gymnastik“ (v. Bothmer, 2004) das Vorstellungsvermögens für kinetische Vorgänge fördert, wie es etwa für die Physik Voraussetzung ist.

Das zweite Thema fokussiert auf die zunehmende Beidfüßigkeit im Jugendalter und die Frage, ob und inwieweit diese Entwicklung lernabhängig ist. Da das logische Schliessen nach Steiners Auffassung als Zusammenschließen von an sich getrennten Begriffen und Wahrnehmungen eine *willensmäßige Ichfunktion* darstellt, stellt sich die Frage, ob die zunehmende Beidfüßigkeit zum Jugendalter hin als Manifestation einer Ich-Aktivität gedeutet werden kann, durch welches die ursprüngliche Bewegungsasymmetrie mindestens der Tendenz nach überwunden wird und dadurch die Raum-, Zeit- und Krafterfahrung eine Integration und damit Objektivierung erfährt.

Um Selektionseffekte (etwa durch Begabungen und soziale Herkunft der Probanden) zu vermeiden, müssten die umschriebenen Fragestellungen durch prospektive und experimentelle Interventionen bearbeitet werden.

Schlussfolgerungen

Die vorliegende Untersuchung weist nach, dass die Asymmetrie im Bewegungs- sowie im Wahrnehmungs- und Ausdrucksverhalten ein spezifisch anthropologisches Phänomen darstellt, dass sie den aufrechten Gang voraussetzt und sich ontogenetisch cranio-caudal entwickelt, wobei die unteren Gliedmaßen bis ins Erwachsenenalter hinein eine stärkere Beidseitigkeit aufweisen als die Hände. Es wird auch deutlich, dass die Asymmetrie der Bewegung eng mit einer Differenzierung der Bewusstheit (Awareness) verbunden ist.

Wir vermuten, dass die beobachtete Zunahme der Beidfüßigkeit auf das Jugendalter hin einem Lerneffekt entspringt, wodurch annähernde Funktionssymmetrie erreicht wird. Im Hinblick auf die Auffassung Steiners, wonach sich das logische und kausale Denken erst im Jugendalter ausbildet und dass insbesondere das logische Schließen eine „willensmäßige“ Tätigkeit der Beine und Füße sei, könnte die beobachtete Annäherung an eine Funktionssymmetrie der Beine als leibliche Grundlage für ein „geschicktes“, sachgemäßes und objektives Denken aufgefasst werden.

Auf Grund der hier untersuchten Sachverhalte verdeutlicht sich die pädagogische Bedeutung einer umfassenden Bewegungsschulung auf allen Stufen, nicht zuletzt auch für die Entwicklung kognitiver Fähigkeiten im Jugendalter. Von sportlichen Aktivitäten ist gut dokumentiert, dass diese sich vielfältig und positiv auf die Gesundheit des Menschen auswirken. Hinsichtlich der Wirksamkeit spezifisch waldorfpädagogischer Bewegungsschulung, wie sie beispielhaft die Eurythmie darstellt, haben wir jedoch nur spärliche Kenntnisse (siehe dazu Moser et al., 2004). Entsprechende Untersuchungen dürften deshalb dazu beitragen, dieser Art der Bewegungsschulung zu einer besseren Etablierung und Akzeptanz in der Schulpraxis zu verhelfen.

Dank

Allen Schülerinnen und Schülern sowie ihren Lehrerinnen und Lehrern der 14 teilnehmenden Schulen sei hier herzlich fürs Mitmachen gedankt. Ebenso gedankt sei Jörg Haider (Freie Hochschule Mannheim), der die mühsame Arbeit der Übertragung der fast tausend Fragebögen in ein Statistikprogramm übernommen hat.

Literatur

- Ahnert J., Bös K. & Schneider, W. (2003). Motorische und kognitive Entwicklung im Vorschul- und Schulalter. Befunde zur Münchner Längsschnittstudie LOGIK. *Zeitschrift für Entwicklungspsychologie und Pädagogische Psychologie*, S. 185-199.
- Arnold-Schulz-Gahmen, B.E. et al. (1998). Laterality of eye, ear, hand and foot: Distribution and implications for sensory-motor performance. *Pflügers Archiv – European Journal of Physiology* 43(5), suppl., R 228.
- AWMF, Arbeitsgemeinschaft der Wissenschaftlich Medizinischen Fachgesellschaften (2005). *Leitlinien der Deutschen Gesellschaft für Arbeitsmedizin und Umweltmedizin. Untersuchung der Händigkeit*. Online: <http://www-dgaum.med.uni-rostock.de/leitlinien/haendigkeit.htm> (aufgerufen am 10.10.2010).
- Baader, A.P., Kazennikov O., Wiesendanger, M. (2005). Coordination of bowing and fingering in violin playing. *Brain Res Cogn Brain Res*. 2005 May; 23(2-3), S. 436-43. E-publ. 2005 Jan 26.
- Bös, K. (2003). *Motorische Leistungsfähigkeit von Kindern und Jugendlichen. Erster deutscher Kinder- und Jugendsportbericht*. Schorndorf: Verlag Karl Hoffmann.
- Brentano, F. (1874). *Psychologie vom empirischen Standpunkt*. Leipzig: Verlag Duncker & Humboldt.
- Bunge, M. (1996). *Zwischen Intuition und Ratio. Pole bildnerischen Denkens bei Kandinsky, Klee und Beuys*. Stuttgart: Franz Steiner Verlag.
- Bunge, M. (1998). „Wer nicht denken will fliegt raus“ Joseph Beuys Postkarten, Sammlung Neuhaus. In: *Katalog zur Ausstellung im Museum für Post und Kommunikation*. Heidelberg: Ed. Braus.
- Casasanto, D., Jasmin, K. (2010). Good and Bad in the Hands of Politicians: Spontaneous Gestures during Positive and Negative Speech. *PLoS ONE* 5(7): e11805. doi:10.1371/.
- Cashmore, L., Uomini, N. & Chapelain, A. (2008): The evolution of handedness in humans and great apes: a review and current issues. *Journal of Anthropological Sciences*, Vol. 86, S. 7-35.
- Corballis, M.C. (2003). From mouth to hand: Gesture, speech, and the evolution of right-handedness. *Behavioral and Brain Sciences*, 2, S. 199-208.
- Ehrenwald, H. (1931). Anosognosie und Depersonalisation. *Nervenarzt* 4, S. 681-688.
- Etnier, J. L. et al. (1997). The influence of physical fitness and exercise upon cognitive functioning: a meta-analysis. *Journal of Sport & Exercise Psychology (JSEP)*, 19(3), S. 249-277.
- Marion Funk, F., Shiffrar, M. & Brugger, P. (2005). Hand movement observation by individuals born without hands: phantom limb experience constrains visual limb perception. *Exp Brain Res* 164: S. 341–346.
- Gabbard, C. (1993). Foot laterality during childhood: a review. *Intern. J. Neuroscience* 72, S. 175 – 182.
- Gabbard, C. & Iteya, M. (1996). Foot laterality in children, adolescents, and adults. *Laterality* 1(3): S. 199-205.
- Gallahue, D.L. (1983). *Understanding Motor Development in Children*. Boston: McGraw-Hill.
- Gebser, J. (1978). *Ursprung und Gegenwart*. Schaffhausen: Novalis Verlag.
- Glöckler, M. (1993). Zum Umgang mit der Linkshändigkeit. Vortragswiedergabe vom Okt. 1987. In: Glöckler M. (Hg): *Das Schulkind. Gemeinsame Aufgaben von Arzt und Lehrer*. Dornach: Verlag am Goetheanum.
- Goethe, J.W (1963). Bedeutende Fördernis durch ein einziges geistreiches Wort. In: *Schriften zur Botanik und Wissenschaftslehre*. Stuttgart: Deutscher Taschenbuch Verlag.
- Goddard-Blythe. (2002). *Greifen und BeGreifen. Wie Lernen und Verhalten mit frühkindlichen Reflexen zusammenhängen* Kirzarten: Vak-Verlag.
- Golenhofen, K. & Hildebrandt, G. (1957). Psychische Einflüsse auf die Muskeldurchblutung. *Pflügers Archiv* 263, S. 637-646.
- Hartje, W. & Poeck, K. (2006). *Klinische Neuropsychologie*. Stuttgart: Thieme Verlag.
- Häussinger, D. (2006). Hepatische Enzephalopathie. *Praxis* 95, S. 1543–1549.
- Husserl, E. (1913). Ideen zu einer reinen Phänomenologie und phänomenologischen Philosophie. In: *Jahrbuch für Philosophie und phänomenologische Forschung* 1,1, S. [1]-323. Halle: Max Niemeyer Verlag.
- Izpisúa Belmonte, J.C. (1999). Seitenverkehrte Organe. Die Links-Rechts-Asymmetrie der inneren Organe wird von Proteinen mitbestimmt, die in Embryonen nur in einer Körperhälfte auftreten. *Spektrum der Wissenschaft* Oktober 1999, S. 36ff.

- Janich, P. (2009). *Kein neues Menschenbild. Zur Sprache der Hirnforschung*. Frankfurt am Main: Edition Unsel.
- Karnath, H.-O. (2006). Neglect. In: Hartje W. & Poeck K. (2006): *Klinische Neuropsychologie*. p. 334ff. Stuttgart: Thieme-Verlag.
- Kiersch J. (2010). „Mit ganz andern Mitteln gemalt“. Überlegungen zur hermeneutischen Erschließung der esoterischen Lehrkurse Steiners. In: *RoSE - Research on Steiner Education, Vol.1 No.2*, S. 73.82 (online www.rosejournal.com).
- Kirchis, G.; Hemker, J.; Häussinger, D. (2003). Hepatische Enzephalopathie – Neue Diagnostik und Standards der Therapie. *Der Klinikarzt*, 32(8), S. 277-283.
- König, K. (1965): Körperschema. Zeitschrift *Die Drei* (VI/1965).
- Langman, J. (1985). *Medizinische Embryologie*. Stuttgart-New York: Thieme-Verlag.
- Largo, R. (2009). *Schülerjahre*. München: Piper-Verlag.
- Mähler, C. & Hauser B. (2005). Die Entwicklung des magischen Denkens. In: Guldemann T. (Hrsg): *Bildung 4- bis 8jähriger Kinder*. S. 29-40. Münster: Waxmann-Verlag.
- Marti, T. (2006). *Wie kann Schule die Gesundheit fördern? Erziehungskunst und Salutogenese*. Stuttgart: Verlag Freies Geistesleben.
- Marti, T. (2008). *Ergebnisbericht zu den 2.-Klass-Untersuchungen an der Basalstufe der Rudolf Steiner Schule Bern*. Unveröffentlichtes Manuskript. Bern.
- Meinel, K & Schnabel, G. (2007). *Bewegungslehre Sportmotorik. Abriss einer Theorie der sportlichen Tätigkeit unter pädagogischem Aspekt*. Aachen: Verlag Meyer & Meyer.
- Merleau-Ponty, M. (1974). *Phänomenologie der Wahrnehmung*. Übersetzung und Vorwort von Rudolf Boehm. Berlin: de Gruyter.
- Moser, M., von Bonin D., Frühwirth M. & Lackner M. (2004). „Jede Krankheit ein musikalisches Problem“. Rhythmus und Hygiogenese. Zeitschrift *Die Drei* 8/9.
- Müller, S. (2001). *Seitendifferenzen der Knorpelmorphologie des Kniegelenks bei Probanden mit eindeutiger Seitendominanz der unteren Extremität*. Dissertation an der Medizinischen Fakultät der Ludwig-Maximilians-Universität zu München. Manuskriptdruck.
- Nelson, C.A. & Luciana, M.(2001). *Handbook of Developmental Cognitive Neuroscience*. Massachusetts: MIT Press (Bradford Book).
- Nießeler, A. (2003). *Formen symbolischer Weltaneignung. Zur Bedeutung von Ernst Cassirers Kulturphilosophie*. Würzburg: Ergon Verlag.
- Peters, M. (1988). Footedness: Asymmetries in foot preference and skill and neuropsychological assessment of foot movement. *Psychological Bulletin*, 103, S. 179-192.
- Piaget, J. & Inhelder, B. (1972). *Die Psychologie des Kindes*. München: Deutscher Taschenbuch Verlag.
- Portmann, A. (1969). *Einführung in die vergleichende Morphologie der Wirbeltiere*. Basel: Reinhardt Verlag.
- Roebbers, C. & Kauer, M. (2009). Motor and cognitive control in a normative sample of 7-years-olds. *Developmental Science*, 12, (1), S. 175-181.
- Rohen, J. (2000). *Morphologie des menschlichen Organismus*. Stuttgart: Verlag Freies Geistesleben.
- Rohen, J. (2001). *Funktionelle Neuroanatomie*. Stuttgart: Schattauer Verlag.
- Rohen, J. & Lütjen-Drecoll, E. (2006). *Funktionelle Embryologie*. Stuttgart: Schattauer Verlag.
- Reiss, M. & Reiss, G. (2000). Zur Untersuchung der motorischen Asymmetrien. *Fortschr Neurol Psychiatr* 2000; 68(2), S. 70-79.
- Schwenkreis, P., Tom, S, Ragert, P., Pleger, B., Tegenthoff, M. & Dinse, H.R. (2007). Assessment of sensorimotor cortical representation asymmetries and motor skills in violin players. *Eur J Neurosci*. 26(11), S. 3291-302.
- Schad, W. (2000). Spiralsymmetrien bei Tier und Mensch. *Tycho de Brahe-Jahrbuch für Goetheanismus*, S. 93-110; Niefern-Oeschelbronn: Tycho Brahe-Verlag.
- Schäfer, G. E. (2002). Selbst-Bildung in der frühen Kindheit als Verkörperung von Erkenntnistheorie. In: Uhlendorff H. & Oswald H. (Hg.). *Wege zum Selbst. Soziale Herausforderung für Kinder und Jugendliche*. S. 75-98. Stuttgart: Lucius & Lucius Verlagsgesellschaft.
- Scheuerle, H.J. (2001). Die Funktion des Gehirns. *Der Merkurstab* 54(2), S. 156-170.
- Schieren, J. (2010). Schluss, Urteil, Begriff – Die Qualität des Verstehens. *RoSE - Research on Steiner Education* 1(2), S. 15-25. Online: www.rosejournal.com.
- Schuler, C. (2006). *Wahrnehmung und Erkennung von Facial Asymmetry*. Dissertation Universität Regensburg.

- Shephard, R.J. (1997). Curricular Physical Activity and Academic Performance. *Pediatric Exercise Science*, 9(2), S. 113-126.
- Singer, W. (2002). *Der Beobachter im Gehirn. Essays zur Hirnforschung*. Frankfurt am Main: Suhrkamp Verlag.
- Spitzer, M. (2007). *Lernen. Gehirnforschung und die Schule des Lebens*. Heidelberg: Spektrum Verlag.
- Springer, S.P. & Deutsch, G. (2006). *Linkes Gehirn, rechtes Gehirn*. Heidelberg, Berlin, Oxford: Spektrum Verlag.
- Stein, J.F. & Stoodley, C.J. (2006). *Neuroscience. An Introduction*. Chichester: John Wiley & Sons.
- Steiner, R. (2003). *Grundlinien einer Erkenntnistheorie der Goetheschen Weltanschauung*. Dornach: Rudolf Steiner-Verlag.
- Steiner, R. (1987). *Die Erziehung des Kindes vom Gesichtspunkte der Geisteswissenschaft*. Dornach: Rudolf Steiner-Verlag.
- Steiner, R. (1983). *Von Seelenrätselfn*. Dornach: Rudolf Steiner-Verlag.
- Steiner R. (1973). *Allgemeine Menschenkunde als Grundlage der Pädagogik*. Dornach: Rudolf Steiner Verlag.
- Steiner R. (1978). *Menschenkenntnis und Unterrichtsgestaltung*. Vortrag vom 13. u. 14. Juni 1921. Dornach: Rudolf Steiner Verlag.
- Tanner, J.M. (1962). *Wachstum und Reifung des Menschen*. Stuttgart: Thieme Verlag.
- Ullrich, H. (2010). Das Konzept der Kindheit – ein aktuelles Problemfeld der Waldorfpädagogik. In: Paschen, H. (Hg): *Erziehungswissenschaftliche Zugänge zur Waldorfpädagogik*. Wiesbaden: VS-Verlag, S.101-123.
- Unterweger, E (1998). *Bildhafte Vorstellungen physiologisch sichtbar gemacht: Herzfrequenzvariabilität als Indikator für Imaginationsprozesse*. Dissertation Universität Konstanz. Göttingen: Cuvillier Verlag.
- Vinzens, A. & Weishaupt, S. (2003). *Ich denke sowieso mit dem Knie. Briefwechsel über ein Wort von Joseph Beuys*. Kassel: Aquinate.
- v. Bothmer (Hrsg. 2004). *Die Bothmer-Gymnastik. Pädagogische und therapeutische Anwendungsmöglichkeiten*. Stuttgart: Schattauer Verlag.
- v. Weizsäcker V. (1973). *Der Gestaltkreis. Theorie der Einheit von Wahrnehmen und Bewegen*. Stuttgart: Suhrkamp Verlag.
- Wehr M. & Weinmann (1999) (Hg). *Die Hand. Werkzeug des Geistes*. Heidelberg-Berlin: Spektrum Verlag.
- Wessenberg, R., Kessels, A., Kaliff, A., Hurks, P., Jolles, J., Feron, F., Hedriksen, J., Kroes, M., Beeren, M. & Vles, J. (2005). Relation between cognitive and motor performance in 5- to 6-years-old children: Results from a large-scale cross-sectional study. *Child Development*, 76(5), S. 1092-1103.
- Wilson, F. R. (2002). *Die Hand – Geniestreich der Evolution. Ihr Einfluss auf Gehirn, Sprache und Kultur des Menschen*. Stuttgart: Klett-Cotta Verlag.

Bildquellen:

Abb. 3: aus Langman, J. (1985)

Abb. 4: aus Meinel, K. & Schnabel, G. (2007)

Abb. 6a: http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/6/61/Kouros_of_Tenea_-_168_-_Glyptothek_Munich_-_DSC07368.jpg/450px-Kouros_of_Tenea_-_168_-_Glyptothek_Munich_-_DSC07368.jpg (abgerufen am 20.9.2011)

Abb. 6b: http://en.wikipedia.org/wiki/File:Belvedere_Apollo_Pio-Clementino_Inv1015.jpg (abgerufen am 20.9.2011)