

Bewegung und Lernen

Eine Abhandlung über die Bedeutung der Bewegung
und der frühkindlichen Reflexe für die kognitive Entwicklung

Vorgelegt von **Rosemarie Haus** ihm Rahmen der Ausbildung in Neurophysiologischer Entwicklungsförderung NDT/INPP bei Anja van Velzen 2006/2007

Inhaltsverzeichnis

Einleitung	Seite 3
1. Teil	
Was ist Lernen?	Seite 6
Bewegung	Seite 10
Die kognitive Entwicklung nach Piaget	Seite 12
2. Teil	
Der Baum der Erkenntnis	Seite 15
Das Gehirn und seine Funktionen	Seite 16
Das pränatale Lernfeld/die Kraft der Wurzeln	Seite 21
Wachstum und Aufbau der verschiedenen Hirnstrukturen	Seite 22
Neurogenese und Synaptogenese	Seite 24
Myelinisierung	Seite 25
Vorgeburtliche und sensomotorische Lernerfahrungen	Seite 26
Lernfeld Erde/Wachstum des Stamms	Seite 30
Die Geburt	Seite 31
Lernaufgaben der ersten Lebensjahre	Seite 33
Die Entwicklung der Aufrichtung	Seite 36
Erlernen von Sprache und Identität	Seite 46
Lernfeld Welt/ Die Entfaltung der Krone	Seite 54
Gemeinsamer Handlungsraum: Kindergarten	Seite 55
Erkenntnisraum Schule	Seite 59
Schluss	Seite 64
Quellenverzeichnis	Seite 66

*„Das endliche Zur-Wirklichkeit-Kommen eines bloß der Möglichkeit nach Vorhandenen,
insofern es eben ein solches ist - das ist Bewegung.*

- Aristoteles -

Einleitung

Als ich vor über 30 Jahren meine Ausbildung zur Erzieherin absolvierte, setzte ich mich zum ersten Mal mit den wichtigen Ereignissen der frühkindlichen Entwicklung auseinander. Ich lernte, wie frühe Erfahrungen die Persönlichkeit prägen und wie sie den Umgang mit sich selbst und der Umwelt beeinflussen. Am Anfang des Lebens finden die bedeutendsten Entwicklungsschritte statt.

Es war damals die Zeit der Vorschulprogramme in den Kindergärten. Außerdem hatte man das Fernsehen entdeckt, durch das man besonders Kinder aus den weniger gebildeten Schichten erreichen konnte. Lehrreiche Kindersendungen sollten die Kinder auch außerhalb der Institutionen erreichen und diese auf die Anforderungen einer neuen, nach Fortschritt strebenden Gesellschaft vorbereiten. Den Anfang nahm diese Idee in Amerika, wo man eine Fernsehsendung entwickelte, die besonders Kindern aus Familien mit geringen Bildungsressourcen Wissen vermitteln wollte. Sie sollten besser für das Lernen in der Schule vorbereitet werden. Diese Sendung, die Sesamstrasse, hielt bald auch Einzug in unsere Fernsehstuben und bildete den Prototyp für eine Fülle ähnlicher Produktionen, denen es, wenn auch mit verschiedenen Schwerpunkten, um die Vermittlung von Wissen ging.

Ausgelöst wurde dies alles durch den sogenannten *Sputnikschock* (*Die Russen hatten als Erste einen Satelliten ins All geschossen und gefährdeten damit den Anspruch der Amerikaner, die fortschrittlichste Nation der Welt zu sein*). Hinzu kam die sozialpolitische Idee der Chancengleichheit, die sicher nicht zuletzt von dem Wunsch der Gesellschaft getragen war, das bildungsfähige Potenzial ihrer (jungen) Mitglieder mit allen Ressourcen auszuschöpfen.

Da sich die wissenschaftliche Forschung der damaligen Zeit mit der frühen Lernfähigkeit der rasanten Entwicklung des menschlichen Gehirns in den frühen Kindheitsjahren beschäftigte, entdeckte man das „Vorschulkind“ (*man beachte, wie allein in dieser Bezeichnung die kindliche Entwicklung mit schulischem Lernen in Zusammenhang gebracht wird*). Man wollte die Chance der frühen Lernfähigkeit für eine Gesellschaft nutzen, die dem Wettbewerb in Sachen Fortschritt standhalten kann. Da Lernen, m. E. bis heute, als Vermitteln von kognitivem, vor allem schulischem Wissen betrachtet wird, lag es auf der Hand, dass die Verantwortlichen auf die Idee kamen, damit schon früher, und zwar vor der Einschulung; zu beginnen.

Ich möchte an dieser Stelle aus einem Lehrbuch meiner Ausbildung zitieren; Wolfgang Schmidt, „Lernen aber wie?“ (1972):

„Zahlreiche Erfolge bei frühkindlichem Lernen führten (dann) dazu, die alte „biologische Reifungshypothese“ in Frage zu stellen und einer Überprüfung zu unterziehen. Diese neue Marschrichtung in der Entwicklungspsychologie, die man heute „akzelerierende Informationshypothese“ (= beschleunigte Wissensvermittlung) nennt, wurde vor allem vom Amerikaner J. S. Brunner vertreten. In seinem Buch „The process of education“ (1960) stellte er die kühne Behauptung auf, man könnte jeden Lernstoff jedem Kind auf jeder Entwicklungsstufe nahebringen, wenn man es nur richtig anfangen. Zwar müsse allem Lernen

zunächst Funktionsreifung vorangehen, doch diese vollziehe sich vor allem in den ersten zwei bis drei Lebensjahren ...“.

Es wird hier deutlich, wie wenig Bedeutung den Elementen der biologischen Reifung und wie viel der Erziehung bzw. Sozialisation beigemessen wurde (Brunner bezieht sich später auf den Sozialisierungsprozess, der gleich nach der funktionalen Entwicklung begänne, als einen ständigen Lernvorgang).

In den Zeiten meiner Ausbildung hatte uns die Welle des schulischen Lernens im Kindergarten längst erreicht, und man begann damit, sich kritischer mit solchen Thesen auseinanderzusetzen. Aber die Inhalte waren in einer Ausbildung, in der es hauptsächlich um die Erziehung der Drei- bis Sechsjährigen ging, noch präsent

Seit der 68er Bewegung beschäftigte man sich mit Kritik gegenüber zweckdienlichen Beweggründen von Seiten der „Herrschenden“ der Gesellschaft. Es sollte jetzt nicht mehr eine „kompensatorische“, den Bedürfnissen der Gesellschaft dienende Erziehung, sondern eine „emanzipatorische“, den Bedürfnissen des Kindes als ein soziales Wesen in der Gesellschaft dienende Erziehung stattfinden (*Hans Herbert Deißler, Verschulter Kindergarten?*).

Soziale Erziehung war das Motto dieser Zeit. Die Vorschulpädagogik, umbenannt in Elementarpädagogik, sollte nicht mehr mit Blick auf die Schule ein Mittel zur Vorbereitung auf diese sein, sondern erhielt ihren eigenen Stellenwert mit eigenen Inhalten und Aufgaben. Vermittlung von schulischem Wissen im Kindergarten war „out“.

Dies heißt jedoch nicht, dass man den Kindergarten nicht mehr als Ort der Vermittlung von kognitiven Inhalten betrachtete. Die Gefahr des verschulten Kindergartens war gebannt, aber was war mit der Gefahr des „verkopften“ Kindergartens? Traditionelle Spiele und Beschäftigungen aus der Kindergartenpädagogik, die auf die sensomotorischen Bedürfnisse der Drei- bis Sechsjährigen abgestimmt waren, auch wenn man zu Zeiten ihrer Entstehung noch wenig dieses Wort gebrauchte, verschwanden immer mehr und blieben, wenn überhaupt, nur im Ansatz erhalten (z. B. Fingerspiele, Reime u.ä.). Neue, modernere Konzepte wurden entwickelt; darunter einige gute, aber auch überfordernde, zu intellektuelle für das kleine Kind, um einen guten Einfluss auf seine Entwicklung und damit auch auf seine Fähigkeit des Lernens zu nehmen.

Was hat nun der *Sputnikschock* mit dem Thema Bewegung und Lernen zu tun? Einiges hat sich doch in der Zwischenzeit ereignet. Man weiß um die Bedeutung der sensomotorischen Entwicklung in den ersten Kinderjahren. Methoden wie Motopädagogik, Sensorische Integration, Basale Sinnesförderung u. ä. sind in Kindergärten und Schulen bekannt geworden und zumindest fortschrittliche Pädagogen setzen sich damit auseinander und bilden sich darin fort.

Dennoch, glaube ich, hat sich dieses Wissen noch nicht im allgemeinen Denken verbreitet. Meines Erachtens sind die Vorstellungen der 60er (in Amerika) und 70er Jahre (bei uns) erst heute als selbstverständliches Allgemeinwissen verbreitet. Die neueren Erkenntnisse, geschweige denn die der jüngsten Zeit, haben weder in den Köpfen der Allgemeinheit noch bei Fachleuten Einzug gehalten. Man findet sie eher im therapeutischen Bereich, wenn es darum geht, Defizite zu korrigieren.

Aber in der landläufigen Vorstellung davon, was Kinder benötigen, um fundierte Eigenschaften und Fähigkeiten für erfolgreiches Lernen zu entwickeln, haben sie noch keinen sicheren Platz.

Man betrachtet die Förderung der kognitiven und der körperlichen Fähigkeiten eines Kindes als zwei von einander getrennte Bereiche. Man versteht, dass ein Kind neben all den geistigen Tätigkeiten auch Bewegung braucht. Man weiß, dass das kleinere Kind intellektuell nicht überfordert werden darf, dass man auf kindgemäße, spielerische Art Wissen vermit-

tein soll. Dass aber Förderung des Körpers auch Förderung des Geistes ist und damit das Lernen der kognitiven Inhalte unterstützt wird und dabei Gene und Umwelt zusammen spielen, sehen nur wenige.

Wie sonst sollten Politiker, Soziologen und auch Pädagogen als Antwort auf die „Pisa-Studie“ Englischunterricht und den Umgang mit Computern schon im Kindergarten anbieten wollen? Man könnte behaupten, der „Pisaschock“ hat den „Sputnikschock“ abgelöst, denn die Antwort darauf ist heute wie damals die gleiche: „früher kognitiver Input“. So versucht man weiterhin mit mehr vom Selben. die Symptome einer „Körper fernem Erziehung“ zu beheben.

Leider stellen die Verantwortlichen, die das Problem so lösen wollen, nicht die Frage, deren Beantwortung so viele Hinweise auf den rechten Umgang mit unseren Kindern geben würde. Die Frage, deren Beantwortung, sie darin unterstützen würde, voller Wissensdrang und Lernfreude ihre Welt zu erobern:

Was hat Bewegung mit der Fähigkeit zu lernen zu tun?

In dieser Arbeit will ich mich der Beantwortung dieser Frage stellen.

Aufgrund meiner langjährigen Praxis in der Förderung von Kindern mit schwerst-mehrfacher Behinderung habe ich eine große Anzahl von Erfahrungen gemacht, die mir zeigen, wie die Entwicklung motorischer und sensorischer Fähigkeiten in enger Verknüpfung mit der geistig-kognitiven Entwicklung stehen.

Es ist offensichtlich, ohne mit dieser Aussage zu viel vorwegzunehmen, dass Lernen etwas mit Wachstum und Entwicklung zu tun hat. Das betrifft sowohl das Körperliche als auch das Persönliche. Körperliches und persönliches Wachstum wiederum ist ohne Bewegung nicht denkbar.

Die Komplexität dieses Themas erlaubt natürlich keine allumfassende Darstellung und erfordert daher eine Begrenzung, die vieles offen lässt, was der genaueren Erläuterung bedürfte.

In der Hauptsache will ich mich auf die *Sensorische Integration von Jean Ayres* und die *Neurophysiologische Entwicklungsförderung nach Peter Blyte und Sally Goddard* beziehen, ohne den Anspruch zu erheben, damit alles beschrieben zu haben. Ferner möchte ich die neuesten Erkenntnisse der Gehirnforschung einfließen lassen und mich dabei auf *Joachim Bauer* mit seinem aufschlussreichen Buch über *Spiegelneurone* beziehen.

Zunächst werde ich mich in einem **1. Teil** mit den Begriffen *Lernen und Bewegung* auseinandersetzen sowie allgemeine Aussagen über die Verknüpfung von *Lernen und Bewegung* herausarbeiten.

Im **2. Teil** möchte ich anhand der neurologischen und sensomotorischen Entwicklung in den ersten Lebensjahren die Bedeutung von Wahrnehmung, Bewegung, Fühlen und Denken als einen Prozess der Persönlichkeitsentwicklung aufzeigen.

Die Reflexentwicklung sowie die Erkenntnisse der Neurophysiologischen Entwicklungsförderung werde ich mit einbeziehen..

Beginnen will ich mit der pränatalen Entwicklung des zentralen Nervensystems, da man diese wegen ihrer enormen Bedeutung für die Gesamtentwicklung nicht übergehen kann. Für ein Verständnis der sensorischen Integration und der auf den basalen Sinnen aufbauenden kognitiven Entwicklung ist die Darstellung der (Lern-)Erfahrungen im Mutterleib unverzichtbar.

1. Teil

Was ist Lernen?

Wenn wir im allgemeinen Sprachgebrauch dem Wort *Lernen* begegnen, so denken wir meist an schulisches Lernen oder an das Lernen im Rahmen einer Ausbildung. Wir verstehen also Lernen als einen Vorgang, in dem wir in einem zeitlichen Rahmen, d. h. mit einem Anfang und einem Ende, gezielt bestimmtes Wissen erwerben. Es wird uns von einem oder mehreren Lehrenden vermittelt und beinhaltet, je nach Lernziel, bestimmte Lernstoffe. Allgemeines Ziel ist, dass wir das Gelernte in der Durchführung einer bestimmten Tätigkeit selbstständig ohne Hilfe einer anderen Person umsetzen können.

Machen wir uns diese, oft selbstverständlich verinnerlichte, Vorstellung von Lernen bewusst, fällt es uns sicher nicht schwer festzustellen, wie einschränkend ein solches Verständnis für die Entwicklung eines Menschen sein kann. Bei aller Berechtigung und Notwendigkeit auch dieser Art des Lernens, beschreibt diese jedoch nur einen Teil des Ganzen. Sie (diese Art) wäre und ist auch oft, wenn sie ausschließlich betrieben wird, erfolglos, wenn man nicht die Voraussetzungen beachtet, die das Kind/der Mensch mitbringen muss, um sich auf diese Weise Wissen aneignen zu können. Dies betrifft sowohl die Motivation und Freude am Erwerb von Wissen, frei von Angst und Stress, als auch die körperlichen Bedingungen, d. h. die sensomotorische Reifung und die daraus erwachsenden Fähigkeiten.

Moshe Feldenkrais spricht in diesem Zusammenhang von „*organischem Lernen*“ was soviel heißt, dass das Lernen aus sich selbst, aus dem Organismus heraus, geschieht.

Auf der Webseite von *Feldenkrais International e. V.* fand ich folgende Ausführungen dazu:

Diese Lernform ist besonders offensichtlich, wenn wir Babies beobachten. Ein Beispiel: nach langen Versuchen schafft es ein Baby, sich vom Rücken auf den Bauch und wieder zurück zu drehen. Es wird sich darüber freuen und dieser Freude auch Ausdruck geben - und es gleich noch mal probieren.

Was daran ist „organisch“? Hier geschieht das Lernen aus sich selbst, aus dem Organismus heraus. Ohne fremden Sinn und Zweck, getragen nur von Neugier und Interesse. Körper und Geist sind „eins“, der ganze Mensch „spricht“ seine „Ursprache“ (Franz Wurm). Zum anderen ist dieser kleine Mensch durch diesen simplen Akt in einen aktiven d. h. sehr wachen Austausch mit sich selbst, sowie mit sich und der Welt getreten. Er hat fast nebenbei sehr viel über sich selbst gelernt – Aus der Möglichkeit des buchstäblichen Erfahrenenheraus wird er mehr und mehr in der Lage sein, diese Bewegung zu wiederholen.

Wir können an diesem Beispiel gut sehen, wie das Kind aus eigenem Antrieb heraus lernt, um zu können, was es können will.

Lernen in diesem Sinne heißt dann nicht, dass man dem Lernenden unterstellt, man müsse ihn mit bestimmten Informationen von außen füttern, die er dann verinnerlicht, um sie zum gegebenen Zeitpunkt wieder „nach draußen zu bringen“, sondern auf das „Gegebene“ im Kind zu achten und ihm „Antworten zu geben“ für das, was es „nach draußen“ bringen will. Maria Montessori, die bedeutende Pädagogin und Ärztin des 20. Jahrhunderts, spricht von „*einem inneren Bauplan*“ des Kindes, es sei sein „*eigener Baumeister*“, man könnte auch sagen: sein eigener Lehrmeister. Ihr Verständnis vom Menschen ist, dass dieser von sich aus den Weg des Lernens beschreitet, der nach einem eigenen inneren Plan verläuft. Das Kind wendet sich, wenn der Zeitpunkt gekommen ist, diesen Inhalten zu. Dies kann zwar in „Allgemeine Entwicklungsalter“ eingeordnet werden, hat aber dennoch bei jedem Kind eine

individuelle „*sensible Phase*“. Aufgabe des Pädagogen ist nicht, nach seinem Verständnis, seinem „Plan“, dem Kind etwas beizubringen, sondern dessen „inneren Bauplan“ zu verstehen und diesem persönlichen Prozess zu folgen, ihm den Raum für seine eigenen, selbst gewählten Lernerfahrungen zur Verfügung zu stellen. Maria Montessori nennt dies den „vorbereiteten Raum“.

Es geht darum, welches Verständnis wir vom Wachsen eines Menschen haben, welches Menschenbild der Lehrende bzw. Erziehende vertritt, d. h. wie ich den Lernenden betrachte und wie ich mich als dessen Lehrender verstehe. Ich übernehme in diesem Punkt die Vorstellung von Montessori, die zusammen mit anderen wie z. B. Jean Piaget, das Kind als ein in einem ständigen Lernprozess befindlichen Wesen begreift, welches von sich aus die Welt zu *begreifen* sucht und dabei auf eine Umwelt angewiesen ist, die ihm ermöglicht, seinen eigenen Lernprozess zu gestalten.

In meinen späteren Ausführungen über die neurologische und sensomotorische Entwicklung werden wir diese Auffassung belegt sehen.

In *Wikipedia* fand ich folgende Begriffserklärung für Lernen:

„Das Wort „Lernen“ geht auf die gotische Bezeichnung für „ich weiß“ (lais) und das indogermanische Wort für „gehen“ (lis) zurück. Die Herkunft des Wortes deutet bereits darauf hin, dass Lernen ein Prozess ist, bei dem man einen Weg zurücklegt und dabei zu Wissen gelangt.“

Wenn wir hier sehen, dass die indogermanische Wurzel des Wortes Lernen „gehen“ ist, so kann einem der Verdacht kommen, dass es ein modernes Problem sein muss, sich aufgefordert zu fühlen, einen Zusammenhang zwischen *Bewegung und Lernen* beim Erwerb von kognitiven Fähigkeiten herstellen zu müssen. Im Ursprung scheint es da eine ganz natürliche, intuitive Verknüpfung gegeben zu haben. Tatsächlich wissen wir, dass in der Entwicklungsgeschichte des Menschen die Aufrichtung, das Gehen durch die Welt auf zwei Beinen, entscheidend für seine weitere geistige Entwicklung war, für den Erwerb besonderer Fähigkeiten, für die es notwendig war, beide Hände frei zu haben, also besser *begreifen* zu können; abgesehen davon, was es heißt, beide Augen frei nach vorne richten zu können und durch Drehen des Kopfes *seinen Horizont zu erweitern*. Immer wieder treffen wir in unserer Sprache auf solche Verknüpfungen.

Weiter heißt es in *Wikipedia* über die Wortherkunft:

Etymologisch ist das Wort „lernen“ mit den Wörtern „lehren“ und „Liste“ verwandt und gehört zur Wortgruppe von „leisten“, das ursprünglich „einer Spur nachgehen, nachspüren, schnüffeln“ bedeutet. Im Gotischen heißt „lais“ „ich weiß“, bzw. genauer „ich habe nachgespürt“ und „laists“ steht für „Spur“. Die indogermanische Wurzel „lais“ bedeutet „Spur, Bahn, Furche“. Schon von der Herkunft her hat Lernen etwas mit Spuren hinterlassen, aber auch mit Nachspüren zu tun. Lernen soll im Gedächtnis ebenso Spuren hinterlassen (subjektivierender Anteil), wie in der Umwelt (objektivierender Anteil).

Weiter heißt es zur Definition des Begriff Lernens:

(...) Die Fähigkeit zu lernen ist für Mensch und Tier eine Grundvoraussetzung dafür, sich den Gegebenheiten des Lebens und der Umwelt anpassen zu können, darin sinnvoll zu agieren und sie gegebenenfalls im eigenen Interesse zu verändern. So ist für den Menschen die Fähigkeit zu lernen auch eine Voraussetzung für Bildung, also ein reflektiertes Verhältnis zu sich, zu den anderen und zur Welt ...

Wir können an dieser Stelle Verständnis für Piagets Aussage gewinnen, die in etwa lautet: „Intelligenz ist der höchste Grad an Anpassung“. Er sieht in der Messung der geistigen Fähigkeiten eines Menschen, seines Intelligenzquotienten, eine Aussage über seine Lernfähigkeit, über seine innere und äußere Anpassungsfähigkeit an die Umwelt.

Tatsächlich ist die neurophysiologische und sensorische Entwicklung einem permanenten inneren und äußeren Anpassungsprozess unterworfen. Jean Ayres spricht in Bezug auf die Sensorische Integration von *Anpassungsreaktionen*: doch hierzu später mehr.

Aus „*Grundbegriffe der psychologischen Fachsprache/Dietrich und Walter*“ entnahm ich folgende Definition:

Lernen ist eine umfassende und allgemeine Bezeichnung für einen grundlegenden Modifikationsprozess (Erwerben und Verändern von Reaktionen durch Erfahrungsbildung. Es ist Voraussetzung dafür, über die angeborene Instinktausstattung hinaus sich mit der Welt erfolgreich handelnd auseinanderzusetzen. Je geringer die angeborene Instinktausstattung, desto größer die Notwendigkeit, die Problemsituationen der Welt lernend zu bewältigen..

Gerade für das „Mängelwesen Mensch“ (Gehlen). gehört die Lernfähigkeit (Bildsamkeit) zur wichtigsten Voraussetzung, sich in der Welt erfolgreich handelnd zu bewegen und dieselbe zu verändern....(Gehlen versteht unter Mängelwesen die mangelnde Ausstattung des Menschen mit Instinkten, im Gegensatz zum Tier. Andererseits bedeutet dies, dass der Mensch weniger festgelegt ist, eigene neue Lernerfahrungen machen und eigene kreative Lösungen finden kann, wenn man so will, er die Freiheit besitzt zum Erlernen und Erforschen seiner Welt)

Das Werden eines Menschen kann somit als ein ständiger, nie abbreißender Lernprozess aufgefasst werden. Der Mensch ist das Wesen, das lernt, er ist „als ein Werdender zugleich ein Lernender“ (Correll) (...)Was das menschliche Lernen primär vom tierischen abhebt, ist die Fähigkeit, „das Nichtanwesende durch Gedanken oder Symbole vertreten zu lassen und im Gedanken oder auf der Symbolebene besitzene Probleme durch Versuch und Irrtum und durch Einsicht zu lösen“ (Schjelderup). Die Symbolfunktion ist somit kennzeichnend für einen großen Teil des menschlichen Lernens, sie ist Voraussetzung für den Menschen als kulturelles Wesen.

Soweit die Definition, bei der sich am Schluss die Frage stellt: wie kommt das Kind dazu, das Nichtanwesende durch Gedanken oder Symbole vertreten zu lassen. Dies kann nur geschehen, wenn zuvor ausreichende Erfahrungen mit dem Anwesenden gemacht werden konnten. Erst dann können „Kognitionen“ die Vertretung des nicht Anwesenden übernehmen. Zunächst muss also ein (körperliches) Lernen mit dem Anwesenden statt finden. Anwesend und tätig hierbei ist das Kind „Selbst“ mit dem ganzen Einsatz seines Körpers und dessen Fähigkeiten und Beschränkungen, als auch sein Gegenüber, sein Objekt als Person oder als Gegenstand mit all seinen Möglichkeiten und Eigenschaften. Lernen ist praktische Interaktion mit sich *Selbst* und dem *Anderen*, dem *Du*.

Hier wird deutlich, dass Lernen auch immer ein Beziehungsgeschehen ist. Der Mensch kommuniziert mit seiner Umwelt. Für das kleine Kind heißt dies, dass das Voranschreiten in der Fähigkeit, mit seiner Umgebung zu kommunizieren, ein Voranschreiten in seinem Lernprozess bedeutet. Zunächst wäre das die ihm gemäße überlebenssichernde Umgebung mit den verlässlichen Bezugspersonen. Wir erkennen, wie wichtig für das erste Lernen, die Interaktionen des Kindes (vorher Embryo und Fetus), eine Bindung an „seine“ Menschen und „seine“ Umgebung ist. Denn diese verlässliche Bindung stellt sicher, dass der sich entwickelnde Mensch die Fähigkeit erwirbt selbstständig mit seiner Umwelt zu kommunizieren und sich durch ständiges Lernen zu verwirklichen.

Die Bedeutung der Bindung für die Lernfähigkeit ist, würde man es hierarchisch ordnen, noch größer als die Bedeutung der Bewegung und ist ein weiteres umfassendes Thema, auf das ich jetzt nicht näher eingehen will. (Natürlich sind Bewegung und Bindung beides wichtige Bedingungen für das Lernen und nicht künstlich zu trennen).

Doch zurück zur Definition aus „*Grundbegriffe der Psychologie*“. Dort heißt es außerdem: „*Lernen ist ein Begriff dafür, dass der Mensch das plastische, weltoffene Wesen ist, das eine Leistungsfähigkeit aus seinen Erfahrungen heraus zu verbessern vermag*“ (Roth).

Zum Schluss möchte ich noch die dort erwähnten verschiedenen Arten des Lernens zitieren:

- Lernen durch Versuch und Irrtum

Auf eine Situation wird mit einer Vielzahl von Reaktionen geantwortet. Führt eine zum Erfolg, so wird sie verstärkt. Diese Reaktion schält sich aus der Vielzahl von anderen Reaktionen aufgrund des Verstärkungsprinzips langsam heraus.

- Lernen durch Einsicht

Hier führt eine plötzliche Umstrukturierung vorhandener Situationsaspekte zu einem Verständnis derselben (die Bedeutung eines bestimmten Gegenstandes für eine bestimmte Situation wird mehr oder weniger unmittelbar erfasst - das Probierverhalten wird gleichsam verinnerlicht -, der Beobachter registriert plötzlich ein sinnvolles Verhalten, dem Agierenden wird ein sog. „Aha-Erlebnis“ zugeschrieben).

- Lernen durch Nachahmung

Vor allem für die Frühzeit der individuellen Entwicklungsgeschichte müssen wir annehmen, dass viele auch sehr komplexe Verhaltensweisen und Einstellungen durch Nachahmung gelernt werden. Nachahmung ist die Bezeichnung für ein Verhalten, welches Verhaltensweisen eines anderen mehr oder weniger genau kopiert, wobei die Kopierungstendenz mehr oder weniger bewusst oder unbewusst sein kann.

Das Lernen durch Nachahmung besitzt für den Aufbau von Verhaltensmustern außerordentlich große Bedeutung. „Die Persönlichkeit eines Kindes, und im geringeren Maße auch die eines Erwachsenen, wird zum Teil durch Nachahmung gebildet“ (Allport).

Nach dieser Auswahl von Zitaten über das „Lernen“ wenden wir uns jetzt dem Thema Bewegung zu.

Bewegung

Bewegung (Motorik), so steht es in „Wikipedia“, ist einer der bedeutendsten Bereiche menschlicher (individueller) Entwicklung. Über die Bewegung beziehen die Menschen einen Großteil ihres Selbstbildes und Selbstverständnisses. Defizite an Bewegungsmöglichkeiten können schwerwiegende Persönlichkeitsdefizite zur Folge haben, die nicht nur im Bereich Motorik anzusiedeln sind.

Zur Entwicklung der motorischen Fähigkeiten heißt es ebenda:

Beim Menschen steht die Entwicklung motorischer Fähigkeiten in engem Zusammenhang mit der Ausbildung wichtiger geistig-seelischer Funktionen beim Baby bzw. beim Kind, wie etwa der Wahrnehmung, der Sprache, dem Denken und Fühlen.

Aristoteles versteht unter Bewegung jegliche Art von Veränderung: „Das endliche Zur-Wirklichkeit-Kommen eines bloß der Möglichkeit nach vorhandenen, insofern es eben ein solches ist - das ist Bewegung“.

Nach Aristoteles' Auffassung muss jede Veränderung bereits in den Möglichkeiten des sich verändernden Dinges angelegt sein. In diesem Sinne verstanden ist die Bewegung für den Menschen das zentrale Mittel, sich und die Welt zu verändern, mehr noch: sich in dieser zu verwirklichen, d. h. das in ihm Angelegte zu entfalten.

Wir sehen hier die große Ähnlichkeit mit den vorangegangenen Äußerungen über das Lernen. Man könnte sagen, die Bewegung (Motorik) ist ein wesentliches Instrument für den Prozess des Lernens, wobei der Mensch sein Instrumentarium für die Veränderung von sich und der Welt, bewegend lernend, immer weiter ausbaut.

Die Motologie, eine aus der Psychomotorik heraus entstandene Persönlichkeits- und ganzheitlich orientierte Wissenschaft betrachtet die Motorik als eine Grundlage der Handlungs- und Kommunikationsfähigkeit des Menschen. Sie steht in Funktionseinheit von Wahrnehmen, Erleben, Denken und Handeln.

Ich erinnere hier an die weiter oben zu lesende Ausführung über das „organische Lernen“. Wenn wir ein Baby in Aktion betrachten, lässt sich diese Einheit leicht feststellen. Es wird hier deutlich, wie jede neu erworbene Fähigkeit, sich *willkürlich* zu bewegen, also willentlich vom Kortex gesteuert, ein wichtiger Schritt für dessen Möglichkeiten ist, seine Umgebung neu wahrzunehmen, neue Erfahrungen zu machen, Einsichten zu gewinnen und Handlungen/Fähigkeiten zu erweitern. Maria Montessori folgend heißt das, dass das Baby seinem *inneren Bauplan* oder seinem *Zur-Wirklichkeit-Kommen der Möglichkeit des Vorhandenen (Aristoteles)*, folgt. Die Freude und Befriedigung, die wir bei diesem Selbst-Können wahrnehmen, zusammen mit der absoluten Anstrengungsbereitschaft, das selbst gesteckte Ziel zu erreichen, gibt uns nur eine Ahnung davon, wie viel Sinnerfahrung und Selbstverwirklichung im Voranschreiten von motorischen Fähigkeiten liegt.

Ich muss an dieser Stelle an einen vierjährigen Jungen mit einer Hemiplegie und der dadurch verzögerten Entwicklung, vor allem im sensomotorischen Bereich denken. Unermüdlich ist er um seine Fähigkeit zur Aufrichtung bemüht und drückt über jede gelungene Aktion tiefste Freude aus. Für ihn bedeutet es höchstes Glück, andere Kinder in ihren Bewegungsfähigkeiten zu beobachten. Er lacht und juchzt dann laut in der Freude über die Dynamik von Bewegungen, wie rutschen, klettern oder sich drehen.

In seinem ersten Lebensjahr zeigte dieses Kind wenige Entwicklungsfortschritte und man glaubte, dass er kaum eigene Fähigkeiten entwickeln würde. Erst ein intensives physiotherapeutisches Trainingsprogramm verhalf ihm zu der Fähigkeit, sich vom Rücken auf den

Bauch drehen zu können. Damit hatte er eine Möglichkeit entdeckt sich selbst fortzubewegen. Das war der Startschuss für eine, bedenkt man seine Einschränkungen, rasante Entwicklung, die bis heute anhält.

Diese für ihn erste bewusste Erfahrung von Eigenwirksamkeit erweckte in ihm, neben dem starken Drang nach Aufrichtung (er schafft es heute eine Weile, sich an einer Stange festhaltend, zu stehen und freut sich dabei an seinem Spiegelbild, das ihn in aufgerichteter Größe zeigt), einen starken Willen, alles, was ihm begegnet zu erforschen und weckt in ihm das Bedürfnis zur Kommunikation. Trotz Hörbehinderung beginnt er sich sprachlich ausdrücken zu wollen. Seine soziale Entwicklung ist vorangeschritten, da er nicht mehr passiv erdulden muss, ob die Menschen seiner Umgebung bei ihm bleiben oder sich von ihm entfernen (es blieb ihm nur protestierend zu schreien oder gar wütend seinen Kopf aufzuschlagen). Er hat autonome Handlungsmöglichkeiten, von sich aus Beziehung zu gestalten. Er kann der Bezugsperson folgen, er kann sich mit einer Geste von ihr verabschieden, er kann sich dafür entscheiden, eine Weile alleine zu spielen, er kann sie gewinnen, noch eine Weile zu bleiben, er kann sich beleidigt von ihr abwenden und Kontakt mit jemand anderem herstellen usw. Am Ende hat er durch diese vielseitigen Handlungsmöglichkeiten, Erfahrungen machen können, die in ihm eine Präsenz seiner sicherheitgebenden Personen aufrechterhalten, auch wenn diese nicht in seiner unmittelbaren Nähe sind.

Dazu sei nochmals Feldenkrais zitiert: *„Ich behaupte, dass ein Gehirn ohne Motofunktionen nicht denken kann, oder dass die Kontinuität der geistigen Funktionen durch entsprechende Motofunktionen gewährleistet wird.“* (Web Seite, Feldenkreis Network Int. e.V.)

Die bewusste Bewegungssteuerung ist im Gegensatz zur ungeordneten, nicht willentlich beeinflussten Bewegung (wie beim Säugling), der Anfang des willentlich beschrittenen Weges (ich erinnere an die oben ausgeführte Herkunft des Wortes Lernen von „lais“ und „lis“), die Welt in „Besitz“ zu „nehmen“, sich mit ihr auseinanderzusetzen, sie zu erforschen, in und mit ihr zu leben als Ausdruck eines erfüllten, lebendigen, menschlichen „Seins“.

Wenn man die verschiedenen Formen der Motorik betrachtet, sieht man, wie sie den ganzen Menschen bestimmt und ausmacht.

Man unterscheidet zunächst zwischen der Willkürmotorik, den Bewegungen, die durch das Zentrale Nervensystem bewusst gesteuert werden und den unwillkürlichen Reflexen, unbewussten Mitbewegungen, die nicht willentlich gesteuert ablaufen, sondern die hauptsächlich dem Überleben des Organismus dienen.

Die Zusammenarbeit der vom Großhirn gesteuerten Willkürmotorik mit der reflexbedingten durch das Kleinhirn gesteuerten automatisierten Bewegungen, (im zweiten Teil werde ich genauer darauf eingehen) ist entscheidend für die Möglichkeiten und Entfaltung aller willentlich gesteuerten Bewegungen in der Auseinandersetzung mit der Umgebung.

Davon betroffen sind:

Die Grobmotorik,
sie beinhaltet die Koordinations- und Reaktionsfähigkeit sowie Stärke und Kraftdosierung des ganzen Körpers und seiner Gliedmaßen.

Die *Lokomotorik*
betrifft alle Bewegungen, die der Fortbewegung dienen, die auch der Grobmotorik zuzuordnen wären.

Die *Feinmotorik*

betrifft den Einsatz kleiner, differenzierter Bewegungen von Hand und Finger, aber auch die Mimik, d. h. feiner Bewegungen der Gesichtsmuskeln und die Mundmotorik. Die Beherrschung dieser Bewegungen ist entscheidend für die Handgeschicklichkeit, die Fähigkeiten der oralen Nahrungsaufnahme wie schlucken, kauen, Einsatz der Zunge und zuletzt der Artikulation von Worten.

Der Zusammenhang für den Erwerb von aktiver Sprache und dem Erlernen von lesen und schreiben ist hier am offensichtlichsten.

Besonders wäre hier noch die *Augenmotorik* zu nennen, die für das visuelle Erfassen der Welt unverzichtbar ist.

All diese Formen der Bewegung sind prägend für den ganzen Menschen, wie er von der Welt und die Welt durch ihn wahrgenommen wird, die Art seiner Mimik, seiner Gestik, wie er sich fortbewegt, was und wie er sieht/ hört, wie er sich durch und mit Bewegung ausdrücken kann.

Die erwähnte Auswahl der verschiedenen Bereiche der Motorik, kann nur künstlich voneinander getrennt gesehen werden. Tatsächlich sind alle Fähigkeiten das Ergebnis eines sich immer feiner ausdifferenzierenden Zusammenspiels von sensorischen, motorischen und kognitiven Eigenschaften.

Jean Piaget hat die Entwicklung dieses ausdifferenzierten Zusammenspiels in seinem Entwicklungsmodell beschrieben:

Die kognitive Entwicklung nach Piaget

Jean Piagets Modell der kognitiven Entwicklung entstand aus seiner Vorstellung über die Entstehung von Identität. Er sieht den Menschen als ein „*offenes System*“, als ein Organismus, der sich wandelt, auf Einflüsse der Umwelt reagiert, sich anpasst und seine Umwelt selbst beeinflusst. Er (der Mensch) gliedert damit seine Welt und bleibt dabei offen für neue Erfahrungen. Dem Menschen sind in den Möglichkeiten seiner Erfahrungen natürlich Grenzen gesetzt, z. B. durch seine biologische Ausstattung. Sein Streben nach Erkenntnis in seiner Auseinandersetzung mit der Umwelt und seine begrenzten Gegebenheiten erfordern seine kognitive Anpassung (Adaption) im Austausch zwischen ihm und der Welt. Diese funktionalen Prozesse nennt Piaget *Assimilation* und *Akkommodation*. Assimilation bedeutet die kognitive Integration von Umwelteinflüssen und Akkommodation ist die Modifikation der integrierten Schemata im Angesicht dieser Umwelteinflüsse.

Ein Beispiel hierfür kann sein:

Ein Kind ergreift einen Gegenstand, eine Rassel, und lernt diesen Vorgang durch ständiges Wiederholen des Vorganges, es integriert den Vorgang des Greifens als ein Handlungsschema (Assimilation). Dieses Schema lässt sich in leichter Abwandlung, in Anpassung der Hand an andere Gegenstände durchführen. Sobald das Kind aber mit einem nicht festen Material wie z. B. Wasser oder Sand in Berührung kommt, kann es das Schema des Greifens nicht mehr anwenden, es sei denn durch Akkommodation, indem es die Greifbewegung in eine Schöpfbewegung für das Wasser modifiziert.

In diesen zwei Arten der kognitiven Anpassung an die Umwelt;(zum einen Anpassen des eigenen Verhaltens an die Außenwelt und zum anderen Anpassung der Außenwelt an das eigene Verhalten), versucht der Mensch im Gleichgewicht mit seinen Bestrebungen nach Austausch mit der Umwelt zu sein. So entsteht für Piaget Identität durch das ständige Streben nach Gleichgewicht und die Auflösung des Ungleichgewichts.

Die kognitive Entwicklung in diesem Streben nach Gleichgewicht und der damit verbundenen Identitätsbildung unterliegt, je nach (Entwicklungs-)Alter des Kindes und seiner entsprechenden (biologischen) Ausstattung, verschiedenen Bedingungen und durchläuft mehrere Stadien:

Sensumotorisches Stadium (0-2 Jahre)

In diesem Stadium ist die Entwicklung der sensorischen und motorischen Fähigkeiten von zentraler Bedeutung für die weitere kognitive und emotionale Entwicklung.

Sie beinhaltet den Erwerb von sensomotorischer Koordination, praktischer Intelligenz und Objektpermanenz.

Am Anfang beherrscht das Kind nur die frühen Reflexe wie z. B. Saugen (Saugreflex), Schließen der Hand (Palmarreflex) nach deren Berührung (0-1 Monat).

Daraus entwickeln sich nach und nach willkürliche Aktionen. Zunächst entstehen Reaktionsmuster, die sich aus den Kombinationen verschiedener Reflexe bilden. Das Kind vereinigt Aktionen wie Zappeln der Hand und daran saugen (1-4 Monate).

Danach reagiert das Kind verstärkt auf äußere Reize und unternimmt erste Versuche auf die Umwelt einzuwirken, z. B. ein Geräusch mit der Rassel zu erzeugen. (4-8 Monate).

Allmählich entsteht zielgerichtetes Verhalten und Objektpermanenz. D. h., auch wenn ein Gegenstand nicht vollständig zu sehen ist, z. B. von einem Tuch verdeckt ist, hat das Kind ein Bewusstsein, dass er vorhanden ist und durch Wegziehen des Tuches (zielgerichtetes Handeln) sichtbar wird (8-12 Monate).

Als nächstes folgt die Erweiterung von zielgerichtetem Verhalten durch z. B. gezieltes Tasten bzw. Verwendung von Hilfsmitteln. Mit Versuch und Irrtum wird ein Ziel verfolgt (12-16 Monate).

Dann beginnt die Verlegung der motorischen Aktion nach innen, d. h. die vielseitigen motorischen Erfahrungen können in der Vorstellung stattfinden. Das Kind hat eine Vorstellung von sich auf der physischen Ebene (16-18 Monate).

Präoperationales Stadium (18 Monate - 7 Jahre)

Das Kind ersetzt die sensumotorischen Aktivitäten immer mehr durch verinnerlichte geistige Aktivitäten wie sprachlicher Ausdruck und Bildvorstellung. Es agiert in Gedanken. Es fehlt ihm aber noch die Vorstellung, wie ein Objekt vor seiner Veränderung ausgesehen hat oder wie es nach seiner Veränderung aussehen könnte, es ist das vorgedankliche Stadium. Dabei fühlt sich das Kind als der Mittelpunkt seiner Gedanken und Vorstellungen. Es nimmt an, dass jeder mit ihm diese Gedanken und Vorstellungen teilt. Es glaubt, das alles was es für real hält, existiert (*Realismus*). Es ist die Zeit des Animismus, des magischen Denkens, in der das Kind glaubt, die Dinge seien wie es selbst: belebt, bewusst und voller Absichten.

Konkretoperationales Stadium (7-12 Jahre)

In ihr ist das Denken des Kindes auf konkrete anschauliche Erfahrungen beschränkt. Es kann in Gedanken mit konkreten Objekten operieren. Sein Denken ist jedoch noch intuitiv und wird von der direkten Wahrnehmung beeinflusst. Es entwickelt Fähigkeiten wie *Dezentrierung*, Irrtümer und Verzerrungen der Wahrnehmung können korrigiert werden, *Reversibilität (Umkehrbarkeit)*, das Kind kann in Gedanken rückwärts gehen, *Seriation*, die Fähigkeit, Objekte nach bestimmten Merkmalen anzuordnen.

Formaloperationales Stadium (ab 12 Jahren)

Erst jetzt ist das Kind bzw. der Jugendliche in der Lage mit Operationen zu operieren, d. h. nicht nur über konkrete Dinge, sondern über Gedanken nachzudenken. Jetzt beginnt das abstrakte Denken und die Fähigkeit, aus Informationen Schlussfolgerungen zu ziehen.

Wenn man dies bedenkt wird offensichtlich, wie lange das Kind konkrete, „greifbare“ Erfahrungen braucht, bis es bereit und fähig ist, nur noch gedanklich in den Austausch mit seiner Welt zu gehen. Es benötigt dazu seine ganze Kindheit.

Moderne neurophysiologische Erkenntnisse bestätigen manche Annahmen von Piaget, Feldenkrais, Montessori u. a., die ihre Erkenntnisse nur aus dem Stand des Wissens ihrer Zeit und ihren persönlichen Beobachtungen gewinnen konnten.

Die heute anschaulich nachweisbaren neurobiologischen Erkenntnisse machen deutlich, wie bedeutsam die biologische, genetische (wenn man will Instinkt-)Ausstattung des Menschen ist; mehr als man in den vergangenen Jahrzehnten wahrhaben wollte. Gleichzeitig zeigen sie aber auch auf, dass diese Grundausstattung in einem untrennbar ineinander verwobenen Wechselspiel mit der Umwelt steht, dass Gene und Umwelt sich miteinander verändern und gegenseitig beeinflussen. Die alte Frage „*Gene oder Umwelt?*“ ist beantwortet. Die Antwort heißt: *Gene und Umwelt*. Entgegen der verbreiteten Auffassung, dass Gene am Anfang die Grundausstattung liefern und dann nur noch Prägung durch die Umwelt stattfindet, sind beide lebenslang prägende Größen für die Verwirklichung der Persönlichkeit.

So betrachtet kann man die Bedeutung des Körpers nicht mehr den Prägungen biologischer Gegebenheiten zurechnen und die Formung von Geist und Seele den Einflüssen der Umwelt zuschreiben. Handeln (Körper), Denken (Geist) und Fühlen (Seele) bilden eine untrennbare Einheit von Anfang bis zum Ende des Lebens.

Zu Beginn ist jedoch die erste Lernaufgabe des Säuglings, seinen Körper in Besitz zu nehmen, mit ihm die Umwelt wahrzunehmen, sich mit ihm durch die Welt zu bewegen, sich in ihm sicher und wohl zu fühlen. Dazu müssen wir dem Kind möglichst viele körperliche, konkrete Erfahrungen in einer von Sicherheit und Bestärkung getragenen freudigen Beziehung anbieten.

Ich komme nun zum 2. Teil meiner Ausführungen, in dem ich einen Überblick über die neurophysiologische Entwicklung geben und die Bedeutung von Bewegung und Wahrnehmung für diesen von Genen und Umwelt gesteuerten Reifungs- und Lernprozess aufzeigen will.

2. Teil

Der Baum der Erkenntnis

Für die Entwicklung der sensomotorischen zu den höheren kognitiven/geistigen Fähigkeiten und der damit verbundenen *Sachkompetenz, Handlungskompetenz und Sozialkompetenz* benutzen viele Autoren gerne das Bild des Baumes. Dieses Bild verdeutlicht sehr treffend, gleich ob dieser Baum noch sehr klein ist oder hoch gewachsen mit dickem Stamm und einer weiten Krone; es ist immer ein ganzer Baum mit allen Teilen: Wurzeln, Stamm und Krone. Alle Teile sind gleich bedeutend dafür, dass er groß werden kann und zu seiner vollen Entfaltung heranwächst. Die einzelnen Teile haben nur verschiedene Schwerpunkte in ihrer Bedeutung für das Gesamtwachstum. Zunächst braucht der Baum eine gute Verwurzelung im Boden, dann kommt die Zeit, in der er einen kräftigen Stamm entwickelt, um eine gute Standfestigkeit zu haben, bis sich dann die Krone in ihrer ganzen Kraft entfalten kann.

Die Wurzeln können für die frühe basale Wahrnehmungswelt im Mutterleib und in den ersten Lebensmonaten stehen. Dies beinhaltet die körpernahen Sinnessysteme, wie das taktile, das vestibuläre und das propriozeptive System. Zu der Erlebenswelt dieser Wurzeln gehört auch das organische Wachstum und die primitiven Reflexe. Die Körperimago, das Empfinden, wie man sich grundlegend „in seiner Haut“ fühlt, wird in dieser Zeit stark geprägt.

Für den Stamm steht in diesem Bild die Zeit nach der Geburt mit der Entwicklung und Integration der Sinne, die Erfahrung und Einordnung von Sehen, Hören, Schmecken, Riechen, Berühren, Gleichgewicht, die Ablösung der primitiven Reflexe durch die Halte- und Stellreflexe, Aufrichtung und Fortbewegung usw. In dieser Erfahrungswelt der Säuglings- und Kleinkindalters wird im Schwerpunkt das Körperschema entwickelt. Das Körperschema macht bewusst, wo sich die einzelnen Körperteile befinden und welche Stellung sie einnehmen. Es wird für die willentliche Steuerung von Bewegungen benötigt. Ein Körperschema zu besitzen heißt, ein Bewusstsein vom eigenen Körper zu haben

Die Krone beinhaltet die aus der sensorischen Integration entwickelten geistigen Fähigkeiten, das Denken, die Begriffsbildung, die Fähigkeit der Reflexion über sich und die Erfahrungen mit der Welt usw. In diesen Bereich gehört die Entwicklung des Körperbegriffs. D. h. neben der Fähigkeit, seine Körperteile benennen zu können, bedeutet dies, in der Lage zu sein, über sich und seinen Körper nachzudenken, ein Verständnis von seinen Funktionen zu haben, sich einen *Begriff von ihm machen* zu können. *Körperimago, Körperschema und Körperbegriff* (Begriffe aus der *Psychomotorik*) sind wiederum untrennbare Bestandteile des *Körperbewusstseins*. Endlich bedeutet dies alles die Entwicklung des Ich, ein Bewusstsein von sich selbst als Identität. Eine gut entwickelte Baumkrone beinhaltet schließlich auch die Steuerung und Beherrschung der frühkindlichen Reflexe.

Es ist sicher kein Zufall, dass wir in unserem Körper und besonders in seiner Steuerungszone, unserem Gehirn, immer wieder das Bild des Baumes finden. Wir haben zum Beispiel den Gehirnstamm, über den sich das ganze Gehirn wie eine riesige Krone ausbreitet.

Im Cerebellum, dem Kleinhirn und seinem mittleren Teil, dem Kleinhirnwurm, der umgeben ist von den beiden Kleinhirnhemisphären, zeigt sich bei einem Mittelschnitt durch den Wurm der Lebensbaum (*Arbor vitae*). Das Kleinhirn ist die Steuerungszone für alle motorischen Prozesse und wichtige Schaltstelle zur Großhirnrinde, die wiederum die Kleinhirnrinde beeinflussen kann. Dazu später mehr.

Wir fänden ebenfalls das Bild des Baumes, wenn wir uns unter dem Mikroskop ein Neuron anschauen würden. Es wäre ein kleiner verdickter Zellkern mit dem Axon zu sehen, dem in

die Höhe wachsenden Baumstamm und an den beiden Enden des Axons die verzweigten Dendriten, gleich den Wurzeln und der Baumkrone.

Der vernetzte Wald der Neuronen und deren Verbindung durch die Synapsen bilden ein Geflecht an Leitungen, mit dem die untere Ebene des Rückenmarks und des Hirnstammes mit der jeweils nächst höheren bis zu obersten Ebene der Großhirnrinde verbunden ist und durch die die Informationsimpulse laufen; wie beim Baum die Wasseradern von den Blättern zur Krone. Während alle Ebenen gleichzeitig benötigt werden und reifen, dient der ganze Vorgang dem letzten Ziel, nämlich der sich immer feiner ausdehnenden Entfaltung der obersten Ebene der Baumkrone bzw. des Kortex.

Ich hoffe, mit diesem Bild einen verständlichen Zugang zum komplizierten Wachstums- und Entwicklungsprozess unseres Zentralen Nervensystems gefunden zu haben. Bevor ich damit beginne, die pränatale Entwicklung unseres Zentralen Nervensystems und die damit verbundenen Lernschritte zu beschreiben, möchte ich zunächst eine kurze Zusammenfassung vom Aufbau unseres Gehirns (Baum der Erkenntnis) mit seinen wesentlichen Strukturen und Aufgaben geben.

Das Gehirn und seine Funktionen

Beschreibt man die Anatomie des Gehirnes mit seinen wesentlichen Teilen von unten nach oben, so besteht es aus folgenden Bereichen:

- Rückenmark
- Hirnstamm:
mit Retikulärem Aktivierungssystem/R A S (Formatio reticularis), Medulla (verlängertes Mark), Pons (Brücke), Mittelhirn
- Cerebellum (Kleinhirn)
- Diencephalon (Zwischenhirn) mit Thalamus, Hypothalamus, Epithalamus und Suprathalamus
- Basalganglien
mit Nucleus caudatus (geschweiffter Kern), Nucleus lentiformis (linsenförmiger Kern) mit Globus pallidus (bleiche Kugel), Putamen (Schalenkörper) mit Claustrum (Vormauer) und Amygdala (Mandelkern)
- Telencephalon (Endhirn) mit Cerebrum (den beiden Hemisphären), Corpus callosum (Balken) und Cortex cerebri(Großhirnrinde)

Das Rückenmark

Das Rückenmark enthält afferente (aufsteigend zum Gehirn führende) Nervenbahnen, die (sensorische) Erregungen von der Peripherie kommend zum Gehirn transportieren und efferente Nervenbahnen (wegführend vom Gehirn), die (motorische) Erregungen von den höheren Zentren des Gehirns zum Rückenmark leiten und von ihm an die Muskeln und Organe weitergeleitet werden. Es sind Aktivitäten, die Haltung und Bewegung des Körpers bestimmen oder die Funktionen der inneren Organe regulieren. Es wird aber nur ein Teil der sensorischen Informationen im Rückenmark verarbeitet. Der größte Teil der sensorischen Integration spielt sich im Gehirn ab.

Der Hirnstamm

Das verlängerte Rückenmark (Medula)

schließt sich direkt an das Rückenmark an und hat an seiner Vorderseite, nahe der Mittellinie, die beiden Pyramiden, in welchen die Pyramidenbahn verläuft. Dort befindet sich die Pyramidenkreuzung, die das Rückenmark vom Stammhirn abgrenzt. Hier erreicht die Pyramidenbahn die Gegenseite des Rückenmarks. Das bedeutet: für die Empfindungen und Bewegungen der rechten Körperseite ist die linke Gehirnhälfte zuständig und umgekehrt.

Neben den Pyramiden liegen die Oliven, Relais für Fasern aus dem Rückenmark. Das sind subkortikale und kortikale motorische Fasern, die ebenfalls eine ausgiebige Verbindung zur Kleinhirnrinde ihrer Gegenseite haben. Die Oberseite des verlängerten Marks weist vier Anschwellungen auf (Tubercula), welche die Schaltstellen für die sensiblen Bahnen darstellen. Hier werden die sensiblen und motorischen Bahnen, die zu höheren Hirnteilen ziehen oder von ihnen herkommen, durchgeleitet. Die meisten dieser langen Bahnen (Projektionsbahnen) kreuzen dabei auf die andere Seite hinüber. Hier liegen die Hirnnervenkerne V bis XII, von welchen die motorischen Fasern der Hirnnerven ausgehen und an welchen die sensiblen Fasern enden. Wir kommen im weiteren Verlauf zum Boden der Rautengruppe, wo sich die Kerne für die Speichel und Tränenabsonderung und der Kern des X. Hirnnervs, die Parasympthikusfasern, befinden. Hier befinden sich wichtige Zentren vegetativer Funktionen sowie Zentren des Stoffwechsels; außerdem werden dort zahlreiche wichtige muskuläre Reflexe reguliert.

Das Retikuläre Aktivierungssystem/RAS

ist eine Durchflechtung von weißer und grauer Substanz und zieht sich vom verlängerten Mark aus durch den ganzen Hirnstamm bis zum Diencephalon. Es vereinigt motorische Teilfunktionen zu komplexen Gesamtleistungen, indem es mit Kleinhirn, Thalamus und Großhirn in Verbindung steht. Es enthält autonome Nervenkerne, die Informationen vom Blutkreislauf und lebenswichtigen Organen verarbeiten und zur Steuerung von Herzschlag, Atmung und Verdauung verwendet werden. Weckzentren zum gesamten Nervensystem und zum Kortex, wecken auf, beruhigen oder erregen und steuern so den Grad der Wachheit und Bewusstheit. Die Verzweigung der zentralen sensorischen und motorischen Nervenbahnen in das RAS halten dieses über andere Teile des Nervensystems konstant informiert. Es ist ein wichtiger Bereich der sensorischen Integration. Andere retikuläre Kerne spielen eine wichtige Rolle in der Einordnung der Aktivitäten der Großhirnrinde, um die Regulation der Aufmerksamkeit zu beherrschen.

Die Brücke (Pons)

ist seitlich durch einen Stiel mit dem Kleinhirn verbunden. Die Brückenkerne sind die Schaltstationen der Bahnen, welche die Großhirnrinde mit der Kleinhirnrinde verbinden. Vier vestibuläre Kerne des Pons sind mit dem vestibulären System des Innenohres verbunden. Sie dienen als Verbindungsstelle für Botschaften, die über das vestibulo-spinale System zwischen dem Gleichgewichtsmechanismus und dem Körper verlaufen, sowie für Signale, die entlang des vestibulo-okularen Reflexbogens (VOR) zwischen dem Gleichgewichtsmechanismus und den Augen verlaufen.

Das Mittelhirn

enthält graue Kerne als Meldesammelstelle für das Sehen und Hören. Von hier aus gehen Seh- und Hörreflexe zum Rückenmark. Hier befinden sich auch wichtige Zentren der Bewegung; der rote und der schwarze Kern. Im schwarzen Kern wird Dopamin gebildet, womit der Linsenkern oder Schwanzkern im Großhirn versorgt wird. Ohne Dopamin in diesen Kernen, käme es zu Bewegungsarmut und Muskelstarre. Außerdem liegen hier noch andere wichtige Kerne der Augenmuskelnerven.

Das Cerebellum

Das Kleinhirn befindet sich, im Querschnitt betrachtet, hinter Brücke und Mittelhirn und liegt unter den beiden Hinterhauptpolen des Großhirns. Manche sehen es als Teil des Hirnstamms, andere als eigenes Zentrum. Beiderseits (es ist wie das Großhirn zweiseitig angelegt) hat es drei Stiele. Der vordere verbindet es mit dem Mittelhirn, der mittlere mit der Brücke und der hintere mit dem verlängerten Mark. Es hat eine graue Rinde (Cortex cerebelli) und darunter ein weißes Marklager, das graue Kerne enthält. Der wichtigste dieser Kerne ist der gezähnte Kern (Nucleus dentatus), wegen seiner starken Faltung so genannt. Das Cerebellum arbeitet als eine wichtige Meldesammelstelle (Integrationszentrum), in dem Einzelmeldungen zu einem einheitlichen Bild zusammengefasst werden. Es arbeitet als Kontrollzentrum der Motorik. Es moduliert und reguliert die Kommunikation und den Output der verschiedenen sensorischen und motorischen Zentren, so dass die Bewegung flüssig wird.

Der phylogenetisch älteste Anteil des Cerebellums, das **Archicerebellum** (Urkleinhirn), ist der Labyrinth oder vestibuläre Anteil, der die Informationen des vestibulären Apparates von dessen Rezeptoren des Innenohres über Schwerkraft und Körperbewegung verarbeitet. Der **Vestibulärapparat** ist, wie ich später noch beschreiben werde, ebenfalls ein früh (phylogenetisch und ontogenetisch) angelegter Teil des Zentralen Nervensystems.

Im Innenohr befindet sich das Labyrinth, eine sehr komplexe knöcherne Struktur, das sowohl die Sinnesorgane für das Gehör (akustische Rezeptoren) als auch zwei Arten von Rezeptoren für den Gleichgewichtssinn (vestibuläre Rezeptoren) enthält.

Die einen Rezeptoren bestehen aus zwei mit Flüssigkeit gefüllten Säckchen (Utriculus und Sacculus). Diese enthalten Kalziumcarbonatkristalle, die mit haarförmigen Neuronen verbunden sind. Die Erdschwere zieht diese Kristalle nach unten und löst dadurch eine Bewegung bei den haarförmigen Zellen aus, die damit die entsprechende Nervenfasern des Gleichgewichts aktivieren. Die daraus gewonnene Information über die Schwerkraft wird an die vestibulären Kerne im Pons geschickt, die wie oben beschrieben, auch mit dem vestibulo-spinalen System und mit dem VOR (vestibulo-okkulomotorisches System) verbunden sind. Von diesen Kernen aus besteht eine Verbindung zum Kleinhirn.

Die andere Art von Gleichgewichtsinformationen kommt aus den kleinen halbkreisförmigen Röhren, den Bogengängen, die ebenfalls Flüssigkeit enthalten. Diese sind jeweils senkrecht zueinander angeordnet; jeder repräsentiert eine der räumlichen Ebenen. Die Bewegung des Kopfes und die entsprechende Reaktion der Haarzellen auf die Flüssigkeit bezüglich Geschwindigkeit und Richtung der Bewegung liefern die Informationen über die Körperbewegung an die vestibulären Kerne. Das Urkleinhirn ist (unterbewusst) für die Sammlung dieser Informationen und deren Integration und so für die Steuerung der Haltung zuständig.

Der nächst ältere Teil ist das **Paleocerebellum** (Altkleinhirn), dessen sensorische Hauptverbindung zum Rückenmark besteht und das die propriozeptiven Informationen über den Zustand und die Position der Muskeln und Gelenke sowie den jeweiligen Grad an Muskelspannung verarbeitet. Die Funktion des Paleocerebellums ist die Steuerung der Fortbewegung, wie Gehen oder Laufen.

Der jüngste Teil des Kleinhirns, ein ausgesprochenes Spezifikum menschlicher Entwicklung und ein wichtiger Teil signifikanter menschlicher Fähigkeiten, ist das **Neocerebellum** (Neukleinhirn). Seine Hauptverbindung besteht über die Brücke zum cerebralen Kortex und ist zuständig für die feinmotorische Koordination besonders von Händen und Mund (Werkzeuge des kreativen handwerklichen und sprachlichen Ausdrucks).

Zum Neukleinhirn gehört der Nucleus dentatus, der seine Hauptverbindungen zu den Assoziationsarealen des Kortex unterhält. Von dieser Verbindung hängen folgende Funktionen ab:

- Wortassoziationen
- mentale Vorstellung von Bewegungsabfolgen (Ideation)
- übungsbezogenes Lernen
- Fehler erkennen
- Beurteilung von Zeitintervallen und Geschwindigkeit sich bewegender Stimuli
- schneller Wechsel der Aufmerksamkeit zwischen den sensorischen Modalitäten
- kognitive Operationen im dreidimensionalen Raum.

Diencephalon

Das Zwischenhirn ist zwischen die beiden Großhirnhälften eingelassen. Es ist das bedeutendste Organ für die gegenseitige Beeinflussung der hormonalen und neuralen Steuerungen.

Der **Thalamus** ist das wichtigste subkortikale, somit unbewusst arbeitende Integrationszentrum der allgemeinen Sensibilität: Tastempfindung, Tiefensensibilität, Temperatur und Schmerzempfindung sowie der Seh- und Riechfunktion. In ihm werden die Erregungssignale umgeschrieben. Er ist die Schaltstelle für die Motorik der Gemütsbetonung, für Gesichtsausdruck (Mimik) und Gebärden (Gestik). Er enthält Projektionskerne. Diese sind genau umschriebenen Rindenstellen des Großhirns zugeordnet, zu denen Erregung hingeleitet wird. Die Assoziationskerne erhalten Erregung von den Projektionskernen und vor allem von der Hirnrinde. Alles was an Empfindung bewusst werden soll, muss zum Großhirn geleitet werden.

Im **Hypothalamus** befinden sich die obersten Befehlsstellen des autonomen Nervensystems. Er ist Zentrum des Wasserhaushaltes, der Steuerung der Körperwärme, des Kreislaufes, der Nahrungsaufnahme, des Stoffwechsels und der Steuerung von Wachen und Schlafen.

Telencephalon (Endhirn)

Die Hemisphären mit der grauen Rinde, dem **Cerebralen Kortex** und den **Basalganglien** sowie dem Riechhirn, sind die wichtigsten Abschnitte des Endhirns. Man stellt es den übrigen als Hirnstamm bezeichneten Hirnabschnitten als Hirnmantel (Pallium) gegenüber. An die intakte Struktur des Endhirns sind die wichtigsten Funktionen wie Bewusstsein, Intelligenz, Wille und Gedächtnis geknüpft.

Zusammen mit dem Thalamus und dem Hypothalamus bilden die Basalganglien die subkortikalen Strukturen, die mit dem Kortex in vielen Funktionen interagieren. Es sind unterhalb der Großhirnrinde in jeder Hirnhälfte angelegte Kerne bzw. Kerngebiete, die für wichtige funktionelle Aspekte motorischer, kognitiver und limbischer Regelungen von großer Be-

deutung sind. Das **limbische System**, welches Teile des Hypothalamus und des Vorderhirns umfasst, gehört zu den phylogenetisch ältesten Teilen des Endhirns und ist sowohl für Emotionen wie auch für grundlegende, dem Überleben dienende angeborene Verhaltensmuster verantwortlich. Es spielt auch eine wichtige Rolle für Motivation und Lernen.

Die **Amygdala**, die sich links und rechts an der Grenze zu den Scheitellappen befindet, ist eine der Basalganglien und Teil des limbischen Systems. Sie ist wesentlich an der Entstehung der Angst beteiligt und spielt allgemein eine wichtige Rolle bei der emotionalen Bewertung und Wiedererkennung von Situationen sowie der Analyse möglicher Gefahren. Sie spielt somit für das Gedächtnis eine große Rolle.

In Bezug auf die Bewegung sind die wesentlichen Aufgaben der Basalganglien die Hemmung des Muskeltonus, die Koordination langsamer, die Haltung aufrechterhaltender Kontraktionen und die Unterdrückung unnötiger Bewegungsmuster. Die Bewältigung dieser Funktionen steht sicher unter dem Einfluß motorischer, kognitiver und emotionaler Prozesse.

Bei niedrigen Tierarten wie den Haien und Vögeln, die keinen motorischen Kortex haben, wird die Bewegung von einer Gruppe Nuclei (Basalganglien) sowie anderen subkortikalen Bereichen initiiert. Solche Bewegungen sind hochgradig koordiniert und oft sehr schnell, jedoch instinktgesteuert. Das höhere System des motorischen Kortex, das **pyramydale System**, befähigt zu geschickten, willkürlich gesteuerten Bewegungen, besonders mit den Händen und dem Mund, der Zunge und den Gesichtsmuskeln (nonverbale und verbale Sprache). Das ältere instinkt- und reflexgesteuerte System ist das **extrapyramydale System**.

Die beiden Hemisphären des Großhirns werden durch den Balken, das **Corpus callosum**, verbunden. Einige Aufgaben werden von beiden Hälften gemeinsam ausgeführt, doch hauptsächlich haben die rechte und die linke Hälfte des Kortex spezialisierte Aufgaben zu bestreiten. Die linke Hälfte ist für das logisch analytische Erfassen zuständig, während die rechte dem intuitiven ganzheitlichen Erfassen zugeschrieben ist. Dennoch sind die beiden verschiedenen Arten der Informationsaufnahme für das geplante und gezielte Handeln auf Austausch angewiesen. Das Corpus callosum enthält Millionen von Nervenfasern, die die Kommunikation und das augenblickliche Feedback zwischen einer Gehirnhälfte und der anderen ermöglichen. Außerdem müssen die Informationen der beiden Seiten für sinnvolles Denken und Handeln selektiert werden. Der Balken hat somit austauschhemmende und erregende Funktion.

Der **Cerebrale Kortex** ist in verschiedenen Regionen eingeteilt auf deren Oberfläche sich die sensorischen und motorischen Felder befinden:

- Die Okzipitallappen (Hinterhaupt), beinhalten den visuellen Kortex
- Die Temporallappen (Schläfen), beinhalten den auditiven Kortex
- Die Parietallappen (Scheitel), sind verantwortlich für die Rezeption und Wahrnehmungsverarbeitung von somatosensorischen Informationen
- Die Frontallappen (Stirn), setzen willkürliche Bewegungen in Gang

In der linken Hemisphäre befinden sich zwei primäre Sprachregionen, von deren integrierter Aktivität die Sprachfähigkeit abhängt (Broca und Wernicke).

Assoziationsfelder ermöglichen eine integrative Verbindung zwischen den verschiedenen sensorischen Informationen und zielgerichteter Aktion und sind beteiligt beim Gedächtnis und dem Fällen von Entscheidungen.

Der Kortex ist die Steuerzentrale, und alle unteren Zentren sollten den Anweisungen dieser obersten Instanz unterworfen sein.

So finden wir uns wieder beim Bild des Baumes, bei dem die Aufgaben der Wurzeln und des Stammes einzig und allein der Entfaltung der Krone untergeordnet sind. Die Krone des Baumes mit ihren Blättern, Blüten und Früchten geben den unteren Regionen ihre Bedeutung. Sie stellt sich mit ihrer Ausrichtung in die Breite und nach oben, um mit den Blättern Licht aufzunehmen, dem ganzen System zur Verfügung, herrscht und dient gleichzeitig.

Das pränatale Lernfeld /Die Kraft der Wurzeln

Das ganze Leben ist ein Wachstumsprozess und damit Anpassung an die Umstände, die das „Wachsen-Wollende“ vorfindet. Das Wunderbare daran ist, dass diese Anpassung nicht einseitig geschieht, sondern dass sich zum einen die Umgebung auf die Bedürfnisse des „Werdenden“ vorbereitet hat und sich zum anderen auf die sich verändernden Bedürfnisse zur weiteren Reifung einstellt. Es finden also gegenseitige Anpassungsreaktionen im Austausch zwischen dem Individuum und der Welt statt. Dieser Vorgang ist Lernen im eigentlichen Sinne (s. o.).

Eines der wichtigsten Instrumente, die dem Menschen zur Verfügung stehen, um auf die Gegebenheiten, die er antrifft, zu reagieren, ist die Bewegung. Bewegung in diesem Sinne ist Kommunikationsmittel, bedeutet, wenn man so will, nicht verbalisierte Sprache. Das werdende Leben ist darauf angewiesen, die Sprache/Bewegung, die es braucht zu lernen, um in den Austausch mit seiner Umgebung zu kommen und um wachsen zu können.

Dazu müssen ihm zunächst Möglichkeiten gegeben werden, bewegend zu reagieren, bevor es gelernt hat, es eigenständig selbst zu tun. Seine Umgebung leistet zunächst das, was es noch nicht kann und schafft Bedingungen, die Überleben und Wachstum sichern.

Betrachtet man den Vorgang der Befruchtung bis zur Einnistung der Frucht in die Gebärmutter, um weiter zu wachsen, so sieht man deutlich den Ablauf des genetischen Programms als fortlaufende Bewegung.

Die Ausstattung des Embryos mit spinalen Bewegungsreaktionen, die ihm ermöglichen, auf Reize der Umgebung zu reagieren, sichern Überleben und Wachstum seiner ZNS.

Der Wachstumsprozess des Gehirns vollzieht sich sowohl phylogenetisch (Geschichte der Evolution) als auch ontogenetisch (pränatale Entwicklung) von einfachem Niveau zum immer spezialisierterem Höherem. So wie im Laufe der Evolution die Gehirne der Arten immer größer und reicher an Funktionen wurden, so durchläuft der menschliche Embryo in seiner Entwicklung die verschiedenen Entwicklungsstufen der Evolution im Schnelldurchgang, bis er als Fetus in die Phase der menschlichen Entwicklung kommt

Das ZNS entwickelt sich in mehreren, gleichzeitig ablaufenden Prozessen, die jedoch zu verschiedenen Zeiten endgültig abgeschlossen sind, wie folgt:

- **Wachstum und Aufbau der verschiedenen Hirnstrukturen**
- **Neurogenese und Synaptogenese**
- **Myelinisierung**

Wachstum und Aufbau der verschiedenen Hirnstrukturen

Neunzehn Tage nach der Befruchtung setzt die *Neurulation*, die Bildung des ersten Gehirngewebes, ein. Zuvor hat sich aus dem *Ektoderm*, dem äußeren Keimblatt, aus dem sich auch die Haut und die Sinnesorgane bilden, die Uranlage des Nervensystems entwickelt: die *Neuralplatte*, eine ovale Scheibe, aus der das künftige Gehirn und Rückgrat entsteht.

Die Neuralplatte faltet sich zur Rinne (25. Tag) und bildet dann das Neuralrohr, welches über die gesamte Länge des zwei Millimeter großen Embryos verläuft. Zunächst schließt es sich in der Mitte, dann am Kopf und zum Schluss am Schwanz. Am Kopfende wird sich das Gehirn weiter herausbilden; aus dem Rest des Neuralohres geht das Rückenmark hervor. Von Beginn an zeigt sich der Aufbau des Zentralen Nervensystems in Schichten, und zwar von der untersten Ebene in die nächst höhere bis zur Großhirnrinde am Schluss. Dies ist ein ständiger Aufbau in allen Ebenen, vom Einfachen zum immer Ausdifferenzierteren. Dabei wird jedoch die einfachere Funktion der unteren Ebene nicht einfach abgelöst, sondern - bei weiterem Fortbestehen der unteren Funktion - in die höhere Ebene integriert und zu dessen Verfeinerung genutzt.

Als erstes bildet sich das Rückenmark durch Verdickung der Rohrwand und die Teilung in vier primäre Regionen, rechts und links je ein sensorischer und ein motorischer Bereich: der Beginn der sensorischen und motorischen Ausstattung des Embryos für eigene Anpassungsreaktionen.

Am oberen Ende entsteht eine Verdickung des Rohres und die drei *primären Knoten*: Vorderhirn, Mittelhirn und Hinterhirn. Sie sind durch eine scharfe Krümmung voneinander getrennt. Das gesamte Nervensystem sieht vier Wochen nach der Befruchtung wie ein Wurm aus. Beim Embryo haben sich zu dieser Zeit auch die Augenflecken gebildet, es besteht ein rudimentäres Herz und die Ansätze der vier Gliedmaßen.

In der fünften Woche teilen sich die drei Verdickungen nochmals in fünf Knoten. Das Vorderhirn (Telencephalon) teilt sich entlang der Mittellinie als Vorstufe der rechten und linken Hemisphäre.

Ende der 6. Woche sind die Verdickungen damit beschäftigt, sich zu allen wichtigen Gehirnstrukturen zu differenzieren. Es entstehen die Anlagen zur *Brücke (Pons)*, *Medulla* als Teile des *Hirnstamms*, die zentrale Verbindung von Rückenmark und den höheren Hirnzentren, *Kleinhirn (Cerebellum)*, *Thalamus*, *Basalganglien*, *limbisches System*, *Großhirnrinde*. Zum ersten Mal treten die zwölf Hirnnerven in Erscheinung, die später sensorische und motorische Informationen zwischen Gehirn und Augen, Ohren, Nase, Mund und anderen Körperstrukturen weiterleiten. Sie sind zu diesem Zeitpunkt aber noch nicht mit dem Gesicht und den übrigen Erfolgsorganen verbunden.

Ab der 9. Woche, nachdem der Embryo die erkennbare menschliche Form angenommen hat, spricht man vom Fetus. Das Rückenmark ist jetzt gut ausgebildet und steuert erste Bewegungen wie die Beugung von Kopf und Gliedmaßen und einfache Reflexreaktionen. In diesem Zeitraum beginnt der Fetus und später der Säugling mit Hilfe seiner sich noch weiter ausreifenden *Primitiven Reflexe* auf die Anforderungen seiner Umgebung und seines immer feiner ausbildenden Nervensystems zu reagieren.

Davor, etwa ab der 5. bis 7. Woche standen ihm dafür die *intrauterinen Reflexe* zur Verfügung, die sogenannten Rückzugsreaktionen des Embryos, die er zu seinem Schutz benötigt. Die hohe Empfindsamkeit für starke Reize aus seiner Umgebung, die sein Überleben bedrohen, macht es erforderlich dass er Mechanismen besitzt, die ihn dazu befähigen, sich

in einer Bewegung des Rückzugs von der Reizquelle zu entfernen bzw. zu distanzieren. Es sind Defensivreaktionen, die einfachen Lebensformen ohne komplexere Reaktionsmuster zur Verfügung stehen und auf der Ebene der Verbindung des Gehirns mit dem Rückenmark vermittelt werden. Das sich entwickelnde Nervensystem gibt genau das, was sich gerade entwickelt hat, als Möglichkeit zu reagieren weiter.

Diese intrauterinen Reflexe werden noch im Mutterleib (manchmal noch bis kurz nach der Geburt) von den primitiven Reflexen abgelöst, entsprechend der gerade entwickelten Möglichkeiten des ZNS. Andererseits bleiben sie aber auch noch als Möglichkeit einer Reaktion im Notfall bestehen, wenn der Organismus keine andere Chance hat auf Umwelteindrücke zu reagieren. Man vermutet, dass sie die Vorläufer der Furcht-Lähmungs-Reaktion sind, die bei existenziell bedrohlichen Ereignissen eintreten kann. Zum Beispiel bei Verletzungen durch Unfälle, die lebensbedrohlich sind, schaltet der Körper auf Sparflamme und erhält nur noch die Funktionen, die das Überleben sichern. Dies kann bis zum Koma führen, bei dem das Gehirn auf der niedrigsten Stufe arbeitet, wie zu den Zeiten seines Beginns.

Dies zu wissen ist wichtig im Umgang mit Wachkoma-Patienten (apallisches Syndrom). Deren Behandlung zielt darauf ab, ihr Gehirn dazu zu bringen, wieder auf höherer Ebene zu funktionieren und zu erkennen, dass die Gefahr vorbei ist. Die Erinnerung an angenehme Erfahrungen der Kommunikation mit der Umwelt und an die dafür vorhandenen Gehirnfunktionen für Wahrnehmung und Bewegung kann helfen, wieder zurückzukehren, den Rückzug aufzugeben.

Zwischen der 9. bis 12. pränatalen Woche erscheint der *Moro-Reflex*, der im zweiten bis vierten Monat postnatal wirksam ist. Er ermöglicht neue Reaktionen auf starke Außenreize und soll damit die bis dahin einzige (Bewegungs)Reaktion in Form von Rückzug ablösen.

Bevor ich jedoch auf die Primitiven Reflexe näher eingehe, will ich erst die weitere Entwicklung des Gehirns beschreiben.

In der 13. Woche besteht das Gehirn aus einem ausgeprägten Thalamus (einer kritischen sensorischen Schaltstelle) hinter zwei noch dünnen Hemisphären. Unter dem Thalamus befindet sich das Kleinhirn, das am hinteren und unteren Ende des Gehirnes, unmittelbar über dem Rückenmark herausragt und begonnen hat seine Folia herauszubilden, viele feine furchen- und blattförmige Windungen. Der Fetus ist jetzt dreizehn Zentimeter lang und hat gut ausgebildete Mittel- und Hinterhirnstrukturen, doch seine Großhirnrinde ist noch glatt und undifferenziert.

Während der nächsten Wochen erleben die Großhirnhemisphären einen enormen Wachstumsschub, verdicken sich und erweitern sich aufeinander zu. Es bildet sich die Verbindungsbrücke zwischen ihnen, der *Balken* oder *Corpus callosum*. Bei der weiteren Ausweitung der beiden Hemisphären schieben sich diese über den Thalamus, so dass sich dieser in zentraler Position tief unter dem Großhirn befindet.

16 Wochen nach der Empfängnis ist der Fetus etwa zwanzig Zentimeter lang, hat seine zehn Finger und Zehen, vier schlagende Herzkammern und ein völlig intaktes Zentralnervensystem. Seitlich jeder Hemisphäre haben sich die ersten Hirnfurchen zu bilden begonnen, die *Lateralfissur*.

Mit 24 Wochen, bei einer Größe von etwa 35 Zentimetern, ist der Fetus im Falle einer Frühgeburt in der Lage, auch außerhalb der Gebärmutter zu überleben. Der Hirnstamm ist imstande, rhythmische Atembewegungen zu steuern. Doch seine Großhirnrinde ist noch nicht funktionsfähig, ihre Struktur ist noch nicht ausgereift und ziemlich glatt. Sie beginnt jetzt allmählich die wichtigsten *Sulci* zu bilden, die Furchen, die dem Gehirn sein gefälteles Ausse-

hen verleihen. Das wachsende Gehirn kann sich so ineinander falten und somit seine Oberfläche erweitern, ohne mehr Platz zu benötigen. Die erhöhten Bereiche zwischen den Sulci nennt man Gyri, die Hirnwindungen. Sie bestehen aus grauer Substanz und in ihnen finden die komplexesten Verarbeitungsprozesse statt.

Die Kortexfurchen treten in drei Größenordnungen auf. Zu den Furchen erster Ordnung gehört der *Sulcus centralis*, der Stirn- und Scheitellappen voneinander trennt. Diese Furchen erster Ordnung sind bei jedem Menschen in gleicher Form vorhanden. Sie zeigen sich nach der 20. Entwicklungswoche und sind im 7. Monat ziemlich ausgeprägt. Furchen zweiter Ordnung sind variationsreicher, während die Sulci dritter Ordnung äußerst individuell sind und sich erst im letzten Schwangerschaftsmonat auszubilden beginnen und nicht vor dem ersten Geburtstag des Kindes vollständig entwickelt sind.

Die Großhirnrinde verarbeitet Informationen in den nebeneinander angeordneten, senkrecht verlaufenden Neuronensäulen. Jede Zelle enthält Tausende von Zellen, die als je eigene Arbeitseinheiten funktionieren. Bei der Geburt ist nur ein Bruchteil solcher Arbeitseinheiten vorhanden. Die Entwicklung des Gehirns, vor allem der Großhirnrinde, geht weiter. Im ersten Lebensjahr wächst das Gehirn bis auf das Dreifache und nimmt von einem Viertel bis zu drei Viertel seines Erwachsenengewichtes zu. Äußerlich verändert sich das Gehirn ab dann nur sehr wenig, aber in der Tiefe, auf mikroskopisch kleiner Ebene, geschieht sehr viel.

Neurogenese und Synaptogenese

Neuronen entstehen aus der Teilung von Neuroepithelzellen, die bei Schließung des Neuralrohres darin gefangen sind und zu dessen innere Wand werden. Im Neuralrohr bilden sich die fünf Ventrikel des Zentralnervensystems: Vier mit Flüssigkeit gefüllte Kammern im entstehenden Gehirn und eine Fünfte in der gesamten Länge des Rückenmarks. Alle Ventrikel bleiben verbunden. Ihre Wände sind entscheidend für die Neurogenese, die einsetzt, sobald sich das Neuralrohr gebildet hat. Durch die Teilung der *Neuroepithelzellen* entstehen Neuronen und Neuroglia. Die Neuroglia bilden das Stützgewebe um die Neuronen.

Nach achtzehn Wochen ist die Zellbildung weitgehend abgeschlossen. In kleinen Mengen werden *Neuronen* auch noch bis einige Monate nach der Geburt gebildet. *Neuroglia* werden in geringer Zahl das ganze Leben gebildet.

Die durch eine Teilung entstandenen Neuronen bleiben im Gegensatz zu anderen Zellen, die sich immer wieder neu bilden, das ganze Leben bestehen. Es entsteht jedoch in dieser recht kurzen Zeit eine riesige Menge in rasanter Geschwindigkeit. Aus diesen gebildeten Neuronen gehen an dieser Stelle die ersten Strukturen verschiedener Gehirnregionen hervor. Der restliche, kompliziertere Teil erfolgt durch Migration der Nervenzellen.

Nach ihrer Entstehung an den Ventrikelwänden wandern die neuen Neuronen, die zunächst nur mit zwei haarähnlichen Fortsätzen an beiden Enden aus einem Zellkörper bestehen, an Pfaden entlang, die von den *Radialglia*s gebildet werden. Sie bewegen sich entsprechend verschiedener molekularer Anweisungen zu einer vorbestimmten Region des sich verdickenden Gehirns. Die Migration verläuft von innen nach außen und es bilden sich fünf Neuronenschichten, bei denen sich die letzten in zunehmend höheren Regionen festsetzen. Am Ende der Neurogenese, also in der Mitte der Schwangerschaft, haben die meisten ihre endgültige Position erreicht; sämtliche wichtigen Hirnstrukturen sind entstanden. Trotzdem ist dies noch der Anfang. Die Neuronen sind nichts weiter als Schösslinge mit kurzen Axonen, ein paar kurzen verästelten Dendriten und so gut wie keinen synaptischen

Verbindungen. Die Anschlüsse für das Kommunikationsnetz sind gelegt, aber noch nicht vernetzt und verbunden.

Die Synaptogenese beginnt in der fünften Woche der Embryonalentwicklung, doch sie vollzieht sich viel langsamer. Sie dauert die ganze Schwangerschaft und einen großen Teil des ersten Lebensjahres, in manchen Bereichen bis ins zweite Jahr nach der Geburt. Die Synapsen sind Kommunikationspunkte zwischen den Zellen, die sich an den Dendriten ansiedeln. Um die gewaltige Anzahl der Synapsen zu bewältigen, müssen die Neuronen die Oberfläche ihrer Dendriten gewaltig vergrößern. Sie bilden dornenförmige Fortsätze als Ansatzstelle für die Synapsen. Sie sprießen auf der gesamten Länge reifer Dendriten. 85 % des Dendritenwachstums erfolgte aufgrund des riesigen Ansturms von Synapsen nach der Geburt, vergleichbar mit der Entstehung eines Waldes, in dem die Schösslinge nach dem Licht streben, sich ausweiten und ein immer dichter werdendes Blätterdach bilden.

Die Verschaltung des Gehirns geschieht durch das Längenwachstum der Axone. Dieses beginnt, sobald sich die Neuronenschösslinge an ihrem Platz angesiedelt haben. An ihrem Ende haben diese einen sogenannten Wachstumskegel mit Tentakel, die sich wie ein Radar auf die Suche nach den zu ihnen passenden Neuronen machen. Diese Zielneuronen wiederum senden Lockstoffe aus und helfen damit den ihnen entgegen wachsenden Axonen, sie zu finden. Sobald das Neuron seine Zielneuronen gefunden hat, verbreitert es seine Dendriten und verbindet sich mit möglichst vielen passenden Neuronen. An diesen Verbindungsstellen bilden sich die Synapsen. So entsteht ein Geflecht von Verbindungswegen mit Ein- und Ausgängen von einem Neuron zum anderen, die von den Neuronen für den Transport ihrer Informationen genutzt werden können. Ein einziges Neuron kann bei seiner Suche sehr lange Wege zurücklegen, so dass kurze oder auch sehr lange Fernverbindungen mit unzähligen Übergängen (Synapsen) zum nächsten Neuron bestehen können.

Die sicheren Schaltkreise entstehen allerdings erst durch regelmäßige und häufige Nutzung. Doch das genetische Programm für das Gehirn reicht nicht aus, um diese Schaltkreise zu füttern und somit die Synapsen „einzuarbeiten“. Dafür sind unendlich viele Erfahrungen mit der Umwelt notwendig, und darum findet auch der größte Teil dieses Verbindungsaufbaus nach der Geburt statt. Das Zusammenspiel von sensorischen und motorischen Informationen und Antworten erzeugt die sicheren Verschaltungen. Dabei findet ein Ausleseverfahren der Synapsen statt, bei dem sich gut funktionierende Synapsen als Verbindungsstelle bewähren, die nicht oder wenig genutzten aber verkümmern. Dieses Ausleseverfahren hält bis ins Erwachsenenalter an.

Myelinisierung

Der nächste, parallel laufende Prozess ist die Bildung der Myelinscheide. Dies ist eine Schicht aus Lipiden, mit der die meisten Neuronen eines Erwachsenen Gehirns umkleidet sind.

Man kann sich die Schaltkreise als ein dichtes Gewirr von Leitungen vorstellen, durch die mittels elektrischer Impulse die Informationen geschickt werden. Faserstränge im Gehirn oder in den Nerven können viele tausend verschiedene Axone enthalten, die ihre Informationen senden. Deshalb benötigen sie eine isolierende Schicht, die verhindert, dass die Impulse der einzelnen Axone durcheinander geraten und ungenaue, verwirrende Informationen weitergegeben werden, mit denen die Zielstelle nichts anfangen kann und dadurch auch nichts verarbeiten kann.

Außerdem sorgt die Myelinscheide dafür, dass die elektrischen Impulse mit ihrem Ionenstrom sicher und schnell an ihr Ziel kommen, weil sie undichte Stellen der durchlässigen Membran der Nervenzellen abdichtet.

Die Reihenfolge der Myelinbildung läuft weitgehend nach einem genetischen Programm ab. Zusammen mit der Bildung der Synapsen ist der Beginn der Myelinbildung von entscheidender Bedeutung für die Funktionseinnahme der jeweiligen Region. Die Axonen in den älteren unteren Gehirnregionen, die grundlegende vegetative und Reflexfunktionen steuern (Bewegungen!), beginnen damit früher als die neueren höheren Regionen.

In den Nervenfasern des Rückenmarks setzt die Myelinbildung bereits im fünften Schwangerschaftsmonat ein, im Gehirn erst im neunten Monat. Sie läuft wie die anderen Prozesse in verschiedenen Stadien ab, in deren Verlauf die Scheide immer dicker wird und in der Zusammensetzung reift. Bei der Geburt sind Rückenmark und Hirnstamm vollständig ummantelt. Die vollständige Myelinisierung des Kortex ist erst im jungen Erwachsenenalter abgeschlossen.

Ob die Anregung der Umwelt die Myelinbildung fördern kann, ist nicht erwiesen. Sicher ist jedoch, dass Mangelernährung sich ungünstig auf sie auswirkt.

Vorgeburtliche sensomotorische Lernerfahrungen

Nachdem ich mich jetzt dem hauptsächlich genetisch gesteuerten Aufbau des Nervensystems gewidmet habe, möchte ich mich nun den Lernerfahrungen zuwenden, die das Ungeborene im Mutterleib in der Kommunikation mit seiner Umwelt macht. Es sind die Anpassungsprozesse, die es mit Unterstützung seines genetischen Programms und seiner Menschen, in diesem Stadium hauptsächlich die Mutter, selbst vollbringen kann. Gleichzeitig unterstützen seine Anpassungsreaktionen wiederum den weiteren Prozess der Anpassung seines von Genen und Menschen gesteuerten Unterstützungssystems.

Ich habe bereits angedeutet, dass die intrauterinen und primären Reflexe eine zentrale Bedeutung für das Vollbringen eigener Anpassungsleistungen in der Kommunikation mit der Umwelt (also für das Lernen) haben, die nicht nur das Überleben sichern, sondern auch die Entfaltung des individuellen menschlichen Potenzials und sein geistiges Wachsen befördern.

Die Reflexe sind Reaktionsmöglichkeiten, die dem Fetus als Antwort auf (Sinnes-)Erfahrungen mit seiner Umgebung zur Verfügung stehen. Durch diese reflexbedingten Reaktionen werden wieder neue Erfahrungen gemacht, die dem weiteren Aufbau des Nervensystems dienen und den Neuronen Informationen zum Bau ihrer Schaltkreisläufe geben. Sie benötigen dazu sensorischen Input, der über die *afferenten Bahnen* von der Peripherie zum Zentralnervensystem gelangt (sensorischer Input) und dort wieder eine Erregung über die *efferenten Bahnen* zurücksendet (motorischer Output).

Das bedeutet: es erfordert zuerst eine Wahrnehmung, ehe der Fetus mit einem Reflex darauf reagieren kann. Es stellt sich nun die Frage: Welche Sinne funktionieren überhaupt schon im Mutterleib und welche reflexgesteuerten motorischen Antworten sind möglich?

Von allen unseren Sinnen entsteht der Tastsinn als erster. Embryonen können schon fünfzehn Wochen nach ihrer Zeugung eine Berührung der Lippen oder der Nase spüren, eine Fähigkeit, die sich dann rasch auf den ganzen Körper ausdehnt. Die einzige Ausnahme besteht für die Ober- und Rückseite des Kopfes, was eine wunderbare Anpassungsleistung der Natur darstellt, wenn man an die Geburt denkt.

Diese Wahrnehmung von Berührung, die sich natürlich noch stark von der Wahrnehmung des voll entwickelten mit dem Kortex verknüpften Tastsinn unterscheidet, löst schon früh Bewegungsreaktionen aus, die von der Rückenmarksebene gesteuert sind, den ersten einfachen Schaltkreisen, die schon angelegt sind. Es sind die weiter oben beschriebenen Rückzugsreaktionen. Damit wird sichergestellt, dass die von außen kommenden Reize nicht überfordernd für das wachsende Leben und damit lebensbedrohlich sind.

Die Anpassungsleistungen der Mutter sind in dieser Zeit ebenfalls von Bedeutung, denn sie benötigt und beansprucht ebensoviel Ruhe. Die Umstellung ihres Organismus erzeugt z. B. viel Schlafbedürfnis und eine Abneigung gegenüber anstrengenden Unternehmungen. Auch wird sie achtsamer mit ihrer Ernährung und entwickelt neue Vorlieben und Abneigungen.

Die Sinneszellen des Rückenmarks erreichen dann wenig später den Hirnstamm, wo Berührungsreize mit anderen Sinnen wie dem Gleichgewichts- und dem Hörsinn verschaltet werden. Die Entwicklung des Hör- und Vestibulärapparates ist schon sehr früh angelegt. Beide beginnen gleichzeitig damit, doch macht der Vestibulärapparat schnellere Fortschritte. Wahrscheinlich deshalb, weil die frühe Funktionsfähigkeit des Gleichgewichtsinnes so wichtig für die ordnungsgemäße Entwicklung anderer Teile des Nervensystems ist. Doch bleiben Hör- und Gleichgewichtsinne lebenslang eng miteinander verknüpft. Man bedenke hierbei, dass das Hören von Klang und dessen Rhythmus mit Vibrationen verbunden ist, die sich in kleinen Bewegungen des Körpers ausdrücken und über die Tiefensensibilität, dem propriozeptiven Sinn, wahrgenommen werden. Hierbei handelt es sich um Sinneserfahrungen, deren Schaltkreise auf den unteren Gehirnebenen angesiedelt sind und damit ein weiteres wichtiges Erfahrungsfeld für das Ungeborene darstellen.

Laut Dr. Alfred Tomatis, der die Bedeutung der Hörerfahrung im Mutterleib (den Klang der mütterlichen Stimme) in den Mittelpunkt seiner Methode stellt, mit der er traumatisierende Mangelenerfahrungen und dadurch ausgelöste Entwicklungsprobleme heilen will, macht schon der Embryo Hörerfahrungen auf der untersten Ebene des Gehirns, die er später in das weiter entwickelte Nervensystem integriert. Diese Erfahrungen bilden für ihn die Basis für den menschlichen Antrieb zur Kommunikation mit der Umgebung und damit für Lernen und Entwicklung. Die ersten Erfahrungen des HORCHENS auf die Mutter und die damit übermittelte emotionale Qualität sind entscheidend für die HORCHENDE Haltung in der Welt.

Zwischen der 7. und der 14. Woche bilden sich die Haarsinneszellen des ausgebildeten Vestibulärapparates und locken die Neuronen des *Nervus vestibularis* zu sich, um sich mittels sehr früher Synapsen mit ihnen zu verbinden. Außerdem wachsen diese primitiven Vestibularneuronen auch auf den Hirnstamm zu. Der *Nervus vestibularis* ist der erste Nervenstrang, der ungefähr in der letzten Woche des ersten Schwangerschaftsdrittels mit der Bildung von Myelinscheiden beginnt.

In diesem Zeitraum liegt auch die Entstehung des **Moro-Reflexes** (9.-12. Woche), der die Rückzugsreaktionen ablösen soll. Wenn man bedenkt, dass die bis dahin einzige Antwort auf Sinnesreize der Rückzug war, also die Abwendung, so könnte man die Moro-Reaktion als eine zunächst zwar zurückschreckende, aber dann sich neuen Erfahrungen zuwendende Bewegung betrachten. Er sorgt dafür, eine bisher übliche Reaktion zu hemmen und durch eine andere Möglichkeit der Beantwortung zu erweitern, nämlich, statt „zurückzugehen“ darauf „zuzugehen“. Der Moro-Reflex ist eine automatisierte Flucht- oder Kampfreaktion.

Ausgelöst wird er durch einen plötzlichen Sinnesreiz, pränatal sicher meist ein vestibulärer Reiz, einer plötzlichen Lageveränderung des Kopfes. Es kann auch ein plötzliches lautes Geräusch sein, eine unsanfte Berührung u. ä.

Er zeigt sich erst im Zurücknehmen des Kopfes und der Streckung von Armen und Beinen (nach der Geburt begleitet von einem Anhalten der Luft), um dann in eine Vorwärtsbewegung überzugehen, bei der Arme und Beine verschränkt werden, der Körper eine gebeugte Haltung einnimmt (nach der Geburt begleitet von Ausatmung und einem sich lösenden Schrei).

Der Fetus macht mit dieser Bewegung neue Erfahrungen und liefert damit dem Nervensystem eine Menge neuer Inputs.

Zunächst einmal hat die Beugung nach vorne den Effekt, sich selbst zu spüren; also taktile Erfahrungen mit sich selbst zu machen. Der Fetus kann seine Arme und Beine in der Berührung wahrnehmen, seine Hände befinden sich am Mund, können sich gegenseitig spüren, sowie auch die Beine und die Füße. Dies alles ist eine enorme Bereicherung für das taktile System, das zu diesem Zeitpunkt bereits recht gut angelegt ist und sich mit diesen Erfahrungen weiter ausbilden kann. Die Sinnesnervenzellen im Rückgrat richten sich auf die innervierten Stellen der entsprechenden Körperregion aus und erzeugen damit zuerst im Hirnstamm und dann auf der nächsten Ebene, dem Thalamus, eine Landkarte des Körpers. Schon in der 15. Woche, hauptsächlich jedoch ab der 20. Woche beginnen die Axone mit der Synapsenbildung auf ihren ausgereiften kortikalen Zielen. Diese zieht sich bis ins letzte Schwangerschaftsdrittel hinein. Jetzt ist dem Fetus die subjektive Wahrnehmung von Berührung erst möglich.

Ein weiterer Effekt der Moro-Bewegung ist deshalb meines Erachtens, schon im Mutterleib die Erfahrung zu machen, sich durch Berührung beruhigen zu können, einmal dadurch sich selbst zu spüren, zum anderen durch das Spüren der mütterlichen Umgebung. Die Vorwärtsbewegung macht den Raum enger und die Erfahrung mit und durch Umgebung erst möglich. Später, wenn der Fetus größer wird, nimmt er immer mehr diese Beugehaltung durch die Enge des Raumes ein. Dies könnte eine Vorbereitung auf die starken überflutenden Reize während und nach der Geburt sein, um das Kind in die Lage zu versetzen, sich am Körper der Mutter zu beruhigen?

Die Erfahrungen, die das vestibuläre System durch die Moro-Reaktion machen kann, sind offensichtlich. Es sind Erfahrungen mit der Lage im Raum, mit Bewegung durch den Raum, mit der Stellung einzelner Körperteile, vor allem des Kopfes, im Raum, der in der vorgeburtlichen Zeit natürlich noch mit Wasser gefüllt ist. Erst später kommen direkte Erfahrungen mit der Schwerkraft dazu. Bis dahin macht es nur Erfahrungen mit der Schwerkraft der Mutter, die vielleicht immer authentischer werden, je enger der Raum um den Fetus wird und je mehr er dadurch die Bewegung mit der Mutter erfahren kann.

Die später dazu kommenden Reflexe erlauben noch differenziertere vestibuläre Erfahrungen und sind damit ein wesentlicher Beitrag für die früh fortgeschrittene Entwicklung des Vestibulärapparates, der allerdings in anderen Bereichen erst bis zum zwanzigsten Lebensjahr endgültig ausgereift ist.

Nennen möchte ich an dieser Stelle als wesentlichen Reflex für die vestibuläre Reifung den **Tonischen Labyrinth-Reflex/TLR**. In der 12. Woche taucht der TLR **vorwärts** auf. Bei Bewegung des Kopfes über die Wirbelsäule nach vorne beugen sich die Arme und Beine und der Fetus nimmt die Beugehaltung ein. Mit Geburtsbeginn zeigt sich der **TLR rückwärts**, bei dem das Kind bei Bewegung des Kopfes über die Wirbelsäule hinaus nach hinten seinen ganzen Körper in die Streckposition bringt. Dies übt den Beuge- und Strecktonus der Muskulatur, dessen Feinabstimmung später für gezielte Bewegungen nötig ist. Zum anderen sind es erste primitive Reaktionen auf die Schwerkraft.

Ich möchte nun noch, in Aussparung der genauen Beschreibung der restlichen Sinnessysteme, auf die Bedeutung der kinästhetischen (Bewegungs-)Erfahrung durch den Moro-Re-

flex eingehen. Außer den Tasterfahrungen durch die Bewegung seiner Gliedmaßen und die Beugung des Rumpfes sowie den damit verbundenen vestibulären Informationen bekommt der Fetus für sein motorisches System wichtige Nahrung.

Bewegungen sind schon in der 6. Woche der Schwangerschaft zu beobachten. Einzelne Arm- und Beinbewegungen beginnen um die achte Woche. Zwei Wochen später bewegen sich die Finger. Mit neun Wochen sind die meisten Feten in der Lage, ihre Hand zum Gesicht zu heben. Weitere überraschend koordinierte Bewegungen, die im ersten Schwangerschaftsdrittel einsetzen, sind Schluckauf, Sich-Recken, Gähnen, Saugen, Schlucken und Greifen, ein frühes Muskeltraining. Besonders intensiv sind die Bewegungen des Fetus in der Mitte der Schwangerschaft. Sie werden dann seltener, weil der Platz enger wird und höhere Gehirnebenen langsam die Kontrolle über bestimmte spontane Bewegungen übernehmen. Es setzen komplexere Bewegungen ein, die das Überleben nach der Schwangerschaft sichern sollen: Atemübungen mittels Kontraktion des Zwerchfells und der Brustmuskeln, Saug- und Schluckbewegungen (27. Woche) und deren Koordination (28. Woche), Saug- und Schluckbewegungen im Einklang mit dem Atem (33. Woche).

All dies stellt die Voraussetzung für die Kräftigung der Muskeln und die Feinabstimmung der sich entwickelnden motorischen Schaltkreise, zuerst im Rückenmark, danach im Hirnstamm, anschließend im primären motorischen Kortex und schließlich in den übergeordneten motorischen Feldern, im Stirnlappen dar. Die Motoneuronen, die aus dem Rückenmark austreten, gehören zu den allerersten Nervenzellen des gesamten Gehirns und beginnen in der Mitte der Schwangerschaft mit der Myelinbildung. Im letzten Drittel findet sie im Hirnstamm statt, im primären Kortex beginnt sie etwa zum Zeitpunkt der Geburt.

Für all dies treten eine Reihe weiterer primärer Reflexe in Erscheinung, die diese Vorgänge in Gang setzen und unterstützen.

Ungefähr zeitgleich mit dem Moro-Reflex in der 9. Woche erscheint der **Palmar Reflex** (Handgreifreflex). Wenn die Handinnenfläche berührt wird, bildet die Hand eine Faust. Diese Reaktion versetzt das Kind in die Lage, sich in einer bedrohlichen Situation (an der Mutter, bei Primaten gut zu beobachten) festzuhalten, etwas zu umklammern. Die Auslösung des Palmar Reflexes kann die Moro-Reaktion verhindern. Für den Fetus hat es den Effekt, dass er mit dem Hinzukommen des Palmar Reflexes noch weitere Reaktionsmöglichkeiten auf auslösende Sinnesreize gibt. Es ist nicht schwer zu erkennen, wie diese Reaktion das taktile, kinästhetische und vestibuläre System stimuliert und damit Impulse für das neuronale Wachstum und dessen synaptische Verschaltung gibt.

Das gleiche gilt für den **Plantar Reflex** (Fußgreifreflex), der ebenfalls in der 9. Woche entsteht und wie der Palmar Reflex erst bei der Geburt vollständig entwickelt ist. Die erfahrene Bewegung und die damit verbundene Spüererfahrung, taktil und propriozeptiv, trägt sicherlich dazu bei, das Körperbild im Thalamus zu vervollständigen und den Aufbau des Körperbildes im Kortex anzulegen.

In der 18. Woche beginnt sich der **Asymmetrisch Tonische Nackenreflex** zu entwickeln, der ebenfalls zum Zeitpunkt der Geburt vollständig ausgereift ist. Der **ATNR** zeigt sich bei Drehung des Kopfes zur Seite, indem sich die Gliedmaßen auf der Hinterhauptseite beugen und auf der anderen strecken. Er erleichtert und fördert die intrauterinen Bewegungen des Fetus, entwickelt Muskeltonus und homolaterale Bewegungen und ist bedeutsam für den Verlauf der Geburt. Er stellt sicher, dass durch die Streckung der Gliedmaßen auf der Gesichtsseite die Atemwege des Kindes frei sind und erleichtert das Gleiten durch den Geburtskanal.

In der 20. Woche tritt der **Spinale Galant Reflex** (Rückgratreflex) auf. Erfährt der Fetus links oder rechts entlang der Wirbelsäule eine taktile Stimulation, so zuckt das Becken in

Richtung der stimulierten Seite und das Bein streckt sich, während sich das gegenüberliegende Bein leicht beugt. Der Fetus vollzieht damit eine schlängelnde Bewegung. Diese Bewegungsreaktion bietet eine weitere Variante für das intrauterine Bewegungsprogramm, ist eine Ergänzung des ATNR und hilft, ihn später abzulösen. Er bewirkt eine Flexibilität im Lendenbereich. Es ist vorstellbar, dass er damit auf der unteren Gehirnebene schon die Bewegungen für die Fortbewegung programmiert. Sicher helfen diese Hüftbewegungen, geschmeidiger durch den Geburtskanal zu kommen, da sie die Drehbewegungen unterstützen.

Die **Such- und Saugreflexe** tauchen in der 24. bis 26. Woche auf, genau zu der Zeit, in der man beobachten kann, dass der Fetus routiniert Daumen lutscht, also die Bewegung der Hand zum Mund schon vielfach erprobt hat und bereits Erfahrungen mit seinen Fingern gemacht hat. Sie initiieren Such- und Saugreaktionen bei der Berührung der Mundregion. In der Zeit ihres Erscheinens übt der Fötus auch die Koordination von Saug- und Schluckbewegungen. Sie dienen der Entwicklung der Gesichtsmuskeln und sind hilfreich für die Synaptogenese der Mimik (Lächeln) und der Mundmotorik.

Das wären im wesentlichen die primären Reflexe, die den Fetus im Lernfeld Uterus zu seinen eigenen Anpassungsreaktionen befähigen, um damit fortschreitend den weiteren genetisch programmierten Entwicklungsprozess anzuregen. Von Anfang an ist es ein Wechselspiel zwischen dem vorprogrammierten organischen Wachstum und den Wahrnehmungen aus der Umgebung mit der entsprechenden motorischen Antwort, die wiederum neue sensorische Informationen liefert usw..

Der Mutterleib ist eine vielfältig stimulierende Umgebung, die dem Ungeborenen bei gutem Verlauf in Schutz und Geborgenheit eine Fülle von Sinneseindrücken bietet. Alle Sinnesysteme werden bereits früh angesprochen. Besonders die basalen: vestibuläre, taktile, propriozeptive, kinästhetische, aber auch Riechen, Schmecken, Hören und Sehen (zumindest in hell-dunkel). Das Hören, wenn auch noch nicht so differenziert wie später, nimmt einen großen Raum ein, weil die Geräusche der Mutter, ihr Herzschlag, ihre anderen Körpergeräusche und auch ihre Stimme eine ganz besondere Verbindung nach „draußen“ darstellen. Erleben von Rhythmus, Tageszeiten und besonderen Ereignissen in Ton und Erleben von Ruhe und Lebhaftigkeit oder gar Aufregung, geben dem Fetus das Übungsfeld, mit seiner Ausstattung von Fähigkeiten angemessen zu reagieren.

Wenn man dies bedenkt, kann es einen angesichts des äußeren Eindrucks von Hilflosigkeit des Neugeborenen in Erstaunen versetzen, wie viele Möglichkeiten der Wahrnehmung und Bewegung für den Fetus bestehen, auf die Eindrücke seiner Umgebung zu reagieren, mehr noch, wie er durch diese Erfahrungen darauf vorbereitet wird, für die kommenden Herausforderungen ausgerüstet zu sein. Es zeigt uns, dass man durchaus vom kompetenten Säugling sprechen kann

Lernfeld Erde/Wachstum des Stammes

Wenn alles seinen guten Verlauf genommen hat und das Kind mit einer Fülle von Anpassungsreaktionen ausgestattet ist, durch die seine sensorischen und motorischen Fähigkeiten und die Funktionalität seines Nervensystems reifen und wachsen konnten, ist der Zeitpunkt gekommen, das pränatale Lernfeld gegen ein neues Lernfeld auszutauschen. Die Erfahrungen im Mutterleib reichen nicht mehr aus, um im Entwicklungsprozess weiter voran zu schreiten. Alle sensorischen und motorischen Erfahrungen wurden in einer Welt gemacht, die abgeschlossen ist, umgeben von Wasser und versorgt vom Blutkreislauf der Mutter. Für das weitere Wachsen braucht das Kind die Erfahrungen mit der Schwerkraft. Eine Umgebung mit Luft, das Funktionieren des eigenen Kreislaufsystems, die eigenständige Aufnahme von Nahrung, ein eigenes Stoffwechsel- und Verdauungssystem, das Entwi-

ckeln eigener motorischer Fähigkeiten, die Erweiterung der Möglichkeiten sensorischen Inputs. Bisher hat es gelernt seine Mutter zu spüren und zu hören, jetzt wird es Zeit sie zu sehen, das körperliche Einssein in einem Organismus aufzugeben und damit die Erfahrungswelt zu bereichern. Geistig wird der Säugling noch länger mit seiner Mutter symbiotisch verbunden bleiben.

Die Geburt ist mit ihren Erfahrungen des Übergangs in eine neue Welt ein entscheidendes Ereignis und ein wichtiger Start für das weitere Lernen. Ich will dies anhand der Beschreibung der Aufgaben der frühkindlichen Reflexe bei der Geburt näher erläutern.

Die Geburt

Es ist wichtig, dass der Impuls für die Geburt vom Kind selbst ausgehen kann. Wieder ist dies ein komplexes ineinander verwobenes Programm von genetischen und umweltbedingten Faktoren. Hat das Kind genügend Erfahrungen des Lernprogramms „Mutterleib“ machen können, d. h. fühlt es sich sicher und ist satt an Nahrung für Körper, Seele und Geist, dann wird ihm seine Welt eng und ungemütlich. Das ist übrigens eine Tatsache, die uns ein Leben lang antreibt, unseren Horizont zu erweitern, dazuzulernen und die beste Voraussetzung für das kommende Lernklima. Die sensible Phase der Geburt ist erreicht. Es laufen biologische Prozesse, wie die Ausschüttung von Hormonen, die den Geburtsablauf fördern und damit Kind und Mutter bei der zu leistenden Anstrengung unterstützen sollen, ab.

Leider passiert es viel zu oft, dass die Außenwelt in diesen wichtigen Prozess eingreift, damit die Selbstregulation und Selbsthilfe behindert und Mutter und Kind in ihrer Autonomie beschränkt. Ich denke dabei an künstlich eingeleitete Geburten, an vorher festgelegte Termine für den Kaiserschnitt, an Trennung von Mutter und Kind direkt nach der Geburt oder den Einsatz technischer Hilfsmittel. Wenn Leben oder Gesundheit von Mutter und Kind ernsthaft bedroht sind, gibt es nichts gegen solche segensreiche Maßnahmen einzuwenden. Wenn diese aber eingesetzt werden, um persönliche, übersteigerte Sicherheitsbedürfnisse zu befriedigen und einem Mangel an Bereitschaft zur Verantwortungsübernahme entspringen, so ist es eine Fehleinschätzung der Bedeutung einer natürlich verlaufenden Geburt und der Risiken für die seelische, körperliche und geistige Weiterentwicklung, die damit einher gehen. Ich glaube, dass kaum einer auf die Idee käme, die unnötige Behinderung dieses bedeutenden Anfangs mit der Pisastudie in Verbindung zu bringen. In Wahrheit lässt sich aber durchaus ein nachvollziehbarer Zusammenhang ableiten.

Der Verlauf der Geburt und die Zeit danach hat prägenden Einfluss auf die Mutter-Kind Bindung, die ein wesentlicher Faktor für das gesunde seelische, geistige und körperliche Heranreifen ist. Der Blick auf den Einfluss der Reflexreife, die auch für das ganzheitliche Wachstum verantwortlich ist, soll deutlich machen, wie diese eingebettet ist in den Aufbau einer sicheren primären Bindung, die alle späteren Bindungen und Beziehungen beeinflusst.

Voraussetzung für die vollkommene Ausreifung der primären Reflexe, dafür, dass es zur Ablösung durch höhere Funktionen, u. a. durch die Brücken-, Halte- und Stellreflexe kommen kann, ist deren Einsatz für das, wofür sie bestimmt sind. Die primären Reflexe haben zum Zeitpunkt der Geburt ihre Einsatzbestimmung noch nicht völlig erreicht, sondern erfüllen weiterhin wichtige Aufgaben für den Ablauf der sensomotorischen und auch emotionalen Entwicklung. Sowohl die Überstimulation (Überforderung, z. B. zu viele bedrohliche Ereignisse in den ersten Wochen und häufige Auslösung des Rückzugsreflexes, erschwert den Übergang zur Moro-Reaktion), als auch die Unterstimulation (Unterforderung) der primären Reflexe führen zu deren Persistenz, was soviel heißt, dass die höheren Systeme von den primären Reflexen beherrscht werden statt von den Instruktionen des Kortex.

Betrachten wir jetzt die Reflexe der Reihe nach in ihrem peri- und postnatalen Einsatz.

Bevor die Wehen einsetzen ist es wichtig, dass der Fetus die richtige Position hat. Ein gut funktionierender **TLR vorwärts** und ein geübter Gleichgewichtssinn, auch durch den wiederholten Ablauf der Moro-Reaktion und die zahlreichen initiierten Bewegungen, veranlassen das Kind, seinen Kopf mit dem Hinterhaupt voran vor den Geburtskanal zu positionieren. Ich erinnere daran, wie gut es die Natur eingerichtet hat, ausgerechnet die Kopfoberfläche und das Hinterhaupt unempfindlich für Berührungen zu lassen. Möglicherweise ist dies der Grund, dass der Fetus sein Hinterhaupt an dieser engen Stelle plaziert. Dadurch hat er sein Gesicht freier und benötigt weniger Platz im engen Geburtskanal. Der Schädel mit seinen Platten und den Fontanellen kann sich im Druck des engen Ganges zusammenschieben.

Kurz vor der Geburt ist der **TLR rückwärts** präsent, genau die Bewegung, die das Kind braucht, um sich aus seinem Beugetonus in den Strecktonus zu begeben und mit seinem rückwärts gestreckten Kopf in den Geburtskanal zu kommen, unterstützt von den Wehen, dem regelmäßigen Zusammenziehen des Uterus.

Jetzt arbeitet sich das Kind mit „schraubenden“ Bewegungen seines Kopfes und der Rotation seines gesamten Körpers vorwärts. Dabei hilft ihm der **ATNR**, der die Gliedmaßen auf der Gesichtsseite in die Streckung bringt und so ein besseres Hindurchgleiten ermöglicht. Später, wenn das Kind mit seitlich gedrehtem Kopf aus dem Geburtskanal austritt, stellt der ATNR sicher, dass das Gesicht frei ist und nicht in den ersten Atemzügen behindert wird.

Der Weg durch den Geburtskanal wird außerdem unterstützt durch die Bewegung der Füße, der Beine und der Hüfte. Dabei hilft der **Plantar Reflex**, der die spontane Bewegung von Zehen und Füßen ermöglicht und damit dem Kind hilft, sich mit den Füßen abzustoßen, eine vertraute Übung aus der Zeit im Uterus.. Der sogenannte **Schreitreflex**, der bei Kontakt der Füße auf einer Unterfläche Gehbewegungen auslöst und der **Spinale Galant Reflex**, der die Flexibilität von Hüft- und Lendenwirbel ermöglicht, unterstützen diese drehende Geburtsbewegung, so dass eine Kombination von Abstoßen, sich Hindurchwinden, Schlängeln bis hin zum Krabbeln möglich wird. Direkt nach der Geburt könnte diese Kombination zusammen mit dem Einsatz des **Palmar Reflexes**, dem Greif- und Umklammerungs Reflex dem Säugling sogar erlauben, vom Bauch der Mutter eigenständig bis zur Brust zu gelangen, um dann mit Hilfe der **Such- und Saug Reflexe** die beruhigende Nahrungsquelle zu finden. Es wird vermutet, dass auch der **STNR**, den ich später noch genauer beschreiben werde, an dieser Krabbelbewegung beteiligt ist, weil dieser genau wie der Schreitreflex nach der Geburt vorübergehend zu beobachten ist, um dann wieder verschwindend erst später wieder aufzutauchen. Es könnte auch sein, dass er, ähnlich wie man beim Schreitreflex vermutet, zwar noch vorhanden ist, aber wegen der Zunahme des Gewichts der Beine nicht mehr gezeigt werden kann. Der Schreitreflex soll jedenfalls den Säugling bei seinen Strampelbewegungen unterstützen.

Wenn das Neugeborene selbst vom Bauch der Mutter zur Brust gelangen könnte, dann wäre das ein idealer Beginn für den Eintritt in eine neue Phase der Bindung zwischen Mutter und Kind, wenn genau zu diesem Zeitpunkt die letzte Verbindung mit dem alten Bindungssystem, die Nabelschnur, getrennt wird und die Nachgeburt, der Ausstoß der Plazenta, stattfindet. Außerdem wären es die ersten Erfahrungen mit den neuen Bedingungen der Schwerkraft.

Das Eintauchen in die neue Atmosphäre, die Luft, die den Säugling umgibt, hilft der **Moro Reflex** zu überstehen. Die neue reizüberflutende Umgebung löst dessen Rückwärtsbewegung aus und das Anhalten der Luft, wogegen die Vorwärtsbewegung und der erste Schrei das erste Einatmen und die Hinwendung zu einer Quelle der Beruhigung, am besten der Bauch der Mutter, ermöglicht.

Wir sehen, wie genau abgestimmt all diese vorhandenen Reflexe dem Säugling die entsprechenden Anpassungsreaktionen ermöglichen und ihm damit einen guten Start für den weiteren Ausbau seiner Kompetenzen liefern. Noch werden sie ihn eine Weile begleiten und ihn weiter unterstützen, bevor sie von höheren Leistungen abgelöst werden können, die das sich weiter entwickelnde ZNS mittels der Fülle neuer Sinneseindrücke, die jetzt auf ihn zukommen, entfalten wird. Wichtige Eindrücke, die nur durch die Erfahrungen im Geburtskanal und beim Austritt aus diesem gemacht werden können, wurden als Start für alle weiteren Wahrnehmungsfahrungen schon geliefert.

Da gibt es z. B. den intensiven Druck auf den ganzen Körper des Säuglings in der Enge des Geburtskanals, der die letzte Steigerung der zuvor erfahrenen Enge im Uterus bedeutet. Die intensive Stimulierung des taktilen und propriozeptiven Systems zusammen mit den vorher schon erwähnten vestibulären Erfahrungen mit der Schwerkraft liefern dem ZNS wichtige Informationen für die bis dahin rudimentär angelegte Körperkarte, deren Entfaltung Voraussetzung für die willentlich gesteuerte Bewegung ist und zu immer mehr verfeinerten Bewegungshandlungen führt, die dem kleinen Menschen ermöglichen die Eroberung des Lernfeldes Erde ermöglichen.

Lernaufgaben der ersten Lebensjahre

Der Mensch wird als physiologische Frühgeburt betrachtet. Im Gegensatz zu den Säugetieren, die sich nach ihrer Geburt unmittelbar aufrichten können, braucht der Säugling ein gutes halbes Jahr, bis er sich auf „alle Viere“ aufrichten kann und noch länger, bis er sich vorwärts bewegen kann. Sein Ziel jedoch ist damit noch nicht erreicht. Sein genetisches Programm treibt ihn weiter an, sich aufzurichten in den Stand, auf seine zwei Füße und sich auf diesen fortzubewegen.

Die Fortbewegung ist das zentrale Mittel die Welt zu erkunden, mit den Menschen und Dingen, die in der umgebenden Welt zu finden sind, zu kommunizieren. Während die Aufrichtung einerseits nach dem genetischen Programm der „*Menschwerdung*“ abläuft, braucht sie andererseits eine Fülle von (Sinnes-)Erfahrungen, die es vorantreiben. Die ebenso biologisch vorprogrammierte weitere Ausbildung der Sinnessysteme ist wiederum auf Bewegungserfahrungen mit der Umwelt angewiesen, die deren Spezialisierung weiter vorantreibt und zum Schluss in der Aufrichtung auf zwei Beine ganz eigene Fähigkeiten mit der Verarbeitung dieser Sinneseindrücke ausbildet.

Die wesentlichen ausschließlich dem Menschen vorbehaltenen Fähigkeiten bilden sich aus der immer differenzierter werdenden Ausführung der Bewegungen, der Feinmotorik der Hände und des Gesichtes, die sich erst in der Aufrichtung vollkommen entfalten können. Es ist die Möglichkeit des Werkzeuggebrauchs und die Sprache in Mimik, Gestik, Worten und Klang der Stimme, die den Menschen befähigen, in einen wesentlich komplexeren Austausch mit der Welt zu gehen.

Die Sprache macht es möglich, die Handlungserfahrungen zu mentalisieren und eine Vorstellung von ihnen auszubilden ohne sie konkret durchführen zu müssen. So entsteht aus der zunächst nur erfahrenen Gegenwart eine erinnerte Vergangenheit und eine vorausgedachte Zukunft. Die Entstehung von Bewusstsein mit der Fähigkeit über sich selbst und (das) Andere nachzudenken.

Mit all dem ist das Kind in seinen ersten drei, vier Lebensjahren damit beschäftigt, die spezifischen menschlichen Fähigkeiten im Ansatz auszubilden, um sie bis ins junge Erwachsenenalter zu vervollständigen und dann im Laufe seines Lebens zu vervollkommen.

Der Erwerb dieser Eigenschaften erfolgt natürlich von Anfang an parallel und nicht in abgeschlossenen Phasen; eine nach der anderen. Ich erinnere an das Bild des Baumes, er vollzieht sich in ineinandergreifenden sich gegenseitig beeinflussenden kleinen Schritten. Dennoch gibt es Meilensteine, die sich in den ersten Lebensjahren nacheinander zeigen. Sie sind jeweils der Beginn von Fähigkeiten, die sich immer komplexer und differenzierter ausgestalten:

- Die Aufrichtung im ersten Lebensjahr
- Das Ausbilden von Sprache im zweiten Lebensjahr
- Das „Bewusst Werden“ von einem ICH mit eigenen Erfahrungen und Erinnerungen im dritten Lebensjahr.

Um diese Meilensteine zu erreichen, benötigt das Kind die Hilfe seines sich weiter ausbildenden Nervensystems und die Unterstützung einer fördernden Umgebung, die sich auf seine Fähigkeiten und Bedürfnisse einstellt. Wie bei der pränatalen Entwicklung bereits beschrieben, findet vom ersten bis zum zweiten Lebensjahr ein enormes Wachstum der Axone und deren Verschaltung mit den Synapsen statt. Das Gehirn erreicht also im ersten Jahr dreiviertel seines Erwachsenengewichts.

Die Auslese der Synapsen ist ein Vorgang der noch bis weit ins Erwachsenenalter reicht und mit deren Nutzung zusammenhängt. Jede einzelne Information, jede Erfahrung, bildet eine eigene Bahn bzw. ihren eigenen Schaltkreis. Es ist ein enormer Vorgang, wie alles nach Ähnlichkeit und Zweckmäßigkeit für eine angemessene Reaktion gebündelt und weitergeleitet wird. Wie wir wissen hilft dabei die Myelinisierung, „die Isolierung der verschiedenen Kabel“. Diese findet ebenfalls bis ins Erwachsenenalter statt, denn erst die Bildung der Schaltkreise und ihre Nutzung, d. h. die Fülle von Umwelterfahrungen, ziehen die entsprechende Myelinbildung nach sich.

Die Entwicklung der Aufrichtung, der Sprache und eines reflektierenden Ichs erfordern eine sinnvolle Verarbeitung der sensorischen Eindrücke, die für das Gehirn einen verständlichen Input ergeben. Dies geschieht in der Aufnahme, Weiterleitung und Verknüpfung mit anderen sensorischen Informationen und der damit verbundenen Gefühle, in deren Abstimmung aufeinander und der dazu erforderlichen Hemmung und Bahnung der verschiedenen Erregungen. Erst dann kann eine adäquate und zweckmäßige (motorische) Antwort erfolgen, die zu erneuten sensorischen Erregungen führt. Diesen Vorgang nennt man sensorische Integration.

Die Bewegungen, die auf Grund der Reflexfähigkeit ausgeführt werden, dienen der Myelinisierung der Nervenbahnen des Gehirns, so ähnlich wie der Ausbau eines Straßennetzes. Die primitiven Reflexe sind für die Grundstruktur dieses Straßennetzes noch nützlich, brauchen aber bald die Unterstützung anderer Reaktionen, die die Wege breiter auszubauen helfen und Rahmenbedingungen schaffen, damit alle Systeme des Gehirns funktionieren und so effektiv wie möglich zusammenarbeiten.

Diese neuen Reaktionen, die **Halte- und Stellreflexe**, bilden sich allmählich aus und entstehen in Interaktion mit den frühen Reflexen. Die Hemmung der verschiedenen primitiven Reflexe verläuft deshalb in einem Zeitraum zwischen zwei Monaten (postnatal) und drei bis sechs Jahren. Die einzige Ausnahme bildet der Rückzugsreflex, der schon intrauterin gehemmt sein soll.

Die Halte- und Stellreflexe unterstützen nicht nur die wichtigen Entwicklungsaufgaben des Kindes, wie z. B. im ersten Jahr die Aufrichtung, sondern bleiben lebenslang, als automatisierte Reaktionen, vom Mittelhirn ausgehend, ohne dass es eine gezielte Handlungsplanung des Kortex bedarf, erhalten. Die Steuerung von Anpassungsreaktionen durch die un-

tere Gehirnebene, dem Hirnstamm, hat den Vorteil, dass sie schneller erfolgen kann und den Kortex für komplexere Aufgaben „freistellt“.

Das Erscheinen der Halte- und Stellreflexe kennzeichnet die aktive Einbeziehung höherer Hirnstrukturen und ist ein Zeichen wachsender Reife des ZNS. Für den Übergang zwischen der notwendigen Hemmung der frühen, die Entwicklung zu diesem Zeitpunkt behindernden Reflexe und der noch nicht erreichten Reife des Gehirns für die höheren Reflexe, gibt es die sogenannten Brückenreflexe. Sie sind vorübergehend präsent, um später von der höheren Funktion abgelöst zu werden.

Die Halte- und Stellreaktionen unterstützen die (Vorwärts-)Bewegungen des Kindes in seinen Bewegungen und Handlungsabsichten und die dazu notwendige Haltungskontrolle und Stabilität. Ihre Entwicklung verläuft im gleichen Muster wie die der Bewegung, in einer zephalo-kaudal (vom Kopf bis zu den Zehen) und proximo-distal (von innen nach außen) ablaufenden Reihenfolge.

Ein weiteres Prinzip der Bewegungsentwicklung ist der phylogenetische Verlauf; im Uterus wie ein Fisch im Wasser „schwimmend“, in den ersten vier bis sechs Lebensmonaten auf dem Bauch (wie ein Reptil) schlängelnd, danach im Vierfüßlerstand (wie das Säugetier) krabbelnd, halb aufgerichtet laufend (wie der Menschenaffe) bis zum Stehen und Gehen als Zweifüßler (der Mensch).

Um die erforderlichen Bewegungen für diese Aufrichtung zu vollbringen, braucht das Kind das Training seiner Muskeln (beginnend mit den Nackenmuskeln in Bauchlage) und die Unterstützung der verschiedenen Reflexe, die ihm helfen, den richtigen Muskeltonus aufzubauen, d. h. eine Balance zwischen Beuge- und Streckmuskeln herzustellen.

Neben der Haltungskontrolle durch die Muskeln wird der passende Umgang mit der Schwerkraft benötigt. Dafür muss das Empfangssystem auf somatosensorische, visuelle und propriozeptive Einflüsse gut reagieren können und benötigt die Unterstützung der Halte- und Stellreaktionen.

Reife und bewusste Bewegung wird im motorischen Kortex initiiert, ist aber von der Koordination der unteren Zentren abhängig:

1. Rückenmark:
Kontrolle von einfachen Nervenzellen;
bei Kontraktion einer Muskelgruppe, Entspannung der entgegengesetzten
2. Hirnstamm und Mittelhirn:
Aufrechterhaltung eines bestimmten Muskeltonus.
Kontrolle von primitiven- und Haltungsreflexen
3. Basalganglien und Thalamus:
Koordination jeder Bewegung in Kooperation mit dem Cerebellum,
dieses überwacht und kontrolliert den weiteren Ablauf
4. Cerebellum:
Regulation der Haltungsreflexe,
benötigt diese für die Automatisierung feinmotorischer Fähigkeiten.

Die Entwicklung der Aufrichtung

Ausgerüstet mit einer Grundausstattung seiner basalen Sinnessysteme, seinem taktilen, propriozeptiven und vestibulären System, den sogenannten Nahsinnen, gilt es jetzt für das Neugeborene, den neuen sensorischen Input der veränderten Umgebung mit den anderen, z. B. unbekanntem Bedingungen der Schwerkraft und der neuen Atmosphäre Luft, wahrzunehmen und zu verarbeiten. Der Umgang mit der Schwerkraft, das Funktionieren des Gleichgewichtssystems nimmt dabei eine zentrale Rolle ein.

Der Vestibulärapparat hat eine wichtige Aufgabe bei der Entwicklung der Fernsinne Hören und Sehen, die bis dahin, besonders das Sehen, noch wenig Anregung durch die Umgebung erfahren haben. Mit der Geburt eröffnet sich eine Welt unzähliger Seh- und Hörangebote. Der Sehapparat beginnt sich erst jetzt richtig herauszubilden und erfährt in seiner biologischen Beschaffenheit noch entscheidende Veränderungen, die ich nicht genauer beschreiben werde.

Der Hörapparat ist zwar organisch voll entwickelt, erweitert sich dennoch in seinen Fähigkeiten durch die enge Zusammenarbeit mit dem vestibulären Sinn und dem Sehen. Ich erinnere an die vestibulären Kerne und deren zentrale Bedeutung ihrer Verbindungen, die im Kleinhirn gesammelt und für die gezielte, feinabgestimmte Motorik verarbeitet werden.

Zunächst benötigt das Kind Offenheit, damit es sich frei von Angst und überforderndem Stress auf die neuen Erfahrungen einlassen kann. Dabei ist ihm sein taktil System, mit dem es bisher die meisten Erfahrungen gemacht hat, eine große Hilfe und von großer Bedeutung für die nervale Organisation. Es sorgt für die Abstimmung des Wecksystems/RAS und erzeugt damit wache Aufmerksamkeit oder Zeiten der Ruhe. Durch seine Regulation der Gefühle bzw. die sinnvolle Einordnung von Berührungseizen stellt es die unmittelbare Verbindung zu den beschützenden Bindungspersonen (vor allem der Mutter) dar und sorgt so für eine sichere Atmosphäre, in der den neuen Erfahrungen angstfrei begegnet werden kann.

Vor diesem Hintergrund ist nachvollziehbar, warum bereits im Mutterleib der **Rückzugsreflex** durch den Moro-Reflex abgelöst werden muss. Sind noch Reste davon vorhanden, so kann der Säugling auf seine größte Ressource des Körper- und Hautkontaktes mit seinen wichtigen Menschen nicht zurückgreifen, geschweige denn, dass er gute und sichere Berührungserfahrungen mit den Dingen der Welt machen kann. Ein persistierender Rückzugsreflex kann bei starker existentieller Bedrohung in den ersten Schwangerschaftswochen entstehen in der die Umgebung als unsicherer Ort erfahren wurde und nur durch Rückzug oder Abschotten bis hin zur Minimierung der vitalen Funktionen auf einen bedrohlichen Reiz reagiert werden kann. Dies beinhaltet die Unfähigkeit, auf eine (vermeintliche) Gefahrensituation aufmerksam machen zu können (bei einem Säugling durch Schreien, später durch Sprechen).

Ein unterentwickelter Moro-Reflex, bedingt durch fortbestehende Rückzugsreaktionen, bedeutet eine Neigung, auch beim größeren Kind und beim Erwachsenen, erfahrenen Stress schnell als lebensbedrohlich einzuordnen und mit einer Furcht-Lähmungs-Reaktion zu beantworten. Dies hat eine Form von Erstarrung sowie Bewegungsintoleranz zur Folge. Man kann sich vorstellen, wie empfindlich in solch einem Fall der Säugling auf vestibuläre Reize reagieren kann. Sein biologisches Überlebenssystem wird dann Stoffe ausschütten, die eine Sedation der Formatio reticularis bewirken. Der Säugling wird dadurch sehr viel schlafen und ruhig und zufrieden auf seine Umgebung wirken.

So kann es sein, dass seine Not gar nicht auffällt. Erst viel später werden dann die Probleme offensichtlich. Mutismus (Weigerung zu sprechen) ist eine mögliche Störung, die sich daraus entwickeln könnte.

Bei gutem Verlauf wird dem Säugling der **Moro-Reflex** zu Verfügung stehen und bis zu seinem Höhepunkt ausreifen, um dann der Erwachsenen-Schreck-Reaktion Platz zu machen.

Diese besteht aus einer kurzen Schreckreaktion, wie etwa einem kurzem Zusammenzucken, bei einer plötzlichen, nicht sofort einzuordnenden Wahrnehmung, einer schnellstmöglichen Orientierung der Sinne, d. h. Ausrichtung des Kopfes oder des ganzen Körpers zu der Reizquelle, der Einordnung der Wahrnehmung und einer entsprechenden Handlungsreaktion.

Es wird deutlich, wie viele sensorische und motorische Fähigkeiten benötigt werden, um so reagieren zu können. Deshalb braucht das Kind, bis es andere Reaktionsmöglichkeiten hat, die Moro-Reaktion, die seine Umgebung alarmiert, damit diese gegebenenfalls Gefahren abwenden kann.

Ausgelöst wird sie durch verschiedene als bedrohlich empfundene Sinnesreize:

z

- Vestibulär - durch plötzliche Lageveränderung des Kopfes
- Visuell - durch plötzlichen Lichtwechsel oder plötzliche Bewegung im Gesichtsfeld des Neugeborenen
- Auditiv - durch ein plötzliches lautes Geräusch
- Taktile - durch plötzlichen Wechsel von Temperatur, durch Schmerz oder übertriebenen Druck durch unsanfte Berührung
- Olfaktorisch - durch Einatmen von Schadstoffen.

Die Moro-Reaktion läuft folgendermaßen ab: Schreck – Schrei - Trost.

Der Schreck löst eine Erregung des Kindes aus, die durch Ausschüttung von Stresshormonen (Adrenalin und Cortisol) der Nebennierenrinde bewirkt wird und sich in der nach hinten beugenden Erstarrung mit ausgebreiteten Armen zeigt.

Der Bewegungsschrei (Bewegung nach vorne) löst die Erstarrung auf.

Es kommt zum Umklammerungsreflex, der Schutz und Trost bei der sicheren Person sucht.

Die Flucht- oder Kampfreaktion des Moro-Reflexes bedingt eine größere Alarmbereitschaft und soll eine höhere Aufnahmebereitschaft für Reize bewirken. Die Hinwendung zur Mutter und der bei ihr erfahrene Trost bieten dem Kind die geschützten Bedingungen, die für seine Entwicklung notwendigen Sinnes- und Bewegungserfahrungen machen zu können, ohne dass die Alarmbereitschaft des Moro-Reflexes es überfordert.

So wie es im Leib der Mutter durch ihre Bewegungen vestibulär stimuliert wurde, wird es nun am Leib der Bezugspersonen in gemeinsamer Bewegung stimuliert. Eine Erweiterung dessen findet statt, wenn es vom Leib ein wenig ferngehalten oder in eine Wiege bzw. Hängetmatte gelegt wird. Wichtig ist, dass dieses bewegt werden dem Kind Freude macht.

Die nahe Person ist das erste Objekt der Erkundung für den Säugling. Das Gesicht des Gegenübers lädt den Säugling ein, es zu betrachten. Die Unterscheidung von hell und dunkel, die es von Anfang an beherrscht, wird vom Erkennen verschiedener Farben abgelöst. So lernt das Baby mit seinen Augen das Gesicht der Mutter oder ein Muster an ihrer Kleidung zu fixieren, das heißt gezielt den Blick für längere Zeit auf etwas auszurichten. Zunächst muss sich alles bewegen und wird nur an seinen Rändern peripher gesehen, später wird das Betrachtete in seinem Zentrum wahrgenommen. Die Fähigkeit ohne große Anstrengung zu fixieren, ist ein wichtiger Hinweis darauf, dass der Moro-Reflex abgelöst wurde.

Andere frühe Erfahrungen in der Nähe der Bezugsperson sind, außer den Körper durch Berührungen zu spüren, mit den Händen eigene Tasterfahrungen zu machen, auch hier wieder vornehmlich das Gesicht der Mutter. Genauso verhält es sich mit dem Hören; das Kind lauscht der Stimme der Mutter, erlebt Melodie und Rhythmus, lernt verschiedene Stimmen zu erkennen, laut und leise zu unterscheiden und mehr..

Die unmittelbare Nähe von Sicherheit und Trost spendenden Menschen, die sich gemeinsam mit dem Kind bewegen, ist das Lernfeld des Moro-Reflexes. Im zweiten bis vierten Monat, wenn das Kind seinen Erkundungskreis erweitert, verschwindet der Moro-Reflex.

Es hat gelernt aus einem Zustand der Erregung wieder zur Ruhe zu kommen, um sich dann wieder für Neues anregen zu lassen. Sein RAS ist eingeübt auf den Wechsel zwischen Ruhe und Bewegung, Beruhigung und Anregung und den Rhythmus von Wachsein und Schlaf. Wenn das Kind dieses Stadium nicht befriedigend abschließen konnte bzw. seine Bezugspersonen es nicht beruhigend und tröstend auffangen konnten (eine nicht geglückte Anbindung an die Mutter durch frühe Trennung, Krankheit o. ä., könnte der Grund sein), besteht der Moro-Reflex fort und beeinflusst die weitere Entwicklung.

Durch die anhaltende Ausschüttung von Stresshormonen entwickelt sich eine Überaktivität des Retikulären Systems. Die Folgen sind eine niedrige Erregungsschwelle, Übererregung, Hyperaktivität, Angstzustände, oder Aggressionen. Das Kind hat ein inneres Grundgefühl: „Du musst alles um dich herum wahrnehmen, es könnte für dein Überleben wichtig sein.“ Alle sensorischen Systeme sind davon betroffen und können nicht gut und zuverlässig zusammenarbeiten. Das Hemmen und Ausblenden von Reizen, was notwendig ist, dass sensorische Informationen verstanden werden und eine adäquate Handlungsreaktion möglich wird, kann so nicht stattfinden.

Eng mit dem Moro-Reflex verwandt sind die **Palmar-, Plantar-, Such- und Saugreflexe**. Der Palmar- tritt in Verbindung mit dem Moro-Reflex auf, indem sich die Hände bei der Beugebewegung anklammern wollen und so der Greifreflex ausgelöst wird. Beim Neugeborenen sind die Hände meistens gefaustet und haben dabei den Daumen fest umschlossen. Erst allmählich öffnen sich die Hände und sind ein Ausdruck von Entspannung und Ruhe. Der Greifreflex befähigt den Säugling lange vor der abgeschlossenen Greifentwicklung etwas in seiner Faust festzuhalten. Der Finger einer zugewandten Bezugsperson ist dafür sehr beliebt. Beim Stillen kann man das oft beobachten. So kann das Umklammern eines Fingers vor einer Schreckreaktion den Moro-Reflex hemmen.

Die überaus sensiblen Nerven der Hände wie der Mundregion sind jene Bereiche, welche zu den feinsten motorischen Bewegungen fähig werden. Ihre Verortung auf dem motorischen Feld des Kortex liegt ganz dicht nebeneinander und nimmt im Vergleich zu den anderen Körperteilen einen großen Platz ein. Das erklärt die sogenannte Babkin-Reaktion, die der Säugling beim Trinken an der Brust oder von der Flasche zeigt. Während des Trinkens reagieren die Hände, als ob diese auch berührt würden. *(Umgekehrt kann auch die Berührung der Hände den Mundbereich stimulieren. Für Kinder, die durch eine Cerebralparese Schwierigkeiten mit der Mundmotorik und damit beim Essen haben, kann man diesen Umstand nutzen, um sie auf die Berührung des Mundes vorzubereiten).*

Diese Babkin-Reaktion bewirkt die frühen Tasterfahrungen am Körper der fütternden Person und regt zu Variationen an. Sie bahnt auch den Wechsel zwischen Öffnen und Schließen der Hände an, eine wichtige Übung für die spätere Fähigkeit des gezielten Greifens und des noch schwierigeren Aktes, den ergriffenen Gegenstand wieder loszulassen. Erst mit sechs Monaten, wenn das Kind beide Hände einzusetzen beginnt und einen Gegenstand von einer Hand in die andere reicht, kann es den ergriffenen Gegenstand auch loslassen und hat den Reflex überwunden. Die Hemmung muss aber schon im Alter von zwei bis drei Monaten beginnen, um all die Greiferfahrungen zum erfolgreichen Ende zu führen;

dem Pinzettengriff, der die Übung der Bewegung der einzelnen Finger in Gang setzt und den Erwerb von weiteren „Fingerfertigkeiten“ unterstützt.

Ein weiter bestehender Greifreflex würde eine taktile Überempfindlichkeit, besonders der Handinnenfläche, bedeuten, das Kind von weiteren Erfahrungen mit der Hand abhalten und so die neuronale Bahnung beeinträchtigen. Durch die Verbindung zum Mund könnte dies auch Sprech- und Artikulationsprobleme auslösen. Mund und Hand blieben in ihrer neurophysiologischen Reaktion verbunden und könnten schwer getrennt voneinander funktionieren.

Der **Plantar-Reflex**, der „Greifreflex“ der Füße, ermöglicht spontane Bewegung von Zehen und Füßen und übt deren Beweglichkeit. Er ist sehr aktiv in der Mitte des ersten Lebensjahres.

Das Spiel des Babys mit seinen Füßen, diese zu „begreifen“, gibt ihm ein Bewusstsein seines ganzen Körpers, von oben und unten, von Anfang und Ende. Dazu verhilft ihm auch die Erfahrung, nicht nur mit den Händen, sondern auch mit den Füßen zu ertasten und dabei wahrzunehmen, was sich „an seinem unteren Ende“ befindet.

Der Abbau des Plantar-Reflexes vollzieht sich durch die verschiedenen Versuche, seine Füße auf einer ebenen Fläche abzustellen. Die spielerische Exploration eines Untergrundes mit den Füßen baut die natürliche Spitzfußstellung des Kindes ab. Bei ausreichender Übung und erfolgreicher Hemmung mit sieben bis acht Monaten erwirbt es damit die spätere Fähigkeit, sicher mit der ganzen Fußsohle auf dem Boden zu stehen und seine Füße beim Laufen richtig abzurollen. Der Fußgreifreflex wird dann nur noch benötigt wenn es sinnvoll ist, sich bei einer unebenen Fläche mit den Füßen Halt zu verschaffen (z. B. kann er beim Balancieren auf einem Schwebebalken sehr hilfreich sein).

Als Brückenreflex für diese Entwicklung erscheint der **Babinski-Reflex** in der ersten Woche postnatal und ist zwölf bis vierundzwanzig Monate nach der Geburt präsent. Er zeigt sich bei Stimulation der Fußsohle in der Höhe des Ballens unterhalb der Zehen. Er hilft den Palmar-Reflex zu hemmen, sollte aber auch beim Erlernen des Krabbeln vorhanden sein, um dem Kind zu erlauben, sich mit aufgestellten Zehen vorwärts zu schieben.

Die Such- und Saugreflexe, die durch Berührung der Mundregion und später auch durch visuelle Stimuli wie Brust und Flasche ausgelöst werden, dienen natürlich zunächst der unproblematischen Nahrungsaufnahme. Außerdem wirken sie durch den vertrauten Rhythmus des beruhigenden Trinkens an der Brust der Mutter oder durch das Saugen auch ohne Nahrungsaufnahme, beruhigend und fördern entspanntes und gleichmäßiges Atmen. Sie regen den Säugling zu zahlreichen oralen Tasterfahrungen an. Der Mund ist in den ersten Monaten das feinste Instrument der Erkundung von Gegenständen sowie der eigenen Hände und Füße. Das Saugen beansprucht genau diejenigen Muskelgruppen, die für die Entwicklung des Lächelns und der Mimik zuständig sind. Es bahnt differenziertere Fähigkeiten der Mundmotorik an.

Zwischen dem zweiten und dritten Lebensmonat sollten die Such- und Saugreflexe gehemmt sein, da sie sonst, wenn die Zunge zu weit vorne bleibt, die weitere Entwicklung der Fähigkeit zu Schlucken und zu Kauen behindern. Zu starker Speichelfluß wäre die Folge und ein fortgesetzter Drang zur oralen Stimulation bzw. eine Überempfindlichkeit der Mundregion. Die daraus entstehende mangelnde oder beeinträchtigende Anregung von Lautieren und Plappern könnte zu Sprech- und Artikulationsproblemen führen.

Zusammen mit dem Moro-Reflex ist der **ATNR** für die frühe Entwicklung von Bedeutung. Durch seinen Einsatz während der Geburt ist er noch verstärkt worden, wie übrigens andere Reflexe auch, so dass er jetzt in seiner vollen Aktivität dem Kind zur Verfügung steht.

Er ist bis sechs Monate präsent und bildet für das Kind einen Übergang für die Ablösung des Moro-Reflexes, bis später die Erwachsenen Schreckreaktion stattfinden kann. Während der Neugeborenenphase sichert der ATNR, dass in Bauchlage (durch die Drehung des Kopfes) die Atemwege frei sind.

Die Bauchlage ist für das Kind sehr wichtig zum Training seiner Nackenmuskulatur. Sie verstärkt die Streckmuskulatur und trainiert dabei jeweils eine Seite des Körpers als Grundlage für spätere gezielte Greif- und Streckbewegungen. Außerdem findet mit ihrer Hilfe die erste Augen-Hand-Koordination statt. Wie beim Moro-Reflex schon beschrieben, entwickelt sich in dieser Zeit die visuelle Fixierung, zunächst auf das nahe Gesicht der haltenden Person, dann auf Dinge in seiner Nähe. Wenn das Kind nun einen interessanten Gegenstand fixieren will, streckt sich auch gleichzeitig die Hand nach ihm aus. Wenn die Hand diesen dann berührt, entsteht ein erstes Gefühl für Entfernung (Armlänge) und Koordination von Augen und Händen.

In Zusammenarbeit mit dem Palmar Reflex könnten die ersten Greifversuche entstehen. Viele solcher mit Hilfe der Reflexe zufällig stattfindenden Handlungen sind die ersten neuronalen Verschaltungen für später bewusst geplante Handlungen. Sie legen die Bahnen in den Kortex, auf dem sich diese Erfahrungen abbilden.

Bei einem Fortbestehen des ATNR kann das Kind schwer oder gar nicht seine Mittellinie kreuzen. Fließende Kreuzmusterbewegungen beim Kriechen auf dem Bauch werden unmöglich. Das Zusammenbringen der Hände, also die Beugung beider Arme und das Hantieren mit Gegenständen vor der Körpermitte wäre schwierig, sobald sich der Kopf über die Mittelstellung hinaus bewegt.

Da das Kind erst in der zweiten Hälfte des ersten Lebensjahres beginnt eine gute Weitsicht zu entwickeln, kann bei einem bestehenden ATNR die visuelle Entwicklung beeinträchtigt werden, weil das mühelos scharfe Sehen auf Armeslänge begrenzt bleibt. Die Augen haben Schwierigkeiten, einem Gegenstand über die Mittellinie des Körpers hinaus zu folgen. Man kann sich vorstellen, wie diese Beeinträchtigungen am Beginn der neugierigen Exploration seiner Welt das Kind im weiteren Wachstum beeinflussen würden.

Der ATNR wird im vierten bis sechsten Monat vom **Amphibien Reflex** abgelöst (*genauso wie der spinale Galantreflex, dessen Bedeutung für die frühkindliche Entwicklung unklar ist. Man nimmt an, dass er bei der Geburt behilflich ist und vermutet, dass er pränatal über die Wirbelsäule Schall überträgt*). Zuerst entwickelt sich dieser Reflex in Bauchlage, dann in Rückenlage. Das Anheben des Beckens löst dabei die automatische Beugung der Arme, Hüften und Knie auf derselben Seite aus. Die Beugung eines Beines, unabhängig von der Kopfhaltung, führt zu mehr Bewegungsfreiheit. Dies ist eine wichtige Stufe in der Entwicklung des Kriechens. Wenn die Einschränkung des ATNR nicht mehr besteht, ist der Weg für das unabhängige Bewegen der Arme und Beine frei, die Voraussetzung für Kriechen und Krabbeln und die spätere Grobkoordination der Muskeln. Der Amphibienreflex ermöglicht flexible und angemessene Bewegungen und gehört zu den Haltereaktionen, die lebenslang erhalten bleiben. Er hilft dem Kind, sich auf die Unterarme zu stützen und sich damit in der weiteren Aufrichtung auf die Knie zu stützen.

Als nächstes taucht, zwischen dem sechsten und zehnten Lebensmonat der **TTNR** (Toni-scher Transformierter Nacken-Reflex) auf. Er bewirkt, dass in Bauchlage mit dem zur Seite gedrehten Kopf der Strecktonus auf der Kinnseite (ATNR) unbequem wird und damit automatisch Arm und Bein die Beugehaltung einnehmen. Ein vollständiger TTNR ist ein klarer Hinweis darauf, dass der ATNR gehemmt ist. Die Arme können jetzt gebeugt werden, unabhängig davon, in welcher Richtung der Kopf gedreht wird. Es wird deutlich, welchen Einfluss das für die Greifentwicklung hat. Ein Gegenstand, der mit den Augen entdeckt und zum Objekt der Erkundung wird, kann durch die Beugung des Armes mit dem Mund betas-

tet werden und bietet Anregungen für die Mundmotorik. Dinge können in verschiedenen Richtungen vor den Augen gedreht werden. Die Hand kann mit all ihren Fingern betrachtet, ertastet und bewegt werden (Übung der Feinmotorik). Die Möglichkeiten sind unerschöpflich und erweitern den Erfahrungshorizont ungemein. Auge-Hand- und Mund-Hand-Koordination werden geübt.

Die **Segmentären Rollreflexe**, zu den Stellreflexen gehörend, zeigen sich ebenfalls zwischen dem sechsten und zehnten Monat. Bei Anheben der Schulter oder Anheben der Hüfte, beim Agieren von Armen und Beinen während des Spiels löst der Segmentäre Rollreflex eine „Welle“ reflexhafter Rotationen aus, beginnend bei den Schultern, über den Brustkorb bis zum Becken oder andersherum. Er richtet den gesamten Körper gerade aus, wenn er sich nicht auf einer Linie mit dem Rumpf befindet. So kann sich das Kind mühelos vom Rücken auf den Bauch drehen. Außerdem bewirkt er, dass das Kind durch seine Körperdrehung Gegenstände erreicht, die weiter entfernt liegen und seine Eigenkompetenz gefördert wird.

Feinabstimmung und Flüssigkeit der Motorik, Rotation des Rumpfes, Koordination und Integration der Bewegungen von Ober- und Unterkörper werden durch diese Stellreaktionen erleichtert.

Auch der Spinale Galantreflex wird von den segmentären Rollreflexen gehemmt. Bei Persistenz bliebe eine taktile Überempfindlichkeit im Lendenwirbelbereich mit Folgen von Unruhe und Zappeligkeit. Ein ständig störender Reiz, der bereits von der Berührung durch Kleidung ausgelöst wird, lässt wenig Vertiefung in eine interessante Beschäftigung zu. Um sich einer Sache ganz widmen zu können, muss man in der Lage sein, nicht brauchbare sensorische Informationen auszuschalten. Wie kann man das unter der Einwirkung eines Reizes, den man als äußerst unangenehm empfindet und der dazu noch eine Kette von Bewegungen auslöst. So findet eine ständige Ablenkung der Aufmerksamkeit und Unterbrechung der Handlungen statt.

Ich komme nun zu dem letzten der primitiven Reflexe, dem **Tonischen Labyrinth Reflex**. Mit seinen beiden Formen (rückwärts und vorwärts) begleitet er das Kind von allen frühen Reflexen am längsten, bis er von den Halte- und Stellreflexen endgültig abgelöst wird.

Zwischen dem Moro-Reflex und dem **TLR** besteht in den ersten Lebensmonaten eine enge Verbindung. Sie sind beide vestibulären Ursprungs und werden durch die Stimulation des Labyrinths und deshalb durch jede Veränderung der Körperposition im Raum aktiviert. Wie schon ausgeführt, besteht der Reflex aus zwei Reaktionen, die sich zu unterschiedlichen Zeiten zeigen. Der TLR vorwärts kann schon in der sechsten intrauterinen Woche auftreten, vermutlich ist die Position des Fetus im Mutterleib seine früheste Form. Der TLR rückwärts sollte spätestens bei der Geburt entwickelt sein, weil seine Streckung, wie ich ebenfalls bereits erwähnte, für diese hilfreich ist.

Der TLR vorwärts sollte etwa zum gleichen Zeitpunkt wie der Moro-Reflex abgebaut sein. Es ist jene Zeit, in der die Aufrechterhaltung des Beugetonus, den das Neugeborene vorwiegend als Schutzhaltung gegenüber überflutenden Sinnesreizen einnimmt, für seine weitere sensomotorische Entwicklung nicht mehr dienlich ist.

Doch zunächst sind die Streck- und Beugemuster eine frühe Hilfe für das Kind im schwierigen Umgang mit den neuen Bedingungen der Schwerkraft. Sie beeinflussen den Muskeltonus des ganzen Körpers, vom Kopf abwärts. So bekommt das Kind und sein ZNS durch seine Muskeln Informationen über das Gleichgewicht und umgekehrt. Gleichzeitig üben seine Muskeln den Wechsel zwischen An- und Entspannung, eine wichtige Voraussetzung für die Bewegung.

Der TLR weist darauf hin, wie unendlich wichtig die vestibuläre Stimulation, nicht nur für das Neugeborene, sondern für die gesamte Kindheit ist. Wie vorstehend bereits geschildert, ist das Gleichgewichtssystem der bedeutendste Sinn für die Integration aller sensorischen Systeme. Was für den Körper von Vorteil ist, macht in der Regel auch Spaß. Vom Kleinkind bis zum Erwachsenen ist diese Freude am Bewegen und bewegt werden zu beobachten. Gleichzeitig sind die Erfahrungen mit Schwerkraft und Gleichgewicht die größten Herausforderungen für den Menschen. Nicht in seinem Gleichgewicht sein oder aus dem Gleichgewicht kommen ist ein Synonym für ernste Situationen in den verschiedensten Zusammenhängen.

Ein Kind, dessen Vestibulärsystem mangelhaft oder hypersensibel entwickelt ist, wird deshalb viele Probleme in der Kommunikation mit seiner Umgebung haben. Es fehlt ihm eine wichtige Quelle der Freude und Lebensqualität.

Wenn dem Neugeborenen schon zu Beginn seines Lebens kein Instrument für den Umgang mit der Schwerkraft zur Verfügung steht, der TLR nicht ausgereift ist, dann wird es entweder eine große Angst oder eine Abneigung gegenüber allem, was mit Bewegung zu tun hat, entwickeln. Es könnte auch sein, dass eine große Unempfindlichkeit ausgebildet wird, die bewirken würde, dass selbst bei genügenden Bewegungsreizen ein Mangel besteht, weil diese nicht richtig ankommen bzw. verarbeitet werden. In beiden Fällen würde die Basis für die weitere Reifung des ZNS und damit der Halte- und Stellreaktionen fehlen.

Der Beginn der Hemmung des TLR wird mit dem Erscheinen der **Kopfstellreflexe** ab dem zweiten bis dritten Monat eingeleitet, die nach dem zephalo-kaudalem Gesetz der Entwicklung der Willkürmotorik als erstes den Kopf befähigen, sich unabhängig vom Rest des Körpers zu bewegen.

Zuerst lernt das Kind in Bauchlage den Kopf immer höher und länger zu halten, bis er ganz in die Vertikale aufgerichtet ist und der Körper flach auf der Unterlage liegt. Es kann dann Arme und Beine so gegen den Boden drücken, dass es dadurch seinen Kopf und den oberen Teil des Rumpfes anheben kann. Arme und Beine werden dabei gestreckt und das Kind nimmt eine Position ein, als ob es schwimmen würde.

Dieser beschriebene (Aufrichtungs-)Prozess hemmt den TLR vorwärts durch die Stärkung der Nackenmuskulatur, initiiert durch das Bestreben, den Kopf zu heben, angestoßen durch die Entwicklung des Sehens und dem Antrieb des Kindes, in Bauchlage etwas sehen zu wollen. Es lernt dabei auch gleichzeitig, seine Augen in Parallelstellung geradeaus zu richten, um den Blick auf etwas Interessantes stabil zu halten. So findet Augentraining und Nackenmuskulatur-Training gleichzeitig statt und die Stellung des Kopfes in die Vertikale wird als automatisierte Reaktion eingeübt.

In Rückenlage setzt das Heben und Halten des Kopfes etwas später ein, da durch den TLR vorwärts der Beugeonus ausgelöst wird. Das Training dieser Fähigkeit kann erst beginnen, wenn dieser durch die Aktivität in der Bauchlage gehemmt ist.

Mit etwa drei Monaten ist das Kind in der Lage, seinen Kopf mit nach vorne zu nehmen, wenn man es an den Armen haltend in die Sitzposition bringt bzw. beim Hinlegen ihn noch eine Weile in der Vertikalen hält. Dies sind die Kopfstellreflexe, die durch Vorwärts- und Rückwärtsbewegungen des Rumpfes ausgelöst werden.

Die Kopfstellreaktionen, die sich einstellen, wenn der Rumpf seitlich bewegt wird, entwickeln sich später. Zunächst hält das Kind, wenn es im Sitzen zur Seite (rechts oder links) geneigt wird, den Kopf in der Verlängerung des Rumpfes und richtet ihn erst allmählich in die Vertikale auf.

Sicher ausbilden können sich die Kopfstellreaktionen erst, wenn das Kind seinen Rumpf selbstständig in der aufrechten Position halten kann, entweder im Sitzen oder im Knien und zum Schluss im Stehen. Die Erfahrungen, die das Kind in Spiel und Bewegung macht, in denen der Rumpf sich seitlich zur Vertikalen bewegt, üben die zuverlässigen Reaktionen des Kopfes ein.

Die Aufrichtung des Kopfes in die Vertikale vor oder hinter dem Rumpf bzw. links oder rechts davon wird sowohl von den **Labyrinth-Kopfstellreflexen**, als auch von den **Augen-Kopfstellreflex** reguliert.

Die ersten werden durch die Lageveränderung des Körpers und die damit verbundene Bewegung des Kopfes und der hiermit verbundenen Schwerkraftinformation an die Otolithen (Kalkkristalle) von Sacculus und Utriculus im Labyrinth (s. o.) ausgelöst, das dem Körper Auskunft über die Richtung und Stärke der Bewegung (des Kopfes) gibt. Diese vestibuläre Information löst den Kopfstellreflex mit einer kompensatorischen Kontraktion der Nackenmuskulatur aus, um den Kopf aufrecht halten zu können. Gesteuert wird dies vom Mittelhirn aus.

Die Augen-Kopfstellreflexe erhalten ihre Anreize über das Visuelle System. Sie brauchen die Funktionsfähigkeit des cerebralen Kortex, der dafür sorgt, dass die Augen bei Bewegungen des Körpers, mit einer stabilen Position des Kopfes auf ein visuelles Ziel fixiert bleiben können. Durch bewegende Bilder auf der Netzhaut und das Strecken der Nackenmuskulatur können es sowohl vestibuläre als auch visuelle Stimuli sein, welche die Augen-Kopfstellreflexe auslösen.

Es wird die entsprechende Reifung der Augen und des vestibulären Systems benötigt, für die Lieferung ausreichender Sinnesinformationen zur zuverlässigen Reaktionen der Aufrichtung des Kopfes.

Die bereits beschriebene Schwimmhaltung, die das Kind in Bauchlage einnimmt, beschreibt die nächste Stellreaktion, die den TLR hemmt, den **Landau-Reflex** (dritter bis zehnter Monat). Das Gestütztwerden am Bauch in Bauchlage bzw. durch Hände, die es in Bauchlage hochhalten, löst einen Strecktonus in der gesamten Körpermuskulatur aus und erlaubt dem Kind, Arme, Beine, Oberkörper und Bauch gegen die Schwerkraft aufzurichten. Besonders Arme und Schulterbereich können damit die Unabhängigkeit von Einflüssen des TLR trainieren, weil dessen Wirkung auf die Flexion der Muskeln durch die Stellung des Kopfes in Bezug zur Wirbelsäule aufgebrochen wird.

Außerdem fördert die Bewegung des Oberkörpers nach oben und unten die Kopfstellreaktionen nach vorne und hinten. Die Informationen der Augen oder des Labyrinths veranlassen dazu, den Kopf auf der Mittellinie der Vertikalen zu halten.

Die ausgeführten Bewegungen in Bauchlage ergeben darüber hinaus ein ausgezeichnetes, vom Kind selbst gesteuertes, Übungsprogramm des vestibulären Systems. Es sind Balance-Übungen des Körpers, der nur noch an einem „Punkt“ (Bauch) Bodenkontakt hat und ansonsten mit allen anderen Körperteilen Schwerkraft- und Gleichgewichtserfahrungen experimentieren kann, ohne besonders gefährdet zu sein. Kippen nach links oder rechts, der Verlust der Balance, gibt Informationen über die Lage des Körpers und über die Umgebung, wie weit der Körper vom Boden entfernt ist, welche Richtung er einnimmt u. ä. .

Für die Hemmung des TLR rückwärts ist der Landau-Reflex ein sogenannter Brückenreflex, der solange präsent ist, bis die Kopfstellreflexe vollständig ausgereift sind, die dazu die vollständige Aufrichtung des Kindes und seine Seh- und Gleichgewichtserfahrungen in vielen Formen der Fortbewegung benötigen. Erst ihr vollständiges Präsentsein im Alter von gut drei Jahren hemmt auch die automatisierte Streckreaktion des Landau-Reflexes. Würde er

nicht gehemmt, hätte das zu Folge, dass die unabhängige Bewegung der einzelnen Körperteile durch die generalisierte Auslösung des Strecktonus, beeinträchtigt würde.

Als weiterer Hemmungsreflex für TLR rückwärts und vorwärts kommt der **STNR**, der **Symmetrische Tonische Nackenreflex** dazu. Er erscheint sechs bis neun Monate postnatal (für kurze Zeit soll er während der Geburt präsent sein). Seine Hemmung kommt zwischen dem neunten und dem elften Monat zustande. In dieser Zeit soll das Kind die Vorwärtsbewegung durch das Krabbeln beherrschen, was mit der Existenz des STNR nicht möglich wäre.

Anders als der TLR, der Beugung und Streckung von Muskelgruppen des ganzen Körpers als Folge der Kopfbewegung über die Mittelstellung hinaus bewirkt, löst der STNR einen gegensätzlichen Tonus von Ober- und Unterkörper aus. Er tritt in Erscheinung, wenn das Kind bereit ist, sich auf Knien und Händen in den Vierfüßlerstand aufzurichten.

Die Aktivitäten, gefördert durch Landau- und Amphibienreflex in Bauchlage haben das Kind schon einige Zeit darauf vorbereitet. Wenn es seinen Kopf anhebt, strecken sich seine Arme, die Beine beugen sich und sein Po senkt sich auf seine Fersen. Es kann sich dadurch mit seinen Händen aufstützen und den Oberkörper ziemlich weit aufrichten. Jetzt hat es eine „höhere Aussicht“ auf die Welt, ein erweitertes Blickfeld, das sein binokulares Sehen trainiert.

Sobald es jedoch den Kopf senkt, beugen sich seine Arme, seine Beine strecken sich und es verliert seine aufrechte Haltung, kann aber in dieser Position durch die Berührung des Bodens mit den Füßen das Aufstellen seiner Füße auf den Boden trainieren. In seinem Bemühen um erneute Aufrichtung des Oberkörpers erhält es viele Informationen, Stimulation und Übung für seine Augen und seinen Gleichgewichtsapparat.

Mit diesen Aktivitäten ist der TLR vorwärts endgültig gehemmt. Der TLR rückwärts wird noch so lange andauern bis sich die Kopfstellreaktionen unter vielfältigen Formen von Bewegungserfahrungen, sowie visuellen und vestibulären Eindrücken voll entfalten konnten (bis dreieinhalb Jahre). So lange wird das Kind unter dem Eindruck vestibulärer Verunsicherungen durch Bewegungen seines Kopfes nach hinten über die Wirbelsäule hinaus mit Flexion seiner Muskeln reagieren.

Die Hemmung des STNR erreicht das Kind, wenn es in der Lage ist, den Vierfüßler-Stand einzunehmen und loszukrabbeln. Häufig kann man beobachten, wie Kinder dafür auf Händen und Knien hin und her schaukeln um den Gleichgewichtsmechanismus mit einer gänzlich neuen Orientierung zu trainieren und dann aus einer sicheren Haltung die Zusammenarbeit von Ober- und Unterkörper zu üben. Das ist auch der Grund, warum manche Kinder zuerst rückwärts krabbeln, bevor es dann vorwärts gelingt.

Das Krabbeln ist ein Durchbruch für das Kind und seine Entdeckung der Welt. Bisher hat es durch die Drehung seines Körpers, durch sich abstemmen mit seinen Füßen, mittels Rollen und/oder Kriechen versucht, an den Ort seines Interesses zu gelangen. Sein Radius hat sich dabei nur wenig erweitert, wenn ihm niemand geholfen hat, zu dem Punkt seiner Aufmerksamkeit zu gelangen. Jetzt kann es auf einmal recht weit und mit der Zeit auch immer schneller den Raum erkunden. Selbstständig Entfernungen zurückzulegen, die Weiten und Grenzen der Umgebung zu erfassen, das was man aus der Distanz sieht, näher betrachten und begreifen zu können, sind nicht nur wichtige Erfahrungen für die Sehentwicklung, sondern auch für die Wahrnehmung des Raumes. Erst durch die körperlich erlebte Überwindung bzw. Gewinnung von Distanz erwirbt das Kind ein Verständnis für Entfernungen, für das Gewahrwerden von ; hinter sich, vor sich, über sich, neben sich usw.. Es wird noch eine Weile dauern, bis es all dies auch geistig erfassen kann, aber es kann jetzt die ersten selbstständigen Erfahrungen machen, welche die Basis für dieses geistige Erfassen sind. Maria Montessori sagt dazu: „*Was nicht in den Händen war, kann nicht in den Geist*“.

Die Augen bekommen beim Krabbeln Aufgaben, die den Sehsinn enorm erweitern. Die Fähigkeit zur Akkomodation, das heißt ihre Einstellung von Nah- zur Weitsicht und umgekehrt wird in diesem Stadium besonders geübt. Das Krabbelalter im ersten Lebensjahr ist so gesehen eine besondere Vorbereitung auf die Schule, denn der Abstand der Augen zur Hand hat die gleiche Entfernung wie später beim Schreiben in das Heft. Diese Erfahrung macht das Kind, wenn es gemäß der Entwicklung krabbelt, d.h. kreuzlateral.

Kreuzlaterales Krabbeln bedeutet, dass, wenn ein Arm vorgesetzt wird, sich dann das Bein der Gegenseite mit vorbewegt und sich der Kopf des Kindes in Richtung des bewegten Armes dreht. So dreht es seinen Kopf immer links und rechts zur jeweiligen Hand, die es dabei anschaut, das heißt der Blick wandert horizontal hin und her, genauso wie später beim Schreiben. Hebt das Kind seinen Kopf und erblickt weiter weg ein neues Ziel, dann müssen sich seine Augen von Nah auf Fern umstellen.

Die Bewegungserfahrung für die Gleichgewichtsregulation brauche ich nicht mehr zu nennen; die propriozeptiven sensorischen Erfahrungen erhalten einen enormen Zuwachs. Die Druckwahrnehmung auf die Gelenke, die das Kind beim Tragen seines eigenen Gewichtes macht, sind unverzichtbare Informationen für seinen Bewegungssinn. Wir nehmen diese Botschaften nicht bewusst wahr aber unser Gehirn benötigt sie für jede gezielte Bewegung. Dadurch entsteht ein Gefühl für die Stellung der Gelenke zu einer geplanten sinnvollen Bewegung. Dies geschieht notwendigerweise unbewusst, denn wollte man über jeden einzelnen Schritt einer durchgeführten Bewegung nachdenken, (z. B. wie muss die Stellung meines Beines sein, damit ich es vorwärts bewegen kann) könnten wir uns nicht fließend und rasch bewegen. Der propriozeptive Input für die Gelenke ist unverzichtbar für die Aufrichtung und das Gehen auf zwei Beinen.

Das Kind wird sich jetzt auch nicht mehr mit dem Krabbeln begnügen. Kaum hat es diesen Meilenstein erreicht, wird es weiter aufwärts streben und sich auf seine Füße stellen wollen. Wir können das beobachten, wenn das Kind schon recht früh auf dem Schoß eines Erwachsenen stehen will, wo es übrigens auch seine Fußgelenke auf das Stehen und Laufen vorbereitet (mit dem sogenannten „Federn“, indem es wippende Bewegungen mit den Füßen macht).

Es wird sich bald an irgend etwas hochziehen, sich mit beiden Händen festhaltend, lernen zu stehen bis es eine Hand loslassen kann, um dann einige Zeit an Möbeln entlangzulaufen. Erwachsene brauchen zu dieser Zeit viel Geduld, sich für das Laufen-Wollen ihres Kindes Zeit zu nehmen es in gebückter Haltung zu begleiten, bis das Ziel endlich erreicht ist und es seine Schritte alleine macht.

Mit dem Erreichen dieser Fähigkeiten setzt ein neues Zeitalter ein, wenn auch dessen Anfang noch ziemlich wackelig und unkoordiniert ist. Es braucht einige Jahre, bis die aufrechte Bewegung fließend und sicher wird. Bewegung und Spiel auf dem Boden in vielerlei Formen bleibt noch lange wichtig für die motorische Entwicklung.

Lernen auf zwei Füßen eröffnet neue Welten. Nach der Grobmotorik folgt nun die Feinmotorik der Hände und des Mundes. Sowohl die Hände als auch der Mund haben durch die Aufrichtung Freiheit erhalten, (*Was bei den Händen einleuchtet, könnte beim Mund nicht ganz nachvollziehbar sein. Man muss sich aber nur vorstellen, wie es sich im Mundbereich anfühlt, wenn man liegt oder aufrecht sitzt. Die Zunge sowie die gesamte Mundmuskulatur werden erst in der Aufrichtung frei*). Die Kommunikation mit den Menschen und den Dingen bekommt jetzt neue Möglichkeiten, nicht nur mit der Erweiterung der Handgeschicklichkeit, sondern auch mit dem Erlernen der Sprache; dem zweiten Meilenstein der „Menschwerdung“.

Neben der Entwicklung von entscheidenden grobmotorischen Fähigkeiten des ersten Jahres werden auch wichtige feinmotorische Schritte gemacht, die sich aber erst jetzt viel deutlicher entfalten können. Die Greifentwicklung hat sich vollzogen, von der anfänglich gefausteten Hand zu deren Öffnung, vom Berühren und Ertasten von Menschen und Dingen zum gezielten Ergreifen, dem wieder Loslassen, vom Pinzettengriff zum Zangengriff. Mit dem letztgenannten kann das Kind alle Finger gezielt in Opposition zum Daumen einsetzen. Dies ist, genau wie das Laufen auf zwei Beinen, eine spezifisch menschliche Fähigkeit, die die Voraussetzung für den geschickten Gebrauch von Werkzeugen ist. In den nächsten Jahren wird das Kind seine handwerkliche Geschicklichkeit noch vielfältig ausbilden.

Parallel dazu hat sich die Mundmotorik entfaltet. Vom anfänglichen durch den Such- und Saugreflexen ermöglichtem Saugen wurden über das Lächeln, das Nachahmen der Mimik der Bezugspersonen, Beförderung von fester Nahrung im Mund mit der Zunge, dem Schlucken bis hin zum Nagen und Kauen haben sich über Essen und Trinken und dem mimi-schen, nonverbalen Dialog mit seinen Bezugspersonen verschiedene Fähigkeiten der Bewegung des Mundes ausgebildet.

Genauso aber hat es seinen stimmlichen Ausdruck, zu dem es auch Fähigkeiten der Mundmotorik erfordert, verbessert: Zunächst hat es geschrien, dann mit Vokal- oder Kehllauten, die eher zufällig beim Ausatmen entstanden sind, sein Wohlbehagen ausgedrückt; R's und rrr- Ketten gebildet; seine Freude mit Juchzen zum Ausdruck gebracht; zu Plaudern begonnen; mit der Aneinanderreihung von Vokalen und Konsonanten die Tonhöhe gewechselt (dazu braucht es sowohl die Reifung des Gehörs, das diese wahrnimmt und unterscheiden lernt, als auch die Unterscheidung von laut und leise) bis es die ersten Doppelsilben gebildet hat wie „ma-ma“, die von den Bezugspersonen zu einem Sinn verknüpft wurden und zum Schluss die ersten Kinderworte gebildet hat.

Es haben sich so etliche hand- und mundmotorische Fähigkeiten, ebenso wie die grobmotorischen Fertigkeiten als Handlungsprogramme im motorischen Kortex abgebildet. (Zur Erinnerung: die bewusst gesteuerte Handlung der Großhirnrinde wird über das Skizzieren einer Landkarte des eigenen Körpers auf dem Kortex möglich, die u. a. die verschiedenen motorischen und sensorischen Eigenschaften aufzeichnet. Diese können für die Erweiterung von sprachlichen und sonstigen Fertigkeiten herangezogen werden.)

Erlernen von Sprache und Identität

Die Zusammenhänge von motorischen Handlungsfähigkeiten und der Entfaltung der Sprache sowie eines Bewusstseins von sich selbst, der dritte Meilenstein der ersten drei Jahre, sind sehr komplex. Die Erkenntnisse der neuesten Gehirnforschung bieten uns dafür einen ausgezeichneten Einblick und erklären uns manches.

Joachim Bauer hat in seinem Buch: „*Warum ich fühle, was du fühlst*“, in dem er die Funktion und Bedeutung der **Spiegelneuronen** beschreibt, einiges aufgeschlüsselt. Ich werde das bei ihm Gelesene für meine Darstellung der Sprach- und ICH-Entwicklung anwenden.

Die Spiegelneuronen wurden entdeckt, als man die neurobiologischen Zusammenhänge vom Planung und Durchführung einer Handlung erforschte.

Man muss dafür wissen, dass der motorischen Rinde, die direkt vor dem Sulcus centralis liegt (trennt das Frontalhirn vom Scheitellappen), die prämotorische Rinde folgt.

Die vordere Hälfte des Frontallappens beherbergt die Entscheidungsplanung und das soziale Gewissen. Direkt hinter dem Sulcus centralis, im Scheitellappen, liegt das von oben nach unten verlaufende Band des körperlichen Empfindens.

Das Vordenken von Handlungen findet im prämotorischen Feld statt, wogegen vom motorischen Feld aus die Handlungen durchgeführt werden. Ohne das prämotorische Feld wäre die motorische Rinde nicht handlungsfähig. Es weiß über den Ablauf aller Bewegungshandlungen, mit denen es Erfahrungen gemacht hat bescheid und sendet handlungssteuernde Neuronen zu den die Bewegung durchführenden Neuronen der motorischen Rinde. „Handlungsneuronen“ leiten also die „Bewegungsneuronen“ an.

Man fand heraus, dass Handlungsneuronen ihren bioelektrischen Befehl abgeben, bevor die Bewegungsneuronen diesen in die Tat umsetzen und die Muskeln veranlassen, die Bewegung durchzuführen. Es wird aber nicht jede Idee in die Tat umgesetzt. Die Bewegungsneuronen können zwar ohne den Impuls aus der prämotorischen Rinde nichts tun, doch können dort Handlungen gedacht werden, ohne dass der Befehl zur Umsetzung erfolgt.

Interessant ist dabei, dass für den Ablauf einzelner Handlungen (im Experiment, ein Affe greift nach einer Nuss) eine einzige Nervenzelle den gesamten Plan der Handlung gespeichert hat: „Greifen nach einer Nuss“. Dann folgte die revolutionäre Entdeckung: man beobachtete, dass die gleiche Nervenzelle mit dem Handlungsplan „Greifen nach einer Nuss“ aktiv wurde, als eine andere Person, die von dem Affen dabei nur beobachtet wurde, nach einer Nuss griff. Die Erkenntnis war, dass es eine Art neurobiologische Resonanz gibt. Die Beobachtung einer Handlung aktiviert im Beobachter ein eigenes neurobiologisches Programm, das bei ihm selbst die Handlung zur Ausführung bringen könnte.

Diese Nervenzellen, die im eigenen Körper ein Programm realisieren, die aber auch dann aktiv werden, wenn man beobachtet oder auf andere Weise miterlebt wie ein anderes Individuum dieses Programm in die Tat umsetzt, werden als Spiegelneuronen bezeichnet. Dieses Miterleben und die damit verbundene Aktivierung des Spiegelneurons kann auch durch andere Sinneseindrücke einer Handlung geschehen, z. B. durch Hören der Geräusche, die ihre Handlung begleiten. Die handlungssteuernden Nervenzellen werden auch aktiviert, wenn man sich die Handlung der beobachteten Person vorstellt, am stärksten feuern sie allerdings, wenn man die beobachtete Handlung simultan imitiert.

Die Tatsache, dass sich die Spiegelneuronen im gleichen Bereich des menschlichen Gehirns befinden wie jene Nervenzellnetze, die Sprache produzieren, legt die Frage nahe, ob Sprache nur aus Vorstellungen über Handlungsprogramme besteht und dies der Grund ihrer Entstehung ist.

Dazu gilt es festzustellen, dass das nüchterne, pragmatische Programm der Neuronen der Handlungssteuerung und der entsprechenden Bewegung verknüpft ist mit der sensorischen Rinde des Körperempfindens, die auch wiederum zwei Bereiche aufweist. Während der vordere Rindenstreifen (hinter dem sulcus antralis) nur dafür zuständig ist, die Handlung zu fühlen, hat die dahinter liegende *inferiore Partialregion* mit ihren Neuronen, die ähnlich wie bei den „Handlungsneuronen“ eine Vorstellung davon speichern, wie die Handlungen sich anfühlen und damit die Aufgabe, eine mögliche bzw. durchgeführte Handlung in ihrer dazugehörigen Körperempfindung zu reflektieren. Dies wird benötigt als Schutz vor der Durchführung von Handlungen, die dem Körper schaden könnten. Hier befinden sich, wie in der prämotorischen Rinde, ebenfalls Spiegelneuronen.

Die inferiore Partialregion hat über Nervenbahnen eine enge Verbindung zu dem *Gyrus cinguli* (*verläuft von vorn nach hinten, beiderseits in der Längsfurche des Gehirns*). In diesem Bereich werden unser emotionaler Grundzustand und unser Lebensgefühl gebildet. Eine weitere Nervenverbindung besteht zur Insula, auf der sich eine Art Körperkarte unserer inneren Organe befindet und unserem Gehirn bzw. unserer Seele mitteilt, wie sich die inneren Organe unseres Körpers fühlen.

So erhalten die Neuronen der Körperempfindung in der inferioren Partialregion auch Informationen über Gefühle wie Schmerz, Ekel usw. und über emotionale Zustände von Angst, Freude, Unsicherheit u. ä..

Zum Schluss gibt es einen dritten Bereich, in dem Spiegelneurone zu finden sind, das optische Interpretationssystem im Schläfenlappen, welcher der Sehrinde im Occipitallappen zugeordnet ist. Während die Sehrinde die optischen Eindrücke zu einem Bild formt, übernimmt das Interpretationssystem die Auswertung von Bildern der Sehrinde, die lebende, handelnde Akteure zeigt. Es hat die Aufgabe, alles zu deuten, was auf die Absichten oder Empfindungen anderer Menschen bzw. Lebewesen schließen lässt. Es wertet dafür Körperbewegungen, Gesichtsausdruck, Mundbewegungen und vor allem die Blicke der anderen aus. All diese Informationen werden ebenfalls zur inferioren Region geschickt.

Das bedeutet: verschiedene Handlungsabläufe, die das Kind erlernt hat, sind in einzelnen Neuronen der prämotorischen Rinde gespeichert. Die prämotorische Rinde erhält im Austausch mit der inferioren Partialregion Informationen darüber, wie sich die Handlung körperlich anfühlt, welche Empfindungen und Gefühle damit verbunden sind und welche Stimmung sie auslösen kann, wenn es zur Durchführung der Handlung kommt. Alles zusammen bildet ein neurobiologisches Programm. Ein einzelnes Detail aus diesem Programm kann das ganze Bild der gespeicherten Handlung aufrufen.

So besteht die Möglichkeit der Durchführung der Handlung, sofern das motorische Programm dazu in der Lage ist. Die tatsächliche Durchführung der Handlung kann spontan und unbewusst erfolgen (wir reden z. B. von ansteckendem Lachen oder Gähnen) sollte aber doch weitgehend von unserer bewussten Entscheidung gesteuert werden, die ihr neuronales Programm im vorderen Teil des Frontallappen hat, wo sich die Regionen für die Entscheidungsplanung und das soziale Gewissen befinden.

Wir können hier das biologische Inventar für die soziale Entwicklung erkennen, über die es noch viel mehr auszuführen gäbe, was aber nicht Gegenstand dieser Arbeit ist. Auf ihren wesentlichen Teil, die Entwicklung von Sprache und Identität, will ich mich im Hinblick auf das Lernen und die Bedeutung von Bewegung konzentrieren.

Die Spiegelneuronen in den oben beschriebenen Regionen nutzen dieses neurobiologische Inventar eines Beobachters, um ihn in einer Art innerer Stimulation spüren zu lassen, was in anderen, die er beobachtet, vorgeht. Diese Spiegelresonanz ist in der Lage, Vorstellungen anzuregen, Gedanken und Gefühle hervorzurufen, bis hin zur Veränderung des körperlichen Zustandes. Das intuitive gegenseitige Verstehen, die Grundlage für Sprache, hat ein neurologisches Programm in den Spiegelneuronen.

Ich will hierfür ein Beispiel nennen, von dem man die Annahme ableitet, dass schon Neugeborene eine genetischen Grundausstattung von Spiegelneuronen haben. Bereits in den ersten Stunden bis Tagen nach der Geburt beginnen Säuglinge, wenn man sich im richtigen Abstand zum Gesicht befindet, den Gesichtsausdruck der gegenüber befindlichen Person zu imitieren. Sie öffnen den Mund, strecken die Zunge heraus oder kräuseln die Lippen, wenn man ihnen das vormacht. Zwischen der primären Bezugsperson und dem Kind entwickelt sich auf diese Weise die erste Kommunikation, ein wechselseitiges Aufnehmen und spiegelndes Zurückgeben von Signalen, ein Abtasten und Erfühlen dessen, was den anderen im wahrsten Sinne des Wortes bewegt und in der gleichen Weise, selbst Signale aussendend, schauen, inwieweit sie zurückgespiegelt werden.

Das Zeigen des ersten Lächelns und die Tatsache, dass dieses nicht nur eine leere Nachahmung der Miene des Gegenübers, sondern erfüllt ist mit den Gefühlen, die damit verbunden sind, wird mit diesem Hintergrund nachvollziehbar. Es erklärt, wie es kommt, dass die motorische Handlung der Mimik ein Lächeln zeigt, welches erfüllt ist von einer strahlender

Freude, das Gesicht der Mutter zu erblicken. Es ist die spiegelnde Antwort für die Mutter, die ihrerseits strahlenden Freude an ihrem Kind ausdrückt, mit dem Lächeln ihres Mundes und dem Leuchten ihrer Augen.

Dieses Beispiel am Anfang des Lebens beschreibt, wie Spiegelneuronen das Kind befähigen, in einen spiegelnden Austausch mit (seinen) Menschen zu treten, sofern diese in der Lage sind, ihm spiegelnd zu antworten und ihm damit ermöglichen, seine Grundausstattung zu erweitern.

Auf diese Weise lernt es nach und nach ein Set von Handlungs- und Interaktionsmöglichkeiten kennen, die es, erst passiv, abschaut und dann, immer mehr imitierend, einübt. Wir finden hier eine neurobiologische Beschreibung dessen, was die Lernpsychologie schon lange als *Lernen durch Nachahmung* bezeichnet hat.

Dieses in Nervenzellnetzen gespeicherte interne Arbeitsmodell repräsentiert die Welt in Handlungssequenzen und beschreibt diese in mehreren Dimensionen:

- Die typischen optischen Kennzeichen, anhand derer sich anbahnende oder gerade ausgeführte Aktionen erkennen lassen (Optisches Interpretationszentrum)
- Ziel- und Endzustände sowie die Handlungsfolge, die notwendig ist, um sie zu erreichen (Prämotorische Rinde)
- Wie sich der Vollzug einer Handlung für den Akteur körperlich anfühlt oder anfühlen würde (Inferiorer Partiaallappen)
- Den zu einer Handlungsfolge gehörenden affektiv- emotionalen Kontext (Inferiorer Partiaallappen verbunden mit Insula und Gyrus cinguli).

Mit diesem neuronalen Arbeitsmodell erkennt man den engen Zusammenhang zwischen Handlungen und Sprache. Die Spiegelneuronen des bewegungssteuernden Systems befinden sich an der gleichen Stelle wie die Nervenzellnetze, die für die Sprachproduktion zuständig sind. Die Sprache scheint im Verlauf der Evolution des Menschen aus den motorischen Systemen des Gehirns entwickelt worden zu sein.

Wie ich schon beschrieb, können die Handlungsnervenzellen feuern, wenn sie Handlungen anderer beobachten oder u. a. auch, wenn darüber geredet wird. Sprache ist also ein Teil des Resonanzsystems von Handlungen, die bei anderen beobachtet wurden, wodurch in uns selbst Handlungsszenarien angestoßen werden.

Joachim Bauer erkennt in der Entwicklung von Motorik und Sprache einen Prozess, der parallel verläuft:

Etwa zwischen dem sechsten und achten Lebensmonat beginnt das Kind rhythmische Handbewegungen zu vollziehen; es hat damit die Fähigkeit erreicht, willentlich regelmäßige Bewegungen durchzuführen. Gleichzeitig und meistens auch im selben Takt, gibt das Kind Laute wie „da-da-da“ von sich.

Es ist die Phase, die in der Entwicklungspsychologie als das Alter der Lallmonologe eingeordnet wird (nach C. u. W. Stern und M. E. Smith, modifiziert von Pohle-Hauss und Schrammel).

Dieser Prozess setzt sich fort, wenn das Kind einfache Gesten vollziehen kann, wie z. B. winken, die parallel mit einem Wort begleitet werden wie „Ada“ o. ä. Dann imitiert es neue Handlungen mit passenden Wörtern.

Zwischen dem elften und dreizehnten Lebensmonat zeigt das Kind Gebrauchsgesten, indem es Bewegungen macht, die die Verwendung eines Gegenstandes ausdrücken und signalisiert damit, dass es ihn kennt. Es demonstriert also durch Bewegungen die zum Objekt gehören Handlungen, wie z. B. es führt die Bürste zum Haar, die Tasse zum Mund u. ä. Parallel dazu beginnt auf der sprachlichen Ebene die benennende Wortproduktion.

Das ist der Zeitpunkt der Sprachentwicklung (elfter bis sechzehnter Monat), in dem das Kind Einwortsätze bildet, d. h. ganze Satzmitteilungen mit einem Wort ausdrückt.

Dazu, meint J. Bauer, lässt sich noch beobachten, dass die Gesten oft mit der rechten Hand gemacht werden, der ausführenden Seite der linken Gehirnhälfte, wo sich bei Rechtshändern auch das Sprachzentrum befindet.

Körperliches, motorisches Agieren und Spracherwerb gehen also Hand in Hand.

J. Bauer schreibt dazu: *„Die Sprache ist keine Ansammlung abstrakter Begriffe oder Etikettierungen für die Objekte einer unbelebten Welt. Sie hat ihre Wurzeln in den Handlungen bzw. Handlungsmöglichkeiten samt den dazugehörigen sensorischen Erfahrungen ihrer biologischen Akteure. Der primäre Gegenstand der Sprache ist die Wiedergabe und Beschreibung der Art und Weise, wie lebende Akteure in dieser Welt handeln und mit anderen interagieren können und was sie dabei fühlen.“* (Warum ich fühle was du fühlst, Joachim Bauer 2005)

Für mich wird dabei deutlich, warum das Kind zunächst im ersten Lebensjahr die grundlegenden motorischen und sensorischen Fähigkeiten entwickeln muss, bevor es zur differenzierteren Ausbildung seiner Sprache kommen kann. Nicht nur, dass die fundamentale Fähigkeit seiner Aufrichtung und Fortbewegung ihm die Voraussetzungen bieten, seinen Handlungs- und damit Erfahrungsspielraum zu erweitern. Aufrichtung und Fortbewegung stellen auch die Möglichkeit, die Welt mit ihren Akteuren unter den gleichen Bedingungen beobachten zu können, wie diese ihre Handlungen ausführen: aufgerichtet sich fortbewegend an freier Hand, in aufrechter Kopfhaltung. Allein die Bedeutung des optischen Interpretationssystems mit seiner Deutung der Bilder von den Akteuren zeigt auf, wie wichtig das eigene Inventar für die Funktion der Resonanz der Spiegelneurone ist.

Die Entwicklung seiner motorischen Fertigkeiten erweitern seine Handlungsmöglichkeiten und damit seine Fähigkeit zur Sprache. Alle drei bilden eine Einheit in der Kommunikation des Kindes mit seiner Welt und den damit immer differenzierter sich ausbildenden Anpassungsreaktionen.

Schauen wir uns die Reifung der Motorik (Einteilung von G. Gesell, 1953) an, um daran die Bedeutung für die Gesamtentwicklung weiter zu verdeutlichen:

„Aus der anfänglichen Aktivität der Beugemuskulatur entwickelt sich ein Wechsel zwischen Beuge- und Strecktonus bis er ab 44 Monaten alternierend eingesetzt werden kann, der Zeitpunkt, ab dem die Fortbewegung durch Krabbeln möglich wird“(..).

Muskeln und Sinnessysteme mit ihren Fähigkeiten bilden das neurobiologische Inventar für das Kind sich als Akteur in Beziehung zur Welt, zum Raum und den Menschen darin zu bewegen, zu handeln und zu fühlen.

„(..)In den ersten Monaten des 2. Lebensjahres wird zwar der aufrechte Gang das bevorzugte Fortbewegungsmittel, aber viele noch nicht aufrecht zu bewältigende (Fort)Bewegungen werden weiterhin krabbelnd durchgeführt wie z. B. das Hochsteigen einer Treppe.“

Die Aufzählung des Katalogs motorischer Fähigkeiten im Alter von zwei Jahren macht deutlich, wie viel das Kind seine Möglichkeiten der Bewegung in den vergangenen Monaten erweitert hat, parallel zur Sprachentwicklung, die bis zu diesem Zeitpunkt die Bildung von *Mehrwortsätzen* erreicht hat.:

„(..)Rennt ohne zu fallen. Kauert beim Spiel. Kann sich bücken. Zieht beim Treppensteigen den Fuß nach, kann noch nicht auf einem Bein stehen. Gute Koordination beider Hände. Setzt Gegenstände zusammen(..)“.

Daraus ist erkennbar, dass es einen Zusammenhang gibt zwischen der Ausbildung von Bewegungen und der Fähigkeit, den Körper und mit etwas in Beziehung zu bringen bis dahin, Gegenstände zueinander in Beziehung zu setzen (setzt Gegenstände zusammen). Nichts anderes geschieht in der Sprache mit der Bildung von Mehrwortsätzen, in der mehrere Worte in Beziehung zueinander formuliert werden. Absicht und Ziel dieser Sätze wiederum ist, seine Beziehung zu den Dingen und Menschen in den eigenen Handlungen und Handlungsabsichten auszudrücken. Ich möchte an dieser Stelle nochmals an die lange Reifezeit der Kopfstellreflexe erinnern. Die Stellung (Beziehung) des Kopfes zum Rumpf, als Reaktion zur Stellung des Körpers im Raum, bildet sich in körperlich erlebten Bezügen zu seiner Umgebung und braucht viele Handlungserfahrungen, bis sie sich vollständig ausgebildet hat..

Ich will dies an einem Beispiel verdeutlichen. Der Zweiwortsatz „Treppe laufen“ beinhaltet eine Vielfalt von Möglichkeiten, worauf sich das Kind mit seiner Handlungsbeschreibung bezieht. Es kann heißen:

Ich laufe gerade auf der Treppe - ich und die Treppe

Ich möchte auf der Treppe laufen - ich und mein Wollen

Ich bin gerade auf der Treppe gelaufen - ich und mein Handeln

Ich will, dass du mit mir auf der Treppe läufst - ich und Du.

Das oben angeführte bildet nur eine Auswahl von Möglichkeiten des Ausdrucks des Beziehungsgeflechtes von „Ich und die Welt“. Allen gemeinsam ist die Aussage „Ich und ...“.

Die Bildung eines Dreiwortsatzes z. B. „Treppe laufen schön“, würde die Aussage des Kindes schon präziser gestalten und differenzierteres Erleben in Beziehung zur Umwelt ausdrücken.

Dies führt uns zum dritten Meilenstein des dritten Lebensjahres, der Identität, die sich genau wie Sprache und Motorik von Anfang an herausbildet und mit dem Ende des dritten Lebensjahres nicht abgeschlossen ist.

Betrachten wir dafür die Fortschreibung der Schemata von motorischer und sprachlicher Entwicklung:

In der Tabelle für die Motorische Entwicklung finden wir die Beschreibung folgender Fähigkeiten im Alter von vier Jahren: *„(..)Motorisch leicht exaltiert, beansprucht mehr Raum; beherrscht alle Arten der Fortbewegung (laufen, rennen, hüpfen, klettern); kann eine Tasse mit Flüssigkeit tragen, ohne etwas zu verschütten(..)“*

Wir sehen darin das Voranschreiten der Körperbeherrschung in der Fortbewegung im Raum und in seinen Reaktionen auf Schwerkraft und Balance. Während des Laufens eine Tasse zu transportieren, ohne etwas zu verschütten, heißt Grob- und Feinmotorik differenziert aufeinander abstimmen zu können. Die Beherrschung der Muskeln und des Körpers in seiner Stellung zum Raum sind dazu notwendig. Die vollkommen reagierenden Kopfstellreflexe und die endgültige Hemmung des TLR ist für die Bewältigung einer solchen Aufgabe nötig.

Die Erweiterung der motorischen Handlungsfähigkeit der vergangenen Monate führten zu diesem Ziel und genauso, dass im Sprachentwicklungsalter „(..) *zwischen zwei und zweieinhalb Jahren die Wörter noch aneinandergereiht werden, mit seinem wichtigsten Wort in der Mitte. Aber dann, zwischen zweieinhalb und dreieinhalb Jahren können schon richtige Sätze gebildet werden. Das Erlernen von Syntax und Grammatik in der gesprochenen Sprache schreitet noch weiter voran und das Kind ist in seiner Satzbildung und Beugung der Worte noch fehlerhaft, aber man kann in diesem Alter schon vom „richtigen Sprechen“, mit einem Wortschatz von 446-1222 Wörtern, ausgehen(..)*“

Eine wichtige Tatsache hierbei ist aber die Diskrepanz zwischen passivem und aktivem Wortschatz. Den aktiv benutzten Wörtern beim Sprechen steht eine wesentlich höhere Anzahl an Wörtern, die verstanden werden, gegenüber. Ähnlich verhält es sich wohl auch mit dem Verstehen einer Sprache, die differenzierter und höher entwickelt ist, als die wirklich selbst gesprochene (aktive) Sprache.

An dieser Stelle möchte ich wieder auf die Spiegelneuronen mit ihrem neurobiologischen Arbeitsmodell zurückkommen. Die Aktivierung von Neuronen der prämotorischen Rinde und der inferioren Region geschieht sowohl über die eigene Aktivität, als auch über die Beobachtung von Handlungen anderer Personen, eines Gegenübers. Diese spontan und unwillkürlich ohne Nachdenken ablaufende Resonanz der Spiegelneuronen zeigt, dass eine Programmierung von Handlungsmöglichkeiten stattfindet, unabhängig davon, ob diese eigene oder Handlungen von anderen sind. Das Kind erlebt demnach Aktivitäten (Bewegung und Sprache) erst passiv, bis es sie im imitierenden und übenden Austausch mit seiner Umgebung und im Fortschreiten seiner neurobiologischen Ausstattung selbst ausführen kann. Das würde bedeuten, so, wie man schon lange von einem passiven Sprachvermögen des Kindes spricht (beim Erlernen einer Fremdsprache ist es auch so, dass man zunächst mehr verstehen kann, als man selbst zu sprechen in der Lage ist), könnte man im Zusammenhang mit der motorischen Entwicklung von einem passivem Bewegungs- bzw. Handlungsvermögen sprechen. Das Kind wäre mit dem Verstehen einer Handlung der Fähigkeit voraus, diese dann auch durchführen zu können..

Joachim Bauer spricht hierbei von der Bedeutung des Spiels als Lernfeld für beobachtete Aktivitäten, diese Handlungen übend aktiv werden zu lassen.

Ich merke an dieser Stelle, warum Kinder so darauf aus sind, so viel wie möglich an den Alltagshandlungen ihrer Bezugspersonen beteiligt zu werden. Der Inhalt eines Küchenschrankes scheint viel interessanter zu sein als die Spielzeugkiste. Die altersgemäße Einbeziehung des Kindes in das alltägliche Handeln der Erwachsenen ist demnach die beste Voraussetzung für die Verwirklichung eigener Aktivitäten.

Mir fällt an dieser Stelle wieder Maria Montessori ein mit ihrer Aussage: „helf mir, es selbst zu tun“. Sie lehnte es ab, die kindliche Betätigung Spiel als Spiel zu bezeichnen und nannte sie „Arbeit“, die den gleichen Anspruch von Ernsthaftigkeit habe, wie die Arbeit der Erwachsenen. Ihre Beschäftigungsmaterialien haben zwar die spielerische Eigenschaft des „so tun als ob“, fördern jedoch Handlungen, die alltägliche Aktivitäten der Arbeit der Erwachsenen sind. Spielzeug als Produkt einer künstlichen Kinderwelt lehnte sie ab, weil es, wie sie meinte, die Würde des Kindes verletzen würde.

Ich möchte jetzt im Hinblick auf die Funktion der Spiegelneuronen auf die Bildung der Identität eingehen in Anlehnung an das von Joachim Bauer Beschriebene.

Zu Beginn des Lebens entsteht, durch das spiegelnde Mitschwingen der Bezugspersonen (Zeit des Moro-Reflexes) ein intuitives Gefühl der sozialen Identität: „Ich gehöre zur Welt der anderen“. Die Spiegelresonanz des Handelns und Fühlens ist aber nicht nur der Stoff,

aus dem die äußere Welt konstruiert wird, sondern auch die Basis für die Vorstellungen vom eigenen Selbst. Zwischen dem zwölften und achtzehnten Lebensmonat kommt nun die Wahrnehmung einer eigenen Identität dazu: „Ich bin anders als die anderen“. Für seine geistige Entwicklung benötigt das Kind nämlich nicht nur den Entwurf eines Bildes von der Welt, sondern auch die Möglichkeit, sich selbst zu definieren.

Dazu muss sich das Gehirn auf die abgespeicherten Programme, die erlebte Aktions- und Interaktionssequenzen beschreiben, beziehen können und diese in einem Übungsfeld kennenlernen und trainieren. Dieses Übungsfeld für die spätere reale Welt ist, wie oben bereits erwähnt, das Spiel. Im Alter von 18 Monaten ist das Kind in der Lage, Handlungen gezielt zu beobachten und durch bewusste, selbst gesteuerte Imitation einzuüben.

Durch gemeinsames Spiel mit den Bezugspersonen lernt das Kind nicht nur, das Spiel selbst zu organisieren, sondern es wird auch der Ausbau des Systems der Spiegelneuronen gefördert (es verhält sich hier genauso wie mit dem Wachstum der anderen Neuronen, wie bei der Entwicklung des Gehirns schon beschrieben).

Bedeutend ist hier die Ausbildung des Nervenzellnetzes des optischen Aufbereitungssystems und die Entwicklung der inneren Bilder der Bezugspersonen. Diese sich immer mehr aufbauenden Objektrepräsentationen werden im Gehirn in der rechten Hemisphäre gespeichert. Die Wahrnehmung von sich selbst mit den dazugehörigen Körperempfindungen ist an der gleichen Stelle abgespeichert. Dies führt dazu, dass die Wahrnehmung von sich und den Anderen nicht getrennt erfolgt.

Das Kind ist deswegen ganz auf die Bezugspersonen ausgerichtet, weil es für es noch keinen Unterschied zwischen den Objekten und dem Selbst gibt. Der Ausdruck ihres Handelns und ihrer Absichten, ihrer Mimik und Gestik erhält deshalb viel Bedeutung. Eigene Handlungen und Gefühle werden aus der Sicht der spiegelnden Person beurteilt, die mit dem Selbst identisch ist. Das reicht bis hin zu der Wahrnehmung von Gefühlen wie Schmerz und deren Reaktion darauf. Das Handeln und Fühlen der anderen Person definiert das Handeln und Fühlen des Selbst.

Es stellt sich damit die Frage, wie das Kind (die Aufgabe hat auch der Erwachsene immer wieder zu erfüllen) dahin gelangt, ein eigenes Gefühl seiner Selbst, eine eigene Identität, ein Bewusstsein von „ich bin ich“, getrennt von dem Bild des Objektes entwickeln zu können.

Die neurobiologische Forschung hat die Frage über den genauen Ablauf der Gewinnung einer Unterscheidungsfähigkeit von Selbst und Objekt noch nicht zufriedenstellend beantwortet. Das bisher Entdeckte bietet jedoch einige interessante Anhaltspunkte.

Eigenes Agieren wird in der linken Gehirnhälfte repräsentiert und damit auch die Vorstellung des eigenen Selbst, die sich aus dem eigenen Handeln ableitet. Die Repräsentation des Selbst, nahe der Repräsentation der Objekte betrifft nur die Empfindungen seines Körperselbst. Erst wenn selbstständiges, eigenes Handeln stattfindet, entsteht die Vorstellung von einem Selbst in der linken Hemisphäre.

Einmal mehr wird klar, wie das Kind aus der Entwicklung seiner motorischen Fähigkeiten zur Entfaltung seiner ganzen Persönlichkeit gelangt. Die Meilensteine des ersten und zweiten Lebensjahres und die daraus entstehenden Möglichkeiten zu immer mehr eigenem Handeln/Bewegen führen zu dem Ziel des Bewusstwerdens eines eigenen Ich, das sprachlich, wenn das Kind zum ersten Mal „ich bin; ich will“ sagt, seinen Ausdruck findet. Betrachtet man das Verhalten eines Kindes in der „Trotzphase“, das so sehr vom Bewusstsein des sich herausbildenden Ich-Gefühls geprägt ist, dann wird verständlich, warum sein „alles selber tun und können wollen“, mit den Einschränkungen durch seine eigenen und

der von den „Großen“ („die doch schon alles können“) gesetzten Begrenzungen, so turbulente Gefühlsausbrüche auslöst. Die Situation, nicht selbst handeln zu können oder zu dürfen, bedroht im höchsten Maße seine Identität, sein noch schwach ausgeprägtes Gefühl von sich selbst. Dieses ICH steht am Anfang seines Weges, sich in und mit der Welt zu verwirklichen. Die weitere Ausbildung seiner Möglichkeiten, sich handelnd mit seiner Welt auseinanderzusetzen, sich in ihr zu „bewegen“, ist sein fortgesetzter Weg des Lernens, seiner ICH-Werdung.

Lernfeld Welt /Die Entfaltung der Krone

Obwohl sich bis jetzt Gewaltiges getan hat, stehen wir erst am Anfang des sich in den nächsten Jahren vollziehenden Entfaltungsprozesses der Krone, sprich des Kortex, dem Zentrum der kognitiven Fähigkeiten.

Ich habe zwar bei der Sprach- und Ich-Entwicklung einiges über die Ausbildung und Tätigkeit der Rindenfelder des Kortex beschrieben, aber dies ist nur im Ansatz vorhanden und im Alter von drei Jahren auszuformen. Sowohl Motorik als auch Sprache und vor allem die Ausformung einer eigenen Identität beginnen erst, sich differenzierter auszubilden. Die Entfaltung eines tätigen Selbst in Sprache, Motorik und in der Fähigkeit eigenen Handelns macht es möglich, eine Vorstellung über sich selbst zu gewinnen mit dem Bewusstsein einer eigenen Geschichte und einem daraus entstehenden Gedächtnisses. Dies ist die Voraussetzung für die Fähigkeit kognitiven Lernens.

Laut Piaget befindet sich das Kind noch im Präoperationalen Stadium, indem es seine sensorischen Aktivitäten immer mehr durch verinnerlichte geistige Aktivitäten, wie sprachlicher Ausdruck und Bildvorstellung, ersetzt (ein Vorgang, der auch neurobiologisch immer besser beschrieben werden kann). Dieses Stadium dauert noch an, bis das Kind sieben Jahre alt ist, etwa bis zum Alter seiner Einschulung.

Jetzt ist es in einer Phase, in der ihm das häusliche Umfeld zu klein und eng wird. Es sucht ein weiteres größeres Betätigungsfeld, in dem es seine bisher erworbenen Fähigkeiten erweitern kann. Vor allem sucht es in seiner ersten Ablösungsphase von seinen Bezugspersonen (die Abnabelung nach der Geburt als allerersten Schritt ausgenommen), verstärkt den Umgang mit Gleichaltrigen. Betrachtet man den Stand seiner Entwicklung, in dem es gerade erst sein ICH entdeckt, kann man seine Situation, bezieht man das Wissen über Spiegelneuronen mit ein, noch besser verstehen.

Piaget beschreibt das Kind im präoperationalen Stadium als ein Wesen, das alles in Bezug auf sich sieht, es sich mit seinen Zwecken als das Zentrum begreift. Man könnte es aber auch umgekehrt betrachten. Im Hinblick auf sein noch mangelhaft ausgebildetes Selbst, das noch nicht ausreichende Handlungsmöglichkeiten zur Verfügung hat, ist sein Gegenüber noch das Zentrum seines Selbst; es kann andere noch nicht getrennt von sich sehen. Seine Identität ist durch die anderen bedroht, solange es sich selbst nicht ausreichend als handelndes Selbst erfahren kann.

Daraus ließe sich auch ableiten, warum das Kind in dieser Phase Dinge, die sich bewegen, oder mit denen es in seinem Handeln zu tun hat, als lebendige Gegenüber betrachtet, die Macht über es haben bzw. über die es Macht gewinnen muss (*Animismus*). Eine Vorstellung von seiner „Allmacht“ ist eine für dieses Stadium gesunde Sicht der Welt zum Aufbau und zum Schutz seines wachsenden Selbst.

Zur Entwicklung seines Selbst und der dazu erforderlichen eigenen Aktivitäten wird die ausschließliche Spiegelung durch Erwachsene eine Überforderung und bedeutet eine Schwächung seines Selbst-Bewusst-Seins, macht es doch immer wieder die Erfahrung,

dass diese ihm überlegen sind. Ein Gefühl von Eigenmacht/Eigenwirksamkeit und eines (selbst)tätigen Selbst kann es hierbei nicht entwickeln. Es braucht jetzt (Spiegel-)Erfahrungen mit Menschen, mit denen es sich messen kann. Kontakte mit älteren Geschwistern, mit Kindern anderer Familien auf dem Spielplatz und im Freundeskreis boten bisher und bieten weiterhin gute Möglichkeiten zur Erfüllung dieses Bedürfnisses. Doch hier sind oft noch die „Großen“ dabei. Es braucht ein Erfahrungsfeld, in dem das Kind alleine und auf sich gestellt Erfahrungen mit neuen Bezugspersonen und vielen Gleichaltrigen machen kann: den Kindergarten.

Gemeinsamer Handlungsraum: Kindergarten

Der Kindergarten bietet die Lernumgebung, in der im Zusammenspiel mit anderen, gleichrangigen „Selbst“, die Verwirklichung der Aufgaben des präoperationalen Stadiums ermöglicht wird.

Ich erinnere hier nochmals an die motorischen Entwicklungsziele (*nach Gesell*) des vierjährigen Kindes, die bei Eintritt in den Kindergarten mit drei Jahren noch nicht erreicht sind. Es kann deshalb vorkommen, dass manches Dreijährige im Kindergarten noch überfordert ist: nicht nur deshalb sollte man eher auf das Entwicklungsalter schauen als auf das Lebensalter: *„(..)Motorisch exalziert, beansprucht mehr Raum. Beherrscht alle Arten der Fortbewegung (laufen, rennen, hüpfen, klettern). Kann seine Tasse mit Flüssigkeit tragen ohne etwas zu verschütten(..)“*

Bis zum Alter von sechs Jahren sind folgende Ziele zu erreichen:

„(..)Kann die Ruhelosigkeit des Fünfjährigen steuern, ist sehr geschickt und liebt extreme Bewegungen (sich balgen, herumwälzen, heftig schaukeln etc.). Feinere Koordination Auge-Hand, Hand = Werkzeug(..).“

Wir haben damit die wesentlichen Anforderungen an eine gute Kindergartenpädagogik beschrieben. Wichtig ist die Bereitstellung eines (Spiel-)Raumes, in dem das Kind mit vielen gleichaltrigen (fein- und grobmotorische) Bewegungserfahrungen machen und sich in einer erweiterten außerfamiliären Umgebung mit Sprache und anderen Ausdrucksmöglichkeiten auseinandersetzen kann. Begleitet von wohlwollenden Erwachsenen, die in Beziehung zu allen Kindern für den notwendigen Schutz und die erforderlichen, individuell vom Kind benötigten, Anregungen sorgen.

Der „Leistungskatalog“ des motorischen Verhaltens des Kindes macht deutlich, wie viel es an grobmotorischer Geschicklichkeit noch zu entwickeln gilt („laufen, rennen, hüpfen, ...“) und wie groß das Bedürfnis nach den basalen propriozeptiven, taktilen, vestibulären und somatischen Sinneserfahrungen („Vorliebe für extreme Bewegungen, heftig schaukeln ...“) ist. Alle sinnlichen Eindrücke, auch hören, sehen, schmecken, riechen u.s.w. brauchen Wiederholung, weil sie im jeweiligen Kontext immer wieder neu erlebt werden.

Tatsächlich ist die Abbildung des Körpers auf der motorischen und sensorischen Rinde mit ihren synaptischen Verschaltungen noch keineswegs abgeschlossen. Je differenzierter und detaillierter diese Abbildungen sind, umso mehr ist das Kind in der Lage, seine Handlungsmöglichkeiten zu erweitern. Es benötigt dazu die vollendete Ausformung seines Körperempfindens, seines Körperschemas und seines Körperbegriffs. Was dies im einzelnen heißt, will ich erläutern.

Wir können die Reife des Körperbewusstseins eines Dreijährigen an seinen Zeichnungen ablesen. Viele haben beim Eintritt in den Kindergarten gerade erst begonnen, zu malen und viele zeichnen noch nicht gegenständlich. Abgesehen von dem Erlernen des Umgangs mit

einem Stift, der zunächst dick sein muss, wegen der noch mangelhaften Handgeschicklichkeit und den ersten Übungen des Werkzeuggebrauchs als Voraussetzung für gegenständliches Malen, finden wir in den gemalten Figuren eine Aussage darüber, wie die inneren Bilder von sich Selbst und der Welt ausgebildet sind. Erst die genaue innere Abbildung vom eigenen Körperselbst und den Körpern der anderen, worüber wir im Zusammenhang mit den Spiegelneuronen schon gehört haben und der inneren Abbildung der Gegenstände im handelnden Umgang mit ihnen, befähigt uns dazu, diese auch symbolisch darzustellen.

So wie die Wörter und Gesten in der Sprachentwicklung, so ist auch die Darstellung von Menschen und Dingen ein Akt der Symbolisierung. Die Darstellung kann verschiedenartigen Ausdruck finden z. B. durch malen, durch formen, durch Geschichten, durch Rollenspiel, Puppenspiel, u.ä..

Ich denke, dass beim Malen, bei der Sprache und, wie schon erwähnt, bei den Bewegungshandlungen zunächst ein passives Aufnehmen und Verstehen da ist, bevor es aktiv umgesetzt werden kann. Bei Kleinkindern erleben wir oft, dass sie zu ihren Strichen, die sie aufs Papier gebracht haben, ganze Geschichten erzählen, was diese darstellen sollen. In ihnen ist also durchaus schon ein inneres Bild vorhanden, es ist aber noch nicht genügend ausgereift. Erst mit dem Beginn des Malens erkennbarer Bilder hat sich die feinmotorische Geschicklichkeit herausgebildet, immer feiner darzustellen, was sich gleichzeitig immer differenzierter als inneres Bild formt.

Die erste erkennbare Darstellung eines Menschen und damit von sich selbst ist der sogenannte Kopffüßler. Vorher hat das Kind Striche und einen Kreis gemalt, Zeichen, die noch nicht in Beziehung zu einander stehen bzw. nicht miteinander verbunden sind. Der Kopffüßler ist die erste Abbildung eines Menschen mit verschiedenen Körperteilen, die miteinander verbunden sind. Es handelt sich um einen Kreis an dem sich zunächst meistens zwei und später vier Striche befinden. Der Kopf und die daran befindlichen Striche für die Extremitäten repräsentieren den ganzen Körper

Interessant ist, dass die Darstellung des Körpers ähnlich verläuft wie die Ausbildung der motorischen Fähigkeiten (der Kopf kann sich als erstes willkürlich bewegen, dann die Beine beim Strampeln), nur einige Jahre später. Demnach lässt sich der Stand der motorischen Entwicklung an der Entwicklung des symbolischen Darstellens des Körpers ablesen. Genauso kann die Art, wie ein Mensch in Farbe, Form zum Größenverhältnis des Körpers sowie Anordnung zu Papier gebracht wird, einen Eindruck davon geben, wie sich das Kind (körperlich) fühlt. Diese Tatsache wird in der Motodiagnostik und in der psychotherapeutischen Diagnostik genutzt.

Erst allmählich formt sich das Bild eines Menschen heraus, der alle Körperteile besitzt und diese in richtiger Proportion miteinander verbunden hat. Dies ist dann ein Indiz dafür, dass das Kind die nötige Schulreife besitzt. Bei gut verlaufender Entwicklung ist es mit sechs Jahren so weit, eine solche Zeichnung herzustellen.

Bis dahin braucht es, immer seinem momentanen Stand entsprechend, Handlungsangebote, die es im Einsatz seiner motorischen Fähigkeiten üben und voran bringen.

Es hilft nichts, Fähigkeiten, in denen das Kind Mängel zeigt, am Tisch zu üben, sondern man muss ihm die körperlich handelnde Betätigung anbieten, die es in der Ausbildung und Verfeinerung seines Körpergefühls, seines Körperschemas und seines "Körperbegriffs" fördern. Wenn es dann die bisher noch nicht gekonnte Handlung mit Freude durchführt, so ist das die Bestätigung dafür, dass es dazu die notwendigen körperlichen Entwicklungsschritte gemacht hat.

Ich will jetzt die Begriffe Körpergefühl, Körperschema und Körperbegriff genauer erläutern, wie sie sich entwickeln und was zu ihrer Ausbildung benötigt wird.

Das **Körpergefühl** ist, wie ich schon beschrieben habe, ein intuitives Gefühl von sich und seinem Körper. Es spielt vor allem am Anfang des Lebens eine Rolle, wo ein Grundgefühl von Annahme und Sicherheit erfahren werden muss, um sich auf die Eindrücke, die von außen kommen, einlassen zu können. Taktile, propriozeptive und vestibuläre Erfahrungen wie schaukeln, klettern, hüpfen u. a. sind, mit einem guten Körpergefühl, lustvolle Reize. Auch die anderen Sinne und deren angenehmes Erleben bis hin zu den Bewegungen und Handlungen tragen zu einem positiven Aufbau des Körpergefühls bei.

Neurobiologisch kann man das Körpergefühl auf der inferioren Region und der Region für die Körperempfindungen, also der sensiblen Rinde, einordnen. Anhand dessen, was wir darüber schon wissen, lässt sich gut die Bedeutung des Körpergefühls ablesen. Es ist eine entscheidende Instanz für die handlungssteuernden Nervenzellen und damit für unsere durchgeführten Handlungen. Es ist aber ebenso für die unteren Regionen des Gehirns von Bedeutung. Ich denke zum Beispiel an unser Wecksystem RAS, welches für den Grad von Wachheit und Aufmerksamkeit zuständig ist und seine Informationen von der sensiblen Rinde erhält.

Folgende Erfahrungen für die positive Förderung seines Körpergefühls braucht das Kind im Kindergarten:

- eine grundlegende Annahme seiner selbst und seines Körpers und einen achtsamen Umgang, sowohl von den Erwachsenen als auch von den Kindern, (dazu gehört auch die Anleitung zu einem wertschätzenden und achtendes Umgehen mit den anderen)
- Beachtung und sorgfältiges Eingehen auf unangenehme Körpererfahrungen, z. B. Trost und Versorgung bei Verletzungen
- eine Umgebung, die Sicherheit und eine möglichst angstfreie, nicht überfordernde Atmosphäre bietet
- angenehme und interessante Sinneserfahrungen, z. B.:
 - Taktil:
Spielen im Sand, mit Wasser, Näheerfahrungen mit anderen Kindern, liebevolle, angemessene Nähe mit den Betreuern. Kneten, Kleisterspiele, Malen mit Fingerfarbe usw..
 - Vestibulär und motorisch:
Bewegen und bewegt werden mit verschiedenen Geräten, allein und gemeinsam mit anderen.
 - Hören:
Musik hören, singen, reimen, Kreisspiele usw. (speziell in diesem Bereich gibt es ein enormes Angebot von Spielen in der Kindergartentradition).

Das **Körperschema** bedeutet, eine Vorstellung und ein Empfinden über die Stellung seiner Körperteile und seines Körpers zu haben, als Voraussetzung für die Fähigkeit willentlich gesteuerter Bewegungen/Handlungen. Die fortschreitende Ausbildung des Körperschemas befähigt zur Durchführung verschiedener motorischen Handlungen.

Neurobiologisch ist das Körperschema der motorischen und prämotorischen Rinde zuzuordnen. Der Entwicklungsstand des Körperschemas beschreibt also die Differenzierung der Verschaltung der Motoneuronen, sowohl der steuernden als auch der durchführenden.

Für das Körperschema und die damit verbundenen motorischen Handlungen ist das Cerebellum sehr wichtig. Die Erweiterung der motorischen Handlungsfähigkeit bedeutet auch eine Zunahme der Fähigkeit des Kleinhirns. Wie wir bereits wissen ist das Cerebellum eine Steuerungszentrale für die Bewegung, die es in der Auswertung und Abstimmung aller sensorischen Inputs im Austausch mit dem Kortex auf eine Handlungsabsicht für eine präzise, fein abgestimmte motorische Antwort einstellt.

Ist eine motorische Handlung noch unbekannt, braucht es eine genaue Handlungsplanung und bewusste Aufmerksamkeit der Großhirnrinde (Beispiel: einen Tanz lernen oder mit der Schere schneiden). Ist die Aktivität erlernt, wird die Handlung automatisiert. Dadurch kann das Kleinhirn ohne Beteiligung der Großhirnrinde die Aufgabe übernehmen. Dies hat den Vorteil, dass die motorische Antwort direkter, ohne Einbeziehung der höheren Region schneller erlernt und Bewegungen fließender und koordinierter ablaufen können. Der Kortex wird damit entlastet und ist für die höheren Aufgaben frei.

Das ist auch die Erklärung dafür, warum persistierende frühkindliche Reflexe und die mangelhafte Entwicklung der Halte- und Stellreflexe die motorische, emotionale und kognitive Entwicklung behindern und Schwierigkeiten beim Lernen bereiten. Einschließende bzw. nicht funktionierende Reflexe aus dem Stammhirn mit ihrer automatisierten motorischen Antwort beeinträchtigen die Durchführung einer Handlung bzw. unterstützen diese nicht.. Das Kleinhirn wird an der Erledigung seiner Aufgabe gehindert. In einer Anpassungsreaktion des Systems wird der Mangel oder das Zuviel an Beeinflussung durch die Reflexe kompensiert. Diese Kompensationsleistung muss bei jeder Handlung neu gesucht werden bzw. erlaubt nur ein gewisses Spektrum an Automatisierung. Das bedeutet, dass der Kortex bei den Handlungen mehr einbezogen werden muss. Dies kann auf Kosten der anderen höheren Leistungen gehen oder erfordert zumindest eine weitaus größere Anstrengung des Kindes.

Gerade die Zeit des Kindergartens und die ersten Jahre der Schulzeit sind also die Zeit des Cerebellums für seine Einstimmung auf die Übernahme der vielen motorischen Leistungen, die das Kind in seinen grob- und feinmotorischen Handlungen erlernt. Ebenso findet damit einhergehend die Verfeinerung und Abstimmung der sensorischen Informationen statt.

Die Vielfalt von Aktivitäten, die den Aufbau des Körperschemas fördern, von den Bewegungsangeboten für den ganzen Körper bis hin zu feinmotorischem Tun inklusive des Gebrauchs von Werkzeugen (Schere, Stifte, Hammer) brauche ich nicht mehr ausführlich zu benennen.

Die Entwicklung des **Körperbegriffs** ist ohne die Ausbildung des Körperschemas und des Körpergefühls nicht möglich. Eine Vorstellung von sich und seinem Körper zu haben und damit einen Begriff von der Welt und ihren Dingen zu bekommen heißt, die Erfahrungen des körperlichen Handelns und Fühlens auf einer nächsten geistigen Ebene zu modifizieren. Ein Bild von sich und seinem Körper zu haben, erzeugt auch eine Vorstellung von den Menschen und Dingen außerhalb des Körpers. Nur damit bin ich in der Lage, zwischen mir und dem Außen zu unterscheiden und mir über mich und das Außen ein Bild zu machen: von dem, was gemeinsam und dem, was verschieden ist.

Körperbegriff bedeutet, ein Wissen von sich und seiner Identität zu haben. Er äußert sich zum Beispiel in der Fähigkeit, die eigenen Körperteile benennen zu können, in dem Wissen, dass der Kopf oben und die Füße unten sind und im Verstehen der Dinge in ihrer Be-

ziehung zu mir oder zu anderen: Der Ball hinter mir; der Stuhl vor mir usw. Ein umfassender Körperbegriff ermöglicht körperlich Erlebtes und Erfahrenes in Sprache umzusetzen. Dies kann Erzählen sein oder seinen Ausdruck im Malen, Formen oder anderem kreativen Tätigsein finden.

Körpergefühl, Körperschema und Körperbegriff bilden zusammen das Körperbewusstsein. Dies heißt dann, ich male „mich“ so, wie ich mich in meinen einzelnen Teilen erfasst habe. Wenn ich z. B. meine Hände noch nicht ausreichend in feinmotorischen Betätigungen erfahren konnte, habe ich keine Vorstellung von meinen einzelnen Fingern. Ich werde deshalb meine Hände nicht mit allen Fingern zeichnen können. Übertragen auf die Ebene des Gehirns ist die Entwicklung des Körperbewusstseins ein Zusammenspiel aller oben genannter Areale. Die Entwicklung eines handelnden Selbst und seiner Vorstellung davon in der prämotorischen und motorischen Rinde der linken Hemisphäre hängen damit eng zusammen.

Ein weiterer Aspekt ist die Zusammenarbeit der beiden Hemisphären. Eine Vielfalt an Handlungen und Bewegungen, die das Überkreuzen der Mittellinie beinhalten, fördern die Zusammenarbeit der beiden Gehirnhälften.

Ich möchte in diesem Zusammenhang die Bedeutung der zahlreichen Finger- und Bewegungsspiele nennen, die eine umfassende Anregung für die Zusammenfügung einzelner Elemente bedeuten. Sie bilden eine Kombination aus Bewegung und dem Üben von motorischen Handlungen sowie Sprache (Körperbewegung, Gestik, Mimik, Sprechen), Symbolisierung (Darstellung von Handlungen und Ereignissen durch Bewegung und Erzählen von Geschichten) und emotionaler, musischer Ansprache (Freude an Bewegung, Singen, Rhythmus, kreativer Ausdruck, usw.). Die Verknüpfung der beiden Hemisphären der musischen, emotionalen, intuitiven linken und der analysierenden, kognitiven rechten Hälfte wird in diesem Spiel angesprochen und mit den die Mittellinie überkreuzenden Bewegungen explizit eingeübt.

Es gäbe noch viel über die Bedeutung von diesen Spielen zu sagen, auf die Rolle der Musik in dieser Phase bin ich noch gar nicht eingegangen. Ich denke aber, dass meine Ausführungen schon genügend Eindruck vermittelt haben, worum es in dieser wichtigen Zeit der Ausbildung des eigenen Selbst und des Gefühls *„ich und die Anderen in Gemeinsamkeit und Unterscheidung“* geht.

Das Denken hat im kindlichen Spiel auf vielfältige Weise seinen Anfang genommen. Im Abschluss dieses Stadiums hat das Kind ein Bewusstsein von sich selbst so stabilisiert, dass es von sich und seinem Zentralismus Abstand nehmen kann und damit fähig wird zu lernen, wie es selbst und die Welt, getrennt von ihm und gemeinsam mit ihm, wirklich ist. Es erwirbt damit die Fähigkeit des Konkretoperationalen Stadiums (sieben bis zwölf Jahre) mit den konkreten Objekten oder ihren Vorstellungen davon zu operieren.

Erkenntnisraum Schule

Mit einer kurzen Beschreibung der ersten Jahre des schulischen Erfahrungsraumes möchte ich zum Ende meiner Entwicklungsgeschichte von Bewegung und Lernen kommen, obgleich sie damit noch lange nicht abgeschlossen ist.

In den ersten Schuljahren hat das Kind die Entwicklung seiner Motorik noch immer nicht vollendet. Bei Gesell finden wir noch motorische Entwicklungsziele vom sechsten bis achten Lebensjahr und vom achten bis zehnten Lebensjahr aufgeführt:

„(..)Rhythmischere, geschmeidigere und anmutigere Bewegungen; Freude an Bewegungen, Beginn sportlicher Betätigung; Stellung und Bewegung beim Malen sind frei.(..)“

Mit zehn Jahren:

„(..)Das Kind ist gelöst und entspannt in seinen Bewegungen. Sehr geschickt und ausdauernd.(..)“

Es benötigt also noch weitere vier Jahre, bis man von einer abgeschlossenen Bewegungsentwicklung sprechen kann oder, wie oben beschrieben, das Kleinhirn alle Bewegungen in Feinabstimmung und Koordinierung steuern kann.

Nach Piaget befindet sich das Kind in diesem Alter im *Konkretoperationalem Stadium*:

„(..)Das Kind kann in Gedanken mit konkreten Objekten oder ihren Vorstellungen operieren. Das Denken ist auf konkrete anschauliche Erfahrungen beschränkt. Abstraktionen sind nicht möglich. Das Denken ist noch nicht logisch sondern intuitiv und wird von der direkten Wahrnehmung beeinflusst (..).“

Hierzu möchte ich einige kognitive Operationen benennen:

- *Dezentrierung:*
Irrtümer oder Verzerrungen der Wahrnehmung werden korrigiert. Es wird nicht mehr der vordergründige, auffälligste Aspekt der Wahrnehmung am stärksten bewertet (wie es noch beim Zentralismus, den ich oben beschrieben habe, geschieht).
- *Reversibilität (Umkehrbarkeit):*
Das Kind kann in Gedanken rückwärts gehen. Durchgeführte Operationen können wieder rückgängig gemacht werden (Addition-Subtraktion).
- *Seriation:*
Objekte können in einer Reihenfolge entsprechend der Größe, des Aussehens oder eines anderen Merkmals angeordnet werden.

Betrachtet man die Vielfalt der Möglichkeiten geistiger Operationen, lässt sich gut nachvollziehen wie viele selbst erlebte Erfahrungen dafür erforderlich waren und noch weiterhin sind, bis die Welt denkend erfahren werden kann.

Es erfordert ein hohes Maß an Anpassung, um den Anforderungen dieses kognitiven Lernens gewachsen zu sein. Außerdem benötigt das Kind weiterhin die Ausformung seiner motorischen (Anpassungs-)Fähigkeit zum Erlernen der Kulturtechniken, die z. B. für das Voranschreiten des geistig Operierenkönnens benötigt werden.

Ich werde mich nun zum Abschluss den Anforderungen schulischen Lernens zuwenden und dabei nochmals die frühkindlichen Reflexe als Leitfaden verwenden, wie z. B. deren Persistenz oder ungenügende Ablösung durch die Halte- und Stellreflexe die Erfüllung der schulischen Aufgabenstellungen beeinflussen.

Rückzugs- und Moro-Reflex

Ein Kind, das noch unter dem Einfluss dieser beiden Reflexe steht, wird vor allem mit der Regulierung und Beherrschung seiner Gefühle zu tun haben, die seinem natürlichen Bedürfnis nach Lernen und der Eroberung neuer Lernfelder entgegenstehen. Die Motivation und die damit einhergehende Freude und Neugierde am Lernen in der Schule wird beeinträchtigt sein. Seine Unsicherheit in neuen Situationen ist geprägt von Angst und zeigt sich in Abwehrreaktionen von Rückzug (Furcht-Lähmung) oder überhöhter Aufmerksamkeit (Flucht-Kampf). Das Sichzurechtfinden in einer neuen Umgebung, in einer unbekanntem Klasse mit neuen Bezugspersonen und neuen Aufgabenstellungen, wird Stress auslösen, da bei jeder Umstellung die Kompensation der Überempfindlichkeit in einer oder mehreren sensiblen Bahnen (taktile, vestibulär, akustisch, optisch u. ä.) neu erfolgen muss. Allein die Situation während der Pausen im Schulhof stellt eine tägliche Herausforderung für alle Sinnessysteme dar.

Dies betrifft nicht nur die Eingewöhnungszeit nach der Einschulung sondern wird bei jeder Veränderung (z. B. neue Lehrerin, neuer Lehrstoff, neues Schuljahr usw.) Stress erzeugen und entsprechende Reaktionen auslösen, bis ein neuer Weg der Anpassung gefunden ist.

Die Rückzugsreaktion kann sich in mangelnder Beteiligung am Unterricht, im nicht Sprechenkönnen über Probleme, im Nichtnachfragen können, wenn etwas nicht verstanden wird bis hin zum überhaupt nicht Sprechen äußern. Darunter wird auch die Aufmerksamkeit und Konzentration leiden, weil oft Phantasien und Träumereien als Rückzugsraum genutzt werden.

Die Moro-Reaktionen werden sich in überschießenden Reaktionen auf äußere Stimuli zeigen, was eine erhebliche Überforderung für das Kind darstellt, weil dies in seinen Auswirkungen auf den Umgang mit sozialen und inhaltlichen Leistungsanforderungen (des Lernstoffes) und der Gruppe, erhebliche Anpassungsschwierigkeiten bedeutet. Übersteigerte Gefühle wie Angst, Wut oder Schmerz behindern die ruhige Aufmerksamkeit und Konzentration auf wesentlichen Inhalte.

Die mangelnde Fähigkeit zur Konzentration auf das Wesentliche kann sich auch in der Funktion der Augen und des Gehörs zeigen. Dies bedeutet, dass das längere Fixieren der Augen auf das Heft beim Schreiben oder auf die Tafel und das Buch beim Lesen äußerst anstrengend ist. Das Ausblenden eines Hintergrundes, um sich auf das wesentliche im Vordergrund zu konzentrieren (Figur-Grund-Wahrnehmung), wird sowohl den Blick auf den Lehrer, das Bild oder die Schrift auf der Tafel oder in Heft und Buch erschweren.

Genauso kann es sich auch mit den Geräuschen verhalten. Der Stimme des Lehrers zu folgen und dabei alle Nebengeräusche ausblenden zu können, stellt eine komplexe Leistung dar.

Die Gleichgewichtsverunsicherung ist ein weiteres Problem, welches mangelnde Koordination der Bewegungen zur Folge hat und dadurch entweder Überstimulierung oder Überängstlichkeit zur Folge hat.

Hyperaktivität oder Antriebslosigkeit können die Folgen in ihrer extremsten Form sein. Man kann sich die Wirkung auf das Lernverhalten vorstellen.

Neben den zahlreichen möglichen Beeinträchtigungen möchte ich nur noch eine davon nennen, die m. E. entscheidend nicht nur für schulisches sondern auch für lebenslanges Lernen ist. Durch das mangelnde Selbstwertgefühl, das durch diese Schwierigkeiten entsteht, existiert eine starke Empfindlichkeit gegenüber Kritik. Um Neues zu lernen müssen aber Fehler festgestellt werden können, sonst lernt man nicht, es richtig zu machen.

Palmarreflex und Such- und Saugreflexe

Ein fortbestehender Palmarreflex und die damit verbundene Beeinträchtigung der Handgeschicklichkeit, die Verkrampfung der Hand, und die beeinträchtigte Dysdiadochokinese der Finger bewirken eine auffällige Stifthaltung und behindern das Kind beim Schreiben. Dies zeigt sich besonders beim Erlernen der Schreibschrift und wenn es immer mehr darum gehen wird, schnell schreiben zu müssen. Die Ergebnisse eines Diktates oder eines Aufsatzes werden dann nicht von den tatsächlichen Fähigkeiten bestimmt, sondern der mangelnden Zeit, durch die Schwierigkeiten beim Schreibfluss.

Die große Anstrengung kann auch eine Unlust zu Schreiben bewirken, zumal beim bestehenden Palmarreflex auch eine taktile Überempfindlichkeit der Hände besteht. Die weiter bestehende Verbindung der Hände zum Mund beeinträchtigt die unabhängige Kontrolle der Muskeln im vorderen Mundraum und kann genau wie die Such- und Saugreflexe Artikulations- und Sprechprobleme bewirken. Die Anforderung, vor der Klasse alleine zu sprechen, kann deshalb Probleme bereiten und wird vielleicht vermieden werden.

ATNR

Ein fortbestehender ATNR hat eine unterschiedliche Muskelspannung der linken und der rechten Seite zur Folge. Bei Drehung des Kopfes, was das Kind beim Schreiben und Lesen ständig tun muss, bekommt es deshalb Gleichgewichtsprobleme und hat eine Barriere bei der Überkreuzung der Mittellinie. Dadurch ist die Augen-Handkoordination schwach ausgebildet und seine horizontalen Augenfolgebewegungen sind unzureichend. Das heißt, dass es beim Lesen eines Textes hohe Konzentration benötigt, um die Zeile nicht zu verlieren bzw. beim Schreiben den Abstand einhalten zu können. Es braucht mehr Zeit wegen seiner (muskulären) Kompensationsleistungen, die Beugung der schreibenden Hand beim Überkreuzen der Mittellinie aufrechtzuhalten. Es wird deshalb das Überkreuzen der Mittellinie vermeiden, was aber gleichzeitig die Zusammenarbeit der beiden Hemisphären und die Arbeit des Balkens beeinträchtigt. Die Funktion des Balkens, die Leistungen beider Hälften aufeinander abzustimmen, ist dadurch weniger geübt. Die Folgen davon können Rechts-Links-Unterscheidungsprobleme und Wechsel der Lateralität sein, was eine Zeitverzögerung des Denkens und Handelns zur Folge haben kann. Ebenso visuelle Wahrnehmungsprobleme bei der Wiedergabe des Gesamtbildes von beiden Hemisphären, weil die Bilder einseitig sind. Dies zeigt sich besonders auffällig bei der Darstellung von symmetrischen Figuren.

Abgesehen von der Schönschrift kann das Kind deshalb Schreib- und Rechtschreibprobleme haben und es kann eine Diskrepanz zwischen schriftlichem und mündlichem Ausdruck bestehen. Das Verschriftlichen von Inhalten bereitet enormen Stress.

Spinaler Galant Reflex

Eine Persistenz dieses Reflexes kann sich durch „Zappeligkeit“, innere Unruhe und Getriebensein äußern. Ausgelöst wird dies wegen der taktilen Empfindlichkeit am Rücken, besonders im Lendenwirbelbereich durch die Kleidung. Längere Zeit still zu sitzen bereitet dem Kind Probleme. Durch diesen störenden Reiz ist deshalb auch eine erhöhte Ablenkungsbereitschaft gegeben, die einen Mangel an Konzentration bewirkt.

TLR

Der letzte der frühkindlichen Reflexe hat, wie der ATNR, besonders Einfluss auf die speziellen schulischen Lerninhalte. Durch das schlecht ausgebildete Gleichgewichtssystem, was eine Folge von mangelnder Informationsverarbeitung oder Vermeidung von vestibulären Reizen ist, sind alle Leistungen, die mit der Wahrnehmung der Lage im Raum, sowohl von sich selbst als auch von Gegenständen und anderen Personen, zu tun haben, beeinträchtigt.

Die Bewegung des Kopfes löst einen Streck- oder Beugeonus aus. Das Kind wird dadurch Schwierigkeiten haben, seine Sitzhaltung aufrechterhalten können, wenn es den Kopf beim Verfolgen und Mitarbeiten im Unterricht heben oder senken muß. Es wird entweder dicht mit dem Kopf über seine Arbeit gebeugt sein oder sich in Überstreckung stark nach hinten lehnen. Es ist offensichtlich, was die erforderlichen ständigen Kompensationsleistungen für seine Aufmerksamkeit und Konzentration bedeuten. Seine schlechte Haltung verhindert, in Ruhe aufgerichtet zuzuhören und zu schauen. Die Folgen sind räumliche und visuelle Wahrnehmungsprobleme. Die durch den TLR erlebte mangelnde Raumerfahrung verursacht Schwächen auf der kognitiven Ebene, im Erkennen und Einhalten können von Abfolgen und eine unzureichend ausgebildete Organisationsplanung.

Ersteres wird besonders beim Rechnen Schwierigkeiten bereiten. Die Verdrehung von Zahlenreihen ist dabei nur ein Problem. Ich erinnere an die geistige Operationalisierung der Seriation oder der Reversibilität.

Beim Lesen und Schreiben kann das die Verdrehung von Buchstaben und Wörtern beinhalten oder das Vertauschen von Satzteilen im schriftlichen Ausdruck. Überhaupt wird das Kind durch diese Erschwernisse mehr Mühe aufwenden müssen, einen Text sinnvoll und richtig zu formulieren bzw. zu wiederholen.

Schwierigkeiten in der Organisationsplanung können den sinnvollen Ablauf einer Handlung beeinträchtigen. Es ist möglich, dass eine Aufgabenstellung in ihren einzelnen Arbeitsschritten nicht ausreichend vorausgedacht werden kann und deshalb ihre Erledigung nicht schnell genug und unvollkommen ausgeführt wird.

Ich gebe dazu ein Beispiel: die Aufforderung des Lehrers, „packt Eure Sachen ein, lasst Eure Schulsachen hier und kommt mit mir nach draußen, zieht aber vorher noch Eure Jacken an“, beinhaltet so viele Handlungsabfolgen, die sich ein TLR-beeinträchtigtes Kind kaum merken kann. Abgesehen davon, ob es sich bei dieser Aufforderung angesprochen gefühlt hat, muss es auch noch die vielen Angaben sortieren: Sachen in den Ranzen; nach draußen kommen; Sachen da lassen; Jacke anziehen, die wiederum vor der Tür ist; oder über dem Stuhl? Wie viele Sachen sind auf dem Tisch? Sind alle eingepackt? Wenn man sich jetzt noch vorstellt, dass der Lehrer alle diese Handlungen und deren Durchführung, als selbstverständlich voraussetzt, indem er die Aufforderung gibt, „kommt mit mir nach draußen“, hat man schnell eine Szene vor Augen, wie das Kind ohne Jacke alle Sachen verstreut liegen lassend, es gerade noch schafft, mit dem Lehrer nach draußen zu gehen.

STNR

Bei einem persistierenden STNR ist die Zusammenarbeit von Ober- und Unterkörper nicht integriert, was ebenfalls eine Haltungsschwäche beim Stehen und in der Schule beim Sitzen erzeugt. Die Beeinträchtigung von Muskeltonus und Kraft wirkt sich bei langem Aufrecht sitzen und Zuhören müssen ermüdend aus. Es können Augenprobleme, wie Beeinträchtigung des binokularen und peripheren Sehens auftreten. Außerdem kann kindliche Weitsichtigkeit fortbestehen. Alles zusammen hat Auswirkungen auf Aufmerksamkeit und Konzentration.

Die mangelnde Ausbildung der **Halte- und Stellreflexe** als Folge der persistierenden primären Reflexe, ist dafür verantwortlich, dass das Kind Konzentration, Kraft und Ausdauer dafür aufbringen muss, Muskelspannung, Augeneinstellung, Kopfhaltung, Koordination der Bewegungen sowie andere Gleichgewichtsreaktionen selbst zu regulieren; eine Arbeit, die ihm sonst sein Cerebellum abnehmen würde. Dies bewirkt, dass es seinen Kopf nicht frei hat für die Anforderungen des schulischen Lernstoffs, abgesehen von der in der Vorentwicklung bereits entstandenen Defiziten der mangelhaften sensorischen Integration und der neuronalen Verknüpfungen.

Wir sehen an der Aufzählung der möglichen Schwierigkeiten wie anspruchsvoll die schulischen Herausforderungen sind. Für diese Anforderungen braucht es ausreichende fördernde Vorbereitung. Ein unzulängliches sensomotorisches, handlungsförderndes Programm, egal ob es aus einem Mangel an Angeboten oder aus einer gestörten Reflexreife oder aus beidem besteht, zieht eine mangelhafte Ausrüstung für die Schule nach sich.

Zwischen dem sechsten und zwölften Lebensjahr vergeht noch eine lange Zeit des schulischen Lernens, ehe das Formaloperationale Stadium erreicht ist und der junge Mensch mit „*Operationen operieren kann*“. Erst dann ist seine Großhirnrinde in der Lage, mit abstraktem und logischem Denken zu reagieren. Bis dahin erfordert es noch viele Möglichkeiten des praktischen Handelns und Bewegens.

Schluss

Am Ende meiner Überlegungen angelangt, möchte ich noch einige Gedanken zusammenfassend ausführen.

Wie bereits bei der Gehirnentwicklung beschrieben, hält dieser Prozess mit seiner Synapsenbildung und der Bildung der Myelinscheide noch bis ins Erwachsenenalter an. So entfaltet sich auch die Fähigkeit des Denkens zur Aneignung immer komplexer werdender Lerninhalte. Die Bewegung wird dem Menschen als wesentlicher Teil seines Ausdrucks und als Instrument, die Welt zu erfassen, erhalten bleiben.

Ich wollte die Frage beantworten, was die Fähigkeit zu Lernen mit Bewegung zu tun hat. Ich denke, dass ich deutlich herausarbeiten konnte, wie eng die Bewegungsentwicklung mit dem Lernen zu tun hat, wenn man den Begriff richtig versteht und definiert. Aber selbst dann, wenn man nur die Vermittlung von schulischem Wissen meint, ist offensichtlich geworden, wie viel auch diese Art des Lernens ein Wachstum der gesamten Persönlichkeit voraussetzt. Reifen und Lernen ohne Bewegung ist nicht möglich.

Besonders eindrücklich fand ich, wie sich für mich selbst beim Schreiben und in der Auseinandersetzung mit dem Thema diese Zusammenhänge entfalteten. Das Zusammenspiel des biologisch-genetisch gesteuerten Reifeprozesses mit den Einflüssen der Umwelt ist für mich ein spannendes Geschehen und es gibt viele Bereiche, die lohnend wären, sich noch weiter mit ihnen auseinanderzusetzen. Besonders die Erkenntnisse über die Spiegelneuronen lieferten mir überraschende Einblicke. Viele Erklärungsmodelle der menschlichen Entwicklung in Pädagogik und Psychologie finden durch sie Bestätigung.

Es ist unvorstellbar, wie komplex die Prozesse der menschlichen Entwicklung ablaufen, wie fein das biologische Programm und die Einflüsse der Umgebung zusammenspielen, allein wenn man nur den Zeitraum zwischen Zeugung und dem Alter von drei Jahren betrachtet. Aber trotz der großen Entwicklungsschritte der ersten Jahre, in denen schon so viel geschehen ist, wird, denke ich, deutlich, wie viel das Kind zur Verwirklichung seiner Persönlichkeit, für sein Voranschreiten in dem Unterfangen, seine Welt in Besitz zu nehmen, noch braucht.

Wenn man sich dieses Entwicklungsgeschehen vor Augen hält, kommt einem der Gedanke absurd vor, Kindern in solch einer wichtigen Phase seiner körperlichen Befähigung, schulisches Wissen vermitteln zu wollen. Der Erwerb von Wissen, so kann man nach all den Überlegungen sagen, ist ein natürlicher Vorgang, in dem das Kind mit entsprechender Unterstützung, je nach Stand in seinem eigenen Entwicklungsplan, sich entsprechend selbst aneignet was es braucht, sofern es das passende Angebot dazu bekommt.

Ich meine in all dem ein Muster des Lernens zu erkennen, das aus drei Stufen besteht, in denen immer Umwelt und neurobiologische Vorgänge miteinander im Austausch stehen und die sich fortlaufend wiederholen:

1. Zunächst entfaltet sich fühlend die körperliche Gegebenheit.
Dazu braucht es besonders den Schutz, die Bejahung und die Fürsorge der Umwelt.
2. Dann geschieht die Aneignung des Gegebenen durch Handeln (Bewegung) und Fühlen. Dazu braucht es besonders Unterstützung, Ermutigung und das sich zur Verfügungstellen der Umwelt.
3. Zum Schluss wird das Erworbene in Besitz genommen und fühlend, handelnd und denkend integriert.
Dazu braucht es besonders Achtung, Anerkennung und Wertschätzung der Umwelt.

In diesen Schritten werden die drei Arten des Lernens benutzt, gleichzeitig aber einzelne in den verschiedenen Phasen bevorzugt.

Zunächst steht das Lernen durch Nachahmung im Vordergrund, in der Phase des passiven Geschehens und Fühlens.

Dann überwiegt das Lernen durch Versuch und Irrtum in der Phase des Handelns und Fühlens und dann das Lernen durch Einsicht in der Phase der Integration von Fühlen, Handeln und Denken.

Es ist wichtig, dass die Verantwortlichen in Politik, Bildung und Erziehung mehr über diese Zusammenhänge erfahren. Dann würde man andere Entscheidungen für einen wirklich unterstützenden Lebens- und Lernraum unserer Kinder treffen. Dann wüsste man, welche Unterstützung und Hilfen für Familien, Kindergärten und Schulen nötig wären, damit diese „ihren“ Kindern eine angemessene Förderung gewähren könnten. Man würde den Wegweiser für ein gesundes Wachsen und Reifen des menschlichen Entwicklungsprozesses folgen und dafür die entsprechenden Lernräume einrichten und adäquat gestalten.

Unsere Kinder brauchen Erwachsene die DENKEN, die sich lernend auseinandersetzen mit den Voraussetzungen einer gesunden Persönlichkeitsentwicklung, die sich mit den Inhalten der Neurophysiologischen Entwicklung vertraut machen, als einen der wichtigen Bausteine menschlichen Wachsens. Sie brauchen Menschen, die FÜHLEN, was zum Wohl des Kindes ist, die in BEWEGUNG sind und sich in ihrem HANDELN dafür einsetzen.

Quellenverzeichnis

- A. Jean Ayres: Bausteine der kindlichen Entwicklung 1979
- Sally Goddard Blyte: Greifen und Begreifen, 1996
Warum ihr Kind Bewegung braucht, 2004
- Joachim Bauer: Das Gedächtnis des Körpers, 2002
Warum ich fühle was du fühlst, 2005
- Hans Herbert Deißler: Verschulter Kindergarten? 1973
- G. Dietrich/H. Walter: Grundbegriffe der psychologischen Fachsprache, 1970
- Lise Eliot: Was geht da drinnen vor? 1999
- Adolf Faller: Der Körper des Menschen, 1988
- Hellbrügge/Wimpfen: Die ersten 365 Tage im Leben des Kindes, 1976
- W.J. Schraml: Einführung in die moderne Entwicklungspsychologie, 1972
- A. Tomatis: Der Klang des Lebens, 1981
- Anja van Velzen: Lehrunterlagen für die INPP-Ausbildung
- Wikipedia: Begriffe; "Lernen, Bewegung und Motorik"
Jean Piaget, Kognitive Entwicklung
- Internetseite: Feldenkrais Network International e.V.