

Birthe Aßmann

Übereinstimmung und Neugier als Voraussetzung der Entwicklung: Bewegungsorganisation von Neugeborenen in Autonomie und Verbindung

Wachstumsbewegungen des Embryos sind gekennzeichnet von Phasen, in denen sich der Mensch ‚zusammenzieht‘ und solchen in denen er sich ‚ausdehnt‘. Diese Bewegungsformen können mit dem Bedürfnis nach Autonomisierung bzw. Kontakt und Verbindung assoziiert werden, die auf psychologischer Ebene bis ins Erwachsenenalter reichen. Die Dynamik dieser Grundbewegungsimpulse kann in spontanmotorischen Bewegungen von Neugeborenen als Selbstorganisationsprozesse wieder erkannt werden, wenn die Kinder in Resonanz mit ihnen sind. Während Resonanz zwischen innerer und äußerer Dynamik zu positiven Übereinstimmungserfahrungen und einer gesunden Dynamik von Neugier und Integration sowie eines positiven Selbst- und Sozialbewußtseins führt, ruft Dissonanz eine gestörte sensomotorische Entwicklung und darauf aufbauenden affektiv-kognitiven Schemata hervor.

Keywords: Embryonalentwicklung, Spontanmotorik, Übereinstimmungserfahrung, Neugier, Autonomie und Verbindung

Konzentrations- und Ausdehnungsbewegungen in der Embryonalentwicklung

Die ersten Bewegungen des Menschen sind Wachstumsbewegungen des Embryos während seiner Entwicklung im Mutterleib. Diese Bewegungen sind morphologischer Natur und sind gekennzeichnet von Phasen, in denen sich der Embryo ‚zusammenzieht‘ und solchen in denen er sich ‚ausstreckt‘. Diese Dynamiken von Konzentration und Ausstrahlung können mit Erfahrungen von Autonomisierung bzw. Verselbständigung und Öffnung bzw. Kontakt und Verbindung assoziiert werden.

Der Anatom und Embryologe Jaap VAN DER WAL (vgl. VAN DER WAL/GLÖCKLER 2003) hat diese beiden Prinzipien in verschiedenen Stadien und auf verschiedenen Ebenen der embryonalen Entwicklung – von molekular über zellulär und organisch bis hin zu der für uns sichtbaren Ebene – aufgezeigt. Ein deutliches Beispiel ist in der vierten Woche während der Delamination zu beobachten, in welcher eine Krümmungs- oder Konzentrationsbewegung des gesamten embryonalen Körpers erfolgt: Das kräftige, schnelle Wachstum des Ektoderms wird von dem langsamen Wachstum des Entoderms ‚gebremst‘, so dass es sich krümmt. Dieser Kon-

zentrationbewegung, (Autonomisierung, Verselbstständigung) folgt im zweiten Monat eine Aufrichtungs- oder Erstreckungsbewegung: Durch das Auswachsen der Gliedmaßen ‚entrollen‘ sich Becken und Kopf, so dass Becken, Wirbelsäule und Kopf übereinander angeordnet sind. Durch diese Entfaltungsbewegung öffnet der Fötus seine Vorderseite (Öffnung, Kontakt, Bindung). Gleichzeitig ziehen sich dabei die Organe in den Rumpf zurück (Verinnerlichung, Autonomisierung).

Parallel zu diesem Vorgang ist die morphologische Bildung der Extremitäten von dieser Dynamik geprägt. Während der Delamination wachsen die Extremitäten zunächst in Richtung Körperzentrum (Autonomisierung): sie wachsen über dem Herzen auf einander zu. Die Beine vollführen eine Supinationsbewegung, so dass die Füße zum Nabel gerichtet sind. Der Wendepunkt erfolgt in dem Moment, in dem sich der Kopf herauszuheben beginnt, und ein enormes Wachstum in den Extremitäten einsetzt, wodurch die Arme in einer Exorotation über den Kopf und die Beine durch eine Endorotation nach unten gestreckt werden (Erstreckung, Kontakt).

Diese Dynamik von Konzentration ‚nach innen gehen‘ und Ausstrahlung ‚nach außen gehen‘ prägen die gesamte morphologische, embryonale und fötale Entwicklung des Menschen.

Den morphologischen Bewegungen folgen die physiologischen. Die beschriebene Bewegungsdynamik findet sich auf verschiedenen physiologischen Ebenen: Auf organischer Ebene findet sie sich in Form von zusammenziehenden und ausdehnenden Impulsen als erstes in der rhythmischen Bewegung des Herzens ab dem 21. Tag. Auf der motorischen Ebene findet sie sich in den Bewegungen der Extremitäten, welche sehr genau die morphologischen Bewegungen nachzeichnen: ein physiologisches Strecken und Beugen der Extremitäten erfolgt auf den gleichen ‚Bewegungstrajektorien‘ wie die Wachstumsbewegungen bei ihrer Entstehung. Wie ich im Folgenden zeigen werde, sind die Phasen von Konzentration und Ausdehnung auch nach der Geburt in der Spontanmotorik von Neugeborenen zu finden.

Bewegungskoordination von Neugeborenen im Rahmen der verkörperten Kognition

Die Idee der verkörperten Kognition (vgl. LAKOFF, 1987) hat ihren Ursprung in dem dynamischen Ansatz in der Kognitionswissenschaft, die davon ausgeht, dass sich kognitive Prozesse im Verlauf der Zeit von permanenter Veränderung der Umgebung, des Körpers und des Nervensystems entfalten (vgl. VAN GELDER, 1998; PORT/VAN GELDER, 1995). Wie schon PIAGET (1954) erkannte, geht sie davon aus, dass mentale Strukturen aus sensomotorischer Aktivität hervorgehen:

“To say that cognition is embodied means that it arises from bodily interactions with the world. From this point of view, cognition depends on the kinds of experiences that come from having a body

with particular perceptual and motor capacities that are inseparably linked and that together form the matrix within which memory, emotion, language, and all other aspects of life are meshed" (Thelen, 2001. S. 1).

Für die Untersuchung der sensomotorischen Aktivität als Grundlage für die Entwicklung von Kognition, wird die Spontanmotorik als ein dynamisches System aufgefasst. Drei relevante Aspekte von dynamischen Systemen sind Selbstorganisation, Attraktoren und Phasenübergänge. Selbstorganisation bedeutet, dass die einzelnen Komponenten eines Systems miteinander interagieren und daraus auf einer höheren, makroskopischen Ebene eine Ordnung entsteht, die mehr ist als die Summe der interagierenden Komponenten, wobei Mikro- und Makroebene miteinander interagieren. Durch diese zirkuläre Interaktion können stabile Systemzustände entstehen, die Attraktoren genannt werden. Lebende Systeme sind durch viele koexistierende Attraktoren gekennzeichnet. Selbstorganisierende Systeme ordnen sich also ‚spontan‘ selbst, wobei Geordnetheit auf eine begrenzte Anzahl stabiler Zustände beschränkt ist. Sie durchlaufen daher zwischen den geordneten Zuständen Phasen von Instabilitäten, wodurch sie eher sprunghaft zu neuen Ordnungsmustern übergehen. Diese sprunghaften Übergänge werden als Phasenübergänge bezeichnet (vgl. LEWIS, 2000). Ein einfaches Beispiel ist der Wechsel der Gangarten bei Pferden.

Im Folgenden wird die Spontanmotorik auf Prozesse der Selbstorganisation, makroskopische Musterbildung in Form von Attraktoren und Phasenübergänge untersucht. Dabei werden diese Bewegungen im Hinblick auf die in der pränatalen Entwicklung beschriebenen Konzentrations- und Ausdehnungsimpulse untersucht.

Konzentrations- und Ausdehnungsbewegungen in der Spontanmotorik

Die Spontanmotorik von Neugeborenen zeigt sich - im Vergleich zu reflektori-schen Bewegungen, die durch bestimmte Reizkonstellationen ausgelöst werden – durch spontane Bewegungen der Arme und Beine. Sie entstehen aus dem Zusammenspiel der Spontanaktivität der sich entwickelnden neuronalen Netzwerke und der biomechanischen Eigenschaften des Körpers. Musterbildung kann durch Koordinationsformen, wie z.B. Synchronisation oder Referenzbildung, innerhalb von Prozessen der Selbstorganisation entstehen. Phasen, die von Konzentrationsimpulsen beherrscht sind und Ausdehnungsphasen können dabei auf verschiedenen Ebenen beobachtet werden: Auf der Ebene der Bewegungen der einzelnen Extremitäten und auf der Ebene des Zusammenspiels der vier Extremitäten.

Hierfür wurden kinematische Daten der Bewegungen von Neugeborenen in der Rückenlage analysiert. Die Bewegungskurven der x, y, und z Koordinaten von Händen, Füßen und dem Sternum als Körperzentrum wurden in Abstandszeitreihen der Hände und Füße von dem Bezugspunkt Sternum umgerechnet, so dass vier Abstandszeitreihen zur Verfügung standen (Abb.1). Diese Zeitreihen wurden mit

zwei Analyseverfahren ausgewertet: der Symbolischen Dynamik und der Exkursionsanalyse.

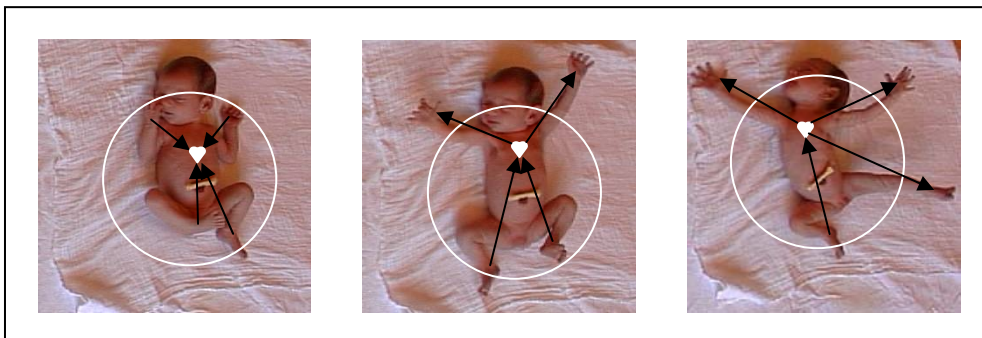


Abb.1: Exemplarische Darstellung von drei Momentaufnahmen eines Neugeborenen während spontanmotorischer Bewegungen. Die Längen der schwarzen Pfeile zeigen die Distanzmessungen der kinematischen Abstandszeitreihen vom Sternum (weißes Herz) zu den Effektoren, Händen und Füßen, wobei die Pfeilrichtung keine Rolle für die Distanzmessung spielt und hier aus illustratorischen Gründen für die Darstellung der Bewegungsrichtung bzw. der symbolischen Konfigurationen gewählt wurde. Der weiße Kreis zeigt die Schwelle für die symbolische Kodierung. Liegt ein Effektor innerhalb des Kreises, so wird ihm eine „0“ zugeordnet. Liegt er außerhalb des Kreises, so wird ihm eine „1“ zugeordnet. Von links nach rechts sind die Konfigurationen 0000, 1010 und 1011 dargestellt, wobei die Bezeichnung in der Reihenfolge rechter Arm, rechtes Bein, linker Arm, linkes Bein erfolgt.

Beiden Analyseverfahren liegen die Verteilungen der Positionen der Hände und Füße (Effektoren) zu Grunde. Abb.2 zeigt, dass die Beine Referenzpositionen im angewinkelten, zentrumsnahen sowie im gestreckten, zentrumsfernen Zustand zeigen. Die Arme sind am häufigsten im gebeugten Zustand zwischen den beiden Extremen von Zentrumsnähe und Ferne - von der Mitte aus leicht zum Zentrum verlagert - zu finden. Die Streckung einer Extremität ist zunächst mit einer Ausdehnung und ‚Weg‘ -bewegung vom Sternum assoziiert. Eine Beugung hängt mit einer Konzentration und ‚Hin‘ -bewegung zur Körpermitte zusammen. Die Exkursionsanalyse zeigt, wie anhand der Qualität dieser Bewegungen Konzentrations- und Ausdehnungsphasen erkannt werden können.

Die Bildung der typischen Referenzpositionen im gestreckten und/oder gebeugten Bereich zeigen, dass die Ausrichtung der Bewegungen zwischen Zentrum und Peripherie liegt und nicht z.B. entlang der Körperlängs- oder Querachse. Die Symbolische Dynamik zeigt, wie sich die *Referenzpositionen* der einzelnen Extremitäten zu Körperkonfigurationen zusammensetzen und Konzentrations- und Ausdehnungsphasen anzeigen.

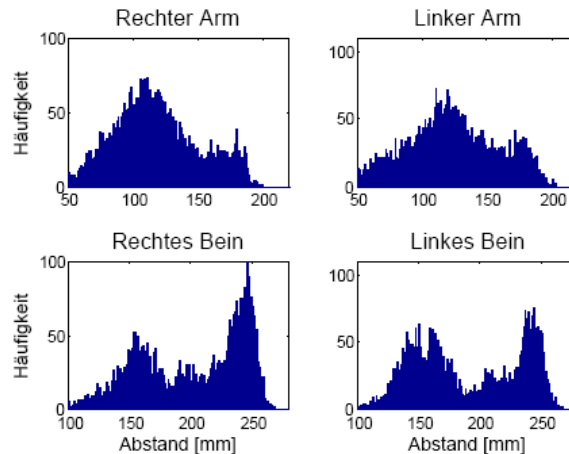


Abb. 2: Darstellung der Verteilung der Abstände von vier Abstandszeitreihen von einer ca. 20-minütigen Bewegungssequenz mit einer Datenrate von 5 Datenpunkten pro Sekunde von einem Kind. Diese Verteilung ist typisch für das spontane Bewegungsverhalten von Neugeborenen in ihren ersten Lebenswochen.

Symbolische Dynamik: Analyse der Dynamik von 4-Effektor-Konfigurationen

Die vier kinematischen Abstandszeitreihen der Hände und Füße wurden durch das Verfahren der ‚Symbolischen Dynamik‘ in symbolische Zeitreihen mit je zwei Symbolen transformiert: „1“ für einen Zeitpunkt, in dem der Effektor in weiter Entfernung zum Bezugspunkt Sternum positioniert ist, und „0“ wenn die Position des Effektors nahe beim Sternum liegt. Dieses Verfahren stammt aus dem Analyse-repertoire der Theorie der dynamischen Systeme und wird für die Extraktion von wesentlichen dynamischen Eigenschaften von Zeitreihen verwendet. Es beruht auf einer Partitionierung des Phasenraums des Systems in eine definierte Anzahl von Regionen, die mit bestimmten Symbolen gekennzeichnet sind (vgl. ENGBERT et al. 1997a,b; GRABEN/KURTHS 2003).

Nach diesem Verfahren liegen vier Zeitreihen vor, welche aus den Symbolen 0 und 1 bestehen und die Positionen der Hände und Füße in Relation zu ihrer Entfernung zum Sternum bezeichnen. Die Kombination der vier Symbole zu jedem Zeitpunkt gibt damit eine Konfiguration der vier Extremitätenpositionen an, so dass in der Reihenfolge - rechter Arm, rechtes Bein, linker Arm, linkes Bein - die Konfiguration 1000 bedeutet, dass der rechte Arm entfernt ist und die anderen drei Extremitäten nahe beim Sternum zu finden sind (Abb.1). So entsteht eine Symbolsequenz aus 16 Symbolen, welche alle Kombinationen der vier Effektoren in entfernter oder nahe liegender Position erfasst. Abb.3 zeigt exemplarisch eine Symbolsequenz der Konfigurationen.

Eine Analyse der Verteilung der Konfigurationen erfolgte nach zwei Parametern: der Verweildauer, d.h. der Summe aller Datenpunkte, die ein Kind in dieser

Konfiguration verweilte, und der Wiederkehr, d.h. der Häufigkeit, wie oft das Kind in diese Konfiguration zurückkehrte unabhängig davon, wie lange es in ihr blieb. Diese beiden Größen sind in dem Säulendiagramm in Abb.3 zu sehen. Hier ist zu sehen, dass dieses Kind signifikant lange in den Konfigurationen 0101, 0111 und 1101 verweilte und signifikant häufig zu ihnen zurückkehrte. Die Formation einer bestimmten Körperkonfiguration, die sowohl für besonders lange Zeit als auch besonders häufig eingenommen wird, wird als Referenzkonfiguration oder Attraktor bezeichnet, und als Ausgangs- und Endpositionen von Bewegungsabläufen betrachtet (ABMANN/THIEL/ROMANO/NIEMITZ 2006, 2007). In dieser Sequenz sind drei koexistierende Attraktoren in Form von Referenzkonfigurationen zu sehen.

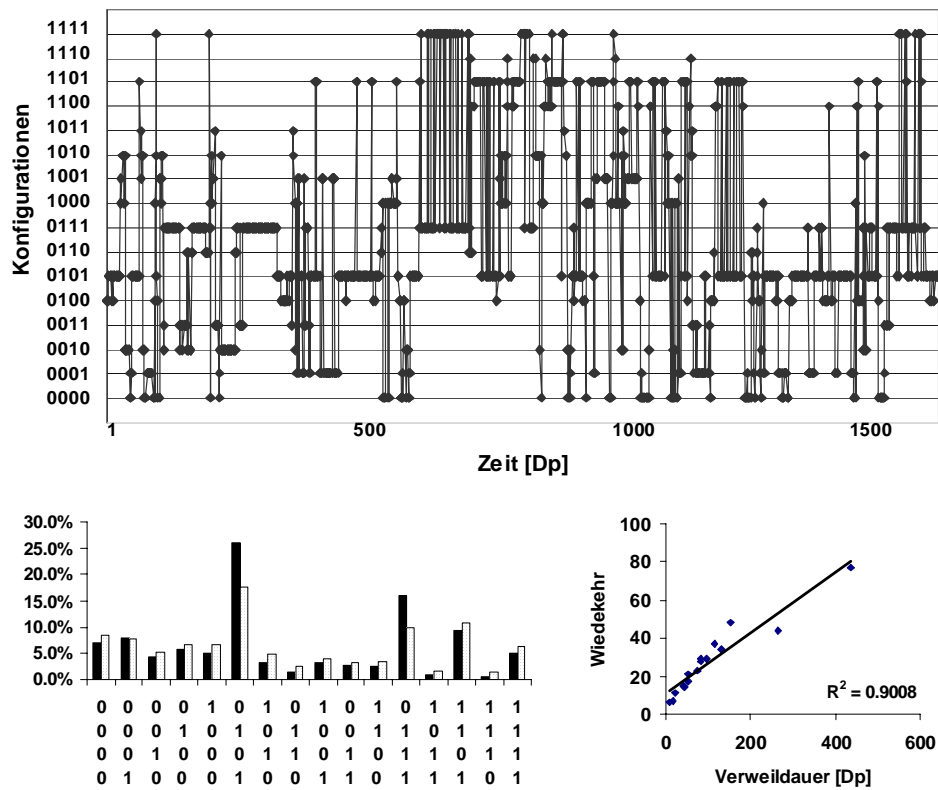


Abb. 3: oben: Darstellung der symbolischen Konfigurationssequenz einer ca. 5-minütigen Bewegungssequenz mit einer Datenrate von 5 Datenpunkten pro Sekunde. Unten links: Darstellung der Verteilung der einzelnen Konfigurationen. Schwarze Säulen zeigen die Verweildauer an und weiße Säulen zeigen die Wiederkehr an. Unten rechts: Die Korrelation und das Bestimmtheitsmaß der beiden Parameter zeigt eine hohe Korrelation: In Konfigurationen, die oft besucht wurden, wurde auch lange verweilt.

Die generelle Ausbildung einer Attraktorkonfiguration kann als Konzentrationsimpuls verstanden werden: Die Referenzkonfigurationen haben das System sozusagen ‚angezogen‘ oder ‚zu sich hingezogen‘. Die Kinder kehren wiederholt zu bekannten Körperformationen zurück und pausieren in ihnen. Da dies eine Form des Zurückkehrens zu etwas Bekanntem ist, wird es als Konzentrationsimpuls aufgefasst.

In Abb.4 oben sehen wir die Bewegungssequenz noch einmal im Vergleich zu einer Bewegungssequenz in einer Ausdehnungsphase ohne Referenzkonfiguration. Das System zeigt so viel Variabilität und Exploration, dass keine Konfiguration signifikant häufig vorkommt.

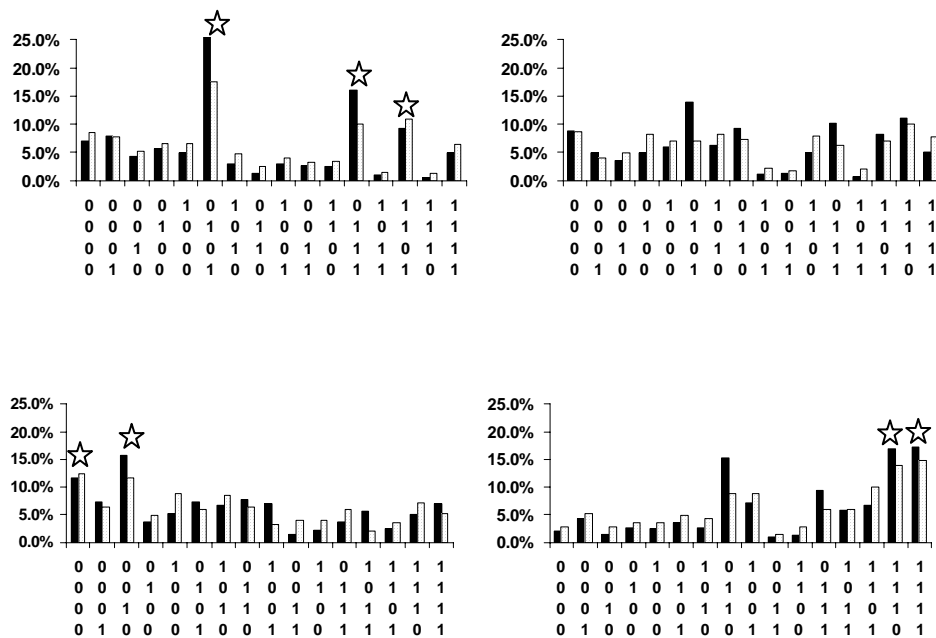


Abb. 4: Säulendiagramm von vier Bewegungssequenzen. Schwarze Säulen geben die prozentuale Verweildauer in einer Konfiguration an und weiße Säulen die prozentuale Wiederkehrhäufigkeit. Sterne markieren signifikant hohe Verweildauern und Wiederkehrhäufigkeiten in den entsprechenden Konfigurationen. Oben: Vergleich einer Sequenz mit drei Attraktorkonfigurationen (Konzentration) links und einer Sequenz ohne Attraktoren (Ausdehnung) rechts. Unten: Vergleich einer Bewegungssequenz mit körperzentrierten Referenzkonfigurationen (Konzentration) links und welchen mit körperfernen Extremitäten (Ausdehnung) rechts.

Die Körperkonfigurationen, die als Referenzkonfigurationen erscheinen, können verschieden aussehen: es kann die Mehrzahl der Extremitäten nahe dem Körperzentrum liegen, dann werden sie dem Konzentrationsimpuls zugeordnet. Konfigurationen, in denen drei Extremitäten ausgestreckt sind, werden einem Ausdehnungsimpuls zugeordnet.

Die beiden unteren Diagramme in Abb.4 zeigen zwei Bewegungssequenzen, die auf der Ebene der Qualität der Attraktoren einen Konzentrationsimpuls und einen Ausdehnungsimpuls zeigen: Das linke Diagramm zeigt, dass dieses Kind signifikant lange in den Konfigurationen 0000 und 0010 verweilte und signifikant häufig zu ihnen zurückkehrte. Dies zeigt, dass das Kind in dieser Bewegungssequenz in einer Phase der Konzentration war, da in den beiden ‚Referenzkonfigurationen‘ die Extremitäten vorwiegend zentriert nahe beim Körper liegen. Rechts sehen wir die Verteilung der Konfigurationen einer Bewegungssequenz desselben Kindes zwei Tage später. Hier sind deutlich die Konfigurationen auf der rechten Seite höher, welche überwiegend gestreckte Extremität anzeigen. Signifikant sind die Konfigurationen 1110 und 1111, die anzeigen, dass sich das Kind hier in einer Ausdehnungsphase befand.

Zusammengefasst ist das Ergebnis der Symbolischen Dynamik, dass sich auf der Ebene der Konfigurationen Attraktoren als Referenzkonfigurationen ausbilden, die das Bewegungsverhalten vorübergehend organisieren (vgl. ABMANN 2008). Die Bildung von Attraktorkonfigurationen kann dem Konzentrationsimpuls zugeordnet werden. Die Abwesenheit von Referenzkonfigurationen als Ausdehnungsphase. Desweiteren können die Konfigurationen anhand ihrer Zusammensetzung aus angewinkelten und gestreckten Positionen als Ausdruck von Konzentrations- und Ausdehnungsimpulsen aufgefasst werden. Diese Musterbildung zeigt ein besonders hohes Maß an Organisation, in Anbetracht der Verteilung der Positionen der einzelnen Gliedmaßen. Wie Abb.2 zeigt, befinden sich die Arme vorwiegend in der angezogenen Position und selten in einer gestreckten. (vgl. ABMANN/THIEL/ROMANO/NIEMITZ 2006, 2007). Dies bedeutet, dass die Kinder die Bewegungen, in diesem Fall der Streckungen ihrer vier Extremitäten, dahingehend abstimmen oder synchronisieren, dass sich auf der Ebene der Konfigurationen trotzdem – entgegen der Neigung der Arme angewinkelt zu sein - Referenzkonfigurationen mit gestreckten Armen abbilden.

Übereinstimmung und Neugier in der Bewegungsorganisation von Neugeborenen

Die Analyse der Symbolischen Dynamik hat gezeigt, dass sich die einzelnen Streck- und Beugebewegungen der vier Extremitäten zu einer Form von Musterbildung synchronisieren, die sich als ‚wandernde‘ Attraktorkonfigurationen zeigen. Abb.5 zeigt eine schematische Illustration eines so genannten chaotischen Umherwanderns (‚chaotic itinerancy‘ vgl. TSUDA 1990), welches die Entstehung und Auflösung von Attraktorkonfigurationen illustriert (vgl. ABMANN 2008, KUNIOSHI/SANGAWA 2006).

Die ‚Wanderung‘ entlang der Konfigurationen können wir uns vorstellen - wie das Erkunden einer neuen Stadt: ausgehend von einem bekannten Ort, entdecke ich fortwährend neue Straßen und Plätze, welche ich zunächst in Bezug zu meinem Ausgangsort einordne. Nach und nach werden ‚neue Orte‘ zu ‚bekannten Orten‘, die jetzt als Referenzorte dienen. Das Herstellen des Bezugs eines *neuen* zu einem

*bekannt*en Ort ist wie das mentale Zurückkehren zu dem bekannten Ort, und der neue Weg wird gedanklich noch einmal gegangen. Diesen mentalen Prozess können wir in den Referenzkonfigurationen der Neugeborenen noch physiologisch sehen, wenn sie wiederholt aufgesucht werden. Während der Erkundung werden bestimmte Orte aufgrund angenehmer oder unangenehmer Erlebnisse an ihnen mit positiven oder negativen Gefühlen belegt. ‚Positive Orte‘ werde ich in Zukunft bevorzugen und negative vermeiden. Mit Vergnügen entdecke ich Abkürzungen und Durchgänge, welche ich daraufhin bevorzugt benutze (vgl. CIOMPI 1997). Lustvoll gefundene Orte werden daraufhin zu Attraktoren. Hierbei werden kognitive Erfahrungen mit affektiven oder emotionalen Komponenten verknüpft. CIOMPI (1997) nennt diese Verknüpfung affektiv-kognitive Bezugssysteme oder Schemata und geht davon aus, dass Affekte eine organisatorisch-integratorische so genannte Operatorwirkung auf kognitive Inhalte haben.

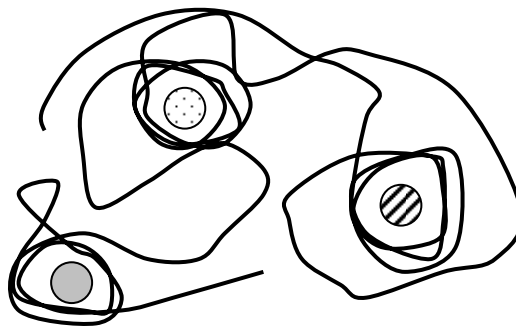


Abb. 5: Schematische Illustration der Idee des ‚chaotischen Umherwanderns‘. Die schwarze Linie repräsentiert die Bewegung des Systems durch ihren Phasenraum. Der graue, weiß gepunktete und schräg gestreifte Punkt markieren jeweils verschiedene Attraktorkonfigurationen, von denen das System angezogen wird und für eine Weile in ihrer Nähe bleibt. Das heißt, dass die Kinder zu diesen Konfigurationen häufig zurückkehren und lange in ihnen verweilen, bis sich das System durch einen Phasenübergang weiterbewegt und nach einer variablen Phase wieder von einem Attraktor angezogen wird.

Analog kann in dieser Weise die ‚Wanderung‘ der Neugeborenen durch ihren Bewegungsraum aufgefasst werden. Das Finden neuer Bewegungsbahnen und -kombinationen der vier Effektoren kann als lustvolles Finden neuer Wege bezeichnet werden. Die räumliche und zeitliche Synchronisation von einzelnen Bewegungen der Extremitäten, welche zu der Bildung der beobachteten Referenzkonfigurationen führt (vgl. ABMANN/THIEL/ROMANO/NIEMITZ 2007), spielt hier eine besondere Rolle. Diese Synchronisationserfahrungen sind offensichtlich mit sehr positiven Affekten verbunden, wodurch die häufige Rückkehr zu ihnen entsteht.

Auch die Wechsel zwischen Phasen mit und ohne Referenzkonfigurationen bzw. zwischen Phasen mit körpernahen und körperfernen Attraktoren werden geleitet durch positive Affekte durch Übereinstimmungserfahrungen der Bewegungsaktivität mit den endogenen Konzentrations- und Ausdehnungsbewegungen, die ich für die Embryonalentwicklung gezeigt habe. Erfahrungen der Übereinstimmung führen in verschiedenen Bereichen – mit mir selber und mit anderen Personen – zu positiven Affekten (vgl. z.B. KÖHLER 1990, MATURANA/VERDEN-ZÖLLER, 1994, SCHUHMACHER, 2008). Das bedeutet, dass in Phasen der Konzentration die Bildung von Referenzkonfigurationen affektiv unterstützt wird, und in Ausdehnungsphasen mehr Variabilität positive Affekte auslöst, und dadurch einzelne Konfigurationen nur flüchtig attraktiv wirken. Auf der Ebene der Qualität der Attraktoren, werden in Konzentrationsphasen Beugebewegungen durch die Übereinstimmung mit positiven Affekten belegt bzw. der gebeugte Zustand wird als angenehmer empfunden, und Konfigurationen mit angezogenen Extremitäten werden verstärkt. In Ausdehnungsphasen werden Streckbewegungen affektiv positiv bestätigt, bzw. der getreckte Zustand wird lustvoll erfahren, wodurch bevorzugt Attraktorkonfigurationen mit gestreckten Extremitäten erfolgen.

Ist das Kind in Resonanz mit seinem endogenen Wechsel zwischen Konzentration und Ausdehnung, so zeigt sich eine zweite Dynamik zwischen Neugier und Integration bzw. Habituation: die neugierige lustvolle Entdeckung einer neuen Bewegung zeigt sich vermehrt während Ausdehnungsphasen, die mit dem Bedürfnis nach Kontakt und Verbindung einhergehen. Während Konzentrationsphasen findet sensomotorische Korrelation und Integration in Attraktorkonfigurationen statt, und das Kind befindet sich in einem Bedürfnis nach Autonomie. Die Dynamik von Neugier und Habituation spielt parallel eine motivierende Rolle sich weiterzuentwickeln, indem nach einer Phase der Habituation in einer Attraktorkonfiguration der Neugierimpuls wieder überschwellig wird und zum Verlassen des Attraktors führt.

Ist das Kind in Dissonanz mit seiner inneren Rhythmik, so fehlen die positiv affizierten Übereinstimmungserfahrungen und das Kind ist im Ungleichgewicht. In Dissonanz mit Konzentrationsphasen, welche die Integration fördern, kommt das Kind nicht zur Ruhe, nicht ‚in seine Mitte‘ und kann nicht in einen positiven Kontakt zu sich selbst kommen. In Dissonanz mit Ausdehnungsphasen kann die Neugier nicht erwachen, und die Spontanbewegungen werden nicht als einladend lustvoll, sondern als störende ‚Unruhestifter‘ empfunden. Der Impuls, eine Referenzkonfiguration zu verlassen, entsteht nicht nach erfolgter Integration aus einem lust-

vollen Neugierimpuls, sondern aus einer Habituation, welche mit Unzufriedenheit assoziiert ist. Die Bewegung ist ein Versuch der Unlustvermeidung.

Die frühen Bewegungserfahrungen befinden sich sozusagen innerhalb von zwei Dynamiken: Eine zwischen Resonanz und Dissonanz und eine zwischen Neugier und Integration bzw. Habituation, wobei Resonanz und Neugier mit Lust verbunden sind, Dissonanz und Habituation mit Unlust und Integration mit friedlichem Inne-Sein einhergeht.

In Resonanz, also im Gleichgewicht zwischen Autonomisierung und Verbindung entwickelt das Kind ein positives Selbst- und soziales Bewusstsein. Die Unlust, die sich bei Dissonanz und Habituation einstellt, bewirkt durch das Bedürfnis nach Vermeidung derselben eine Veränderung und Wiederherstellung des Gleichgewichts. Gelingt dies nicht, ist die Entwicklung des Selbst- und sozialen Bewusstseins beeinträchtigt. MATURANA & VERDEN-ZÖLLER (1993) beschreiben die positive Bewegungserfahrung als „eine grundlegende Bedeutung für den Aufbau des Selbstbewusstseins und des sozialen Bewusstseins“ (S.114), und dass die aus ihnen folgende „grundlegende Kompetenz zur operationalen Abstraktion in der Hervorbringung räumlicher und zeitlicher Beziehungen [...] eine Voraussetzung für die aktuelle Realisierung des Kindes als eines menschlich sozialen Wesens [ist]“ (S.120).

SROUFE (1996) bezeichnet Wohlsein und Unwohlsein als Vorläuferemotionen, wobei letzteres einer Signalfunktion für Mangelzustände und ersteres dem Aufbau von mentalen Repräsentationen der externen und internen Umwelt dient.

Für eine normale Entwicklung des Kindes sind dementsprechend Resonanz und einhergehende positive Übereinstimmungs- und Neugiererfahrungen essentiell. Wie kommt es, dass ein Kind in Resonanz oder Dissonanz mit seinen ‚inneren Bewegungen‘ ist? Erkenntnisse aus verschiedenen Forschungsfeldern wie z.B. der Neurobiologie (vgl. SCHORE 1994) und der Bindungsforschung (vgl. MAHLER 1968, BOWLBY 1973) weisen auf die Bedeutung der frühen Mutter-Kind-Beziehung für die Entwicklung von Affektregulation, Selbstbewusstsein und Sozialbewusstsein hin. Selbst- und Objektrepräsentanzen bilden sich in den ersten beiden Lebensjahren ausgehend von frühesten Kontakten zwischen Mutter und Kind aufbauend auf senso-motorischen-affektiven Schemata wie z.B. dem Saugreflex (vgl. BLASS/CIARAMITARO 1994) und reflektorischen Augenbewegungen (vgl. MANGELSDORF/ SHEPARD/CULVER/TESMAN 1995). Die Saugbewegung ist dem Impuls des Bedürfnisses nach Kontaktaufnahme (Ausdehnung) zugehörig und drückt dieses Bedürfnis aus. Das Abwenden des Blickes von einer überstimulierenden Reizquelle ist ein Impuls der Autonomisierung. Diese Reflexe werden als Vorläuferstrategien der Emotionsregulation aufgefasst (vgl. HOLODYNski 2006).

Für eine gesunde Entwicklung ist es wichtig, dass die Mutter die feinen Signale des Kindes erkennt. Die so genannten Vorläuferemotionen der Neugeborenen sind ungerichtete Körperempfindungen des Wohlseins oder Unwohlseins, welche in Kontakt mit der Mutter zu einer ‚interpersonalen Einheit‘ verschmelzen, indem die Mutter die noch nicht entwickelten Teile ergänzt. Positive Erfahrungen des Säuglings, d.h. sicheres Erkennen der Ursache und angemessene Reaktion werden durch

das Kind internalisiert und in der späteren Eigenregulation angewendet. Negative Erlebnisse führen dementsprechend zu Defiziten in der Emotionsregulation. Eine positive ‚interpersonale Einheit‘ kann nur entstehen, wenn die Mutter ihrem Kind in emotionaler Resonanz begegnet und in Übereinstimmung die Bedürfnisse des Kindes aufnimmt und beantwortet. Es ist auch hier die Übereinstimmungserfahrung, die ein Kind in Resonanz mit der Mutter und damit mit sich selbst bringt.

Diese Resonanz beginnt schon während Schwangerschaft und Embryonalentwicklung (vgl. HÜTHER/KRENZ 2008). Schon hier hat das Kind die Bedürfnisse nach Autonomisierung und nach Kontakt mit der Mutter (vgl. VAN DER WAL/GLÖCKLER 2003). Für eine gesunde Entwicklung ist es deshalb wichtig, dass das Kind in jeder Phase angenommen wird: dass es in Phasen der Autonomisierung seinen Raum von der Mutter erhält und gleichzeitig eine emotionale Offenheit bzw. ein emotionales ‚da bleiben‘ erfährt, so dass das Kind wieder in emotionaler Resonanz empfangen wird, wenn sich sein Bedürfnis nach Kontakt zeigt. In einer gesunden Entwicklung wechseln sich diese beiden Phasen ab.

Musterbildung im Explorationsverhalten von Kleinkindern

Der Wechsel zwischen diesen beiden Phasen kann auch im Erkundungsverhalten von Kleinkindern beobachtet werden: Es wurden kinematische Daten der Bewegungen von Kleinkindern in einem 25qm großen mit Luftballons gefülltem Areal in Anwesenheit ihrer Mütter erhoben. Abb.6 zeigt die Bewegungsbahnen eines Kindes im Areal, die von der Position der Mutter in dem kleinen Kreis ausgehen.

Um die Position des gefühlten Referenzpunkts der Kinder zu untersuchen - wie nah er sich bei der Mutter befindet - wurde auch hier die Methode der symbolischen Dynamik angewendet. Die Partitionierung des Phasenraumes erfolgte hier durch eine 16-Teilung des tatsächlich erkundeten Raumes, indem vier Tangenten an die Bewegungsbahnen gelegt wurden, und das so entstandene Rechteck in 16 gleich große Rechtecke unterteilt wurde. Abb. 7 zeigt die Verteilung des Aufenthalts und der Wiederkehr in diesen 16 Arealen. Analog zu dem Bewegungsverhalten der Neugeborenen sind Felder mit signifikant hohen Aufenthaltsdauern und Wiederkehranzahlen zu sehen (Felder 1, 7 und 8), die wie Attraktoren wirken und von denen Konzentrationsphasen und Ausdehnungsphasen abgelesen werden können. Die Position der Mutter entspricht dem ‚sicheren vertrauten Ort‘ für Rückkehr und Integration. Das Explorationsareal entspricht der Ausdehnung und dem Neugierimpuls.

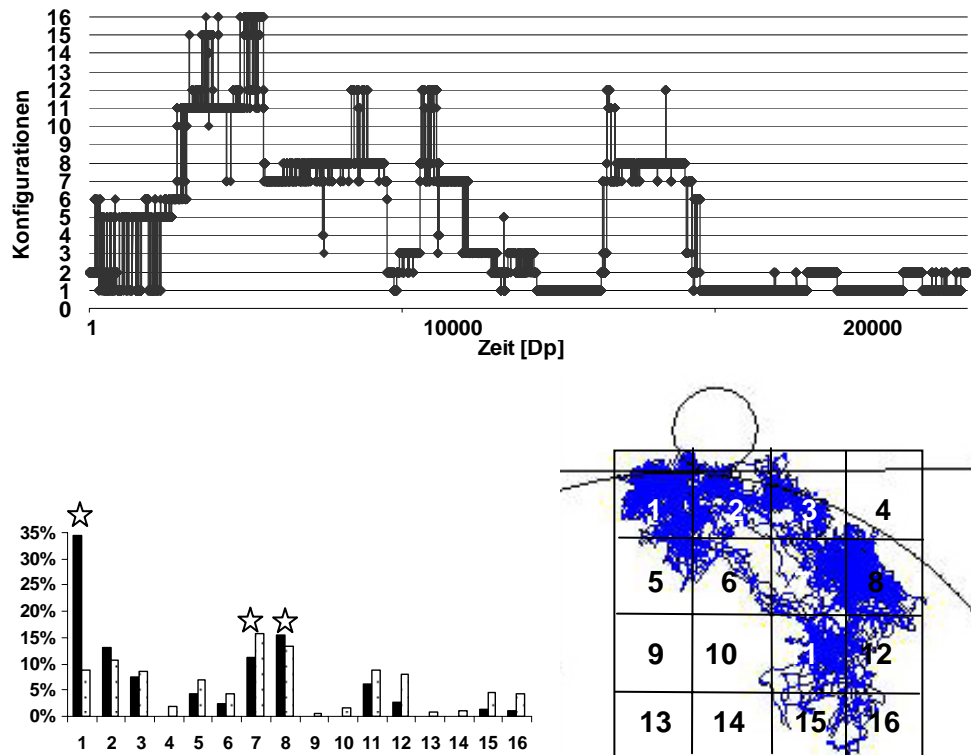


Abb. 6: Oben: Wie in Abb. 3 ist die symbolische Bewegungssequenz einer ca. 30-minütigen Bewegungssequenz mit einer Datenrate von 12 Datenpunkten pro Sekunde dargestellt. Die Symbole entsprechen den Feldern rechts unten. Unten links: Darstellung der Verteilung der einzelnen Konfigurationen. Schwarze Säulen zeigen die Verweildauer an und weiße Säulen zeigen die Wiederkehr an. Unten rechts: Darstellung des zugehörigen Bewegungsverhaltens im Explorationsareal. Sterne markieren signifikante Werte in beiden Parametern. Der kleine schwarze Kreis gibt die Position der Mutter an. Die Felder geben die Aufteilung des Phasenraumes an.

Exkursionsanalyse der Spontanbewegungen von Neugeborenen und des Explorationsverhaltens von Kleinkindern

Eine weitere Analyseform ist die Exkursionsanalyse, welche die Bewegungen der Kinder als eine Folge von ‚Exkursionen‘ untersucht. Ausgehend von einem Referenzpunkt werden die Bewegungsbahnen anhand des Verlassens und Zurückkehrens zu diesem Punkt in eine Reihe von Exkursionen aufgeteilt. Bei den Kleinkindern ist die Position der Mutter der Referenzpunkt. Wenn das Kind einen bestimmten Radius um die Mutter verlässt, wird der Beginn einer Exkursion verzeichnet. Kehrt das Kind zur Mutter zurück, endet die Exkursion.

Bei den Neugeborenen werden die Bewegungen der Arme und Beine als Exkursionen vom Körperzentrum betrachtet. Eine gebeugte Extremität streckt sich, verlässt also das Körperzentrum und bewegt sich in die Peripherie und kehrt an einem bestimmten Punkt oder nach einer bestimmten Zeit wieder zurück.

Die Exkursionen wurden bezüglich der Parameter Weg, Dauer, Abstand und Geschwindigkeit und ihrer gegenseitigen Koordination untersucht, indem ihre Korrelationen als Bestimmtheitsmaße erstens für die Gesamtexkursionen (1) und für vier weitere Exkursionsabschnitte berechnet wurden: für den Exkursionsabschnitt vom Beginn bis zum *maximalen Abstand* (2), vom *maximalen Abstand* bis zum Exkursionsende (3), für den Abschnitt vom Anfang bis zur *Halfte der Zeit* einer Exkursion (4) und für das Segment von der *halben Dauer* bis zum Ende (5).

Die Höhe der Korrelation dieser Parametern ist ein Maß für die sensomotorische Integration bzw. Korrelation und zeigt an, wie gut das Zusammenspiel bei der Informationsverarbeitung der verschiedenen Wahrnehmungen von Weg, Zeit, Abstand und Geschwindigkeit ist.

Hohe Korrelationen auf dem ‚Hinweg‘, also dem Weg in die Ausdehnung, ‚Hin‘ in den Raum für die Exploration zeigen z.B. dass die ‚Ausdehnungsdynamik‘ vorherrscht bzw. sich in dieser Dynamik Koordination, Organisation, Ordnung und Gleichgewicht befindet. Andersherum zeigen hohe Korrelationen auf dem ‚Rückweg‘, also dem Weg zurück zum Körperzentrum bzw. zur Mutter, dass die Konzentrationsdynamik begünstigt ist.

Gemeinsam ist für Neugeborene und Kleinkinder, dass die Gesamtkorrelationen höher sind als die Hin- und Rückwegkorrelationen. Dies bedeutet, dass die Erfahrung des Hinwegs einen Einfluss auf den Ablauf des Rückwegs hat, und letzterer dementsprechend angepasst wird. Weiterhin sind die Hin- und Rückwegkorrelationen in Bezug zur halben Dauer höher als in Bezug zum maximalen Abstand einer Exkursion. Dies bedeutet, dass die Zeitdimension eine wichtigere Rolle in der Bewegungsorganisation spielt, als die Raumdimension. Ein Unterschied zeigt sich im Verhältnis von Hinweg zu Rückweg: Für die Neugeborenen sind die Hinwegkorrelationen höher als die Rückwegkorrelationen und für die Kleinkinder sind die Rückwegkorrelationen höher als die Hinwegkorrelationen. Dies bedeutet, dass für Neugeborene die Bewegungen die vom Körper weg in den Raum führen, also die Ausdehnungsbewegungen, die mit Kontaktaufnahme und Verbindung assoziiert sind, ein höheres Potential zur Entwicklung haben. Die Kleinkinder zeigen hingegen eine Verlagerung zur Ausrichtung auf ihre Mutter. Die Rückwege, die zu ihrer Bezugsperson führen, haben höhere Korrelationen. Hier bestehen bessere Voraussetzungen für sensomotorische Korrelationen in den Konzentrationsphasen auf dem Weg zur Mutter. Abb.7 zeigt exemplarisch die Ergebnisse für die Kleinkinder. Auf einer Zeitskala über die Entwicklung des Neugeborenen zum Kleinkind ist also die Tendenz eines Ausdehnungsimpulses zur Neugeborenenzeit und eines Konzentrationsimpulses in der Kleinkindzeit von 10 – 16 Monaten zu sehen.

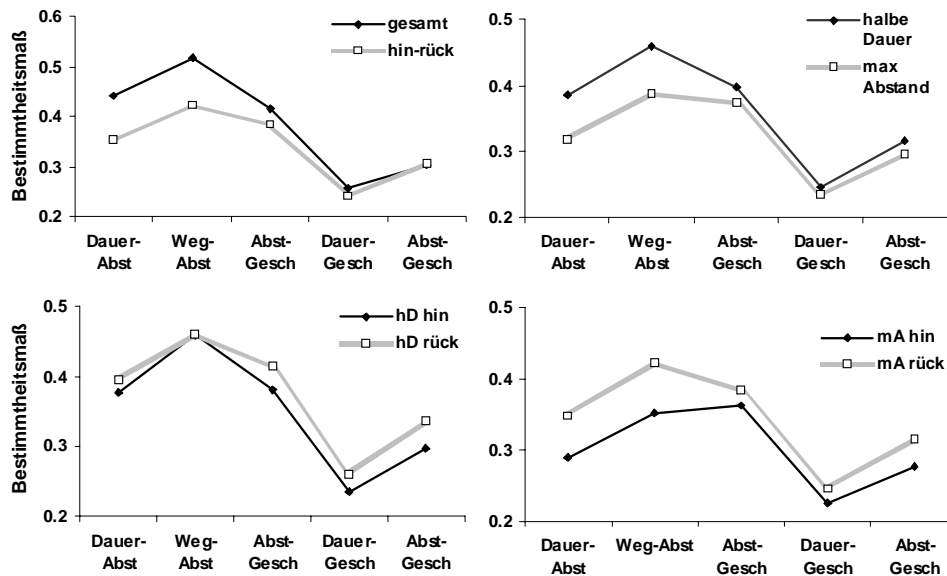


Abb. 7: Bestimmtheitsmaße der Korrelationen der Parameter Dauer, Weg, mittlerer Abstand (Abst) und maximale Geschwindigkeit (Geschw) von 96 Explorationen von 21 Kindern. Oben links: fast alle Parameter sind für die Gesamtexkursion höher korreliert als für die einzelnen Hin- und Rückwegstrecken. Oben rechts: Alle Korrelationen sind für die Unterteilung der Exkursionen nach der halben Dauer höher als für die Unterteilung nach dem maximalen Abstand. Unten : Für die Unterteilung der halben Dauer (links) und für den maximalen Abstand (rechts) sind die Korrelationen für den Rückweg höher als für den Hinweg.

Diese Analyse kann sowohl individuell für einzelne Explorationen als auch auf feineren Zeitskalen innerhalb von Explorationen erfolgen. Abb.8 zeigt exemplarisch die Verhältnisse der Hin- und Rückwegkorrelationen für zwei Kinder an 5-6 verschiedenen Explorationssequenzen. Es ist zu sehen, dass Lia bei allen 6 Explorationen höhere Korrelationen auf dem Rückweg zeigt als auf dem Hinweg. Dies bedeutet eine einseitige Ausrichtung auf die Mutter. Tom zeigt hingegen einen gesunden Wechsel zwischen Explorationen mit Ausdehnungsdynamik (höhere Hinwegkorrelationen) und Konzentrationsdynamik (höhere Rückwegkorrelationen).

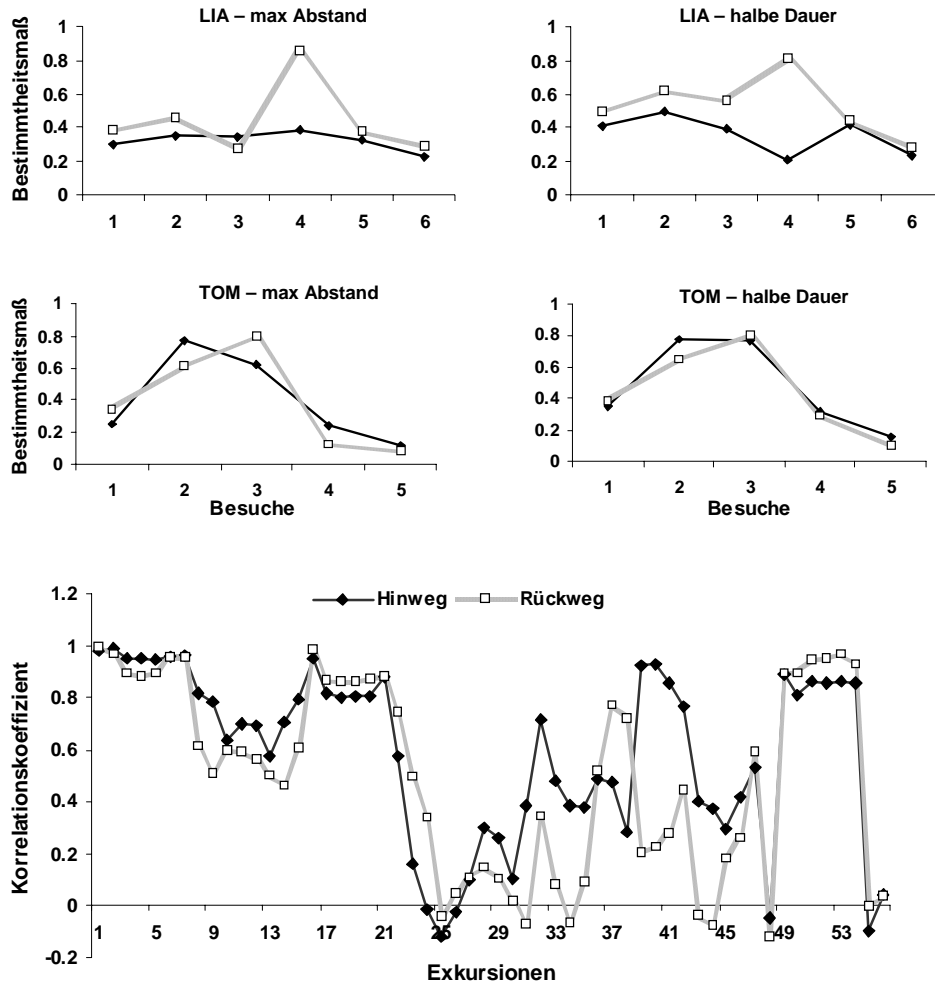


Abb. 8: Oben: Bestimmtheitsmaße der Korrelationen der Parameter Weg und mittlerer Abstand von 6 Explorationen von Lia und 5 Explorationen von Tom im Abstand von einem Monat. Lia zeigte für alle 6 Explorationen für die Unterteilung nach dem maximalen Abstand und nach der halben Dauer fast durchgängig höhere Rückwegkorrelationen. Tom zeigt einen Wechsel zwischen höheren Hinweg und Rückwegkorrelationen für verschiedene Explorationen, wobei maximaler Abstand und halbe Dauer übereinstimmen.
Unten: Verlauf der Korrelationen der Parameter Weg und mittlerer Abstand innerhalb einer Explorationssequenz eines Kindes von ca. 30 Minuten. Der Wechsel zwischen Konzentrations- und Ausdehnungsphasen ist zu sehen an wechselnden Phasen in welchen die Hinweg- bzw. die Rückwegkorrelationen höher sind.

Die untere Abbildung zeigt die Verläufe von Hin und Rückwegen innerhalb einer Explorationssequenz. Es ist sehr schön das gesunde, entwicklungsfördernde Wechselspiel von ‚Integrationsrückzugs-‘ und ‚Neugier auf die Welt-Phasen‘ zu sehen.

Literatur

- ABMANN B. (2008): Self-organization in spontaneous movements of human neonates. A look on the very beginning of Embodied Cognition. Saarbrücken, VDM.
- ABMANN B./THIEL M./ROMANO C.M./NIEMITZ C. (2007): Hierarchical Organization in motor behavior of neonates. *Infant Behavior and Development*, 30(4), 568-86.
- ABMANN B./THIEL M./ROMANO C.M./NIEMITZ C. (2006): Recurrence plot analyses suggests a novel reference system involved in spontaneous newborn movements. *Behavior Research Methods*, 38 (3), 400-406.
- BLASS E.M./CIARAMITARO V. (1994): A new look at some old mechanisms in human newborns: Taste and tactile determination of state, affect and action. *Monographs of the Society for Research of Child Development*, 59(1).
- BOWLBY J. (1973): *Attachment and Loss*, Vol 2. Basic Books, New York.
- CIOMPI L. (1997): Die emotionalen Grundlagen des Denkens. Entwurf einer fraktalen Affektlogik. Vandenhoeck & Ruprecht, Göttingen.
- ENGBERT R./SCHIEK M./SCHEFFCZYK C./KURTHS J./ KRAMPE R./KLIIEGL R./DREPPER F. (1997a): Symbolic dynamics of physiological synchronization: examples from bimanual movements and cardiorespiratory synchronization. *Nonlinear Analysis*, 30, 973-984.
- ENGBERT, R./SCHEFFCZYK, C./KRAMPE, R.T./ROSENBLUM, M./KURTHS, J./KLIIEGL, R. (1997b): Tempo-induced transitions in polyrhythmic hand-movements. *Physical Review E* 56, 5823-5833.
- GELDER VAN, T. J. (1998): The dynamical hypothesis in cognitive science. *Behavior and Brain Sciences* 21, 1-14.
- GRABEN, P. beim/ KURTHS J. (2003): Detecting subthreshold events in noisy data by symbolic dynamics. *Physical Review Letters*, 90 (10), 100602.
- HOLIDYNSKI, M. (2006): *Emotionen – Entwicklung und Regulation*. Springer, Heidelberg.
- HÜTHER, G./KRENZ, I. (2008): *Das Geheimnis der ersten neun Monate. Unsere frühesten Prägungen*. Beltz, Weinheim und Basel.
- KÖHLER, L. (1990): Neuere Ergebnisse der Kleinkindforschung. IHRE Bedeutung für die Psychoanalyse. In: *Forum der Psychoanalyse* 6, 32-51
- KUNIYOSHI, Y./SANGAWA, S. (2006): Early motor development from partially ordered neural-body dynamics: experiments with a cortico-spinal-musculo-skeletal model. *Biological Cybernetics*, 95, 589-605.
- LAKOFF, G. (1987): *Women, fire, and dangerous things: What categories reveal about the mind*. Chicago: University of Chicago Press.
- LEWIS, M. D. (2000): Emotional self-organization at three time scales. In: LEWIS MD, GRANIC I (eds) *Emotion, development, and self-organization*. Cambridge University Press, Cambridge, 37-69.
- MAHLER, M. S. (1968): *Symbiose und Individuation*. Band I: *Psychosen im frühen Kindesalter*. Klett-Cotta, Stuttgart.
- MANGELSDORF S.C./SHEPARD B./CULVER C./TESMAN J. (1995): Developmental and temperamental differences in emotion regulation in infancy. *Child Development* 66, 1817-1828.
- MATURANA H./VERDEN-ZÖLLER G. (1994): *Liebe und Spiel. Die vergessenen Grundlagen des Menschseins*. Carl-Auer-Systeme, Heidelberg.
- PIAGET, J. (1954): *The construction of reality in the child*. New York: International Universities Press. Basic.

- PORT, R./VAN GELDER, T. J. (1995): *Mind as Motion: Exploration in the Dynamics of Cognition*. Cambridge, MA: MIT Press.
- SCHORE, A. N. (1994): *Affect regulation and the origin of the self. The neurobiology of emotional development*. Erlbaum, Hillsdale, N.J.
- SCHUMACHER, K. (2008): *Auf der Suche nach der gemeinsamen Zeit - Musik und Synchronisation, ein Beitrag aus der musiktherapeutischen Arbeit mit Kindern mit Autismus*. In.: HAMPE R., STALDER P.B. (Hrsg.): "Grenzüberschreitungen" *Bewusstseinswandel und Gesundheitshandeln*. S. 423 - 425, Frank & Timme GmbH, Berlin.
- SROUFE L.A. (1996): *Emotional development: The organization of emotional life in the early years*. Cambridge University Press, New York..
- THELEN, E./SCHONER, G./SCHEIER, C./SMITH, L.B. (2001): *The Dynamics of Embodiment: A Field Theory of Infant Perservative Reaching*. *Behavioral and Brain Sciences*, 24, 1-86.
- TSUDA, I. (1991): *Chaotic itinerancy as a dynamical basis of hermeneutics in brain and mind*. *World Futures*, 32, 167.
- VAN DER WAL, J. /GLÖCKLER, M. (2003): *Dynamische Morphologie und Entwicklung der menschlichen Gestalt*. Freie Hochschule für Geisteswissenschaft, Dornach.