

# **„Polyphone Strömungen“**

**Darstellung neuer Erfahrungen aus der Bindungsanalyse**

**Internationale Tagung der Arbeitsgruppe Bindungsanalyse  
der ISPPM e.V. in Köln, 1.–3. Juni 2018**

**Herausgegeben von Helga Blazy**

**Mattes Verlag Heidelberg**

*Herausgeberin:*

Dr. Helga Blazy  
Hermann-Pflaume-Straße 39  
50933 Köln  
nc-blazyhe@netcologne.de

Bibliographische Information Der Deutschen Bibliothek  
Die Deutsche Bibliothek verzeichnet diese Publikation  
in der Deutschen Nationalbibliographie; detaillierte  
bibliographische Daten sind im Internet über  
<http://dnb.ddb.de> abrufbar.

**ISBN 978-3-86809-146-5**

Umschlagabbildung: Polyphone Strömungen. Paul Klee 1929  
Mattes Verlag 2019. Hergestellt in Deutschland

# Inhalt

Quantifizierung von häufigen Erfahrungen mit der Bindungsanalyse. Der Erfahrungsschatz der Bindungsanalyse in Zahlen . . . . .	7
<i>Anne Görtz-Schroth</i>	
Wenn die Gebärmutter spricht . . . . .	18
<i>Marion König</i>	
Liebe und Tod: Geburtlichkeit in der poetischen Arbeit von Biezon . . . . .	39
<i>Biezon</i>	
Neun Monate – ein ganzes Leben! . . . . .	64
<i>Annick de Lamotte</i>	
Traumata von IVF/ICSI-Babys . . . . .	74
<i>Rien Verdult</i>	
„Wir haben kein Kind“. Die Abwesenheit von Mutterschaft, reflektiert in der Poesie von Frauen . . . . .	109
<i>Ofra Lubetzky</i>	
„Am Anfang war der Körper, nicht das Wort“. Bruchstücke aus einer modifizierten Bindungsanalyse . . . . .	119
<i>Bruni Kreutzer-Bohn</i>	
Die Mutter-Baby-Bindungs-Analyse aus analytischer Perspektive. Erfahrungen aus einer Fragebogen-Studie . . . . .	128
<i>Éva Hadházi</i>	
Der Boden als Muttersymbol. Sicherheit erfahren, sich abstoßen und eigene Wege gehen . . . . .	131
<i>Cornelia Gudden</i>	

Von der Empfängnis bis zur Geburt. Einsichten aus Epigenetik, Medizin, Embryologie und Bewegungsforschung . . . . .	142
<i>Birte Aßmann</i>	
Arbeit mit Paaren in der Bindungsanalyse . . . . .	184
<i>Agnes Somkövi</i>	
Abschied ins Leben – Die Begegnung mit dem Thema Tod in der Bindungsanalyse . . . . .	196
<i>Gisela Albrecht</i>	
Über die Feinfühligkeit in der Bindungsanalyse . . . . .	215
<i>Hannelore Dehne</i>	
„Dein Schwangersein ist auch mein Schwangersein“. Väter in der Schwangerschaft . . . . .	226
<i>Helga Blazy</i>	
Autorinnen und Autoren . . . . .	256



# Von der Empfängnis bis zur Geburt

## Einsichten aus Epigenetik, Medizin, Embryologie und Bewegungsforschung

Birte Aßmann

„Das Meer. Wer schaut nicht gern aufs Meer. Der Blick aufs Meer, der Blick auf einen großen See, der Blick aufs Wasser erinnert an das Leben.“<sup>1</sup>

Das Leben des Menschen beginnt im Wasser, so wird gesagt. Der Blick aufs Meer, der Blick aufs Wasser erinnert an das Leben und ja, vielleicht beginnt es im Wasser. Eine Schwangerschaft, ein werdendes Kind passen nicht in einen kleinen Kopf. Sie sind mit dem menschlichen Verstand nicht erfassbar. Es gibt Fenster durch die Einblicke in das große Ganze möglich sind. In diesem Artikel berichte ich von dem Blick durch drei Fenster auf das Wunder des Werdens eines Kindes.

Die Empfängnis beschreibt die Verschmelzung von zwei Zellen. Während Schwangerschaft und pränatalem Leben sind Mutter und Kind verbunden. Nach der Geburt ist die Bedeutung der ersten Lebensstunden für das „bonding“ bekannt. Wird das Neugeborene seiner Mutter gleich in ihre Arme und an ihr Herz gelegt, so ist in dieser ersten Stunde etwas Einzigartiges zu beobachten: vom Geburtsschrei über ausruhen, aufwachen, bewegen, schauen, lautieren, finden der Brustwarze, erstem Saugen bis zum Einschlafen zeigen sich neun Phasen eines wohlgeordneten Verhaltens und Eltern und Kinder sehen sich dabei das erste Mal in die Augen.

Wann beginnt das Leben? Wann beginnt Bindung? Seit einiger Zeit sind Stimmen aus verschiedenen Richtungen zu hören, dass Bindung schon vorgeburtlich beginnt. In diesem Artikel stelle ich zunächst Ergebnisse aus Epigenetik und Medizin zusammen, die zeigen, wie vorgeburtliche Lebensbedingungen Spuren in unseren Zellen hinterlassen können und sich auf die Gesundheit im Kindes- und Erwachsenenalter auswirken können. Auf diese Weise können sie als mögliche molekularbiologische Korrelate für die Darstellungen im dritten Teil betrachtet werden. Hier werden Ergebnisse und Erkenntnisse aus Embryologie und Zellbiologie, pränataler Psy-

chologie und Bindungsanalyse sowie meinen eigenen Bewegungs- und Bindungsforschungen mit Neugeborenen und Kleinkindern zusammengefügt.

Leserinnen und Leser, die an molekularbiologischer und medizinischer Forschung weniger interessiert sind und lieber mit dem Herzen lesen, können auch direkt zum dritten Teil gehen. Alle drei Teile können für sich gelesen werden. Eingerückte Texte geben jeweils noch etwas detailliertere Informationen und bleiben beim Überspringen ohne Einfluss auf den Textfluss.

## Epigenetik

Bevor exemplarisch für die fünf Zeiträume – die Zeit vor der Konzeption, die Konzeption, die pränatale Entwicklungszeit, die Geburt und die Neugeborenenzeit – jeweils eine Studie vorgestellt wird, kurz ein paar Worte zu diesem relativ jungen Forschungsfeld. Die Epigenetik befasst sich mit einer Metaebene der genetischen Regulation. Sie spielt eine wesentliche Rolle in Entwicklungsprozessen und der Anpassung eines Organismus an seine Umgebung.

Epigenetische Vorgänge sind bei Pflanzen, Tieren und Menschen auf vielfältige Weise beschrieben worden. Ein bekanntes und eindrückliches Beispiel ist die Differenzierung von Bienen im Larvenstadium. Hier ist ein hochentwickeltes System zur epigenetischen Modifikation zu finden. Alle Bienenlarven sind genetisch gleich. Sie werden in der Regel unfruchtbare Arbeiterinnen. Wird eine Biene ab dem vierten Lebenstag mit Gelee royal gefüttert, so wird sie eine Königin: genetisch gleich und zugleich langlebiger, größer und fruchtbar. Werden erwachsene Arbeiterinnen mit Gelee royal gefüttert, so hat dies keinerlei Auswirkung (Wang et al. 2006, Maleszka 2008). Dies ist ein Beispiel für eine über Ernährung vermittelte epigenetische Programmierung zu einem sensiblen Zeitfenster. Auf molekularer Ebene ist dies sehr vereinfacht folgendermaßen vorstellbar:

Eine Zelle hat eine Zellmembran, sozusagen ihre Haut. Im Zellinneren befinden sich im Zytoplasma, der Zellflüssigkeit, ihre Zellorganellen und ihr Zellkern. Im Zellkern liegt die DNA, die die Gene enthält. Die DNA kann man sich als eine Abfolge der Buchstaben A, C, G und T vorstellen<sup>2</sup>, beispielsweise: AAACGCCTTGCGTAATGCAGTTCG. Eine bestimmte Abfolge ist der Code für ein Gen. Kommt nun beispielsweise ein Signalmolekül, wie ein Hormon, von außen an die Zellmembran passiert sie oder trifft dort auf einen passenden Rezeptor, so erfolgt

in der Regel eine innere Signalkette – vorstellbar wie Domino – in der Zelle. Sie kann dazu führen, dass am Ende ein bestimmtes Gen abgelesen wird. Das bedeutet, dass erst ein passendes Signalmolekül an eine bestimmte DNA-Sequenz des Gens anbindet und dann eine Kopie des Gens in Form einer RNA angefertigt wird (Transkription). Diese RNA wird ins Zytoplasma transportiert. Sie dient dort als Vorlage für ein Protein (Translation). Ein Protein ist eine Kette von Aminosäuren, die durch die Abfolge der Basen ACGT bestimmt wird. Das Protein kann dann Eigenschaften und Verhalten der Zelle beeinflussen. Sehr vereinfacht funktioniert Genexpression also so: Signal → DNA → RNA → Protein → Verhalten.

Epi bedeutet „zudem/außerdem“ und beschreibt reversible Funktionsweisen, die Verfügbarkeit von Genen zur Genexpression zu beeinflussen, ohne dass die DNA-Sequenz, also die Basenabfolge, verändert wird. Es gibt viele verschiedene epigenetische Mechanismen und die Anzahl der Neuentdeckungen wächst stetig. Die bekannteste Art ist die DNA-Methylierung. Hier werden Methylgruppen, also CH<sub>3</sub>-Gruppen, „zudem/außerdem“ an die Basen ACTG, meist das C, angehängt. Daraufhin werden diese DNA-Bereiche meist stillgelegt und sind für Signalmoleküle unerreichbar. Epigenetische Vorgänge sind prinzipiell – im Vergleich zu der Abfolge der Basenpaare, die in der Regel gleich bleibt – reversibel. Das heißt, Methylgruppen können das ganze Leben lang angefügt und abgelöst werden. Dies geschieht besonders häufig oder in großem Maß zu bestimmten sensiblen Zeitfenstern in der Entwicklung, wie rund um die Konzeption, während der Schwangerschaft und der postnatalen Zeit, sowie später durch tiefgreifende Erlebnisse oder intensive Lebensphasen. Wie weiter unten anhand einer Studie beschrieben wird, ist zum Beispiel der Grad der Stressempfindlichkeit von Kindern sowohl „sensibel“ auf mütterliches Verhalten als auch „reversibel“ durch mütterliches Verhalten. Die Reversibilität ist das Wesentliche an den neuen Erkenntnissen, denn sie offenbart die große Chance für Prävention und Therapie.

Ausnahmen dieser Reversibilität sind unter anderem die Zelldifferenzierungen in der Embryonalentwicklung, für die epigenetische Vorgänge essentiell sind. Die allerersten Zellen nach der Konzeption sind noch totipotente Stammzellen<sup>3</sup>, die sich in jede spezialisierte Zelle entwickeln können. Im Verlauf der Entwicklung geschehen epigenetische Prozesse und es entstehen immer weiter differenzierte Zellen, wie multipotente Zellen<sup>4</sup> und dann spezialisierte Lungen-, Herz-, Nervenzellen usw. Diese Vorgänge sind in der Regel nicht reversibel.<sup>5</sup>



Im Folgenden wird für die fünf Zeiträume, vor der Konzeption, währenddessen, die pränatale Entwicklungszeit, die Geburt und die Zeit danach, jeweils – exemplarisch und zufällig ausgewählt – eine epigenetische Studie vorgestellt. Es handelt sich um Studien, die mir zufällig in die Hände gefallen sind und keine systematische Auswahl nach Aktualität oder bestimmten Kriterien. Die Forschung ist stets im Wandel. Die folgenden Studien sind Momentaufnahmen und sollen einen Eindruck über Möglichkeiten geben ohne Fakten darzustellen. In diesem Forschungsbereich werden vielfach Defekte, ungünstige Bedingungen und negative Auswirkungen untersucht. Deswegen möchte ich an dieser Stelle anmerken, dass alle gesunden Bedingungen und positiven Erlebnisse, auch wenn sie unsichtbar oder unerforscht sind, entsprechende positive Auswirkungen haben.

■ *Epigenetische Einflüsse vor der Konzeption*: Dias, B. G. u. Ressler, K. J. (2014). Parental olfactory experience influences behavior and neural structure in subsequent generations. *Nature neuroscience*, 17(1), 89–96.

Dias und Ressler veranschaulichen an Mäusen, wie eine Furchtkonditionierung des zukünftigen Vaters vor der Konzeption über die männliche Keimbahn an die folgenden Generationen weitergegeben wird. Die Kinder und Enkelkinder ließen entsprechendes Verhalten erkennen, als hätten sie den Schock selbst erlebt. In ihrer DNA waren signifikante Methylierungsunterschiede nachweisbar und die Neuroanatomie offenbarte signifikante Veränderungen. Die Unterschiede erschienen sowohl bei natürlicher Befruchtung, bei künstlicher Befruchtung als auch bei Ammenaufzucht von „Pflegeeltern“ ohne Furchtkonditionierung.

Genauer betrachtet, wurden männliche Mäuse drei verschiedenen Gruppen zugeordnet. Die erste Gruppe blieb „zu Hause“ in ihren Käfigen (zu Hause Väter). Die zweite wurde auf den Geruchsreiz Acetophenon aversiv konditioniert (Ace-Väter), d. h. die Tiere erlebten zeitgleich mit dem Geruch einen künstlich erzeugten Schock und die dritte Gruppe dasselbe mit dem Geruchsreiz Propanol (Prop-Väter). Daraufhin wurden die Männchen dieser drei Gruppen mit jungfräulichen, nicht konditionierten Weibchen verpaart (Fo-Generation). Die männlichen Nachkommen (F1) wurden wiederum mit jungfräulichen, unkonditionierten weiblichen Tieren verpaart. Deren Nachkommen (F2) sind dann also die Enkelkinder der ersten Eltern-Generation (Fo).

Im Verhalten und der Neuroanatomie der Kinder und Enkelkinder waren signifikante Unterschiede zwischen Nachkommen von „zu Hause Vätern“ und von „Ace- bzw. Prop-Vätern“ zu finden. Die Nachkommen

zeigten erstens aversives Verhalten auf die Geruchsreize, bei denen ihre Väter ein Schockerlebnis hatten. Zweitens waren in ihren Glomeruli – den Neuronenstrukturen, die die Gerüche verarbeiten – je nach Ace- oder Prop-Vater, anatomische Veränderungen zu sehen. Drittens zeigte der epigenetische Status der Gene der Geruchsrezeptoren in den Spermien der männlichen Nachkommen (F<sub>1</sub>) (also die Zellen der zukünftigen F<sub>2</sub> Generation) signifikante Unterschiede in der Methylierung zwischen der Ace- und der Prop-Gruppe.

Zusammengefasst zeigt diese Studie, wie Erlebnisse von Eltern vor der Konzeption Einfluss auf DNA-Methylierung, Neuroanatomie und Verhalten ihrer Kinder und Kindeskiner hatten, ohne sozial vermittelt zu sein. In verschiedenen Modellorganismen wurde nachgewiesen, dass epigenetische Mechanismen bis zur dritten Generation erhalten bleiben können (Heard u. Martienssen 2014). Dies wird „Umgebungs-induzierte epigenetische transgenerationale Vererbung“ genannt und wird als „Keimbahnvermittelte Weitergabe veränderter epigenetischer Information zwischen Generationen in der Abwesenheit kontinuierlicher Umgebungsexposition“ definiert (Skinner 2011). Mit Menschen sind diese Art Studien schwierig, da sie nur unter strikt kontrollierbaren Bedingungen von z. B. Verpaarung und Haltung erfolgen können, da sich jegliche Veränderungen in Umgebung oder Lebensstil auch spontan auf das Epigenom auswirken können.

■ *Während der Konzeption:* Hiura, H. et al. (2012) Characterization of DNA methylation errors in patients with imprinting disorders conceived by assisted reproduction technologies. *Human Reproduction* 27(8): 2541–2548.

Der Vergleich zwischen natürlicher Empfängnis und Konzeption durch assistierte reproduktive Technologien (ART) ermöglicht es, einen Eindruck des Einflusses dieser Zeit auf das kindliche Epigenom zu gewinnen. Die Untersuchung von Hiura et al. beschreibt Methylierungsveränderungen im Vergleich von natürlicher zu artifizierter Konzeption in Zusammenhang mit Imprinting-Syndromen. Imprinting ist ein epigenetischer Vorgang während der Gametogenese (Keimzellendifferenzierung) und führt bei Störungen zu Erkrankungen.

Imprinting bedeutet die Prägung von mütterlichen bzw. väterlichen Genen durch epigenetische Prozesse während der Gametogenese oder auch später. Jedes Gen liegt doppelt vor, einmal als mütterliches und einmal als väterliches Allel, wobei je nach Dominanz sich eines auswirkt. Bei geprägten Genen bestimmt die Herkunft der Gene die

Ausprägung: Manche Gene sind nur aktiv, wenn sie von der Mutter kommen, andere nur bei väterlicher Herkunft. Diese Gene sind von der frühen embryonalen Demethylierung in den ersten Tagen nach der Konzeption ausgenommen.<sup>6</sup>

In der bundesweiten epidemiologischen Studie in Japan 2009 wurden Menschen mit einem der vier bekannten Imprinting-Syndrome<sup>7</sup> untersucht. Die Ergebnisse zeigten, dass zwei dieser Defekte (BWS und SRS) bei ART-Konzeption zehnfach häufiger auftraten als bei natürlicher Konzeption, und dass die ART-Fälle veränderte DNA-Methylierung an vielen verschiedenen geprägten Genorten aufwiesen.

Eine Vielzahl an Studien berichtet über die Erhöhung von Imprinting-Defekten und Methylierungsveränderungen in Zusammenhang mit ART-Prozeduren. Reviews, die den Stand der Forschung sichten und zusammenfassen, kommen zu dem Schluss, dass es bei Menschen viele Hinweise auf Einflüsse durch ART-Prozeduren gibt. Diese gelten noch nicht überall als signifikante Beweise, da u. a. der parentale Hintergrund der Infertilität als Einflussgröße nicht ausgeschlossen werden kann. In Tiermodellen sind Methylierungsveränderungen durch ART Prozeduren, wie z. B. Superovulation und in vitro Kulturen, nachgewiesen worden und gelten als anerkannt. In der Zusammenschau der Hinweise und Evidenzen wird auf erhöhte Aufmerksamkeit und die Dringlichkeit weiterer Forschung hingewiesen.<sup>8</sup>

■ *Während der pränatalen Entwicklung:* Cao-Lei, L. et al. (2014) DNA methylation signatures triggered by prenatal maternal stress exposure to a natural disaster: Project Ice Storm. PloS one 9.9: e107653.

Der exemplarische Artikel aus der Kohorte des Eissturms von Quebec 1998 zeigt, wie der pränatale objektiv gemessene Notstand der Mütter während des Eissturms mit DNA-Methylierungsgraden bei den Kindern im Alter von dreizehn Jahren korrelierte.

Fünf Monate nach dem Eissturm wurden Frauen rekrutiert, die während des Eissturms schwanger waren. Es wurde der Grad ihres objektiven Notstandes und ihres subjektiven Stressempfindens erhoben. Dreizehn Jahre später wurde bei den Kindern das Methylierungsprofil untersucht. Der Grad des objektiven Notstandes korrelierte mit dem Grad an DNA-Methylierung an 1675 Genorten in 957 Genen, die hauptsächlich in die Immunabwehr involviert sind. In zwei Genen waren die Veränderungen in verschiedenen Zelltypen, wie T-Zellen, peripheren mononuklearen Blutzellen und Speichelzellen vergleichbar.

Dies zeigt, wie pränataler mütterlicher Stress epigenetische Folgen für die Kinder in verschiedenen Geweben haben kann. Diese Studie fokussiert sich auf den objektiv messbaren Stress durch eine Naturkatastrophe. Eine Vielzahl von Studien untersucht die Auswirkungen von mütterlichem subjektiv empfundenen Stress bzw. Depressionen während der Schwangerschaft und berichtet u. a. über Zusammenhänge zwischen mütterlichem Stress, Methylierungsmustern und kindlicher Stressempfindlichkeit.<sup>9</sup>

■ *Während der Geburt:* Almgren, M. et al. (2014) Cesarean delivery and hematopoietic stem cell epigenetics in the newborn infant: implications for future health? *American Journal of Obstetrics & Gynecology* 211(5): 502-e1.

Der Vergleich zwischen vaginaler Geburt und Kaiserschnitt kann Hinweise auf Einflüsse des Geburtserlebnisses auf das kindliche Epigenom geben. Almgren et al. untersuchten DNA-Methylierung in den blutbildenden Stammzellen des Nabelschnurbluts von Neugeborenen nach vaginaler Geburt im Vergleich zu Kaiserschnittgeburten und fanden genomweite Methylierungsunterschiede.

Sie berichten von drei Funden. Erstens eine signifikant höhere globale Methylierung der DNA dieser Zellen (+2%) bei mit Kaiserschnitt als bei vaginal geborenen Kindern. Zweitens identifizierte die Untersuchung orts-spezifischer DNA-Methylierung 343 Genloci mit signifikanten Methylierungsunterschieden von 10% oder mehr. Die Mehrheit dieser differenziell methylierten Genorte (76%) waren in den Blutstammzellen nach vaginaler Geburt hypermethyliert, wiesen also eine höhere Methylierung auf. Drittens korrelierte bei den vaginal geborenen Kindern der Grad der Methylierung an drei Genorten mit der Dauer der Wehen.

Diese Studie zeigt, wie Erlebnisse oder Umstände während der Geburt auf molekularbiologischer Ebene in den Körperzellen Spuren hinterlassen können. Die *EPIgenetic Impact of Childbirth (EPIIC)* Hypothese geht davon aus, dass verschiedenartiger Stress während der Geburt auf die epigenetische Regulation von Immunfunktionen unterschiedlich wirkt. Aktuelle Reviews beleuchten das noch junge Forschungsfeld (z. B. Dahlen et al. 2016; Ortiz et al. 2018; Tribe et al. 2018).

- *Nach der Geburt*: Weaver, Ian C. G., et al. Epigenetic programming by maternal behavior. *Nature neuroscience* 7.8 (2004): 847.

Ein Highlight in der Literatur über epigenetische Programmierung ist eine Studie mit Ratten aus dem Jahr 2004. Es gibt Rattenmütter, die ihre Nachkommen viel stillen, lecken und putzen, und solche die es von sich aus wenig tun. Die Studie untersuchte die Auswirkungen des mütterlichen Fürsorgeverhaltens auf die Methylierung eines Genbereichs, der an der Stressregulierung im Gehirn der Nachkommen beteiligt ist. Viel „Kuscheln“ nach der Geburt bewirkte geringe Methylierung und geringe Stressempfindlichkeit der Kinder. Wenig Kuschelerfahrung in der ersten Woche führte zu hoher Methylierung und hoher Stressempfindlichkeit. Wurden die Jungen nach der Geburt zu einer anderen Mutter des gleichen Kuscheltyps gegeben, so blieb das Muster stabil. Wurden sie zu einer Mutter des anderen Kuscheltyps gegeben, so wurde das Muster zu ca. 70–80% umgedreht und an die Pflegemutter angepasst.

Genauer betrachtet wurde eine Promotorregion des Gens für den Glukokortikoidrezeptor im Hippokampus untersucht. Der Hippokampus ist eine Struktur im Gehirn. Der Promotor ist der Genbereich an den Signalmoleküle binden können, um die Transkription eines Gens zu starten (DNA → RNA) und Glukokortikoide sind Stresshormone, die von der Nebenniere ausgeschüttet werden. Treffen sie im Gehirn auf entsprechende Rezeptoren, dann wird über eine Signalkette über mehrere Zellen die weitere Ausschüttung in der Nebenniere gebremst. Je mehr Glukokortikoidrezeptoren in den Hippokampuszellen sind, desto effektiver ist die Herunterregulierung der Stressantwort. Ist der Promotor des Rezeptorgens methyliert, so ist es stillgelegt. Dann gibt es weniger Rezeptoren, weniger Rückkopplung und die Stressantwort wird weniger gebremst, sie ist also höher. Viel gekuschelte Rattenkinder zeigten geringere Methylierung und Stressantworten unabhängig davon, ob die eigene oder eine andere Mutter sie nach der Geburt genährt und gepflegt hat. Bei den Kindern der wenig kuschelnden Mütter war es genau umgekehrt. Die Unterschiede erschienen in der ersten Lebenswoche, wurden durch postnatale Ammenaufzucht durch den gegensätzlichen Kuscheltyp aufgehoben, blieben bis ins Erwachsenenalter stabil und waren mit Unterschieden in weiteren epigenetischen Funktionsweisen, wie Histonacetylierung, verbunden.

Diese Studie zeigt, wie das gestillt, geleckt und geputzt werden von Mäusekindern in ihrer ersten Lebenswoche den epigenetischen Status eines ihrer

Gene und damit ihre Stressempfindlichkeit beeinflusste, und dass dies potentiell reversibel war. Es offenbart, wie positive Erfahrungen auch frühere negative Prägungen transformieren können. In Anschlussstudien wurde gezeigt, wie darüber hinaus die Stressresistenz beeinflusst wird, und dass die mütterliche Fürsorge auch noch einen Östrogenrezeptor beeinflusst (Champagne et al. 2006, 2009). In den Fußstapfen von Weaver et al. bestätigen zwei Studien die Ergebnisse für den Menschen: Murgatroyd et al. 2015 zeigen wie das Streicheln von Neugeborenen in den ersten fünf Wochen die Methylierung des Glukokortikoidrezeptors (GR) beeinflusst. Lester et al. 2018 berichten, wie das Stillen in den ersten vier Monaten die Methylierung des GRs beeinflusst. Die Stillforschung untersucht, neben den Auswirkungen des Stillens auf die Methylierung, auch epigenetische Mechanismen, wie Informationen über die Muttermilch an das Kind weiter gegeben werden.<sup>10</sup>

Zusammengefasst sind für alle fünf Zeitfenster Studien mit epigenetischen Befunden in Tiermodellen bzw. bei Menschen zu finden. Die Aufmerksamkeit und die Ressourcen, die in die Erforschung der Auswirkung von Geschehnissen und Erlebnissen in dieser frühen Entwicklungszeit fließen, sind immens. Die internationale epigenetische Forschung sieht und vermutet hier offensichtlich große Einflüsse. Gleichzeitig ist das Geschehen so komplex, dass es kaum erfassbar bzw. auf aussagekräftige Ergebnisse reduzierbar ist: *terra incognita*, ein unerforschter Boden, auf dem es noch mehr zu entdecken gibt als bekannt ist. Eine geheimnisvolle Zeit, die Spuren hinterlässt: Bewiesene Spuren von Traumatisierungen, künstlichen Eingriffen, Angst und Stress. Und erahnte Spuren des Wunders des werdenden Lebens, glücklicher Momente der tiefen Freude und der Kraft bewältigter Herausforderungen.

## Medizin

Die epidemiologische Forschung in diesem Bereich ist umfangreich und überschneidet sich teilweise mit der epigenetischen Forschung.<sup>11</sup> Im Folgenden wird ohne Anspruch auf Vollständigkeit ein Eindruck über die Fülle der epidemiologischen Untersuchungen bezogen auf die fünf Zeiträume (präkonzeptionell, konzeptionell, pränatal, perinatal und postnatal) gegeben. Es ist davon auszugehen, dass der aktuelle tatsächliche Forschungsstand noch weit über die folgende Zusammenstellung hinausgeht und möglicherweise Revidierungen einzelner Befunde enthält.

### *Präkonzeptionell*

Die ersten und inzwischen sehr bekannten und beinahe historischen Studien, die untersuchten wie Umweltfaktoren auf die Gesundheit folgender Generationen wirken, sind die Överkalix-Studien und die Folgen des Niederländischen Hungerwinters. Aufzeichnungen der Lebensbedingungen der Bewohnenden des kleinen Dorfes Överkalix in Nordschweden über mehrere Generationen zeigten, wie der Ernährungszustand der Großeltern, die Gesundheit der Enkelkinder beeinflusste (Pembrey et al. 2006). Untersuchungen der Hungersnot 1944/45 weisen auf ähnliche Zusammenhänge zwischen mütterlichen Ernährungsbedingungen und späteren Krankheitsrisiken der Nachkommen (Painter et al. 2008). Aktuelle Reviews über Auswirkungen von Umwelteinflüssen auf folgende Generationen in Tiermodellen berichten beispielsweise von erhöhten Anfälligkeiten für Tumore, metabolische Erkrankungen, Prostata- und Nierenerkrankungen, Immundefekte und Reproduktionserkrankungen.<sup>12</sup>

Dies bedeutet, dass präkonzeptionelle Lebensbedingungen bzw. Erfahrungen von Eltern – möglicherweise über die epigenetischen Muster in ihren Keimzellen – an ihre Kinder weitergegeben werden können. Hochsensible Zeitfenster für Umgebungseinflüsse während der Keimzellentwicklung sind unter anderem während der gonadalen Geschlechtsdetermination zu Beginn der Hoden- und Ovarialentwicklung sowie während der Fertilisation, da hier tiefgreifende epigenetische Programmierungen erfolgen.

### *Konzeptionell*

In Europa und den USA werden circa ein bis drei Prozent der Kinder assistiert konzipiert. Der epigenetische Einfluss der assistierten Reproduktionstechnologie (ART) weist auf chromosomale und Methylierungsveränderungen und einer Erhöhung von Imprinting-Defekten hin. Epidemiologisch sind erhöhte Mortalitätsraten und Risiken für Frühgeburten, Geburtsfehler und Missbildungen, Krebs- und psychische Erkrankungen, Herz-Kreislauf- und Stoffwechselerkrankungen, Herzfehler und Schilddrüsendysfunktionen sowie möglicherweise Entwicklungsverzögerungen beschrieben worden. Eine Vielzahl von Reviews betrachtet diese Ergebnisse, in wieweit sie tatsächlich ART Prozeduren zugeschrieben werden können, da Konfundierung durch Größen wie elterliche Infertilität und elterliches Alter oft nicht auszuschließen sind.<sup>13</sup>

Neben der primären Infertilität eines Elternteils werden als mögliche Ursachen das Fehlen der natürlichen Vorgänge als auch die invasiven

Verfahren selbst angenommen. Die ART Prozeduren fallen in hoch-sensible epigenomische Umgestaltungszeiträume und exponieren das vulnerable sich entwickelnde Epigenom vielen externen Stressfaktoren, welche die Etablierung und Erhaltung epigenomischer Prägungen beeinflussen: künstliche Superovulation und *in vitro* Reifung, Fertilisationstechniken (IVF, ICSI), Kultivierung und Manipulation von Embryonen, wie genetische Diagnoseverfahren, Transfer und Kryokonservierung. Gleichzeitig entfällt der natürliche prä-implantationäre Signalaustausch zwischen Embryo und Mutter und im Fall von ICSI zudem der konzeptionelle Signalaustausch zwischen Eizelle und Spermien sowie Spermium-Kapazitation, Akrosomenreaktion und Membranverschmelzung (Ventura-Junca et al. 2015).

Da viele Imprinting- und Methylierungsfehler später unter anderem zu Krebs- und psychischen Erkrankungen führen und viele Wirkungen von ART in Anbetracht der erst 40jährigen Anwendung noch nicht erfasst sind, wird erhöhte Achtsamkeit bzw. eine neue Vorbereitung junger Erwachsener auf die Schwangerschaft empfohlen (Chiba et al. 2013; Fleming et al. 2018).

Im Vergleich zu Spontankonzeptionen und ART mit autologen Eizellen führen Eizellspenden u. a. zu einer gesteigerten Rate an Gestationsdiabetes, hypertensiven Störungen, plazentaren Abnormalitäten, Frühgeburten, Geburtseinleitungen sowie instrumentalen und Kaiserschnittentbindungen. Theoretische Gründe liegen in der fehlenden immunologischen Verwandtschaft von Embryo und Mutter sowie der hohen Rate an Erstgeburten und Mehrlingsschwangerschaften (Elenis et al. 2015).

Einige Reviews sind durch die methodische Vielfalt und Pionierhaftigkeit der Studien noch auf weitere Untersuchungen mit größeren Stichproben und standardisierten Verfahren angewiesen, um zu eindeutigen Aussagen bezüglich der kindlichen Gesundheit zu kommen.<sup>14</sup> Fleming et al. 2018 berichten über artifizielle Techniken hinaus von verschiedenen weiteren perikonzeptionellen Bedingungen wie dem elterlichen Ernährungszustand, die lebenslange Einflüsse haben können. Auch auf die psychologischen Belastungen der Eltern während der ART-Prozeduren wird mit Achtung hingewiesen (Malina u. Pooley 2017).



### *Pränatal*

Die Begriffe „Fetal programming“, „Developmental programming“ und „Developmental origins of health and disease“ gehen zurück auf den Epidemiologen David Barker. Er beobachtete, dass im ärmsten Teil Englands die höchste Rate an Herzerkrankungen zu verzeichnen war. Er zeigte die Assoziation zwischen niedrigem Geburtsgewicht als Folge von schlechter mütterlicher Ernährung während der Schwangerschaft und der Entwicklung von Herz-Kreislauf-Erkrankungen im Erwachsenenalter auf (Barker u. Osmond 1986, 1988). Seither ist eine Fülle epidemiologischer und klinischer Untersuchungen zu finden, die diese Hypothese bestätigen. Neben den vielfach untersuchten Auswirkungen von Umweltchemikalien und Schadstoffen auf die intrauterinen Bedingungen und die Gesundheit der Kinder (Heindel et al. 2017), sind die Auswirkungen von Ernährungs- und endokrinen Status der Mutter sowie Stress, Depression und Ängstlichkeit der Mutter während der Schwangerschaft ebenfalls gut untersucht: es zeigen sich Einflüsse auf die Risiken für Frühgeburten und niedriges Geburtsgewicht sowie für spätere Erkrankungen, wie z. B. Herz-Kreislauf-, Stoffwechsel- und atopische Erkrankungen.<sup>15</sup>

Eine Vielzahl an Studien berichtet in diesem Zusammenhang über erhöhte Risiken für Frühgeburten, angeborene Fehlbildungen, niedriges Geburtsgewicht und -größe sowie eine erhöhte Anfälligkeit für Erkrankungen, wie z. B. koronare Herzerkrankungen, Bluthochdruck, Schlaganfall, Typ-2-Diabetes, Adipositas, metabolisches Syndrom und Osteoporose, für atopische Erkrankungen, wie z. B. Asthma, Neurodermitis, Allergische Rhinitis und erhöhtes Blut-IgE, für Infektionskrankheiten im ersten Lebensjahr sowie für Region-spezifische Reduktionen der Dichte der grauen Substanz, die mit Störungen der Entwicklung des Nervensystems, psychischen Störungen und kognitiven Beeinträchtigungen einhergehen können.<sup>15</sup>

Auch die psychische Gesundheit betreffend ist eine beträchtliche Menge an Studien zu finden. Es ist allgemein akzeptiert, dass pränataler mütterlicher Stress, Depression oder Ängstlichkeit die gesamte kindliche Entwicklung beeinflussen. Dies schließt die Entwicklung des Nervensystems, der Stressvulnerabilität, emotionaler Regulationsfähigkeiten, behavioraler Eigenschaften, motorischer und kognitiver Fähigkeiten und des Risikos, Pathologien zu entwickeln ein, wobei Grad und Wege dieser Einflüsse sich in stetiger Revision befinden.<sup>16</sup>

Im Einzelnen sind mütterlicher Stress, Depression und/oder Ängstlichkeit unter anderem assoziiert mit einem erhöhtem kindlichen Risiko für Depressionen, ADHS, Autismus und Schizophrenie, für emotionale Probleme wie unsichere Bindung, erhöhte Ängstlichkeit, negative Reaktivität, Externalisierungsschwierigkeiten und schwieriges Temperament, für Verhaltensauffälligkeiten und -störungen sowie gestörtes Sozialverhalten, für geringere kognitive Leistungsfähigkeit wie verminderte Intelligenz und Sprachvermögen, und sie sind verbunden mit Schlafstörungen sowie veränderter kindlicher circadianer Regulation, Stressregulation und Cortisol-, Serotonin- und Dopaminspiegeln.<sup>16</sup>

### *Perinatal*

Präpartale Ängstlichkeit und Geburtsangst beeinflussen auch den Geburtsmodus. Sie sind assoziiert mit periduraler Anästhesie (PDA), ungeplantem Kaiserschnitt, geplantem Kaiserschnitt und längeren Wehen als auch der Bitte nach geplantem Kaiserschnitt (Hall et al. 2012). Im Zusammenhang mit der *Extended Hygiene Hypothesis (EEH)* und der *EPIgenetic Impact of Childbirth (EPIIC)* Hypothese dokumentiert epidemiologische Evidenz die Kurz- und Langzeitauswirkungen von Kaiserschnitten via veränderter Immun- und Metabolismusfunktionen. Geburten per Kaiserschnitt sind assoziiert mit einem höheren kindlichen Risiko für respiratorische, immunologische, metabolische, kardiovaskuläre, neurologische und Krebserkrankungen.<sup>17</sup>

Ungefähr eine von fünf Frauen entbindet weltweit per Kaiserschnitt. In Deutschland sind es ca. 30% in Brasilien 50%. Im Einzelnen sind Kaiserschnitte im Vergleich zu Spontangeburt mit einem erhöhten kindlichen Risiko für respiratorische und Immunerkrankungen, wie Asthma, Allergien, juveniler Arthritis, chronisch-entzündlichen Darmerkrankungen und Zöliakie, für metabolische Erkrankungen, wie Adipositas, Diabetes und metabolisches Syndrom, für kardiovaskuläre Erkrankungen und Krebserkrankungen sowie neurologische Erkrankungen, wie Schizophrenie und Autismus – um einige zu nennen – verbunden. Als Gründe dafür gelten unter anderem das Fehlen von Mikrobiom Exposition, Darmbesiedelung, immunaktivierenden Wehen und epigenetische Veränderungen, die das Immunsystem modifizieren.<sup>17</sup>

Annähernd 30% der vaginal Gebärenden erhalten eine PDA (Hall et al. 2012). Geburtseinleitung erfolgt bei circa 10% der Schwangeren mit steigender Tendenz, wobei anschließend etwa 80% eine PDA erhalten. Hieran ist zu sehen, wie eine Störung der natürlichen Physio-

logie weitere Interventionen nach sich zieht. Ungefähr 6–7% der vaginalen Geburten erfolgen mit instrumentellen Verfahren wie Vakuuextraktion oder Zangengeburt und in bis zu 50% der Fälle erfolgt eine Antibiotikaprophylaxe. Auch diese Interventionen sind möglicherweise mit Gesundheitsbeeinträchtigungen verbunden. Aktuelle Reviews schlussfolgern, dass spontane Geburten mit weniger problematischen Kurz- und Langzeitfolgen verbunden sind als solche mit Interventionen und weisen auf mögliche transgenerationale Auswirkungen hin, die derzeit noch nicht messbar sind.<sup>17</sup>

Medizinische Interventionen, wie Geburtseinleitung und Verstärkung der Wehen, Zangen- und Saugglockenentbindungen sowie Kaiserschnitt sind mit erhöhtem Risiko für die Entwicklung einer posttraumatischen Belastungsstörung (PTBS) mit weitreichenden Folgen für Mutter und Kind verbunden (James 2015; Vesel u. Nikasch 2016). Zwischen 9 und 44% aller Frauen erleben die Kindsgeburt als traumatisch (de Graaff et al. 2018).

Die Prävalenz von ernsthaften postpartalen traumatischen Stressantworten liegt bei circa 10%, von einer PTBS bei 3–4% allgemein und 15–18% in Risikogruppen, und von einer chronischen PTBS bei ca. 2% (Ayers 2017; James 2015; de Graaff et al. 2018; Yildiz et al. 2017). Erhebungen in den USA zufolge erfüllen 9% aller Frauen die PTBS-Kriterien, zusätzliche 18% zeigen PTBS-Symptome und es wird angenommen, dass weitere 21% die PTBS-Kriterien vermutlich für eine bestimmte Zeit erfüllen (Vesel u. Nikasch 2016).

Dies führt zu einem natürlich zu Folgen für die Mutter und das Baby und zum anderen wiederum zu präpartaler Ängstlichkeit und Geburtsangst bei der nächsten Schwangerschaft, deren Folgen (dann für das zweite Kind) in diesem und dem vorherigem Abschnitt zu lesen sind. Die Literatur über Prävalenz, Ursachen und Folgen von Geburtstraumatisierungen sowie Risiko- und Schutzfaktoren ist umfangreich, wobei die Erforschung von primär und sekundär präventiven Verfahren für traumatische Geburtserlebnisse und PTSD noch auf dem Weg ist.<sup>18</sup>

### *Postnatal*

Die WHO (2016) empfiehlt, auf einer weitreichenden evidenz-basierten Grundlage Haut-zu-Haut-Kontakt und Stillbeginn innerhalb der ersten Stunde nach der Geburt. Dabei senken die positiven ernährungsbedingten und immunologischen Auswirkungen die Neugeborenensterblichkeits- und -erkrankungsrate deutlich (Khan et al. 2015). Insgesamt erleben bisher circa

50% aller Neugeborenen ihre erste Stunde im Hautkontakt am Herzen ihrer Mutter (Victoria et al. 2016).

Innerhalb der ersten Stunde ist bei Neugeborenen eine Abfolge von neun Phasen einer einzigartigen autonomen, sensorischen, motorischen und behavioralen Koordination zu beobachten: 1 Geburtsschrei, 2 Entspannen, 3 Erwachen, 4 Bewegen, 5 Schauen, 6 Robben und Lautieren, 7 Lecken der Areola, 8 Saugen an der Brustwarze und 9 Einschlafen (Widström et al. 1987, 2011). In dieser heiligen Stunde können Mütter und Neugeborene auf einzigartige Weise Synchronität erleben.<sup>19</sup>

Der Haut-zu-Haut-Kontakt nach der Geburt wird unabhängig vom Geburtsmodus immer empfohlen und ist Teil der *Babyfriendly Health Initiative* (BFHI, 2017). Dieser Kontakt hat einen regulierenden Einfluss auf den kindlichen Organismus, die Sensibilität der Mutter und positive Effekte auf Stillbeginn und -dauer.<sup>20</sup>

Evidenzen zeigen unter anderem stabilere Blutzuckerspiegel und Thermoregulation, höhere kardio-respiratorische Stabilität, weniger Stress, Oxytozinerhöhung und Unterstützung der Mutter-Kind-Bindung sowie früheren Stillbeginn und höhere Stilldauer.<sup>20</sup> Als vermittelnde wirksame Faktoren werden Berührung, Wärme und Geruch angenommen, die eine vagale Stimulation und Oxytozinausschüttung bewirken und Wärme fürs Kind bereitstellen. Oxytozin wirkt der Fight & Flight-Antwort entgegen, verringert die mütterliche Ängstlichkeit und steigert ihre innere Ruhe und Responsivität. Der Kontakt ermöglicht das eigenständige Lokalisieren der Brustwarze, Andocken und erstes Saugen. Es wird von einer „sensitiven Periode“ zur Prägung eines synchronen reziproken Interaktionsmusters gesprochen. Bei über 50 minütigem Hautkontakt direkt nach der Geburt wird eine achtfache Erhöhung der Wahrscheinlichkeit für spontanes Stillen berichtet (Moore et al. 2012). Auch der Haut-zu-Haut-Kontakt zwischen Vätern und Babys in den ersten Tagen zeigt Hinweise auf eine positive Wirkung auf die Vater-Kind-Bindung (Chen et al. 2017).

Eine Fülle an Studien dokumentiert die positiven Auswirkungen von frühem Stillbeginn und langer Stilldauer auf die spätere Gesundheit, einschließlich weniger Infektionen und höheren Überlebensraten, Schutz vor Ohr-, Zahn- und metabolischen Erkrankungen sowie weniger Leukämie-Inzidenzen und besseren kognitiven Entwicklungen.<sup>21</sup>

Optimales Stillen – das heißt der unmittelbare Beginn nach der Geburt, ausschließliches Stillen bis zum sechsten Lebensmonat und Er-

nährung einschließlich Stillen bis zum zweiten Lebensjahr – ist verbunden mit weniger Infektionen der gastro-intestinalen und respiratorischen Trakte sowie höheren Überlebensraten (Sankar et al. 2015). Stillen schützt vor Mittelohrentzündungen (Bowatte et al. 2015) Okklusionsstörungen (Peres et al. 2015), Karies (Tham et al. 2015) Übergewicht, Adipositas und Typ-2-Diabetes (Horta et al. 2015a) sowie Leukämie im Kindesalter (Amitay u. Keinan-Boker 2015) und ist verbunden mit einer besseren kognitiven Entwicklung (Horta et al. 2015b). Auf der mütterlichen Seite schützt Stillen unter anderem vor verschiedenen Krebsarten, Diabetes und Übergewicht. Hochrechnungen zufolge könnte es durch Stillen jährlich 823 000 Tode von Kindern unter fünf Jahren und 20 000 Tode durch Brustkrebs weniger geben (Victoria et al. 2016).

Insgesamt gibt es also eine Vielzahl an Evidenzen, die den frühen Haut-zu-Haut-Kontakt für das Wohlbefinden der Kinder und das Gelingen des Stillens dokumentieren. Daran anschließend zeigt eine Fülle an Studien die positiven Auswirkungen des Stillens und gestillt Werdens auf die Gesundheit von Mutter und Kind. Dies zeigt sozusagen in zwei Schritten welchen großen Einfluss die erste Stunde nach der Geburt auf das spätere Leben hat.

In der Zusammenschau der Zeiträume von Konzeption bis Geburt sind – genauso wie in der epigenetischen Forschung – in der medizinischen Forschung durchgehend Auswirkungen von Lebensbedingungen und Erlebnissen auf die kindliche Gesundheit beschrieben worden. Alle fünf Zeitfenster zeigen jeweils epigenotypische und phänotypische Auswirkungen. Es ist davon auszugehen, dass sich Umgebungsbedingungen und Erfahrungen auf folgende oder spätere Zeiträume auswirken und sich daraus für jeden Menschen eine individuelle, ja einzigartige Geschichte ergibt, wann oder in welchem sensiblen Fenster welche Erlebnisse welche Spuren hinterlassen haben.

## Embryologie, Psychologie und Zellbiologie in Bewegung

Vor dem Hintergrund der dargestellten Befunde aus Epigenetik und Medizin werden nun Grundlagenforschung und Erkenntnisse aus angewandten Disziplinen zusammengeführt. Es werden Sichtweisen aus Embryologie und Zellbiologie in Zusammenhang mit Beobachtungen der pränatalen Psychologie und Ergebnissen der Bewegungsforschung im Bereich der

Eltern-Kind-Bindung gebracht. Auch hier gehe ich auf die Zeiträume um Konzeption und Geburt ein.

Ideen über die frühe Eltern-Kind-Bindung gehen zurück auf die Bindungstheorie von John Bowlby. Sie ist ein naturgegebener Prozess zwischen Eltern und Kind, der auf vielen verschiedenen Ebenen stattfindet. Im Verhalten kann kindliches Bindungs- und Explorationsverhalten sowie elterliches Fürsorgeverhalten beobachtet werden. Mental und emotional ist er mit Vorstellungen, Repräsentationen, Bildern, Gefühlen und Emotionen verbunden. Physiologisch spielen z. B. Hormone – insbesondere das Oxytozin<sup>22</sup> hat sich hier einen Namen gemacht – eine große Rolle, und noch viele weitere Vorgänge von Epigenetik bis Herzklopfen sind dabei.

Vorgeburtlich bilden Nabelschnur und Plazenta eine physiologische Verbindung zwischen Mutter und Kind. Bei der Geburt entbindet sie sich, Nabelschnur und Plazenta lösen sich ab, und die Verbindung bewegt sich wie in einen anderen Raum, in dem sie wahrnehmbar, fühlbar und spürbar bleibt.

### *Vor der Konzeption*

In Erlebnisberichten von Bindungsanalysen<sup>23</sup> ist manchmal zu hören, dass eigene intrauterine Erlebnisse „wieder auftauchen“, wenn Eltern selbst ein Kind erwarten. Zum Beispiel taucht bei einer Mutter, in ihren beiden Schwangerschaften im dritten Monat Atemnot auf, die im vierten Monat wieder verschwunden ist. Beim Erzählen über dieses bemerkenswerte Phänomen im achten Schwangerschaftsmonat des zweiten Kindes, erinnert sie sich dann daran, dass ihre Mutter während der Schwangerschaft mit ihr, im dritten Monat sehr verzweifelt war und versucht hat die Schwangerschaft zu beenden. Im vierten Monat hat sie sich schließlich mit der Situation abgefunden. Das intrauterin Erlebte tauchte als Atemnot wieder auf. Dies ist ein Beispiel für die Auswirkung eines pränatalen Erlebnisses. Die Kinder der Mutter, haben es präkonzeptionell als Keimzellen in ihrer fetalen Mutter erlebt. Dies wird als intergenerationale Weitergabe bezeichnet. Raffai und Hidas (2010) sprechen hier vom intrauterinen Mehrgenerationen-Raum. In der Traumaforschung gibt es Studien mit Kindern von Holocaust-Überlebenden, die psychische, physiologische und epigenetische Auswirkungen der präkonzeptionellen Erlebnisse ihrer Eltern zeigen (Yehuda et al. 2014, 2016). Die Epigenetik gibt nun Ideen zu möglichen molekularbiologischen Korrelaten für die Weitergabe solcher Erlebnisse. Eizelle und Spermien können Erlebnisspuren in sich tragen, die später für die Kinder – auf welche Weise auch immer – erlebbar werden

können. Zu den präkonzeptionellen Erlebnissen gehören auch die Reisen von Eizelle und Spermien von ihren Herkunftsorten zum Ort ihrer Verschmelzung. Die Recherche nach molekularen Korrelaten für Spuren dieser Reisen, wie die pränatale Psychologie sie annimmt (Terry 2005), führt zu zellbiologischen Studien, die von molekularer Zwiesprache und Kommunikation zwischen mütterlichem Organismus und den Gameten sprechen.<sup>24</sup>

### *Die Konzeption*

Die Verschmelzung wird von der pränatalen Psychologie als die erste Begegnungserfahrung bezeichnet und als bedeutsames Erlebnis in der Bindungsentwicklung aufgefasst (Verdult 2014). In Biologiebüchern gibt es Beschreibungen, in denen Eizelle und Spermien aufeinander zuwandern und dann nur ein einziges – das erste – Spermium in die Eizelle eindringt (z. B. Menche 2003). Zellbiologisch betrachtet haben Eizellen eine maximale Ansammlung von Zytoplasma und sind daher sehr groß und unbeweglich. Eine Eizelle ist wie ein flüssigkeitsgefüllter Luftballon mit einer elastischen Haut. Spermien sind maximal konzentriert mit kaum Zytoplasma und ganz dicht gepackt mit DNA und Mitochondrien zur Energiegewinnung. Tatsächlich bewegen sie sich auf einander zu – teils geleitet von Signalen des mütterlichen Organismus – und begegnen sich. Eine Verschmelzung in vivo hat wohl noch kein Mensch je gesehen. Von in vitro Fertilisationen gibt es inzwischen Filmaufnahmen, von denen ich eine bei Jaap van der Wal<sup>25</sup> gesehen habe. Dort ist etwas Bemerkenswertes zu sehen. Es ist so, dass die „unbewegliche“ Eizelle – die sich ja mit ihrer großen Menge Zytoplasma eher von ihrer Umgebung bewegen lässt, als selbst aktiv zu sein – bei der Begegnung anfängt zu rotieren und sich wie die Erdkugel um sich selbst dreht. Die Spermien bewegen sich mit dieser Bewegung mit. Es sieht so aus, als wenn sie beide zusammen von einer Bewegung erfasst sind, die sie bewegt wie eine Art Strömung. Dieses Bewegt werden erfolgt, laut Jaap van der Wal, mehrere Stunden lang, bis es zur Verschmelzung kommt.

Wenn ich davon ausgehe, dass während dieser Stunden Eizelle und Spermien „kommunizieren“, sich also immer wieder berühren oder anderweitig Signale aussenden und empfangen (sie können kleine Moleküle, Hormone oder „Päckchen“ versenden und empfangen)<sup>26</sup> und dadurch vielleicht Enzymkaskaden<sup>27</sup> in den Zellen in Gang kommen, die möglicherweise epigenetisch oder durch bisher noch unbekannte Mechanismen, Veränderungen in den Zellen bewirken, dann lässt sich folgendes weiterdenken: Während so vieler Stunden sind unvorstellbar viele „Kommunikationen“, Enzymkaskaden und Zellveränderungen möglich, da diese Abläufe

in einer Zelle unfassbar schnell stattfinden. Durch die vielen Kontakte sind indirekt möglicherweise ganz viele Spermien an der Verschmelzung beteiligt, da alle Kontakte Veränderungen hinterlassen können. Vielleicht dient die lange Zeit dazu, dass Eizelle und Spermien so lange tanzen, sich verändern und anpassen, bis die Eizelle und ein Spermium so gut zueinander passen, dass sie verschmelzen. Als mögliche zellbiologische Korrelate für diese Vorstellung gibt es tatsächlich Forschung, die sich mit der Untersuchung der Metabolite<sup>28</sup> befasst, die in die zelluläre Kommunikation zwischen Eizelle, Kumuluszellen und Spermien involviert sind (bsp. Gomez-Torres et al. 2015; Yin et al. 2009). Sie sollen hier nicht als Beweise angeführt werden. Es sind Momentaufnahmen durch verschiedene Fenster, die Ideen entstehen lassen können und bestenfalls die Großartigkeit des Geschehens spürbar machen können.

### *Die pränatale Entwicklung*

*Die ersten Zelldifferenzierungen und Wachstumsbewegungen:* Nach der Verschmelzung wandert die Zygote mit Hilfe von Cilien- oder Wimpernbewegungen der Eileiterwandzellen in Richtung Gebärmutter und entwickelt sich dabei weiter. Auch hier gibt es Studien zu der mütterlichen Kommunikation mit dem Embryo<sup>24</sup>. Es finden die ersten als Furchung bezeichneten einzigartigen Zellteilungen statt. Dabei bleiben Größe und Zytoplasmamenge des Embryos unverändert, also ohne Wachstum nach außen, während innerlich sich immer mehr und immer kleinere Blastomere bilden. Diese Zellen sind alle noch pluripotent. Sie tragen also noch das Potential in sich, jede hochspezialisierte Zelle zu werden, sei es eine Herz-, Lungen-, Blut- oder Nervenzelle. Nach ungefähr einer Woche finden die ersten Zelldifferenzierungen statt. Hier wirkt weiterhin das Äußere auf das Innere und das Innere antwortet. Die Umgebungsbedingungen wirken über die Zellmembran auf das Zellinnere und darüber vermittelt schließlich auf das Genom und Epigenom, die antworten. Die ersten Differenzierungen erfolgen aufgrund der Lage der Zellen in der Zellkugel: die außen gelegenen Zellen werden zum Trophoblasten, der zukünftig Plazenta und Eihüllen bildet. Die inneren Zellen werden zum Embryoblasten, dem zukünftigen Embryo. Dies geht mit physikalischen und chemischen Gegebenheiten, wie zum Beispiel Lagebeziehungen, Gradienten von Nährstoffen, Elektrolyten usw., einher. Diese wirken auch auf epigenetische Prozesse, die bei diesen Zelldifferenzierungen in der Regel nicht mehr reversibel sind. Eine Trophoblastenzelle wird keine Embryozelle mehr; später eine Herzzelle auch keine Nervenzelle.<sup>3-5</sup> Die gesamte Entwicklung ist im Grunde genommen



ein einziger Anpassungsprozess oder kontinuierliches Empfangen von und Antworten auf Umgebungssignale jeder einzelnen Zelle für sich. Dies läuft von Sekunde zu Sekunde immer wieder neu ab. So entwickelt sich der ganze Organismus aus all diesen kleinen einzelnen Zellbewegungen heraus online im Hier und Jetzt.<sup>29</sup>

Dabei sind sich beständig verändernde und fließende Stoffwechselfelder in Bewegung und führen zu „Wachstumsbewegungen“<sup>30</sup>: Die Stoffwechselfelder wirken auf die Zellen, die sich daraufhin differenzieren, vermehren oder bewegen. Wenn Zellen sich vermehren, und das in unterschiedlichen Geschwindigkeiten, dann schieben sich Zellschichten von hier nach dort und im Zeitraffer wären diese als Bewegungen wahrnehmbar. So sind Wachstumsbewegungen während der gesamten Embryonalentwicklung zu beobachten, die abwechselnd einer Verinnerlichung oder Zentrierung und einer Expansion, Entfaltung oder eines sich Öffnens entsprechen. Im Zusammenhang mit der Bindungsanalyse kann das sich Öffnen eine Bereitschaft für ein in Kontakttreten mit der Mutter sein. Die Verinnerlichung kann eine Form der Verselbstständigung und des Zu-sich-selbst-Wendens darstellen.<sup>31</sup>

Bildlich ist das gleich ganz zu Anfang vorstellbar: Nach dem „nach innen Wenden“ während der Furchungszellteilungen gleich nach der Verschmelzung erfolgt die Expansion: nach der Differenzierung von Embryoblast und Trophoblast, wendet sich ein Teil der äußeren Zellen nun nach außen, geht in Kontakt mit der Mutter und wächst und dehnt sich aus. Es entsteht ein ausgedehntes Lakunennetz das unter anderem mit mütterlichem Blut gefüllt ist und der Versorgung des Embryos dient.

*Die Nidation:* Die Einnistung ist biologisch betrachtet einzigartig, da ein Organismus von Natur aus angenommen wird, wobei es ansonsten die Natur des Körpers ist, sogar ein lebenserhaltendes transplantiertes Organ abzustoßen. Der mütterliche Organismus „erkennt“ den Embryo. Es findet Kommunikation statt.<sup>24</sup> Daran ist auch das vom Trophoblasten gebildete Schwangerschaftshormon HCG (Humanes ChorionGonadotropin) beteiligt, das klassischerweise als Schwangerschaftsnachweis dient. Die Einnistung wird von der pränatalen Psychologie als erstes Bindungserlebnis aufgefasst. Zusammen mit der Konzeption und der Entdeckung der Schwangerschaft durch die Eltern wird sie als eines der drei ersten bedeutsamen Erlebnisse betrachtet. Der Trophoblast wird währenddessen zum Chorion, einer Zottenhaut, die den Keim vollkommen umgibt und in der sich auf der Uterushöhle gegenüberliegenden Seite, die Plazenta bildet. Jaap van der Wal

betrachtet ihn als den äußeren Leib des Kindes (van der Wal u. Glöckler 2003).

*Das Herz:* Bei der Entwicklung des Herzens in der dritten Woche ist beim Lesen der beiden folgenden Zitate zu spüren, wie aus dem Fließen zwischen innen und außen an der Stelle des Wendepunktes etwas Neues, das Herz, entsteht.

„[...] wenn das Blut anfängt durch die Kapillaren des Chorion-Meso-derms zu strömen, sammelt es sich aus dieser Riesenperipherie in dem Haftstiel. Dann fließt es [...] an den Flanken entlang zum Kopf. Dort angelangt kann das Blut nicht weiterströmen, weil die Keimscheibe zu Ende ist und der Raum der Chorionhöhle beginnt. An der Stelle, an der das Blut nicht weiter fließen kann, aufgehalten und gestaut wird, entsteht die Anlage des Herzens, d. h. das Blut kommt am, dort Kopfpol sich stauend zur Ruhe, und [es] bildet sich das Herz. Nachdem es dort nicht weiter kann und innegehalten hat, kehrt es um und nimmt entlang anderer Kapillaren den Weg zurück, den es gekommen ist. Es verschwindet in der Peripherie, aus der es urständet, sich erneuert und seinen Weg von vorn beginnt. [...] Das Besondere des Herzens liegt darin, dass in ihm diese Entwicklungsbe-  
wegung der Verselbständigung zu ihrem Höhepunkt und zugleich zur Ruhe kommt, woraus die Umkehrbewegung wird, wie wir sie in der beschriebenen Strömung des Blutes versinnbildlicht finden.“ (Van der Wal u. Glöckler 2003, S. 80ff.)

„Das in der Peripherie im Trophoblasten beginnende Quellen des Blutes führt zur Bildung des menschlichen Herzens in der Mitte des Embryos. Es ist ein Quellen und Fließen, erst eine Bewegung in die eine Richtung dann eine in die andere, ein Mäandern. Die eigentliche Entwicklung des Herzens geht folgerichtig also aus der Bewegung des Blutes hervor. Hier lässt sich zunächst sehr gut eine Bewegung des Blutes erkennen, welches anschließend an der Keimscheibe gestaut wird und dort zur Ruhe findet – das menschliche Herz entsteht.“ (Hillenhinrichs 2017, S. 4)

In der Bindungsanalyse wird dem Herzschlag des Babys gelauscht und auch dem Pulsieren des Herzens der Mutter. Manchmal ist es ganz deutlich spürbar und manchmal ganz leise. Das Fließen des Blutes können wir wahrnehmen, wenn wir mit dem Herzen hören. Herzen haben Ohren, die Herzhoren: *Auricula cordis dextra* und *auricula cordis sinistra*. Die biologische Funktion ist noch weitgehend unbekannt. Vielleicht sind sie ja zum „Herzenhören“ zwischen Mutter und Kind und anderen sich liebenden Menschen.<sup>32</sup>

*Pendeln zwischen innen und außen:* Kurz nach der Entstehung des Herzens ist eine Wachstumsbewegung zu beobachten, die den gesamten Körper umfasst. Als würde der gesamte Körper dem Impuls des Herzens folgen, erfolgt in der vierten Woche während der Delamination eine eindruckliche Wachstumsbewegung „nach innen“. Der gesamte embryonale Körper vollzieht eine Krümmungsbewegung. Das schnelle Wachstum des Ektoderms wird von dem langsamen Wachstum des Entoderms ‚gebremst‘, so dass es sich krümmt. Dieser Konzentrationsbewegung nach innen, folgt im zweiten Monat eine Aufrichtungs- oder Erstreckungsbewegung nach außen: 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 – gleichsam einer Öffnung und Bereitschaft zu Kontakt und Bindung. Zugleich ziehen sich dabei die Organe in den Rumpf zurück – wie eine Verinnerlichung oder 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. Die Arme wachsen in einer Pronationsbewegung über dem Herzen auf einander zu. Die Beine vollführen eine Supinationsbewegung, so dass die Füße zum Nabel gerichtet sind. Daraufhin erfolgt auch hier ein Wendeimpuls. In dem Moment, in dem sich der Kopf herauszuheben beginnt, und ein enormes Wachstum in den Extremitäten einsetzt, werden die Arme in einer Exorotation über den Kopf und die Beine durch eine Endorotation nach unten gestreckt – eine Erstreckung wie bei einer Kontaktaufnahme (vgl. van der Wal u. Glöckler 2003; Aßmann 2010).

Den embryonalen morphologischen Wachstumsbewegungen folgen die physiologischen Bewegungen der Arme und Beine entlang der gewachsenen Bahnen. Sie erfolgen genau da, wo sie entlang gewachsen sind: zwischen dem Körperzentrum und der Peripherie (van der Wal u. Glöckler 2003). Ab etwa der 20. Woche empfinden viele Mütter die „Kontaktaufnahmen“ bei den Streckungsbewegungen nach außen auch körperlich fühlbar durch ein von Innen gestubst werden. Schon ab der siebten Woche, wenn die Nervenzellen die ersten Kontakte zu den Muskeln herstellen (und das gilt auch für das Herz und alle anderen Organe), werden Signale über diese Bewegungen ans Gehirn gesendet. Das Gehirn erhält – bzw. gestaltet sich durch – Informationen über jede einzelne Bewegung ab dem Zeitpunkt der Nervenzellkontakte. Auf diese Weise können auch Informationen über die Wachstumsbewegungen bewahrt werden. Einmal epigenetisch aus der Wachstumszeit und danach neuronal durch die physiologischen Bewegungen entlang der Wachstumswege. Dadurch entstehen die ersten Repräsen-

tationen über Existenz, Größe, Funktionsweise usw. der Organe, Arme und Beine und des gesamten Körpers. Es wird davon ausgegangen, dass sich auf diese Weise ein Körpergewahrsein entwickelt, dass embryonal beginnt und ein Teil des späteren Selbstbewusstseins bildet (Rochat 2012). Möglicherweise gelangen dabei auch Informationen über die Natur der Kontakterfahrungen mit der Mutter, das „Schwingen zwischen den Zellen“ und die alles durchdringenden Zentrierungs- und Expansionsbewegungen zum Gehirn.

### *Nach der Geburt*

*Von Händen und Füßen:* Nach der Geburt ist das Schwingen in den Bewegungen der Neugeborenen wieder zu finden: Bei kinematischen Untersuchungen der Spontanbewegungen konnten Phasen von Zentrierung und Expansion von den Bewegungsbahnen der Hände und Füße abgelesen werden. Die Bahnen der Hände und Füße bewegen sich von Natur aus im Wesentlichen zwischen Körperzentrum und Peripherie und kehren daher „innen“ oder „außen“ um. Zentrierungsphasen zeigten sich beispielsweise, indem Hand- und Fußbewegungen gemeinsam vom Körperzentrum ausgingen und gemeinsam dort wieder endeten. Sie synchronisierten ihre Wendepunkte, so dass Ruhepunkte entstanden. Vergleichbar der „sicheren Basis“ aus der Bindungstheorie, zeigten Hände und Füße ihr „zu Hause“ am Körperzentrum. In Expansionsphasen war es am Außenrand ihres Bewegungsraumes. Hände und Füße weilten die überwiegende Zeit ganz außen und begannen ihre Bewegungsabfolgen gemeinsam dort und endeten dort wieder gemeinsam, um auszuruhen (Aßmann 2008, 2010). Das Schwingen umfasst also den ganzen Körper und den sogenannten peripersonalen Raum, der den physischen Körper der Babys umgibt. Es erinnert an den Tanz von Eizelle und Spermien, an das fließende Blut, aus dem am Ruhepunkt der Umkehr das Herz entsteht und an die Fruchtblase, in der das Baby intrauterin wächst. In der biodynamischen Osteopathie wird ein ähnliches Phänomen als fluider Körper beschrieben. Ein spürbares, bewegliches strömendes Feld durch und über den physischen Körper hinausgehend. Bekannt sind die Begriffe „Primäre Respiration“ und „fluide Gezeiten“ (Castellino 2000; Jealous 2015; Sutherland 2008; van Camp 2015). Bildhaft vorstellbar wie die Atmosphäre der Erde, die erst durch Sternschnuppen sichtbar wird, und die Erdanziehungskraft, die unsichtbar und doch erlebbar zwischen Zentrum und Peripherie wirkt. Es erinnert an den flüssigkeitsgefüllten Luftballon mit elastischer Haut, eine Zelle mit Zytoplasma und Zellmembran und ein Embryo mit Fruchtwasser und Eihäuten. Es ist

ganz fein und man kann lernen, es zu spüren, so wie man lernen kann, so fein zu hören wie Menschen, die Instrumente nach Gehör stimmen.

*Getanzte Sinfonien:* So wie bei der Entwicklung des Herzens, am Umkehrpunkt des Fließens des Blutes etwas Bedeutsames geschieht, so offenbaren auch die Umkehrpunkte der Hände und Füße in den Bewegungen der Neugeborenen etwas Eindrückliches: Es ist möglich, die Zeitspannen zwischen den Umkehrpunkten der Hände und Füße auf die Fünfundzigstel-Sekunde genau zu berechnen. Es gibt acht Umkehrpunkte, für jeden Fuß und jede Hand zwei, einer innen und einer außen, also vier Umkehrpunkte innen am Körperzentrum und vier außen in der Peripherie. Bei der Berechnung der zeitlichen Relationen dieser Umkehrpunkte zeigten sich Phasen mit zeitlichen Abstimmungen wie in der Musik, wie die Instrumente eines Orchesters beim Spielen einer Sinfonie. Der Umkehrpunkt einer Hand oder eines Fußes zwischen den Ein- und Auswärtsbewegungen gab den Takt an, und alle anderen Umkehrpunkte ordneten sich vergleichbar zu Noten in einem Takt mit ganzen, halben, Viertel- und Achtelnoten ein (Aßmann et al. 2008). Diese „Kompositionen“ zeigen zeitliche Koordinationen, die größer sind als unser Verstand es fassen kann. Kein Mensch könnte je solche Bewegungsfolgen einüben, wie sie bei Neugeborenen zu beobachten sind. Sie sind Ausdruck einer höheren Intelligenz. Diese Harmoniephasen erscheinen dabei parallel zu den oben genannten Zentrierungs- und Expansionsphasen. Dazwischen gibt es auch Zeiten, in denen „alles durcheinander“ ist und weder Zentrierung noch Ausdehnung noch Harmonie zu finden sind. Als wenn hier neu gewürfelt wird. Es zeigt sich also eine Dynamik, in der Harmonie immer wieder neu entsteht und sich wieder auflöst. Solche Dynamiken zwischen Ordnung und Chaos sind von Entwicklungsprozessen bekannt.<sup>33</sup> Wesentliches Merkmal der harmonischen Koordinationen war die zeitliche Abstimmung, die Synchronisation: Zeitgleiche Bewegungen und Bewegungen im Verhältnis von eins zu zwei (Aßmann 2008; Aßmann et al. 2008). Synchronität ist ein allgegenwärtiges Phänomen. Vielbeforscht bei Nervenzellen, Schmetterlingen und dem Wetter ist es allgemein ein Merkmal bedeutsamer Erlebnisse und Entwicklungen. Sie spielt beispielsweise bei der Entwicklung des Selbstempfindens (Rochat 2012; Bahrack u. Lickliter 2012; Filippetti et al. 2013), der Bindung zwischen Eltern und Kindern (Davis et al. 2018; Feldman 2008) und der Musiktherapie mit autistischen Kindern (Schumacher u. Calvet 2008) eine bedeutsame Rolle. Neugeborene sind offensichtlich auch für Synchronitäten im Verhältnis 1:2, also der Hälfte zum Ganzen, empfindsam. Solche Verhältnisse sind neben der Musik auch aus der Fortbewegung bekannt und vertraut.<sup>34</sup>

*Von Kindern und Luftballons:* Ein ähnliches Phänomen ist auch bei Kleinkindern zwischen 6 und 18 Monaten zu finden: Wenn Kleinkinder in einem „Luftballonbad“, so ähnlich wie ein Bällchenbad nur größer,<sup>35</sup> unterwegs sind, und Mutter oder Vater am Rand zuschauen, sind bei den Kindern immer Ausflüge von den Eltern in die Ballons hinein und wieder zurück zu beobachten. Bei diesen Ausflügen zeigten sich zwei erstaunliche Phänomene: Zum einen waren alle Kinder zum Zeitpunkt ihres weitesten Abstands zu Vater oder Mutter signifikant schneller als während der übrigen Exkursion; als wenn ein Bewegungsimpuls durch sie hindurch ging, sich auf den Rückweg zu machen. Zum anderen waren sie zum Zeitpunkt der Hälfte der Zeit des Ausflugs signifikant langsamer; wie ein Innehalten und Erkennen, dass dies genau die Hälfte der Zeit war, bis sie wieder zurück bei ihren Eltern sein wollten. Die zweite Ausflugshälfte dauerte dann haargenau so lange wie die erste – unabhängig davon, wie weit sie entfernt waren, und ob der weiteste Abstand schon da war oder noch kam. Wie ein inneres Wissen über Raum und Zeit in einer Verbindung zwischen Eltern und Kind (Aßmann 2013).

Daraufhin untersuchte ich die Spontanbewegungen der Neugeborenen aufs Neue. So wie die Ausflüge der Kinder von den Eltern wurden die Hand- und Fußbewegungen jeweils einzeln als Ausflüge vom Körperzentrum betrachtet. Es offenbarte sich das gleiche Phänomen: Hände und Füße waren beim weitesten Abstand besonders schnell und bei der Hälfte der Zeit besonders langsam (Aßmann 2013; Aßmann u. Neumeister). Die Bewegungsdynamik, die Neugeborene von ihren Händen und Füßen in Bezug zu ihrem Körperzentrum in ihrem peripersonalen Raum erfahren hatten, zeigte sich auf die gleiche Weise bei Kleinkindern in Bezug zu ihrem Elternteil in ihrem lokomotorischen Bewegungsraum wieder. Das bedeutet, dass es eine vergleichbare gemeinsame Bewegung gibt, die Kind und Eltern umgibt und innewohnt. Die biodynamische Osteopathie beschreibt es als einen gemeinsamen fluiden Körper von Mutter und Kind, der auch die ganze Familie umfassen kann (van Camp 2015).

Dieses Bild erinnert an den Begriff des intrauterinen Mehrgenerationen-Raumes, den Hidas und Raffai für die Bindungsanalyse geprägt haben. Vielleicht sind dies andere Worte für ein ähnliches Phänomen, das auch nach der Geburt noch anwesend ist.

*Tragende Räume:* In der vorgeburtlichen Entwicklung trägt der mütterliche den kindlichen Körper von den Eihäuten umgeben und im Fruchtwasser schwimmend in sich. Die Fruchtblase trägt das Ungeborene. Aus dieser Sichtweise trägt der kindliche Organismus zunächst sich selbst und

ist darüber hinaus getragen im Körper der Mutter. Die beschriebenen Beobachtungen der Bewegungen von Neugeborenen und Kleinkindern weisen darauf hin, dass es nach der Geburt beide tragende Körper auf eine neue Weise noch gibt: Der sich selbst tragende Körper (Fruchtblase mit Eihäuten) lässt sich von den Hand- und Fußbewegungen der Babys ablesen. Der gemeinsame Körper von Mutter und Kind zeigt sich in der Bewegungsdynamik der Kleinkinder im Raum. Die Dynamiken beider Körper zeigen Gemeinsamkeiten. Sie bilden sich sozusagen ineinander ab. Zusammen mit den Körpern, die nach der Geburt auf diese neue Weise weiterexistieren, leben möglicherweise auch das Schwingen und die Gefühlserlebnisse weiter, die mit der pränatalen Lebenszeit verbunden sind. Die Bewegung in diesen Körpern, die sich wie eine Verbindung von Zeit und Raum anfühlt, oder vielleicht noch besser wie zeitlos in einem unendlichen Raum, ist bei allen Prägungen, die ein Mensch mit sich tragen mag stets anwesend, wie eine tragende Kraft durch die Höhen und Tiefen des Lebens.

### *Die Geburt*

Die Geburt, der Kuss des Vergessens, ist der Abschied einer Welt, des äußeren Leibes des Kindes, und sie ist der Anfang eines neuen Lebens in einer neuen Welt.

Die pränatale Psychologie geht davon aus, dass die vorgeburtliche Bindung etwas mit der nachgeburtlichen Bindung zu tun hat, und dass die Geburt dabei eine bedeutsame Rolle spielt. Die Bewegungsanalyse mit Neugeborenen und Kleinkindern hat im nachgeburtlichen Leben Elemente gefunden, die in der vorgeburtlichen Entwicklung so ähnlich beschrieben wurden. Sie können als Analogien betrachtet werden oder auf ein Kontinuum hinweisen. Über diese Ebene der Entsprechungen hinaus wird im Folgenden nun ebenfalls bewegungsanalytisch mit Hilfe statistischer Verfahren gezeigt, wie die Geburt das nachgeburtliche Bindungs- und Explorationsverhalten der Kinder beeinflussen kann.

*Ein Forschungsprojekt:* Parallel zu der Erhebung des Bewegungsverhaltens der Kleinkinder mit ihren Eltern wurde der Geburtsmodus erfasst, und der Bindungsstil mit der fremden Situation erhoben.<sup>36</sup> Das Explorationsverhalten wurde in 47 Parametern erfasst, die fünf Kategorien zugeordnet wurden: Autonomie, Beziehung, Spontaneität, Raum-Zeit und Sensomotorische Integration.<sup>37</sup> Zwei Parameter davon waren die oben beschriebenen Geschwindigkeitsveränderungen an den Umkehrpunkten größter Abstand und Hälfte der Zeit. Für die Bindungsstile wurden die drei organisier-

ten Muster, sicher (B), unsicher-vermeidend (A) und unsicher-ambivalent (C) erhoben. Für den Geburtsmodus wurden spontan (s), Kaiserschnitt (KS), Periduralanästhesie (PDA), Weheneinleitung (WE) und instrumentelle Hilfsmittel (Vakuumentraktion/ Forzeps/ Kristellern) (HM) als Variablen für die Vorhersagen untersucht. Die Auswertung erfolgte mit verschiedenen Verfahren. Hier berichte ich von den Ergebnissen der binär-logistischen Regressionsanalysen.

Binär-logistische Regressionsanalysen sind ein klassisches statistisches Verfahren, um zu testen ob ein Zusammenhang zwischen verschiedenen Variablen besteht. In dieser Studie, ob ein Zusammenhang zwischen dem Explorationsverhalten und dem Bindungsstil bzw. dem Geburtsmodus besteht. Dabei wurde ermittelt, ob die 47 kinematischen Parameter den Bindungsstil bzw. den Geburtsmodus „als binäre Variablen“ vorhersagen können. Binär bedeutet hier „dies oder das“, also für die Bindungsstile: sicher oder unsicher, sicher oder vermeidend, sicher oder ambivalent, vermeidend oder ambivalent. Entsprechend wurde für den Geburtsmodus spontan vs. KS, spontan mit vs. spontan ohne PDA, spontan mit vs. spontan ohne WE und spontan mit vs. spontan ohne HM getestet.

*Bindung und Bewegung:* Als erstes wurde untersucht, wie das Bewegungsverhalten der Kinder, also die Art und Weise ihrer Ausflüge von ihren Eltern – wie weit, wie schnell, wie lange, wie oft, wie regelmäßig oder unregelmäßig – ihre Bindungsstile vorhersagen konnten.

Für die Bindungsstile resultierten signifikante Modelle für die Vorhersage zwischen sicher vs. unsicher, sicher vs. ambivalent und vermeidend vs. ambivalent. Hierbei zeigte sich für sicher vs. ambivalent und ambivalent vs. vermeidend eine hohe Varianzaufklärung und hohe Vorhersage der Richtigen. Dies bestätigt die Annahme, dass sich die Qualität der Bindungsbeziehung der Kinder kinematisch – also durch die erhobenen Bewegungsparameter – erfassen lässt, weil sie sich in ihrem Bewegungsverhalten abbildet.

Die verhältnismäßig geringe Varianzaufklärung und Vorhersage der Richtigen bei sicheren vs. unsicheren Bindungsstilen und das fehlende Modell für sicher vs. vermeidend weisen darauf hin, dass möglicherweise noch weitere Dimensionen als diejenigen, welche der Klassifizierung der Bindungsstile zugrunde liegen, durch die kinematischen Daten erklärt werden.



Die Ergebnisse zeigen, dass das Explorationsverhalten die Bindungsdynamik nach den drei klassischen Bindungsstilen weitestgehend abbildet. Es war also möglich, aus dem Bewegungsverhalten der Kinder ihre Bindungsstile abzulesen. Dies weist auf die Idee des Embodiments, der Verkörperung von Gefühlen und Gedanken.<sup>38</sup> Zugleich geben die Ergebnisse auch Hinweise darauf, dass noch weitere Elemente dem kindlichen Verhalten zugrunde lagen, als durch die Bindungsstile erfasst wurden.<sup>39</sup>

*Geburt und Bewegung:* Für die Frage nach der Auswirkung der Geburt auf Bindung und Bewegung wurden zunächst alle vier Geburtsinterventionen (KS, PDA, WE, HM) im Vergleich zu spontan ohne die jeweilige Intervention mittels Regressionsanalysen untersucht. Es resultierten für alle vier Geburtsinterventionen signifikante Modelle. Das bedeutet, dass sich die Art und Weise der Geburt der Kinder kinematisch – also durch die erhobenen Bewegungsparameter – erfassen lässt, weil sie sich in ihrem Bewegungsverhalten abbildet.

Diese Ergebnisse deuten darauf hin, dass die Art der Geburt den Bewegungs- und Beziehungsraum zwischen Mutter und Kind beeinflusst. Es kann auch so interpretiert werden, dass beide – die Art der Geburt und das Bewegungsverhalten der Kinder – Eigenschaften des Beziehungsraumes von Mutter und Kind widerspiegeln.

*Geburt, Bindung und Bewegung:* Als nächstes wurde untersucht, wie Geburtsmodus und Bindung zusammenhängen. Dafür wurden die zuvor beschriebenen Analysen für die Vorhersage der Bindungsstile durch die Bewegungsparameter nochmal gerechnet, wobei diesmal der Geburtsmodus als verbundene Variable (KS-PDA-WE-HM) zusätzlich als Parameter für die Vorhersage zur Verfügung stand. Wird er in das Modell aufgenommen, so spielt er eine Rolle. Die Ergebnisse zeigen, dass er in drei von vier Modelle aufgenommen wurde: in die Modelle für sicher vs. unsicher, sicher vs. vermeidend und vermeidend vs. ambivalent. Das bedeutet, dass der Geburtsmodus eine bedeutende Rolle in der Vorhersage der Bindungsstile spielt.

Insgesamt zeigen die Ergebnisse, dass der Geburtsmodus das Explorations- und Bindungsverhalten deutlich beeinflusst. Erstens zeigten sich signifikante Modelle für die Vorhersage aller vier Geburtsmodi durch die Bewegung, und zweitens wurde der Geburtsmodus als signifikanter Prädiktor in die Vorhersage der Bindungsstile aufgenommen. Geburt, Bindung und Bewegung, Eltern und Kinder wirken auf eine Art und Weise zusammen, die durch x, y und z-Koordinaten ans Licht treten kann.

## Alles in Allem

Die Art und Weise der Geburt ist im Explorations- und Bindungsverhalten der Kinder „mit dabei“. Neugeborene spielen mit Händen und Füßen Mozart, und das Herz entsteht in der Stille des Innehaltens und sich Wendens. Bestimmte vorgeburtliche Erlebnisse und die Geburt hinterlassen epigenetische Spuren und haben möglicherweise gesundheitliche Auswirkungen. Es ist ein komplexes Geschehen, von dem heute einige Vorgänge durch Forschungen in Molekular- und Zellbiologie ansatzweise vorstellbar werden. Sie können helfen, Dinge zu verstehen und Vorsorge und Fürsorge bereit zu stellen. Darüber hinaus können sie daran erinnern, dass es noch so viel mehr zu entdecken gibt, was uns heute auf diese Weisen noch nicht ansatzweise zugänglich ist. So wie beim Schauen auf das Meer die Sonne aus dem Meer zu kommen scheint und eine kleine Insel am Horizont den Anschein gibt, die Verbindung zwischen Himmel und Erde zu sein, beginnt beim Ankommen am Horizont ein neuer Tag und es offenbart sich wiederum eine neue wundervolle Welt.

## Anmerkungen

<sup>1</sup> Frei zitiert nach Rixgens 2017

<sup>2</sup> ACGT sind die Abkürzungen der sogenannten Basen Adenin, Cytosin, Guanin und Thymin. Sie liegen sich in zwei komplementären Strängen in der sogenannten Doppelhelixstruktur gegenüber: wenn in einem Strang ein A liegt, findet sich im anderen ein T, und einem C liegt ein G gegenüber.

<sup>3</sup> Totipotente Stammzellen können embryonale und extraembryonale Gewebe wie Nabelschnur und Plazenta bilden. Nach der Differenzierung in Embryoblast und Trophoblast gehen aus den Zellen des Embryoblasten die embryonalen Gewebe hervor und aus denen des Trophoblasten die extraembryonalen Gewebe.

<sup>4</sup> Die Zellen des Embryoblasten bilden drei Zellschichten aus – die sogenannten drei Keimblätter: das Ekto-, Meso- und Endoderm – aus denen jeweils verschiedene Organe gebildet werden. In diesem Stadium werden sie als multipotent bezeichnet und sie können nur noch „ihre“ Organe bilden.

<sup>5</sup> Im Labor gibt es Erfolge und einen Nobelpreis dafür, bereits differenzierte Zellen durch die Aufhebung epigenetischer Markierungen zu embryonalen Stammzellen (ESCs) zurück zu differenzieren: „In 2006, we showed that stem cells with properties similar to ESCs could be generated from mouse fibroblasts by simultaneously introducing four genes (Takahashi and Yamanaka, 2006). We designated these cells iPSCs. In 2007, we reported that a similar approach was applicable for human fibroblasts and that by introducing a handful of factors, human iPSCs can be generated (Takahashi et al., 2007). On the same day, James Thomson’s group also

reported the generation of human iPSC using a different combination of factors (Yu et al., 2007).“ (Yamanaka, 2012, S. 678).

<sup>6</sup> In den ersten Tagen nach der Konzeption erfolgt eine Demethylierung der embryonalen DNA (Monk 2015) wobei nicht alle Methylgruppen entfernt werden und ab dem fünften Tag auch neue Methylierungen erfolgen.

<sup>7</sup> Angelman syndrome (AS), Beckwith-Wiedemann syndrome (BWS), Silver-Russell syndrome (SRS) und Prader-Willi syndrome (PWS).

<sup>8</sup> Vgl. z. B. Chiba et al. 2013, Cortessis et al. 2018, Jiang et al. 2018, Lazaraviciute et al. 2014, Kochanski et al. 2013, Shufaru & Laufer 2014, Ventura-Junca et al. 2015.

<sup>9</sup> Vgl. z. B. Monk et al. 2012, 2016, Nemoda & Szyf 2017, Sosnowski et al. 2018

<sup>10</sup> Vgl. z. B. Melnik et al. 2013, Hartwig et al. 2017, Verduci et al. 2014.

<sup>11</sup> Vgl. z. B. Lehnert et al. 2018.

<sup>12</sup> Vgl. z. B. Briffa et al. 2018, Guerrero-Bosgna & Skinner 2012, Martos et al. 2015, Nilsson & Skinner 2015, Stegemann & Buchner 2015.

<sup>13</sup> Vgl. z. B. Alukal et al. 2008, Chiba et al. 2013, Fleming et al. 2018, Guo et al. 2018, Kochanski et al. 2013, Patil et al. 2018, Ventura-Junca et al. 2015, Zheng et al. 2018.

<sup>14</sup> Vgl. z. B. Fauser et al. 2014, Hart & Norman 2013, Kaartinen & Tinkanen 2017.

<sup>15</sup> Vgl. z. B. Andersson et al. 2016, Flanigan et al. 2018, Gluckman et al. 2007, 2008, Glover, 2014, Henriksen & Thuen 2015, Preston et al. 2018, van den Bergh et al. 2017.

<sup>16</sup> Vgl. z. B. Abott et al. 2018, Davis et al. 2011, Entringer et al. 2009, Glover et al. 2014, King et al. 2012, Korja et al. 2017, Laplante et al. 2018, Ramborger et al. 2018, van den Bergh et al. 2017, Zijlmans et al. 2015.

<sup>17</sup> Vgl. z. B. Almgren et al. 2012, Almquist et al. 2012, Dahlen et al. 2016, Hall et al. 2012, Ortiz et al. 2018, Peters et al. 2018, Tribe et al. 2018, Statistisches Bundesamt Deutschland.

<sup>18</sup> Vgl. z. B. Ayers, 2004, 2017, de Graaff et al. 2018, James 2015, Murphy & Strong 2018, Simpson et al. 2018, Vesel & Nikasch 2016, Yildiz et al. 2017.

<sup>19</sup> Vgl. z. B. Cantrill et al. 2014, Moore et al. 2016, Phillips 2013, WHO & United Nations Children's Fund 2009.

<sup>20</sup> Vgl. z. B. Cleveland 2017, Lau et al. 2018, Moore et al. 2012, 2016, Patel et al. 2015, Stevens et al. 2014, Vittner et al. 2018.

<sup>21</sup> Vgl. z. B. Binns et al. 2016, Perez-Escamilla et al. 2016, Victoria et al. 2016.

<sup>22</sup> Für die Rolle von Oxytozin, dem sogenannten „Liebeshormon“ oder auch „Bindungshormon“ siehe z. B. Uvnas-Moberg, 2015.

<sup>23</sup> Vgl. z. B. Artikel in diesem Band, Blazy 2012, Raffai & Hidas, 2010.

<sup>24</sup> Zu Kommunikation zwischen mütterlichem Organismus und Gameten bzw. Embryo und zwischen den Gameten (Eizelle und Spermium) vgl. z. B. Fazeli & Holt 2016, Fazeli 2008, Fazeli & Pewsey 2008, Gomez-Torres et al. 2015, Machtinger et al. 2016, Wolf et al. 2003, Yin et al. 2009.

<sup>25</sup> Vgl. van der Wal & Glöckler 2003 und <http://www.embryo.nl/1313-VA20-cellular-dance> letzter Zugriff 24. 6. 2018.

<sup>26</sup> Kommunikation zwischen Zellen kann (1) kontakt-abhängig über Rezeptoren oder gap-junctions erfolgen, (2) parakrin über kurze Strecken über das Abgeben löslicher Signalmoleküle, (3) endokrin über lange Strecken durch Abgabe von Hormonen oder (4) durch extrazelluläre Vesikel, die in ihrem inneren Stoffe transportieren können.

<sup>27</sup> Sehr vereinfacht kann beispielsweise eine Zelle ein Signal von außen empfangen, und sendet daraufhin ein Signal in ihr Inneres. Daraufhin können in der Zelle verschiedene Stoffwechselwege ablaufen, an denen Enzyme beteiligt sind (Enzymkaskade). Dies kann u.a. dazu führen, dass bestimmte Gene abgeschrieben werden und sich neue Proteine in der Zelle bilden, die ihren Zustand bzw. ihr Verhalten beeinflussen und kann auch epigenetisch wirksam sein.

<sup>28</sup> Metabolite sind Zwischenprodukte in Stoffwechselwegen.

<sup>29</sup> Vgl. Blechschmidt 2002.

<sup>30</sup> Vgl. Blechschmidt 2002, van der Wal & Glöckler 2003.

<sup>31</sup> Vgl. Aßmann 2010.

<sup>32</sup> Es gibt ein Buch von Jan Philipp Sendker mit dem Titel „Das Herzhören“.

<sup>33</sup> Vgl. z. B. Smith & Thelen 1996.

<sup>34</sup> Beim Gehen bewegen sich die Füße im Verhältnis 1:2. Der Bodenkontakt des rechten Fußes ist genau zur Hälfte der Zeit zwischen den Kontaktzeiten des linken Fußes und umgekehrt.

<sup>35</sup> Ein rundes, ca 25 qm großes mit Plexiglas umgrenztes Areal mit einer Ausbuchtung für den Sitzplatz der Eltern, 30 cm tief mit Luftballons gefüllt und innerhalb eines 140 qm großen turnhallenähnlichen Laborraumes.

<sup>36</sup> Insgesamt gingen in die Auswertung der vorliegenden Studie 33 Eltern-Kind-Paare mit je 2 bis 9 Besuchen und insgesamt 111 Besuchen ein. Genaueres über das Studiendesign ist nachzulesen in Aßmann 2018.

<sup>37</sup> Eine Beschreibung der Kategorien ist zu finden in Aßmann 2018, eine faktorenanalytische Verifizierung in Aßmann et al. in Vorbereitung.

<sup>38</sup> Vgl. Lakoff 2008, Thelen 2001.

<sup>39</sup> Diesen Gedanken äußerte bereits Mary Ainsworth, vgl. z. B. Ainsworth et al. 1978, Fraley & Spieker 2003.

## Quellen

- Abbott, P. W., Gumusoglu, S. B., Bittle, J., Beversdorf, D. Q., & Stevens, H. E. (2018). Prenatal stress and genetic risk: How prenatal stress interacts with genetics to alter risk for psychiatric illness. *Psychoneuroendocrinology*, 90, 9–21.
- Ainsworth, M. D., Blehar, M. C., Waters, E., & Wall, S. (1978). *Patterns of attachment: Assessed in the strange situation and at home*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Almgren, M., Schlinzig, T., Gomez-Cabrero, D., Gunnar, A., Sundin, M., Johansson, S., ... & Ekström, T. J. (2014). Cesarean delivery and hematopoietic stem

- cell epigenetics in the newborn infant: implications for future health? *American journal of obstetrics and gynecology*, 211(5), 502-e1.
- Almqvist, C., Cnattingius, S., Lichtenstein, P., & Lundholm, C. (2012). The impact of birth mode of delivery on childhood asthma and allergic diseases – a sibling study. *Clinical & Experimental Allergy*, 42(9), 1369–1376.
- Alukal, J. P., & Lamb, D. J. (2008). Intracytoplasmic Sperm Injection (ICSI) – What are the Risks? *Urologic Clinics of North America*, 35(2), 277–288.
- Amitay, E. L., & Keinan-Boker, L. (2015). Breastfeeding and childhood leukemia incidence: a meta-analysis and systematic review. *JAMA pediatrics*, 169(6), e151025–e151025.
- Andersson, N. W., Hansen, M. V., Larsen, A. D., Hougaard, K. S., Kolstad, H. A., & Schlünssen, V. (2016). Prenatal maternal stress and atopic diseases in the child: a systematic review of observational human studies. *Allergy*, 71(1), 15–26.
- Aßmann, B. (2008). Self-organization in Spontaneous Movements of Human Neonates: A Look on the Very Beginning of Embodied Cognition. VDM Publishing.
- Aßmann, B. (2010). Übereinstimmung und Neugier als Voraussetzung der Entwicklung: Bewegungsorganisation von Neugeborenen in Autonomie und Verbindung. In Wulf C & Gebauer K (eds), *Bewegung und Emotion*, Paragrana 19/1. Berlin. Akademie.
- Aßmann, B. (2013). Attachment in motion: a kinematic analysis of the exploratory behaviour of infants relating to their attachment styles. EECERA. Tallinn 2013.
- Aßmann, B. (2018). Rosa oder Blau. Geschlechtskonstruktion in der frühkindlichen Entwicklung. In Koreuber, M. & Aßmann B., *Das Geschlecht in der Biologie. Aufforderung zu einem Perspektivwechsel*. Nomos.
- Aßmann B., Harms J., Kollek J., & Loscher D. (2008) Spontaneous symmetric phase-relations in Four-Limb Coordination of Human Neonates. Conference Proceedings of the Internationalen Society of Human Ethologie (ISHE) Bologna 2008.
- Aßmann B. & Neumeister A. Phase relations in spontaneous movements of neonates. In Vorbereitung.
- Aßmann, B., Käse, T., Vollbrecht, S., Eckrodt C., & Buchheim, A. Kinematic Analysis of Attachment and Exploratory Behavior of Infants and Toddlers. In Vorbereitung.
- Ayers, S. (2004). Delivery as a traumatic event: prevalence, risk factors, and treatment for postnatal posttraumatic stress disorder. *Clinical Obstetrics and Gynecology*, 47(3), 552–567.
- Ayers, S. (2017). Birth trauma and post-traumatic stress disorder: the importance of risk and resilience. *Journal of Reproductive and Infant Psychology*, 35(5), 427–430.
- Baby Friendly Health Initiative (2017). 10 steps to successful breastfeeding. <http://www.tensteps.org/>, letzter Zugriff 23. 8. 2018.

- Bahrack, L. E. & Lickliter, R. (2012). The role of intersensory redundancy in early perceptual, cognitive, and social development. *Multisensory development*, 183–206.
- Barker D. J., Osmond C. (1986). Infant mortality, childhood nutrition, and ischaemic heart disease in England and Wales. 327 1077–1081. 10.1016/S0140-6736(86)91340-1.
- Barker D. J., Osmond C. (1988). Low birth weight and hypertension. 297 134–135. 10.1136/bmj.297.6641.134-b.
- Binns, C., Lee, M., & Low, W. Y. (2016). The long-term public health benefits of breastfeeding. *Asia Pacific Journal of Public Health*, 28(1), 7–14.
- Blazy, H. (2012). *Gespräche im Innenraum*. Mattes. Heidelberg
- Blechsmidt, E. (2002). *Wie beginnt das menschliche Leben: vom Ei zum Embryo; Befunde und Konsequenzen*. Christiana-Verlag.
- Bowatte, G., Tham, R., Allen, K. J., Tan, D. J., Lau, M. X. Z., Dai, X., & Lodge, C. J. (2015). Breastfeeding and childhood acute otitis media: a systematic review and meta-analysis. *Acta Paediatrica*, 104(S467), 85–95.
- Briffa, J. F., Wlodek, M. E., & Moritz, K. M. (2018, June). Transgenerational programming of nephron deficits and hypertension. In *Seminars in cell & developmental biology*. Academic Press.
- Cantrill, R. M., Creedy, D. K., Cooke, M., & Dykes, F. (2014). Effective suckling in relation to naked maternal-infant body contact in the first hour of life: an observation study. *BMC pregnancy and childbirth*, 14(1), 20.
- Cao-Lei, L., Massart, R., Suderman, M. J., Machnes, Z., Elgbeili, G., Laplante, D. P., ... & King, S. (2014). DNA methylation signatures triggered by prenatal maternal stress exposure to a natural disaster: project ice storm. *PLoS One*, 9(9), e107653.
- Castellino, R. (2000). Bindungsprozesse von Neugeborenen und Eltern bei der Geburt. In: Harms, T. (2000). *Auf die Welt gekommen*. Leutner, Berlin.
- Champagne, F. A., Weaver, I. C., Diorio, J., Dymov, S., Szyf, M., & Meaney, M. J. (2006). Maternal care associated with methylation of the estrogen receptor- $\alpha$  promoter and estrogen receptor- $\alpha$  expression in the medial preoptic area of female offspring. *Endocrinology*, 147(6), 2909–2915.
- Champagne, F. A., & Curley, J. P. (2009). Epigenetic mechanisms mediating the long-term effects of maternal care on development. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 33(4), 593–600.
- Chen, E. M., Gau, M. L., Liu, C. Y., & Lee, T. Y. (2017). Effects of Father-Neonate Skin-to-Skin Contact on Attachment: A Randomized Controlled Trial. *Nursing research and practice*. 2017.
- Chiba, H., Hiura, H., Okae, H., Miyauchi, N., Sato, F., Sato, A., & Arima, T. (2013). DNA methylation errors in imprinting disorders and assisted reproductive technology. *Pediatrics International*, 55(5), 542–549.

- Cleveland, L., Hill, C. M., Pulse, W. S., DiCioccio, H. C., Field, T., & White-Traut, R. (2017). Systematic Review of Skin-to-skin Care for Full-term, Healthy Newborns. *Journal of Obstetric, Gynecologic & Neonatal Nursing*, 46(6), 857–869.7.
- Cortessis, V. K., Azadian, M., Buxbaum, J., Sanogo, F., Song, A. Y., Sriprasert, I., ... & Siegmund, K. D. (2018). Comprehensive meta-analysis reveals association between multiple imprinting disorders and conception by assisted reproductive technology. *Journal of assisted reproduction and genetics*, 1–10.
- Dahlen, H. G., Downe, S., Wright, M. L., Kennedy, H. P., & Taylor, J. Y. (2016). Childbirth and consequent atopic disease: emerging evidence on epigenetic effects based on the hygiene and EPIIC hypotheses. *BMC pregnancy and childbirth*, 16(1), 1.
- Davis, E. P., Glynn, L. M., Waffarn, F., & Sandman, C. A. (2011). Prenatal maternal stress programs infant stress regulation. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 52(2), 119–129.
- Davis, M., West, K., Bilms, J., Morelen, D., & Suveg, C. (2018). A systematic review of parent-child synchrony: It is more than skin deep. *Developmental psychobiology*.
- de Graaff, L. F., Honig, A., van Pampus, M. G., & Stramrood, C. A. (2018). Preventing post-traumatic stress disorder following childbirth and traumatic birth experiences: a systematic review. *Acta obstetrica et gynecologica Scandinavica*, 97(6), 648–656.
- Dias, B. G., & Ressler, K. J. (2014). Parental olfactory experience influences behavior and neural structure in subsequent generations. *Nature neuroscience*, 17(1), 89–96.
- Elenis, E., Svanberg, A. S., Lampic, C., Skalkidou, A., Åkerud, H., & Sydsjö, G. (2015). Adverse obstetric outcomes in pregnancies resulting from oocyte donation: a retrospective cohort case study in Sweden. *BMC pregnancy and childbirth*, 15(1), 1.
- Entringer, S., Kumsta, R., Hellhammer, D. H., Wadhwa, P. D., & Wüst, S. (2009). Prenatal exposure to maternal psychosocial stress and HPA axis regulation in young adults. *Hormones and behavior*, 55(2), 292–298.
- Fauser, B. C. J. M., Devroey, P., Diedrich, K., Balaban, B., Bonduelle, M., Delemarre-Van De Waal, H. A., ... & Lerner-Geva, L. (2014). Health outcomes of children born after IVF/ICSI: a review of current expert opinion and literature. *Reproductive biomedicine online*, 28(2), 162–182.
- Fazeli, A. (2008). Maternal communication with gametes and embryos. *Theriogenology*, 70(8), 1182–1187.
- Fazeli, A. & Holt, W. V. (2016). Cross talk during the periconception period. *Theriogenology*, 86(1), 438–442.
- Fazeli, A. & Pewsey, E. (2008). Maternal communication with gametes and embryos: a complex interactome. *Briefings in functional genomics & proteomics*. 7(2): 111–118.

- Feldman, R. (2007). Parent-infant synchrony: Biological foundations and developmental outcomes. *Current Directions in Psychological Science* 16: 340–345.
- Filippetti, M. L., Johnson, M. H., Lloyd-Fox, S., Dragovic, D., & Farroni, T. (2013). Body perception in newborns. *Current Biology*, 23(23), 2413–2416.
- Flanigan, C., Sheikh, A., DunnGalvin, A., Brew, B. K., Almqvist, C., & Nwaru, B. I. (2018). Prenatal maternal psychosocial stress and offspring's asthma and allergic disease: a systematic review and meta-analysis. *Clinical & Experimental Allergy*.
- Fleming, T. P., Watkins, A. J., Velazquez, M. A., Mathers, J. C., Prentice, A. M., Stephenson, J., ... & Hanson, M. A. (2018). Origins of lifetime health around the time of conception: causes and consequences. *The Lancet*.
- Fraleigh, R. C., & Spieker, S. J. (2003). Are infant attachment patterns continuously or categorically distributed? A taxometric analysis of strange situation behavior. *Developmental psychology*, 39(3), 387.
- Glover, V. (2014). Maternal depression, anxiety and stress during pregnancy and child outcome; what needs to be done. *Best practice & research Clinical obstetrics & gynaecology*, 28(1), 25–35.
- Gluckman, P. D., Hanson, M. A., & Beedle, A. S. (2007). Early life events and their consequences for later disease: a life history and evolutionary perspective. *American Journal of Human Biology*, 19(1), 1–19.
- Gluckman, P. D., Hanson, M. A., Cooper, C., & Thornburg, K. L. (2008). Effect of in utero and early-life conditions on adult health and disease. *New England Journal of Medicine*, 359(1), 61–73.
- Gómez-Torres M. J., García E. M., Guerrero J., Medina S., Izquierdo-Rico M. J., Gil-Izquierdo Á., Bernabeu R. (2015) Metabolites involved in cellular communication among human cumulus-oocyte-complex and sperm during in vitro fertilization. *Reproductive Biology and Endocrinology*, 13(1): 1.
- Guerrero-Bosagna, C., & Skinner, M. K. (2012). Environmentally induced epigenetic transgenerational inheritance of phenotype and disease. *Molecular and cellular endocrinology*, 354(1), 3–8.
- Guo, X. Y., Liu, X. M., Jin, L., Wang, T. T., Ullah, K., Sheng, J. Z., & Huang, H. F. (2017). Cardiovascular and metabolic profiles of offspring conceived by assisted reproductive technologies: a systematic review and meta-analysis. *Fertility and sterility*, 107(3), 622–631.
- Hall, W. A., Stoll, K., Hutton, E. K., & Brown, H. (2012). A prospective study of effects of psychological factors and sleep on obstetric interventions, mode of birth, and neonatal outcomes among low-risk British Columbian women. *BMC pregnancy and childbirth*, 12(1), 1.
- Hart, R., & Norman, R. J. (2013). The longer-term health outcomes for children born as a result of IVF treatment: Part I-General health outcomes. *Human reproduction update*, 19(3), 232–243.
- Hartwig, F. P., de Mola, C. L., Davies, N. M., Victora, C. G., & Relton, C. L. (2017). Breastfeeding effects on DNA methylation in the offspring: A systematic literature review. *PloS one*, 12(3), e0173070.



- Heard, E., & Martienssen, R. A. (2014). Transgenerational epigenetic inheritance: myths and mechanisms. *Cell*, 157(1), 95–109.
- Heindel, J. J., Skalla, L. A., Joubert, B. R., Dilworth, C. H., & Gray, K. A. (2017). Review of developmental origins of health and disease publications in environmental epidemiology. *Reproductive Toxicology*, 68, 34–48.
- Henriksen, R. E., & Thuen, F. (2015). Marital Quality and Stress in Pregnancy Predict the Risk of Infectious Disease in the Offspring: The Norwegian Mother and Child Cohort Study. *PLoS one*, 10(9), e0137304.
- Hillenhirchs, A. (2017). Das menschliche Herz. Studienarbeit, Carl Gustav Carus Akademie, Hamburg. Hiura, Hitoshi, et al. „Characterization of DNA methylation errors in patients with imprinting disorders conceived by assisted reproduction technologies.“ *Human Reproduction* 27.8 (2012): 2541–2548.
- Horta, B. L., Loret de Mola, C., & Victora, C. G. (2015a). Long-term consequences of breastfeeding on cholesterol, obesity, systolic blood pressure and type 2 diabetes: a systematic review and meta-analysis. *Acta Paediatrica*, 104(S467), 30–37.
- Horta, B. L., Loret de Mola, C., & Victora, C. G. (2015b). Breastfeeding and intelligence: a systematic review and meta-analysis. *Acta paediatrica*, 104(S467), 14–19.
- James, S. (2015). Women’s experiences of symptoms of posttraumatic stress disorder (PTSD) after traumatic childbirth: a review and critical appraisal. *Archives of women’s mental health*, 18(6), 761–771.
- Jealous, J. (2015). An osteopathic Odyssey. Direction of Ease LLC.
- Jiang, Z., Wang, Y., Lin, J., Xu, J., Ding, G., & Huang, H. (2017). Genetic and epigenetic risks of assisted reproduction. *Best Practice & Research Clinical Obstetrics & Gynaecology*.
- Kaartinen, N., & Tinkanen, H. (2017). Do in vitro fertilization treatments result in healthy babies?. *Duodecim; laaketieteellinen aikakauskirja*, 133(8), 728–734.
- Khan, J., Vesel, L., Bahl, R., & Martines, J. C. (2015). Timing of breastfeeding initiation and exclusivity of breastfeeding during the first month of life: effects on neonatal mortality and morbidity—a systematic review and meta-analysis. *Maternal and child health journal*, 19(3), 468–479.
- King, S., Dancause, K., Turcotte-Tremblay, A. M., Veru, F., & Laplante, D. P. (2012). Using natural disasters to study the effects of prenatal maternal stress on child health and development. *Birth Defects Research Part C: Embryo Today: Reviews*, 96(4), 273–288. 82.
- Kochanski, A., Merritt, T. A., Gadzinowski, J., & Jopek, A. (2013). The impact of assisted reproductive technologies on the genome and epigenome of the newborn. *Journal of neonatal-perinatal medicine*, 6(2), 101–108.
- Korja, R., Nolvi, S., Grant, K. A., & McMahon, C. (2017). The relations between maternal prenatal anxiety or stress and child’s early negative reactivity or self-regulation: a systematic review. *Child Psychiatry & Human Development*, 48(6), 851–869.
- Lakoff, G. (2008). *Women, fire, and dangerous things*. University of Chicago press.

- Laplante, D. P., Hart, K. J., O'Hara, M. W., Brunet, A., & King, S. (2018). Prenatal maternal stress is associated with toddler cognitive functioning: The Iowa Flood Study. *Early human development*, 116, 84–92.
- Lazaraviciute, G., Kauser, M., Bhattacharya, S., Haggarty, P., & Bhattacharya, S. (2014). A systematic review and meta-analysis of DNA methylation levels and imprinting disorders in children conceived by IVF/ICSI compared with children conceived spontaneously. *Human reproduction update*, 20(6), 840–852.
- Lehnert, H., Henriette, K., Kirmes, I., & Dahm, R. (2018). *Epigenetik-Grundlagen und klinische Bedeutung: Aus der Vortragsreihe der Medizinischen Gesellschaft Mainz eV*. Springer-Verlag.
- Machtinger, R., Laurent, L. C., & Baccarelli, A. A. (2015). Extracellular vesicles: roles in gamete maturation, fertilization and embryo implantation. *Human reproduction update*, 22(2), 182–193.
- Maleszka, R. (2008). Epigenetic integration of environmental and genomic signals in honey bees. The critical interplay of nutritional, brain and reproductive networks. *Epigenetics* 3(4), 188–192.
- Malina, A., & Pooley, J. A. (2017). Psychological consequences of IVF fertilization – Review of research. *Annals of Agricultural and Environmental Medicine*, 24(4), 554–558.
- Martos, S. N., Tang, W., & Wang, Z. (2015). Elusive inheritance: Transgenerational effects and epigenetic inheritance in human environmental disease. *Progress in Biophysics and Molecular Biology*, 118(1–2), 44–54. <http://doi.org/10.1016/j.pbiomolbio.2015.02.011>
- Melnik, B. C., John, S. M., & Schmitz, G. (2013). Milk is not just food but most likely a genetic transfection system activating mTORC1 signaling for postnatal growth. *Nutrition Journal*, 12, 103. <http://doi.org/10.1186/1475-2891-12-103>.
- Menche, N. (2003). *Biologie Anatomie Physiologie. Kompaktes Lehrbuch für Pflegeberufe*. 5. überarbeitete Auflage. Urban & Fischer Verlag, München Jena.
- Monk, C., Feng, T., Lee, S., Krupska, I., Champagne, F. A., & Tycko, B. (2016). Distress During Pregnancy: Epigenetic Regulation of Placenta Glucocorticoid-Related Genes and Fetal Neurobehavior. *The American Journal of Psychiatry*, 173(7), 705–713.
- Monk, C., Spicer, J., & Champagne, F. A. (2012). Linking Prenatal Maternal Adversity to Developmental Outcomes in Infants: The Role of Epigenetic Pathways. *Development and Psychopathology*, 24(4), 1361–1376.
- Monk, D. (2015). Germline-derived DNA methylation and early embryo epigenetic reprogramming: the selected survival of imprints. *The international journal of biochemistry & cell biology*, 67, 128–138.
- Moore, E. R., Anderson, G. C., Bergman, N., & Dowswell, T. (2012). Early skin-to-skin contact for mothers and their healthy newborn infants. *The Cochrane Database of Systematic Reviews*, 5, CD003519.

- Moore, E. R., Bergman, N., Anderson, G. C., & Medley, N. (2016). Early skin-to-skin contact for mothers and their healthy newborn infants. *The Cochrane Database of Systematic Review*, 11, 1–109.
- Murgatroyd, C., Quinn, J. P., Sharp, H. M., Pickles, A., & Hill, J. (2015). Effects of prenatal and postnatal depression, and maternal stroking, at the glucocorticoid receptor gene. *Translational psychiatry*, 5(5), e560.
- Murphy, H., & Strong, J. (2018). Just another ordinary bad birth? A narrative analysis of first time mothers' traumatic birth experiences. *Health care for women international*, 1–25.
- Nemoda, Z., & Szyf, M. (2017). Epigenetic Alterations and Prenatal Maternal Depression. *Birth defects research*, 109(12), 888–897.
- Nilsson, E. E., & Skinner, M. K. (2015). Environmentally induced epigenetic transgenerational inheritance of disease susceptibility. *Translational Research*, 165(1), 12–17.
- Nilsson, E. E., & Skinner, M. K. (2015). Environmentally Induced Epigenetic Transgenerational Inheritance of Reproductive Disease. *Biology of reproduction*, 93(6), 145.
- Ortiz, J., Paredes, D., Neira, R., & Galvez, P. (2017). Epigenetic and Birth. *MOJ Womens Health*, 4(1), 00072.
- Painter, R. C., Osmond, C., Gluckman, P., Hanson, M., Phillips, D. I. W., & Roseboom, T. J. (2008). Transgenerational effects of prenatal exposure to the Dutch famine on neonatal adiposity and health in later life. *BJOG: An International Journal of Obstetrics & Gynaecology*, 115(10), 1243–1249.
- Patel, A., Bucher, S., Pusdekar, Y., Esamai, F., Krebs, N. F., Goudar, S. S., ... & Kodkany, B. S. (2015). Rates and determinants of early initiation of breastfeeding and exclusive breast feeding at 42 days postnatal in six low and middle-income countries: A prospective cohort study. *Reproductive health*, 12(2), S10.
- Patil, A. S., Nguyen, C., Groff, K., Wu, J., Elliott, J., & Gunatilake, R. P. (2018). Severity of congenital heart defects associated with assisted reproductive technologies: Case series and review of the literature. *Birth defects research*, 110(8), 654–661.
- Pembrey, M. E., Bygren, L. O., Kaati, G., Edvinsson, S., Northstone, K., Sjöström, M., & Golding, J. (2006). Sex-specific, male-line transgenerational responses in humans. *European journal of human genetics*, 14(2), 159.
- Peres, K. G., Cascaes, A. M., Nascimento, G. G., & Victora, C. G. (2015). Effect of breastfeeding on malocclusions: a systematic review and meta-analysis. *Acta Paediatrica*, 104, 54–61.
- Pérez-Escamilla, R., Martinez, J. L., & Segura-Pérez, S. (2016). Impact of the Baby-friendly Hospital Initiative on breastfeeding and child health outcomes: a systematic review. *Maternal & child nutrition*, 12(3), 402–417.
- Peters, L. L., Thornton, C., de Jonge, A., Khashan, A., Tracy, M., Downe, S., ... & Dahlen, H. G. (2018). The effect of medical and operative birth interventions on

- child health outcomes in the first 28 days and up to 5 years of age: A linked data population-based cohort study. *Birth*: 1–11.
- Phillips, R. (2013). The sacred hour: Uninterrupted skin-to-skin contact immediately after birth. *Newborn and Infant Nursing Reviews*, 13(2), 67–72.
- Preston, J. D., Reynolds, L. J., & Pearson, K. J. (2018). Developmental Origins of Health Span and Life Span: A Mini-Review. *Gerontology*.
- Ramborger, M. E., Zubilete, M. A. Z., & Acosta, G. B. Prenatal Stress and its effects of human cognition, behavior and psychopathology: A review of the literature.
- Raffai, J., & Hidas, G. (2006). *Nabelschnur der Seele (The Soul's Umbilical Cord)*. Gießen, Germany: Psychosozial-Verlag.
- Rixgens, N. (2017). *Klarheit durch Frieden in mir selbst*. CD.
- Rochat, P. (2012). Primordial sense of embodied self-unity. *Early development of body representations*, 3–18.
- Sankar, M. J., Sinha, B., Chowdhury, R., Bhandari, N., Taneja, S., Martinez, J., & Bahl, R. (2015). Optimal breastfeeding practices and infant and child mortality: a systematic review and meta-analysis. *Acta paediatrica*, 104(S467), 3–13.
- Schumacher, K., & Calvet, C. (2008). *Synchronisation/Synchronization-Musiktherapie bei Kindern mit Autismus/Music Therapy with Children in the Autistic Spectrum*. Unter Mitarbeit von Manfred Hüneke und Petra Kugel. 16 Seiten mit DVD-Box.
- Sendker, J. P. (2012). *Das Herzenhören: Roman (Vol. 1)*. Heyne Verlag.
- Simpson, M., Schmied, V., Dickson, C., & Dahlen, H. G. (2018). Postnatal post-traumatic stress: An integrative review. *Women and Birth*.
- Shufaro, Y., & Laufer, N. (2013). Epigenetic concerns in assisted reproduction: update and critical review of the current literature. *Fertility and sterility*, 99(3), 605–606.
- Skinner M. K. (2011) Environmental epigenetic transgenerational inheritance and somatic epigenetic mitotic stability. *Epigenetics*, 6, 838–842.
- Sosnowski, D. W., Booth, C., York, T. P., Amstadter, A. B., & Kliewer, W. (2018). Maternal prenatal stress and infant DNA methylation: A systematic review. *Developmental psychobiology*.
- Stegemann, R., & Buchner, D. A. (2015). Transgenerational inheritance of metabolic disease. In *Seminars in cell & developmental biology (Vol. 43, pp. 131–140)*. Academic Press.
- Stevens, J., Schmied, V., Burns, E., & Dahlen, H. (2014). Immediate or early skin-to-skin contact after a Caesarean section: a review of the literature. *Maternal & child nutrition*, 10(4), 456–473.
- Sutherland, W. G. (2008). *Das große Sutherland-Kompodium (Vol. 2)*. JOLANDOS eK.
- Takahashi, K., & Yamanaka, S. (2006). Induction of pluripotent stem cells from mouse embryonic and adult fibroblast cultures by defined factors. *cell*, 126(4), 663–676.

- Takahashi, K., Tanabe, K., Ohnuki, M., Narita, M., Ichisaka, T., Tomoda, K., and Yamanaka, S. (2007). Induction of pluripotent stem cells from adult human fibroblasts by defined factors. *Cell* 131, 861–872.
- Terry, K. (2005). The sperm journey: five biological stages and some psychological consequences. The egg journey: biological stages and some psychological correlates. Santa Maria La Ribera.
- Tham, R., Bowatte, G., Dharmage, S. C., Tan, D. J., Lau, M. X. Z., Dai, X., ... & Lodge, C. J. (2015). Breastfeeding and the risk of dental caries: a systematic review and meta-analysis. *Acta Paediatrica*, 104(S467), 62–84.
- Thelen, E., & Smith, L. B. (1996). A dynamic systems approach to the development of cognition and action. MIT press.
- Thelen, E., Schöner, G., Scheier, C., & Smith, L. B. (2001). The dynamics of embodiment: A field theory of infant perseverative reaching. *Behavioral and brain sciences*, 24(1), 1–34.
- Uvnas-Moberg, K. (2015). Oxytocin: the biological guide to motherhood. Amarillo, TX: Hale Publishing.
- van Camp, W. (2015). persönliche Mitteilung, Swiss Osteopathic Center for Kids (SOCK). Crans Montana 2015.
- Van den Bergh, B. R., van den Heuvel, M. I., Lahti, M., Braeken, M., de Rooij, S. R., Entringer, S., ... & Schwab, M. (2017). Prenatal developmental origins of behavior and mental health: The influence of maternal stress in pregnancy. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*.
- van der Wal, J., & Glöckler, M. (2003). *Dynamische Morphologie und Entwicklung der menschlichen Gestalt*. Dornach: Freie Hochschule für Geisteswissenschaften.
- Ventura-Juncá, P., Irrarrázaval, I., Rolle, A. J., Gutiérrez, J. I., Moreno, R. D., & Santos, M. J. (2015). In vitro fertilization (IVF) in mammals: epigenetic and developmental alterations. *Scientific and bioethical implications for IVF in humans. Biological research*, 48(1), 1.
- Verduci, E., Banderali, G., Barberi, S., Radaelli, G., Lops, A., Betti, F., . Giovannini, M. (2014). Epigenetic Effects of Human Breast Milk. *Nutrients*, 6(4), 1711–1724.
- Vesel, J., & Nickasch, B. (2016). An Evidence Review and Model for Prevention and Treatment of Postpartum Posttraumatic Stress Disorder. *Nursing for women's health*, 19(6), 504–525.
- Verdult, R. (2014). Pränatale Bindungsentwicklung – auf dem Weg zu einer pränatalen Entwicklungspsychologie. In Evertz, K., Janus, L., & Linder, R. (eds.). (2014). *Lehrbuch der Pränatalen Psychologie*. Mattes, Heidelberg.
- Victoria, C. G., Bahl, R., Barros, A. J., França, G. V., Horton, S., Krasevec, J., ... & Rollins, N. C. (2016). Breastfeeding in the 21st century: epidemiology, mechanisms, and lifelong effect. *The Lancet*, 387(10017), 475–490.
- Vittner, D., McGrath, J., Robinson, J., Lawhon, G., Cusson, R., Eisenfeld, L., ... & Cong, X. (2018). Increase in Oxytocin From Skin-to-Skin Contact Enhances Development of Parent-Infant Relationship. *Biological research for nursing*, 20(1), 54–62.

- Wambach, K., & Riordan, J. (Eds.). (2014). *Breastfeeding and human lactation*. Jones & Bartlett Learning.
- Wang, Y., Jorda, M., Jones, P. L., Maleszka, R., Ling, X., Robertson, H. M., et al. (2006). Functional CpG methylation system in a social insect. *Science*, 314(5799), 645–647.
- Weaver, I. C., Cervoni, N., Champagne, F. A., D'Alessio, A. C., Sharma, S., Seckl, J. R., ... & Meaney, M. J. (2004). Epigenetic programming by maternal behavior. *Nature neuroscience*, 7(8), 847–854.
- Widstrøm A. M., Ransjø-Arvidson A. B., Christensson K., Matthiesen A. S., Winberg J., Uvnas-Moberg K. Gastric suction in healthy newborn infants. Effects on circulation and developing feeding behaviour. *Acta Paediatr Scand* 1987; 76: 566–572.
- Widström, A. M., Lilja, G., Aaltomaa-Michalias, P., Dahllöf, A., Lintula, M., & Nissen, E. (2011). Newborn behaviour to locate the breast when skin-to-skin: a possible method for enabling early self-regulation. *Acta paediatrica*, 100(1), 79–85.
- Wolf, E., Arnold, G. J., Bauersachs, S., Beier, H. M., Blum, H., Einspanier, R., ... & Prelle, K. (2003). Embryo-maternal communication in bovine-strategies for deciphering a complex cross-talk. *Reproduction in Domestic Animals*, 38(4), 276–289.
- World Health Organization & United Nations Children's Fund (2009). *Baby-friendly hospital initiative*.  
[http://www.who.int/nutrition/publications/infantfeeding/bfhi\\_trainingcourse/en/](http://www.who.int/nutrition/publications/infantfeeding/bfhi_trainingcourse/en/), letzter Zugriff 23. 6. 2018.
- World Health Organization (2016). *Early initiation of breastfeeding to promote exclusive breastfeeding*. [http://www.who.int/elena/titles/early\\_breastfeeding/en/](http://www.who.int/elena/titles/early_breastfeeding/en/), letzter Zugriff 23. 6. 2018.
- Yamanaka, S. (2012). Induced pluripotent stem cells: past, present, and future. *Cell stem cell*, 10(6), 678–684.
- Yehuda, R., Daskalakis, N. P., Lehrner, A., Desarnaud, F., Bader, H. N., Makotkine, I., ... & Meaney, M. J. (2014). Influences of maternal and paternal PTSD on epigenetic regulation of the glucocorticoid receptor gene in Holocaust survivor offspring. *American Journal of Psychiatry*, 171(8), 872–880.
- Yehuda, R., Daskalakis, N. P., Bierer, L. M., Bader, H. N., Klengel, T., Holsboer, F., & Binder, E. B. (2016). Holocaust exposure induced intergenerational effects on FKBP5 methylation. *Biological psychiatry*, 80(5), 372–380.
- Yehuda, R., & Lehrner, A. (2018). Intergenerational transmission of trauma effects: putative role of epigenetic mechanisms. *World Psychiatry*, 17(3), 243–257.
- Yildiz, P. D., Ayers, S., & Phillips, L. (2017). The prevalence of posttraumatic stress disorder in pregnancy and after birth: a systematic review and meta-analysis. *Journal of affective disorders*, 208, 634–645.
- Yin, L., Chung, C. M., Huo, R., Liu, H., Zhou, C., Xu, W., ... & Chen, J. (2009). A sperm GPI-anchored protein elicits sperm-cumulus cross-talk leading to the acrosome reaction. *Cellular and Molecular Life Sciences*, 66(5), 900–908.

- Yu, J., Vodyanik, M. A., Smuga-Otto, K., Antosiewicz-Bourget, J., Frane, J. L., Tian, S., Nie, J., Jonsdottir, G. A., Ruotti, V., Stewart, R., et al. (2007). Induced pluripotent stem cell lines derived from human somatic cells. *Science* 318, 1917–1920.
- Zheng, Z., Chen, L., Yang, T., Yu, H., Wang, H., & Qin, J. (2018). Multiple pregnancies achieved with IVF/ICSI and risk of specific congenital malformations: a meta-analysis of cohort studies. *Reproductive biomedicine online*.
- Zijlmans, M. A., Riksen-Walraven, J. M., & de Weerth, C. (2015). Associations between maternal prenatal cortisol concentrations and child outcomes: A systematic review. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 53, 1–24. 47.