



Paul Geraedts

Motorische Entwicklung und Steuerung

Eine Einführung für Physiotherapeuten,
Ergotherapeuten und Trainer

 Springer

Motorische Entwicklung und Steuerung

Paul Geraedts

Motorische Entwicklung und Steuerung

Eine Einführung für
Physiotherapeuten,
Ergotherapeuten und Trainer

 Springer

Paul Geraedts
Praxis für Sportrehabilitation
Medi Reha Geraedts
Alsdorf, Deutschland

Ein Erratum zu diesem Buch ist verfügbar unter
https://doi.org/10.1007/978-3-662-58296-1_17

ISBN 978-3-662-58295-4 ISBN 978-3-662-58296-1 (eBook)
<https://doi.org/10.1007/978-3-662-58296-1>

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

Springer

© Springer-Verlag GmbH Deutschland, ein Teil von Springer Nature 2020, korrigierte Publikation 2020

Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung, die nicht ausdrücklich vom Urheberrechtsgesetz zugelassen ist, bedarf der vorherigen Zustimmung des Verlags. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Bearbeitungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Die Wiedergabe von allgemein beschreibenden Bezeichnungen, Marken, Unternehmensnamen etc. in diesem Werk bedeutet nicht, dass diese frei durch jedermann benutzt werden dürfen. Die Berechtigung zur Benutzung unterliegt, auch ohne gesonderten Hinweis hierzu, den Regeln des Markenrechts. Die Rechte des jeweiligen Zeicheninhabers sind zu beachten.

Der Verlag, die Autoren und die Herausgeber gehen davon aus, dass die Angaben und Informationen in diesem Werk zum Zeitpunkt der Veröffentlichung vollständig und korrekt sind. Weder der Verlag, noch die Autoren oder die Herausgeber übernehmen, ausdrücklich oder implizit, Gewähr für den Inhalt des Werkes, etwaige Fehler oder Äußerungen. Der Verlag bleibt im Hinblick auf geografische Zuordnungen und Gebietsbezeichnungen in veröffentlichten Karten und Institutionsadressen neutral.

Fotonachweis Umschlag: © skynesher/ istockphoto.com (Symbolbild mit Fotomodellen)

Umschlaggestaltung: deblik Berlin

Zeichnungen aus Spornitz, 2010: Christiane und Dr. Michael von Solodkoff

Springer ist ein Imprint der eingetragenen Gesellschaft Springer-Verlag GmbH, DE und ist ein Teil von Springer Nature.

Die Anschrift der Gesellschaft ist: Heidelberger Platz 3, 14197 Berlin, Germany

„Welch ein Meisterwerk ist der Mensch! Wie edel durch Vernunft! Wie unbegrenzt an Fähigkeiten! In Gestalt und Bewegung wie bedeutend und wunderbar! Im Handeln ähnlich einem Engel! Im Begreifen wie ähnlich einem Gott! Die Zierde der Welt! Das Vorbild der Lebendigen!“ (William Shakespeare, Hamlet II,2, 1601–1602, Übersetzung von August W. Schlegel, 1798)

Inhaltsverzeichnis

1 Die motorische Entwicklung – Einmal Erworbenes geht nie mehr verloren	1
1.1 Das Prinzip der Entwicklungsrichtungen	3
1.1.1 Die cephalokaudale Entwicklung	3
1.1.2 Die proximodistale Entwicklungsrichtung	3
1.1.3 Die Entwicklung der lateralen Motorik	4
1.1.4 Das Prinzip der reziproken Verflechtung	5
1.1.5 Assoziierte Motorik	6
1.1.6 Spiegelbewegungen	7
1.2 Erklärungsmodelle der Bewegungsentwicklung	7
1.2.1 Reifungstheorie	8
1.2.2 Sozialisationstheorie	9
1.2.3 Handlungstheorie	9
1.2.4 Systemdynamische Theorie	10
1.3 Phasen der motorischen Entwicklung	11
1.3.1 Die pränatale motorische Entwicklung	11
1.3.2 Die motorische Entwicklung in den ersten zwei Lebensjahren	12
1.3.3 Die motorische Entwicklung im Vorschulalter (2 bis 6 Jahre)	13
1.3.4 Die motorische Entwicklung ab dem Schulalter (6 bis 9 Jahre)	16
1.3.5 Die motorische Entwicklung im späten Kindesalter, Präpubeszenz (9 bis 11 Jahre)	17
1.3.6 Die motorische Entwicklung im frühen Jugendalter, Pubeszenz (11 bis 15 Jahre)	21
1.3.7 Die motorische Entwicklung im späten Jugendalter, Adoleszenz (13 bis 18 Jahre)	21
1.3.8 Die motorische Veränderung im Erwachsenenalter ...	23
Literatur	24
2 Motorische Steuerung	29
2.1 Verschiedene Mechanismen motorischer Kontrolle	29
2.2 Interaktion verschiedener Kontrollmechanismen der Motorik	32

2.3	Zusammenhang zwischen unwillkürlicher und bewusst gesteuerter Motorik	33
	Literatur.....	35
3	Zentralneurologische Steuerung der Motorik	37
3.1	Der Nerv als Reizüberträger	39
3.1.1	Hormonelles Informationssystem	39
3.1.2	Elektrisches Informationssystem	40
3.2	Medulla spinalis – Rückenmark.	42
3.2.1	Plexus brachialis	43
3.2.2	Plexus lumbosacralis	45
3.2.3	Rückenmark als Durchgangskanal.	46
3.2.4	Spinale Steuerung	48
3.2.5	Propriozeption	48
3.2.6	Bedeutung der Rückenmarksreflexe	49
3.2.7	Sensorisches Beugereflexsystem	50
3.2.8	Adaptationsfähigkeit des peripheren Nervensystems... ..	53
3.3	Truncus cerebri – Hirnstamm	53
3.3.1	Medulla oblongata – verlängertes Rückenmark.	55
3.3.2	Pons – Brücke	57
3.3.3	Mesencephalon – Mittelhirn	57
3.3.4	Automatische Motorik des Säuglings	61
3.3.5	Die Rolle der Faszien.	64
3.3.6	Automatisierte Motorik – Verhalten des Erwachsenen... ..	64
3.4	Diencephalon – Thalamus	66
3.4.1	Epiphyse – Hypophyse	66
3.4.2	Oxytocin.	67
3.4.3	Schaltfunktion des Thalamus.	68
3.5	Cerebellum – Kleinhirn	69
3.5.1	Afferenzkopie – Efferenzkopie	70
3.6	Nuclei basales – Basalganglien	71
3.7	Telencephalon – Großhirn	71
3.7.1	Lobus frontalis – Frontal- oder Stirnlappen.	73
3.7.2	Lobus parietalis – Scheitellappen	74
3.7.3	Lobus temporalis – Schläfenlappen.	75
3.7.4	Amygdala – Mandelkern	75
3.7.5	Hippocampus – Seepferdchen	76
3.7.6	Lobus occipitalis – Okzipitallappen.	76
3.7.7	Lobus insularis – Insellappen.	77
3.7.8	Tractus corticospinalis – Pyramidenbahnssystem.	77
3.7.9	Primär motorischer Kortex.	78
3.7.10	Sensomotorische Kopplung.	79
3.7.11	Steuerung aus dem primären Motorkortex.	79
3.7.12	Feinmotorik	80
3.7.13	Motorik und Bewusstsein	81
	Literatur.	82

4	Peripherneurologische Steuerung	85
4.1	Artikuläre Neurologie	86
4.1.1	Propriozeption	86
4.1.2	Schmerzsensorik	89
4.1.3	Muskelschmerz	90
4.2	Arthrogene Muskelinhibition (AMI)	91
4.2.1	Klinische Bedeutung	93
	Literatur	94
5	Die Muskeln als Zielorgan jeder Steuerung	97
5.1	Schnelle und langsame Muskelfasern: Kraft versus Ausdauer	99
5.2	Oberflächliche und tiefe Muskelschichten: Bewusste versus unbewusste Steuerung	100
5.3	Funktionelle Arm- und Beinmotorik: Offene versus geschlossene Kette	101
5.4	Das Lombard-Paradoxon	101
5.4.1	Eingelenkige Muskeln	102
5.4.2	Zweigenkige Muskeln	102
5.4.3	Mehrgelenkige Muskeln	104
5.5	Bodybuilding: Vom Zirkusakt zum Gesundheits- und Schönheitsbewusstsein	105
5.5.1	Bodybuilding heute	107
	Literatur	108
6	Motorisches Lernen	111
6.1	Neuronale Vernetzung	112
6.2	Unterschiedliche Phasen des motorischen Lernens	115
6.3	Aufmerksamkeit und Perfektion	117
6.4	Motorisches Lernen durch Beobachten	118
6.5	Motorisches Lernen durch Imagination	120
6.5.1	Mentales Training	120
6.5.2	Luzides Träumen	121
6.5.3	Vorteile mentalen Trainings	123
6.6	Multitasking	123
6.6.1	Default-Mode-Netzwerk	124
6.6.2	Multitasking in der Praxis	125
6.7	Erlernen motorischer Fertigkeiten im Kindesalter	126
6.7.1	Motorische Rehabilitation	127
6.8	Extinktionslernen: Verlernen oder neu erlernen	128
6.9	Impulsive Motorik	129
6.10	Motorik und Illusion	129
	Literatur	131
7	Die Grenze des menschlichen motorischen Könnens	135
7.1	Einige Weltrekorde	135
7.2	Extremsport	136

7.3	Von Leistungsorientierung zur Konsumorientierung	138
7.4	Der Weg zum Erfolg	139
	Literatur.	140
8	Motorische Vielfältigkeit durch Integration	
	automatischer Bewegung und Willkürmotorik	143
8.1	Motorische Adaptation.	143
8.2	Motorische Steuerung und Rehabilitation	146
8.3	Motorische Steuerung und Stress.	147
8.4	Motorische Steuerung und Sport	148
	8.4.1 Motorische Leistung und Erfolgsdruck	148
	8.4.2 Automatisierte Motorik und Erfolgsdruck.	149
	8.4.3 Trainieren unter Erfolgsdruck	150
8.5	Motorische Steuerung und Musik	151
	Literatur.	151
9	Okulomotorik – Motorik der Augen	153
9.1	Muskulatur der Augen	153
9.2	Motorische Steuerung	154
9.3	Augenmotorik und Vestibularorgan.	155
9.4	Blickrichtung	156
9.5	Beidäugiges Sehen.	157
9.6	Dominanz eines Auges.	158
9.7	Trainieren der Blickfähigkeit.	158
	Literatur.	158
10	Hand- und Graphomotorik	161
10.1	Handmotorik und Sprache	161
10.2	Handmotorik und Kreativität	162
10.3	Entwicklung der Hand- und Graphomotorik	163
10.4	Motorische Steuerung der Hände.	164
	10.4.1 Funktionen der Hand	166
	10.4.2 Graphomotorik.	166
	Literatur.	168
11	Sprachmotorik – das vielseitige Gesicht der Sprache	169
11.1	Die Entwicklung der menschlichen Sprache	170
11.2	Die Zunge als Sprachorgan	172
11.3	Sprache und Stimme	173
11.4	Sprechen und Denken	174
11.5	Sprache und Motorik	174
	11.5.1 Bewegung und Sprachentwicklung	174
	11.5.2 Gehirnregionen der Sprachverarbeitung	176
	11.5.3 Auditive Sprachverarbeitung	177
	Literatur.	177
12	Körpersprache – expressive Motorik	179
12.1	Kleines Wörterbuch der Körpersprache	180
12.2	Hinweise für Trainer und Therapeuten	181

12.3	Körpersprache und Medizin.....	182
	Literatur.....	184
13	Mimische Motorik.....	187
13.1	Mimische Muskulatur.....	187
13.2	Lächeln.....	188
13.3	Mimik und Kommunikation.....	189
	Literatur.....	190
14	Das Herz.....	191
14.1	Steuerung des Herzmuskels.....	192
14.2	Sportherz.....	193
14.3	Arteriosklerose.....	194
14.4	Herz und Sport.....	194
14.5	Plötzlicher Herztod.....	196
	Literatur.....	197
15	Motorik der glatten Muskulatur.....	199
15.1	Gefäßmotorik.....	200
15.2	Darmmotorik.....	202
15.3	Beckenbodenmotorik.....	203
	Literatur.....	204
16	Fazit.....	205
	Erratum zu: Motorische Entwicklung und Steuerung.....	E1
	Stichwortverzeichnis.....	207

Die motorische Entwicklung – Einmal Erworbenes geht nie mehr verloren

1

Inhaltsverzeichnis

1.1 Das Prinzip der Entwicklungsrichtungen	3
1.1.1 Die cephalokaudale Entwicklung	3
1.1.2 Die proximodistale Entwicklungsrichtung	3
1.1.3 Die Entwicklung der lateralen Motorik	4
1.1.4 Das Prinzip der reziproken Verflechtung	5
1.1.5 Assoziierte Motorik	6
1.1.6 Spiegelbewegungen	7
1.2 Erklärungsmodelle der Bewegungsentwicklung	7
1.2.1 Reifungstheorie	8
1.2.2 Sozialisationstheorie	9
1.2.3 Handlungstheorie	9
1.2.4 Systemdynamische Theorie	10
1.3 Phasen der motorischen Entwicklung	11
1.3.1 Die pränatale motorische Entwicklung	11
1.3.2 Die motorische Entwicklung in den ersten zwei Lebensjahren	12
1.3.3 Die motorische Entwicklung im Vorschulalter (2 bis 6 Jahre)	13
1.3.4 Die motorische Entwicklung ab dem Schulalter (6 bis 9 Jahre)	16
1.3.5 Die motorische Entwicklung im späten Kindesalter, Präpubeszenz (9 bis 11 Jahre)	17
1.3.6 Die motorische Entwicklung im frühen Jugendalter, Pubeszenz (11 bis 15 Jahre)	21
1.3.7 Die motorische Entwicklung im späten Jugendalter, Adoleszenz (13 bis 18 Jahre)	21
1.3.8 Die motorische Veränderung im Erwachsenenalter	23
Literatur	24

Die Motorik gehört zusammen mit der Wahrnehmung zu einer der höheren menschlichen Leistungen und ist von grundlegender Bedeutung. Sie umfasst das gesamte Spektrum menschlicher Bewegung inklusive all dessen, was an ihr nicht sichtbar ist. Sie wird bestimmt von morphologi-

schen, neurologischen, physiologischen, psychologischen sowie konditionellen Fähigkeiten, aber auch von sportlichen Leistungen. Diese Fähigkeiten sind erheblich voneinander abhängig und stimulieren sich gegenseitig. (Meinel und Schnabel 2007). Bedenkt man, dass bei Erwachsenen

656 Muskeln an 206–224 Knochen ansetzen (Kroll 2018), so wundert es nicht, welche enorme koordinative Leistung erforderlich ist, um diese einzelnen Komponenten aufeinander abzustimmen. Bis heute ist kein Roboter in der Lage, die Eleganz, Geschmeidigkeit und Genauigkeit der menschlichen Motorik, beispielsweise beim Gehen oder Laufen, nachzuahmen. Und der aufrechte Stand und Gang eines Menschen kann nur als ein „Wunder der Regulation“ betrachtet werden (Birbaumer und Schmidt 2010).

Wo Bewegung lediglich als etwas äußerlich Sichtbares betrachtet wird, muss Motorik als eine Bewegung in der ihr zugrunde liegenden Gesamtheit aller Steuerungs- und Funktionsprozesse verstanden werden (Carrillo Varela 2005).

Motorische Fertigkeiten werden definiert als eine erlernte und bereits weitgehend automatisiert ausgeführte motorische Aktivität, die sich hauptsächlich durch Üben herausbildet (Carrillo Varela 2005; Wagner 2009). Das Bewusstsein greift nicht ständig steuernd oder korrigierend in den Ablauf einer Bewegung ein. Dabei wird davon ausgegangen, dass der Ausprägungsgrad einer Fähigkeit sowohl anlagebedingt als auch von einwirkenden Umwelteinflüssen abhängig ist. Motorische Fähigkeiten dagegen sind bereits vorhandene und relativ verfestigte individuelle Voraussetzungen zum Ausführen einer motorischen Aktivität (Wagner 2009).

Die motorische Entwicklung wird beeinflusst von verschiedenen Prozessen:

- dem inneren Antrieb zur Bewegung
- der hirnrorganischen und körperlichen Reifung und dem Wachstum
- dem motorischen Lernen: zunehmende motorische Fähigkeiten, welche nicht auf angeborenen Entwicklungstendenzen basieren
- dem sozialen Umfeld wie Eltern, Erzieher, Sportverein und nicht zuletzt Freunde und Freundinnen

In der Wissenschaft besteht zurzeit weitgehend Einigkeit darüber, dass sowohl körperliche (veranlagungsbedingte) Reifungsprozesse als auch Umwelteinflüsse notwendig sind, damit Entwicklung stattfinden kann. Unterschiedliche Ansichten herr-

schen jedoch bei der Frage, inwiefern diese Faktoren bei der Entstehung verschiedener motorischer Merkmale eines Individuums zusammenwirken. Allgemein wird angenommen, dass physische Merkmale eher durch erbliche Faktoren bestimmt werden und Verhaltensmerkmale stärker von Umweltfaktoren geprägt sind (Krombholz 1988).

In der pränatalen Phase lässt vorwiegend die Hyperplasie (Zunahme der Anzahl der Zellen) Organe und Gewebe wachsen. Zu diesem Zeitpunkt findet in erster Linie die zelluläre Differenzierung und Weiterentwicklung aus den einheitlichen Stammzellen in die unterschiedlichen Gewebe statt (Martini et al. 2012; Schmidlin 2007). Anfangs verläuft diese Entwicklung explosionsartig, später nimmt sie allmählich ab.

In den ersten Monaten nach der Geburt wächst der menschliche Körper immer noch weitgehend durch Hyperplasie, um Organe vollständig auszubilden. Danach wachsen die meisten Organe und Gewebe vornehmlich durch Vergrößerung der Zellen, Hypertrophie. Hyperplasie findet dann bei gesunden Menschen nur noch geringfügig und nur bei bestimmten Organen statt. Lediglich im Krankheitsfall, beispielsweise bei Tumoren und bei Wundheilung, wachsen Zellen noch durch Hyperplasie.

So leuchtet ein, dass es zwischen den einzelnen Organen große Unterschiede gibt. Bestimmte Organe wie Leber, Epidermis und Niere müssen die Eignung behalten, neue Zellen zu bilden, wenn auch in geringerem Umfang. Nur eine derartige Regenerationsfähigkeit dieser Organe sichert ihre vitale Funktion. Knochengewebe als Wechselgewebe ist in der Lage, neues Gewebe zu bilden, damit Brüche heilen können und sich der Knochen an starke Belastung (Modeling) anpassen kann. Bei anderen Geweben wie Skelettmuskel-, Nerven-, Knorpel- oder Fettgewebe ist ab einer bestimmten Entwicklungsphase Wachstum fast nur noch durch Hypertrophie, also Vergrößerung von Zellen durch Proteine und Wasser, möglich (Martini et al. 2012).

Sofort nach der Geburt setzt der biologische Reifungsprozess ein: erbliche Veranlagung ruft spezifische Veränderungen der Organe hervor, die dann wiederum spezifische Fähigkeiten heranbilden. Reifung basiert also nicht ausschließlich auf einem motorischen Lernverfahren (Stangl 2018).

1.1 Das Prinzip der Entwicklungsrichtungen

In der Entwicklung der menschlichen Motorik werden verschiedene evolutionäre „Strategien“ deutlich, da sich nicht alle Körperteile gleichzeitig und gleich schnell ausbilden.

So entwickelt sich die Motorik des Kopfes eher als die des Rumpfes und der Beine. Und die Bewegung des Rumpfes kommt früher zustande als die der Arme und Beine, wobei sich eine Körperhälfte zumeist eher entwickelt als die andere. Die großen Gelenke ermöglichen frühzeitiger grobmotorische Bewegungen, als die kleinen Gelenke feinmotorische Bewegungen erzeugen, sicherlich auch weil sich die großen Gelenke vor den kleinen ausbilden.

Für eine optimal funktionierende Motorik des gesamten Körpers muss die Koordination beider Körperhälften aufeinander abgestimmt werden.

Schreitet die Entwicklung weiter fort, entfaltet sich die Motorik von einem noch einfachen, ungezielten und ineffizienten System zu einer komplexen, zielgerichteten und differenzierten Motorik, fast ohne Mitbewegungen.

Diese Entwicklungsrichtungen hängen sehr eng miteinander zusammen und können sich bisweilen überschneiden.

1.1.1 Die cephalokaudale Entwicklung

Das Prinzip der Entwicklungsrichtungen besagt, dass die motorische Entwicklung eines Kindes in festgelegten Bahnen verläuft. So schreitet sie vom Kopf des Kindes (Cephalon) über den Rumpf zu den Armen und den Beinen (Cauda) voran. Bereits bei der Geburt ist schon die lebensnotwendige Mundmotorik in Form des Saugreflexes vorhanden. Die Armmotorik entwickelt sich, indem die Hände anfangen, den Körper durch Ertasten, Greifen und Drücken zu erforschen. Langsam lernt das Kind, seine Muskeln von oben nach unten zu beherrschen.

Im ersten Lebensjahr bildet sich dann die Seh- und Hörfähigkeit aus, die erst mit 10 bis 12 Jahren ausgereift ist. Parallel mit der Sehfähigkeit

beginnt das Kind in den ersten 5 bis 6 Monaten den Kopf zu kontrollieren, unbedingte Voraussetzung für die weitere Aufrichtung des Körpers. Der Kopf mit seinen sensorischen Organen für Nah- und Fernwahrnehmung dient zur Orientierung im Raum, wobei die Sehfähigkeit für die Motorik ausschlaggebend ist. Erst wenn das Kind den Kopf kontrollieren kann, wird es willentlich Arme und Beine steuern können.

Die Entwicklung des Rumpfes beginnt mit dem Drehen, Rollen und Krabbeln des Kindes, um nach dem Aufrichten des Körpers in der Gehfähigkeit (Lokomotorik) zu münden, wobei die Reihenfolge in der Regel festliegt. Individuelle Unterschiede sind hierbei immer zu beobachten, denn jeder Mensch entwickelt sich anders. Und was sich einmal gebildet hat, bleibt erhalten.

Grundsätzlich gilt, dass früh erlernte Motorik nicht durch Neuerworbenes verdrängt wird. Neuerlernte Motorik wird in die bestehende integriert, sodass sich die Motorik verfeinert und verbessert.

- ▶ Einmal erlernte Motorik geht nie mehr verloren; sie bildet die Basis für motorische Verfeinerung.

Mit fortschreitendem Alter verlangsamt die Motorik und daher lernen ältere Menschen motorisch langsamer als Jugendliche.

1.1.2 Die proximodistale Entwicklungsrichtung

Die proximodistale Entwicklungsrichtung beschreibt die motorische Entwicklung von zentral nach peripher: Der grobmotorischen Ganzkörperbewegung gehen feinmotorische Bewegungen der Extremitäten voraus; die Kontrolle der körperzentralen (proximalen) Muskeln gelingt eher als die der von der Körpermitte weiter entfernten (peripheren).

Durch Stütz- und Stemmaktivitäten der Arme und Beine wie Robben, Vierfüßlerstand und Krabbeln entwickelt sich die Haltungskontrolle des Rumpfes. Diese Haltungskontrolle ist Voraussetzung für die weitere Ausformung der Arm-

motorik und das freie Greifen mit den Händen. In der Stehbereitschaft des Kindes wird die fortschreitende Entwicklung der Beinmotorik zum Gehen sichtbar.

Grobmotorische Aktivitäten mit großen Muskeln in den großen Gelenken wie Schulter, Hüfte und Rumpf finden in der Entwicklung frühzeitiger statt als die Beweglichkeit der kleineren, peripheren Gelenke. So entfaltet sich die Motorik weiter vom Rumpf über die großen Gelenke in die kleineren Gelenke der Glieder wie Hände und Füße. Die Variabilität der Bewegungen wird immer feiner und komplexer, aber damit auch schwerer zu koordinieren. Die nah am Rumpf gelegenen Hüft- und Schultergelenke mit ihren vielen Bewegungsmöglichkeiten haben größere und stärkere Muskeln als die kleineren Hand- und Fußgelenke mit geringem Aktionsradius und kleineren Muskeln. So entsteht eine effiziente und differenzierte Feinmotorik der Hände und Füße.

1.1.3 Die Entwicklung der lateralen Motorik

Der Neurologe Prof. Dr. P. Mesker (2016), der die Entwicklung des menschlichen Könnens ausführlich analysierte, beschreibt die Entwicklung der Motorik als eine Entwicklung von motorischer Asymmetrie zur Symmetrie und unterscheidet drei Phasen:

- In den ersten 2 Lebensjahren basiert die noch unreife Motorik überwiegend auf einem Links-rechts-Kontrast: Ballt das Kind seine linke Hand, strecken sich zeitgleich die Finger der rechten Hand. Das Trampeln mit den Füßen als abwechselndes und gegenseitiges Strecken und das Beugen oder Krabbeln und Gehen sind Beispiele dieser Phase.
- In den folgenden 3 bis 5 Jahren wird die Motorik immer symmetrischer. Die linke und rechte Gehirnhälfte können in dieser Zeitspanne sehr eng zusammenarbeiten. Ein treffendes Beispiel: Wenn ein 4-jähriges Kind, das in jeder Hand ein Klötzchen festhält, eines abgeben will, lässt es unwillkürlich das zweite Klötzchen auch los. Beidseitiges Hüpfen, eine

gerade Kopffrolle und das Fangen eines Balls mit zwei Händen kennzeichnen diese Periode.

- Die dritte Phase (6 bis 7 Jahre) ist die der Lateralisation: Durch fortschreitende Reifung arbeiten die linke und rechte Gehirnhälfte unabhängiger voneinander und die Körperhälften entwickeln sich unterschiedlicher. Die rechte Hirnhälfte, in der Eigenschaften wie Kreativität und die Wahrnehmung des großen Ganzen lokalisiert sind, reguliert die linke Körperhälfte. Umgekehrt wird die rechte Körperseite von der linken Gehirnhälfte gesteuert, der das logische Denken, die Detailwahrnehmung und die sprachliche Fähigkeit zugeordnet sind.

So können Körperteile unabhängig voneinander gezielt bewegt werden, und die Motorik gerät wesentlich vielseitiger. Lateralisation führt auch zu Spezialisierung eines bestimmten Körperteiles. Man denke an die bevorzugte Hand beim Schreiben, an das schießende oder stehende Bein beim Fußball (Fußballspieler, die mit links genauso gut schießen können wie mit rechts, sind sehr gefragt), die Wurfhand beim Handball oder das Essen mit Messer und Gabel (van Grunsven und Njioiktjen 2017; Mesker 2016).

Wissenschaftler vom Institut für Arbeitsphysiologie an der Universität Dortmund (IfADo) haben untersucht, welche Seiten bei bestimmten Körperteilen begünstigt sind. Nicht überraschend war das Ergebnis: Über 90 % der Befragten setzten in erster Linie die rechte Hand ein, wobei das rechte Auge jedoch nur von 73 % bevorzugt wurde. Die meisten Menschen tendieren dazu, Körperteile ein und derselben Seite zu favorisieren, z. B. den rechten Fuß, die rechte Hand und das rechte Auge. Die Wissenschaftler der IfADo stellten klar, dass aber einige Menschen bei unterschiedlichen Körperteilen verschiedene Seiten bevorzugten, also beispielsweise die rechte Hand und den linken Fuß. Man nennt das gekreuzte Lateralisation. „Eine gekreuzte Lateralisation mit drei rechts- und einem linkslateralisierten Körperteilpaar tritt besonders selten auf“, so Walter Ehrenstein vom IfADo. Bei ungefähr einem Drittel der Befragten wurde bei mindestens einem Körperteil keine Seite präferiert (von Soosten 2004; Siefer et al. 2003).

Der Kinderarzt Prof. Dr. Remo Largo konnte in einer Studie mit 662 Kindern im Alter von 5 bis 18 Jahren ebenfalls keine Lateralität bei den unteren Extremitäten nachweisen, obwohl es Differenzen in der Motorik der beiden Beine gibt (Largo 2007).

Die gekreuzte Seitenbevorzugung kann im Alltag sehr praktisch sein. „Wenn ich beispielsweise ein Bild aus einem Mikroskop abzeichnen will, profitiere ich davon, dass ich mit der linken Hand zeichne und mit dem rechten Auge schaue“, erklärt Birgit Arnold-Schulz-Gahmen vom IfADo. Ballspieler bevorzugen überdurchschnittlich häufig das linke Auge und Ohr und sind bei der Fußbevorzugung oft beidseitig orientiert. Bei den Skirennläufern überwiegen Rechtsfüßer und -händer, und Musiker ziehen meist das linke Ohr, aber auch das linke Auge vor, während sie motorisch eher die rechte Seite nutzen. Die eigene Füßigkeit kann man testen, indem erst ein fester Punkt anvisiert wird, auf den man dann mit verbundenen Augen geradeaus zumarschieren muss. Zum Vergnügen etwaiger Zuschauer driften die meisten in eine Richtung ab und laufen am Ziel vorbei. Ob sie links oder rechts abbiegen, hängt von der Füßigkeit ab. Die Lateralisation ist übrigens bei erwachsenen Männern am stärksten ausgeprägt. Sie laufen mit verbundenen Augen die stärksten Kurven (von Soosten 2004; Siefer et al. 2003).

Schon in der Altsteinzeit tauchte die Trennung zwischen Rechts- und Linkshändern auf, wobei kulturelle Einflüsse zu unterschiedlichen Entwicklungen der linken Seite führten. Faurie und Raymond (2005) stellten fest, dass in kampfbetonten Kulturen Linkshänder häufiger vorkamen als in pazifistischen Gesellschaften. Linkshändigkeit kann bei Zweikämpfen von Vorteil sein, da sowohl Links- als auch Rechtshänder meist keinen linkshändigen Gegner erwarten und demnach überrascht werden. Auswertungen von Feldstudien und Literatur u. a. über die Kulturen der Dioula im afrikanischen Staat Burkina Faso, der Inuit in Kanada und Alaska (Faurie et al. 2004) sowie der Yanomami in Venezuela (Connolly und Bishop 1992; Marchant et al. 1995) zeigten, dass in friedliebenden Kulturen, in denen sehr wenige Morde verübt werden, nur 3 % der Menschen Linkshänder sind. In kriegerischen Kulturen liegt der Anteil dagegen bei bis zu

23 %. Eine militante Vergangenheit hatte wahrscheinlich einen wichtigen Einfluss auf die Entwicklung von Rechts- und Linkshändern, vermuten die Wissenschaftler.

Im Leistungssport ist eine auffällig hohe Zahl erfolgreicher Linkshänder zu beobachten, besonders beim Boxen und Fechten. Je weiter die Kontrahenten voneinander entfernt stünden, umso geringer sei der Anteil der Linkshänder. Beim Tennis spiele die Ausrichtung der Spieler beispielsweise eine geringere Rolle als beim Boxen. Faurie und Raymond sahen hierin die Bestätigung ihrer These.

Die Lateralisation zeigt sich auch im Körperbau: Da kein Mensch symmetrisch ist (die Knochen in den bevorzugten Armen und Händen sind meist minimal länger), bildet bei der Füßigkeit das favorisierte Bein eine stärkere Muskulatur aus. Im späteren Erwachsenenalter sieht man beispielsweise die eine Hüfte viel früher verschlissen als die andere. Zur gleichen Zeit beginnen meist auch Beschwerden auf der favorisierten Seite, oftmals im Knie und womöglich auch im Sprunggelenk, wobei die andere Seite schmerzfrei ist. Strahlen diese Beschwerden aus den Gelenken heraus, kann ein klinisches Bild entstehen, bei dem das ganze Bein schmerzt.

Lateralisation ist also keine Entwicklung zur Einseitigkeit. Es ist vielmehr eine Entwicklung zu einer motorischen Aufgabenverteilung und zur Zusammenarbeit verschiedener Körperteile. Hierbei wird eine Körperseite bevorzugt. Den Endpunkt dieser Phase bezeichnet man als Dominanz: Die unterschiedlichen Körperteile können nun gut miteinander kooperieren, Spezialisierungen haben sich verfestigt und automatisiert.

- ▶ Lateralisation ist eine spezifische motorische Weiterentwicklung.

1.1.4 Das Prinzip der reziproken Verflechtung

Die Entwicklung der Koordination beider Körperhälften folgt dem Prinzip der reziproken Verflechtung, das heißt einer wechselseitigen Abstimmung zwischen Vorherrschaft der Agonisten

und Antagonisten sowie zwischen einseitigen und beidseitigen Muskelgruppen, um zu einer zielgerichteten Bewegung zu gelangen (Hetzler et al. 1995; Fischer 2011). Nur das beim Anspannen eines Agonisten ausreichende Entspannen der entgegengesetzt arbeitenden Antagonisten, ergänzt durch die Kontrolle der jeweiligen Synergisten, ermöglicht Bewegung.

Das reziproke motorische Zusammenspiel zeigt sich durch unterschiedliche Motorik der beiden Körperteile:

- Ein Körperteil bewegt, der andere Körperteil hält und stabilisiert. Der Rumpf bewegt nicht mit bei Armbewegungen, das Becken bleibt stabil bei Beinbewegungen.
- Beide Körperteile bewegen in entgegengesetzter Richtung. Beim Ziehen oder Schieben bewegen beide Gelenkteile des Ellbogens, beim Hüpfen oder Springen beide Gelenkteile des Kniegelenks. Bei der Haltungsschule bewegt der Oberkörper in entgegengesetzter Richtung zum Becken.

Außerdem bezieht sich die reziproke Motorik auf unterschiedliche Körperteile:

- Beide Körperhälften: Alle asymmetrischen Bewegungen des Rumpfes, ein Auge zukneifen und das andere offen lassen, das abwechselnde Bewegungsspiel der Beine beim Gehen.
- Kraniale und kaudale Körperabschnitte: Kopf und Oberkörper drehen nach links oder rechts.
- Proximale und distale Körperabschnitte: Der Rumpf bewegt nicht mit, wenn Arme oder Beine bewegen; beim Schreiben bewegt fast nur die Hand, der Arm und Rumpf bleiben stabil.
- Unterschiedliche Muskeln: Intermuskuläre reziproke Motorik bei eingelenkigen Muskeln, das muskuläre Zusammenspiel zwischen Agonisten und Antagonisten.
- Unterschiedliche Teile eines Muskels: Bei zwei- oder mehrgelenkigen Muskeln mit paradoxer Anspannung. Bekanntestes Beispiel sind die Mm. ischiocrurales bei Beinbewegungen, weniger bekannt sind die Bauchmuskeln in ihrer exzentrischen Funktion zur Aufrichtung des Rumpfes (Rohlf's 2010).

Dieses hemmende reziproke Zusammenspiel zwischen unterschiedlichen Körperteilen führt, im Gegensatz zur zusammengehenden assoziierten Motorik, zu normaler, alltäglicher und funktioneller Motorik. Denn glattverlaufende Bewegungen entstehen nur, wenn durch hemmende reziproke Einflüsse die Muskelspannungen exakt aufeinander abgestimmt sind. Eine gut dosierte Hemmung ist beispielsweise beim Gehen sichtbar. Das Standbein streckt, wo das Spielbein gleichzeitig beugt, das Pendeln der Arme geschieht gleichzeitig, aber entgegengesetzt, Rumpfdrehung und Drehung des Beckens ebenso.

- ▶ Reziproke Motorik führt zu normaler und vielfältiger Alltagsmotorik.

1.1.5 Assoziierte Motorik

Assoziierte motorische Bewegungen sind unwillkürliche Bewegungen, welche die gewollten begleiten. Gesunde Personen können diese begleitenden Bewegungen manchmal kontrollieren, manchmal aber auch nicht.

Unkontrollierbare Mitbewegungen beruhen meist auf noch nicht abgeschlossener Reifung und werden im Laufe der motorischen Entwicklung durch die gezielte reziproke Motorik unterdrückt. Nur bei sehr großen Anstrengungen oder unter krankhaften Bedingungen (Lähmungen) werden sie wieder sichtbar. In der normalen Motorik gibt es viele Beispiele unwillkürlicher Mitbewegungen. So ist die Bewegung des einen Augapfels stets von der Bewegung des anderen begleitet, und zwar selbst dann, wenn diese ganz zwecklos ist (z. B. bei verbundenem oder erblindetem Auge). Andere Beispiele sind das Runzeln der Stirn und Verzerrungen im Gesicht bei körperlicher Anstrengung oder im Sport, aber auch das Zusammenpressen von Unter- und Oberkiefer beispielsweise beim kräftigen Zusammenballen der Faust. Ein Schmerz hinterlässt oft theatrale Verzerrungen im Gesicht, sobald der Kranke versucht, den Schmerz zu vermeiden.

Zur Gruppe der kontrollierbaren Mitbewegungen zählt z. B. das Mitschwingen der Arme beim

Gehen; ein vollautomatischer Bewegungsablauf, der aber, wenn gewollt, unterdrückt werden kann.

- ▶ Stark ausgeprägte assoziierte Mitbewegungen im Erwachsenenalter, welche nicht oder nur schwer unterdrückt werden können, deuten meist auf eine neurologische Erkrankung hin.

1.1.6 Spiegelbewegungen

Eine besondere Art von kontralateralen Mitbewegungen sind die Spiegelbewegungen oder spiegelbildliche Mitbewegungen (auch „mirror movements“, „identical movements“, „imitative movements“ oder „corresponding movements“ genannt). Diese unwillkürlichen, fast identischen Bewegungen treten meist beim Bewegen des einen Armes im gegenüberliegenden Arm mit Schwerpunkt in der Hand und den Fingern auf, können aber auch bei den Füßen festgestellt werden. Wenn z. B. eine Person sich wiederholende Fingerbewegungen mit der rechten Hand durchführt, so bewegen sich die Finger der linken Hand zeitgleich wie in einem Spiegel mit. Spiegelbewegungen sind also unwillkürliche oder automatische Bewegungen, welche die bewusst gesteuerten, willkürlichen begleiten. Obwohl diese Bewegungen angeblich bei Patienten mit Halbseitenlähmung beobachtet wurden, beschrieben Thomayer (Danek 1997) und Binowski (Binkofski et al. 2017) diese auch bei neurologisch gesunden Personen. Sie wiesen darauf hin, dass Spiegelbewegungen bei Kindern deutlicher ausgeprägt und meist physiologischer Art sind und mit zunehmendem Alter ab etwa 10 Jahren durch Hemmungsprozesse abnehmen.

- ▶ Bleibende Spiegelbewegungen können als Zeichen einer krankhaft verzögerten Entwicklung angesehen werden (Maaß 2003).

Anhand der Fallschilderung eines Matrosen, der nicht auf Schiffstauen klettern konnte, kommt diese Bewegungsstörung gut zum Ausdruck: Seilklettern erfordert gegenläufige Bewegungen der Hände, wobei eine Hand sich öffnet, während sich die andere schließt. Bei Spiegelbewegungen

wollen beide Hände unwillkürlich gleichläufige Bewegungen ausführen, beim Klettern sehr unpraktisch.

Ein anderes Beispiel dieser Bewegungsstörung mit erheblichen Konsequenzen stammt aus dem Polizeialltag: „Erinnert sei an den nicht seltenen Fall, daß beim Einsatz im Rahmen einer ‚Wohnungsstürmung‘ mit der linken Hand die Türklinke heruntergedrückt werden muß, während in der rechten die Pistole gehalten wird. Kommt es zu einer Spiegelung der Greifbewegungen von der linken Hand in die rechte, so kann sich ein Schuß ... lösen, dies umso mehr, wenn die Tür mit großem Krafteinsatz aufgerissen werden soll“ (Danek 1997).

Persistierende Spiegelbewegungen treten konstant und nur bei aktiven Willkürbewegungen in Erscheinung, können nicht unterdrückt werden und fallen sehr auf. Gekreuzte Muskeleigenreflexe sind nicht auszulösen. Die Arme, insbesondere die Hände, sind am häufigsten betroffen, in Einzelfällen sind es auch die Beine (Danek 1997).

Beim Erlernen gewisser motorischer Fertigkeiten mit einem bestimmten Schwierigkeitsgrad (z. B. Tanzen) ist es bedeutsam, Mitbewegungen zu vermeiden und glattverlaufende reziproke Motorik zu entwickeln, da sonst gesetzte motorische Ziele nicht erreicht werden können. Will das Klavierspiel erlernt werden, muss die Neigung zu symmetrischen Mitbewegungen der einen Hand mit der andern unterdrückt werden.

1.2 Erklärungsmodelle der Bewegungsentwicklung

Motorische Kontrolle kann als die Fähigkeit definiert werden, den der Motorik zugrunde liegenden physiologischen Mechanismus, bewusst oder unbewusst, zu kontrollieren. Bös und Mechling verstehen unter dem Begriff der „motorischen Entwicklung“ alle Veränderungen der Steuerungs- und Funktionsprozesse in jedem Lebensalter, auf denen Haltung und Bewegung basieren (Baur et al. 2009). Diese Definition berücksichtigt die lebenslange Fähigkeit der Motorik, sich zu entwickeln.

Es gibt eine Vielzahl unterschiedlicher Theorien, welche versuchen, die Entwicklung der motorischen Kontrolle zu erklären. Im Rahmen dieses Buches kann die Vollständigkeit dieser Theorien allerdings nicht gewährleistet werden.

Aus historischer Sicht stellt sich die Abfolge der verschiedenen Entwicklungstheorien als ein ausgesprochen dynamischer Prozess dar. Dennoch besteht momentan kein umfassendes Modell, das alle Facetten der Entwicklung der motorischen Steuerung betrachtet und analysiert. Jede Theorie wird beeinflusst von kulturellen Wertvorstellungen und Überzeugungen ihrer jeweiligen Zeit. Berk fasst den momentanen Forschungsstand wie folgt zusammen:

„Das Studium der Entwicklung kann uns nicht mit letzten Wahrheiten versorgen, da die Forscher nicht immer übereinstimmen, was die Bedeutung ihrer Beobachtungen anbelangt. Hinzu kommt noch, dass Menschen ausgesprochen komplexe Wesen sind, bei denen sich Veränderungen sowohl im körperlichen Bereich als auch im kognitiven, emotionalen und sozialen Bereich abspielen können. Bis zum heutigen Tag gibt es noch keine Theorie, die all diese Aspekte abdecken und erklären könnte“ (Albrecht 2015; Berk 2005).

1.2.1 Reifungstheorie

Der Naturwissenschaftler Charles Darwin setzte sich als erster Wissenschaftler mit der motorischen Entwicklung von Kindern auseinander und postulierte in seinem Werk „Biographical sketch of an infant“ (Darwin 1877; Wollny 2007) die These, dass die motorische Entwicklung in der Biologie verankert sei und daher die Natur des Menschen ähnlich zu betrachten wäre. Aus seiner Sicht basiert motorische Entwicklung nur auf genetischen Faktoren. So entstanden am Anfang des 20. Jahrhunderts diejenigen Theorien über motorische Entwicklung, welche auf die rein endogen gesteuerten Reifungsprozesse des Körpers abzielten.

Das Gehirn steuert die Motorik als Top-down-Prozess: Höhere Zentren im Gehirn, wie beispielsweise der Motorkortex, hemmen die neurologische Aktivität in den niederen Zentren im Mittelhirn, Hirnstamm oder Rückenmark und re-

gulieren so die Motorik. Diese biogenetische Entwicklung der motorischen Kontrolle verläuft dann auch in erster Linie parallel zu der organischen Entwicklung des Gehirns: die Anlage- und Reifungsfaktoren als treibende Kraft der Motorikentwicklung. Der biologische Entwicklungsplan liegt ja fest, die Reifung verläuft in einer mehr oder weniger festen Reihenfolge einzelner Phasen.

Gesell, der sich zwar überwiegend mit der geistigen Entwicklung („mental growth“) befasste und sich in diesem Zusammenhang intensiv mit der motorischen Entfaltung von Kindern im Vorschulalter auseinandersetzte, ist ein deutlicher Vertreter dieser Ansicht. Wachstum ist demnach der Schlüsselbegriff für motorische Entwicklung, Umwelteinflüsse spielen eine untergeordnete Rolle (Gesell 1971).

Myrtle McGraw (McGraw 1935b) untersuchte bei den eineiigen Zwillingen Johnny und Jimmy Woods den Einfluss von mehr oder weniger Training auf die phylogenetische und ontogenetische Entwicklung der Zwillinge. Der schlechter entwickelte Zwillings Johnny wurde intensiv trainiert, Jimmy hingegen wenig. Berücksichtigt wurden die longitudinale Methodik und die Tatsache, dass die phylogenetische und ontogenetische Entwicklung unterschiedlich verlaufen und sich überschneiden können.

Das intensivere Training von Johnny führte nicht zur Verbesserung der auf Reflexaktivität basierenden Motorik wie Moro-Reflex, Krabbeln, Robben, Sitzen, Aufrichtung, Drehen. Ontogenetische, also durch Lernen erworbene motorische Aktivitäten wie Schwimmen, Tauchen, Ab- und Aufsteigen auf schiefen Ebenen dagegen wurden erheblich positiv beeinflusst. McGraw sagt hierzu: „Each aspect of a behavior-pattern may manifest a general diffuse phase at its inception... This partial pattern, however, gradually becomes more and more expansive until it is perhaps exaggerated in form. Presently there appears another aspect of the pattern, the development of which curtails the exaggeration of the former. Finally, the excess activity is eliminated until the essences of both aspects of the action-system become integrated. Therefore, development in behavior embraces both a process of narrowing

down the activity to minimum essentials and a process of knitting together or integrating two or more aspects of a particular behavior-pattern.“ (McGraw 1935b).

Unter der Voraussetzung, dass Umwelteinflüsse von nur geringer Bedeutung sind, können auch pädagogische Interventionen den Entwicklungsverlauf nicht abändern und dementsprechend nur wenig Einfluss ausüben (Ahnert 2005; Kenyon und Blackinton 2011). Diese Theorien bezogen sich vornehmlich auf Heranwachsende (Baur et al. 2009), lediglich die Reifungsprozesse während des Wachstums waren beobachtet worden.

Das pädagogische Denken konzentrierte sich dann auch auf die körperliche Entwicklung eines Heranwachsenden. So wurden „entwicklungs-gemäße“ motorische Lehrpläne und -Methoden entwickelt, die auf dem biologischen Alter des Jugendlichen basierten. Die physische Reifung galt zugleich als Leitprinzip für die Entwicklung aller Persönlichkeitsbereiche.

Das reifungstheoretische Konzept von Wagner (1950), Möckelmann (1952) und (Mester 1962) prägte die motorische Schulung dieser Zeit.

1.2.2 Sozialisationstheorie

In den darauffolgenden Jahrzehnten entstand zunehmendes Interesse für exogene Einflüsse aus der Umwelt auf die motorische Entwicklung. Baur formuliert das so: „Die Entwicklung ist umweltdeterminierte Lerngeschichte: Was und wie gelernt wird, hängt von den Gelegenheiten, Erwartungen und Anforderungen der Umwelt ab. Lernen (als Verhaltensanpassung) und Entwicklung sind identisch“ (Baur et al. 2009).

Im Gegensatz zu den neurologisch-hierarchischen Reifungstheorien gehen Vertreter der Sozialisationstheorien jedoch von einer hohen kognitiven Fähigkeit einer Person als Voraussetzung für eine Weiterentwicklung aus. Die Entwicklung erfolgt als ständiger Anpassungs- (=Lern)prozess dieser Person an seine Umwelt. Konkrete neue Erfahrungen werden zusammen mit den bisherigen zu komplexeren, höheren Strukturen verarbeitet (Ahnert 2005).

Diese umweltbedingten Entwicklungstheorien, die den Reifungstheorien diametral gegenüberstehen, interpretieren Entwicklung nur als konsequente Antwort auf bestimmte Umweltbedingungen. Der Kern dieser Konzepte besteht in der Annahme, dass die Entwicklung der Person durch die Umwelt gesteuert werde. Die Lernfähigkeit einer Person hängt von den Gegebenheiten, Erwartungen und Anforderungen der Umwelt ab. Lernen bezeichnet demnach kurzfristige Verhaltensanpassungen an die Umwelt, während Entwicklung Verhaltensänderungen bezeichnet, die sich über einen größeren Zeitraum ausdehnen. Der Mensch ist immer lernfähig, und so entwickelt sich die Motorik über den gesamten Lebensverlauf.

Wolanski (1979) unterteilt die exogenen Faktoren, die für die motorische Entwicklung von Bedeutung sind, wie folgt:

- Sozioökonomische Faktoren, z. B. Schichtzugehörigkeit, Bildung
- Materiale Umwelt, z. B. Wohnungsgröße, Spiel-, Sportgeräte
- Familiäre Umwelt, z. B. Geschwisterzahl, Sportinteresse der Eltern
- Soziale Umwelt, z. B. Kindergartenbesuch, Peergruppe, Vereinszugehörigkeit
- Elterlicher Erziehungsstil, z. B. autoritäre vs. permissive Erziehung, Überbehütung
- Trainingsprogramme, z. B. Inhalt, Intensität, Umfang

(Ahnert 2005)

1.2.3 Handlungstheorie

Allmer (Allmer 1983) und Baur (1989) betrachteten Motorikentwicklung (auch Determinanten- oder Faktorenmodelle, Krombholz 1998) unter dem Aspekt der Wechselwirkung zwischen Anlage, Umwelt und Individuum. Allmer fasste sie wie folgt in Worte: „Die Person entwickelt sich durch Handeln in einer durch Handeln sich verändernden Welt.“

Dieses Handeln vollzieht sich als eine Person-Umwelt-Interaktion, in der sich Person und Umwelt

wechselseitig vermitteln. Einerseits gehen in dieses Handeln die eigenen biogenetischen Prädispositionen und vorgängig erworbenen, subjektiv verarbeiteten Erfahrungen der Person ein, die im aktuellen Handeln weiterentwickelt werden und sich ihrerseits wiederum in künftiges Handeln einspielen. „Andererseits ist dieses Handeln grundsätzlich auf die Umwelt bezogen, und weil sich die Person in ihrem Handeln mit der Umwelt auseinandersetzen muss, sind ihre Erfahrungen zugleich sozial, gesellschaftlich, kulturell, historisch vermittelt. Über das Handeln nimmt also die Umwelt einerseits Einfluss auf die Person, andererseits aber wirkt die Person damit auch auf die Umwelt ein“ (Baur 1994).

Nach Singer (1980) sind folgende Faktoren von entscheidender Bedeutung:

- kognitive Prozesse
- neuronale Entwicklung
- physische Merkmale, psychomotorische Fähigkeiten, psychische Eigenschaften und Lernfähigkeit
- soziale, kulturelle und familiäre Einflüsse

1.2.4 Systemdynamische Theorie

Krombholz beschrieb 1998 das Mehrebenen-Strukturmodell zur Erklärung der motorischen Entwicklung. Dieses Modell sollte verschiedene Einflussysteme berücksichtigen, die auf folgenden unterschiedlichen Ebenen wirksam sind:

- 1. Stufe: Genetische oder erblich bedingte Faktoren
- 2. Stufe: Physiologische Eigenschaften wie Knochen, Muskeln, hirnorganische Strukturen
- 3. Stufe: Verhalten des Individuums
- 4. Stufe: Soziale Umwelt wie Familie und Freunde
- 5. Stufe: Umwelt wie Wohnumgebung und Klima (Krombholz 1998)

Im US-amerikanischen Sprachraum sind diese systemdynamischen Ansätze schon seit den 1980er-Jahren aktuell und zeichnen sich durch

betont ökologische Elemente aus. Vorherrschend besteht die Ansicht, dass nicht nur Reifung oder Umwelt die motorische Entwicklung bestimmen, sondern auch die Bewegungsaufgabe. Die Entwicklung der motorischen Kontrolle ist ein ausgedehnter Prozess, wobei multiple Faktoren und Systeme ineinandergreifen und zusammenarbeiten, um Bewegung auszulösen und zu kontrollieren (Shumway-Cook und Woollacott 2007).

1986 wurde von Karl Newell die Idee formuliert, Bewegung sei die Interaktion zwischen dem Körper einer Person mit seinen gegebenen strukturellen und funktionellen Eigenschaften, der Umgebung, in der die motorische Aktivität stattfindet, und der zu erfüllenden motorischen Aufgabe (Newell's Model of Constraints, „constraints“ in der Bedeutung: in die richtigen Wege leiten, „leitende Beschränkung“).

- ▶ Constraint ist das charakteristische Merkmal einer Person, der Umgebung oder einer Aufgabe, das die motorische Entwicklung in eine bestimmte Richtung lenkt.

Die Beziehung zwischen diesen drei typischen Merkmalen führt zu spezifischer Motorik. Die Änderung eines Merkmals führt zwangsläufig zu einer Adaption der beiden anderen Merkmale. Das Gehen auf Glatteis oder im Sommer im Wald, es eilig haben oder nicht, ein Bein schlechter belasten können oder die Motivation: all diese Faktoren bestimmen das Gangbild (Haywood und Getchell 2005).

Haywood und Getchell (2005) postulierten drei fundamentale Prinzipien als Teil eines festgelegten Kerns für die systemdynamischen Ansätze:

- Das erste fundamentale Prinzip bezieht sich auf die motorische Kontrolle als „spontane Selbstorganisation“ oder „Anordnung von körperlichen Systemen“.
- Das zweite fundamentale Prinzip besagt, dass Individuen aus vielen komplexen und eng zusammenhängenden Systemen bestehen: beispielsweise das Muskel-Skelett-System, das sensorische System, das kardiovaskuläre System.

- Das dritte fundamentale systemdynamische Prinzip drückt die grundsätzlich diskontinuierliche Entwicklung aus, auch wenn sich Faktoren nicht auffällig verändern. So können sich in der motorischen Entwicklung schlagartig neue, koordinativ schwierige Bewegungsmuster ausbilden, trotz normaler, sich graduell verändernder Kraft und Schnelligkeit der Kinder (Baur et al. 2009).

Haywood und Getchell (2005) erklären z. B. systemdynamisch sehr ausführlich die Entwicklung der Fortbewegung (Kriechen – Gehen – Laufen), das Bewegen von Objekten (Werfen – Treten – Schlagen) sowie die Entwicklung „manipulativer Fertigkeiten“ (Greifen – Fangen – Antizipieren – Fahren). Eine ausgesprochen große Bedeutung sprechen sie den Reflexen nur für die Zeit von Willkürbewegungen im ersten Lebensjahr zu.

Im Kontext dieser interaktiven Konzepte hat auch das Konzept der „development tasks“ von Havighurst (1948, 1972) erneut an Aktualität gewonnen: „A development task is midway between an individual need and a social demand. It assumes an active learner interacting with an active social environment. [...] The inner and outer forces contrive to set for the individual a series of developmental tasks which must be mastered if he is to be a successful human being. Some tasks arise mainly from physical maturation, such as learning to walk, learning to behave acceptably to the opposite sex and adolescence, and (for women) adjusting the menopause in middle life. Other tasks, arising primarily from the cultural pressure of society, are learning to read, and learning to participate as a socially responsible citizen in the society. There is a third source of developmental tasks namely, the personal values and aspirations of the individual, which are part of this personality, or self. The personality, or self, emerges from the interaction of organic and environmental forces. As the self evolves, it becomes increasingly a force in its own right in the subsequent development of the individual ...“ (Havighurst 1972, Baur et al. 2009).

1.3 Phasen der motorischen Entwicklung

Bei genauerer Betrachtung sind in der menschlichen motorischen Entwicklung aufgrund der erworbenen motorischen Fertigkeiten im Laufe der körperlichen Entwicklung unterschiedliche Phasen zu erkennen (Meinel und Schnabel 1998).

Werden sozialisationstheoretische, handlungstheoretische und systemdynamische Ansichten berücksichtigt, müssen auch Einflüsse aus der Umwelt sowie persönliche, kognitive Faktoren mit in Betracht genommen werden. Gesellschaftliche Individualisierungsprozesse führen zu persönlichen Lebensläufen, wodurch „normale“ Lebenswege kaum erkennbar sind. So wird es schwierig, Lebensabschnitte deutlich und klar voneinander abzugrenzen.

1.3.1 Die pränatale motorische Entwicklung

Bereits während der Schwangerschaft entstehen völlig neue und unterschiedliche Bewegungsmuster (Herpertz-Dahlmann et al. 2007; Prechtel 1974).

Schon vor der Geburt, ab der 5. Schwangerschaftswoche (SSW), wo sich die (Vorläufer der) Muskelzellen und die Vorstufen der Nervenzellen zu funktionstüchtigen Strukturen bilden (Baur et al. 2009), zeigen sich die ersten Regungen des Embryos in Form von Zucken oder Zittern des ganzen Körpers.

Spontane Bewegungen des Rumpfes können wahrgenommen werden ab der 8. SSW, wenn motorische Nervenendungen die Muskelvorläuferzellen der Rumpfmuskulatur erreichen. Ab der 11. SSW können nun Glieder einzeln bewegt werden und ab der 13.–18. SSW hat die Muskulatur sich so weit entwickelt, dass größere Bewegungen der Glieder möglich sind. Bereits während der Schwangerschaft zeigen sich grundsätzlich große Unterschiede in den Bewegungsmustern.

Zusammenfassung

Kurzfassung der pränatalen motorischen Entwicklung:

- ab der 5. SSW erste reflexartige Regungen des Rumpfes
- ab der 8. SSW Erweiterung der Rumpfmotorik
- ab der 11. SSW können Glieder bewegt werden
- ab der 18. SSW Erweiterung der Motorik der Glieder

1.3.2 Die motorische Entwicklung in den ersten zwei Lebensjahren

Bei der Geburt ist ein Neugeborenes aus motorischer Sicht ein Mängelwesen, das erst einzelne motorische Fähigkeiten erlernen muss. Bedingt durch noch fehlende Nervenfaserverbindungen, noch nicht ausgereifte motorische Zentren im Gehirn und unterentwickelte Sinnesorgane ist die Motorik auf unbedingte vitale Reflexe (wie Saug-, Such-, Einatmungs- und Schluckreflexe) zur Lebenserhaltung beschränkt. Die Motorik des Neugeborenen äußert sich durch ungezielte Massenbewegungen und ungeordnete krampfhaft-eckige Bewegungen der Arme und Strampelbewegungen der Beine (Winter und Hartmann 2007). Die Wirbelsäule passt sich noch vollständig der Unterlage an (aktive Instabilität) und ist in den ersten 3 Monaten asymmetrisch nach links oder rechts gebogen, abhängig von der Kopfhaltung. Dennoch ist diese geringe motorisch Basis für eine vollständige motorische Entwicklung völlig ausreichend.

Nach einigen Wochen bis Monaten verschwinden die vitalen Reflexe jedoch wieder und weiteres Wachstum des Großhirns und der Großhirnrinde ermöglicht immer mehr die Kontrolle über die angeborene automatische Motorik. Auf dieser Grundlage der Reflexmotorik aufbauend kann das Kind jetzt lernen, Bewegungen willentlich zu steuern und zu planen; es stehen ihm alle Türen für das motorische Lernen offen.

So kann das Kind nach etwa 3 Monaten den Kopf gut zentriert halten; die Wirbelsäule

ist nun symmetrisch. Beim Drehen des Kopfes dreht die Wirbelsäule mit, und eine Seite des Rumpfes kann hierbei in voller Länge leicht angehoben werden, wobei gleichzeitig eine Seitwärtsneigung zu beobachten ist. Die Stützfunktionen der Arme und Beine nehmen bei fortschreitender Entwicklung der Kopfmotorik und des Rumpfes zu.

- ▶ In den ersten 4 Lebensmonaten ist die Förderung der Kopfkontrolle durch Reizung der Hör- und Sehorgane für die motorische Weiterentwicklung von großer Bedeutung.

Die Stellreaktionen (Stehbereitschaft und Stützfähigkeit der Arme) als Ergebnis der Hemmung primärer Reflexe schaffen die Voraussetzung für die Aufrichtung gegen die Schwerkraft. Es bilden sich nun komplexere koordinierte Bewegungsmuster heraus.

Nach ungefähr 6 Monaten werden die Stellreaktionen durch Gleichgewichtsreaktionen ergänzt: das Kind reagiert auf Lageveränderung des Körperschwerpunktes.

Das erste Lebensjahr ist durch einen vergrößerten Aktionsradius des Neugeborenen gekennzeichnet. Es beginnt die Phase der Aneignung erster koordinierter Willkürbewegungen wie Greifen, Drehen, Rollen, Krabbeln und das Aufrichten als Vorbereitung zum Gehen. Das Kind stellt so aktiv die ersten Kontakte zur Umwelt her. Wichtigste Vorbedingung für das Aufrichten ist der Erwerb einer sicheren Kopf-/Rumpfkontrolle.

Mit durchschnittlich 6–7 Monaten kann sich das Kind auf die Seite, auf den Bauch und vom Bauch zurück auf den Rücken drehen, und mit 10 Monaten krabbeln die meisten Kinder.

Mit einem Jahr kann das Kind als Vorbereitung auf den „Schockwurf“ Gegenstände nach unten werfen, und mit 15–17 Monaten werden die ersten freien Schritte unternommen. Es geht am Anfang mit einer großen Spurbreite und hat noch Schwierigkeiten, wegen des schweren und relativ langen Oberkörpers und der kurzen Beine das Gleichgewicht auszuloten. Es bewegt sich noch richtig tapsig und im „Ganzer-Fuß-Gang“: der Fuß wird nicht abgerollt, sondern komplett