

## **5. Forschungsfokus: Ambivalente Gleichzeitigkeiten in der Umweltepigenetik**

---

Schon die Beschäftigung mit Fachliteratur aus Epigenetik (2. Kapitel) sowie mit feministischen und wissenschaftstheoretischen Analysen des Feldes (3. Kapitel) hat verdeutlicht, dass es sich um ein heterogenes Forschungsgebiet handelt und Wissenschaftler\_innen zu ganz unterschiedlichen Einschätzungen gelangen. Die sechs wesentlichen Anhaltspunkte, die ich auf Basis jener Kapitel formulieren konnte, fanden alle Widerhall in den vier analysierten Forschungsarbeiten (4.2 – 4.5). Jene relevanten Merkmale des Feldes, die Auskunft geben über Differenzsetzungen und damit verbundene potenzielle Verschiebungen, seien hier erneut gelistet:

- das Zusammenspiel von Genen und verschiedenen Umwelteinflüssen
- Anpassungs- und Antwortfähigkeiten (»response«) sowie Plastizität
- Changieren zwischen Offenheit gegenüber Umwelteinflüssen und (Gen-)Determinismus
- Prozesse zwischen Geno- und Phänotyp sowie Epigenetik als Mittlerin oder Überträgerin
- die besondere Rolle von Müttern
- Fachkontroversen und Wissenslücken

Die Textanalysen von vier Studien bestätigen, dass es sich hierbei um charakteristische Merkmale und Spezifika handelt. Das folgende Resümee der Pilotphase konkretisiert die einzelnen Punkte und ermöglicht eine Beurteilung umweltepigenetischer Forschungen. Diese ist dann Basis für eine weitere empirische Phase und die Erprobung der diffraktiven Methodologie (8. Kapitel), mit deren Hilfe nach Verschiebungen und nach neuartigen Anordnungen im Feld gesucht wird. Zunächst bietet die untenstehende Tabelle<sup>1</sup> eine Übersicht über die Befunde der Pilotphase,

---

<sup>1</sup> Die sechs Anhaltspunkte finden sich in der linken Spalte wieder und waren in den Analysen nicht immer ganz trennscharf auseinanderzuhalten. So sind der erste und dritte Anhaltspunkt in der linken Spalte verbunden. Die Tabelle ist außerdem um »weitere Befunde« ergänzt.

die ich anschließend erörtere, um meine Hypothese zu formulieren: Umweltepigenetik zeichnet sich durch ambivalente Gleichzeitigkeiten aus.<sup>2</sup> In diesem Kapitel wird somit deutlich, welche Anknüpfungspunkte sich aus dem Feld generieren, die im Anschluss mit Hilfe des Durch-einander-hindurch-Lesens mit Barads agentiellem Realismus weiter verfolgt werden sollen.

---

2 Die ambivalente Gleichzeitigkeit der Epigenetik habe ich in Krall (2017) und Krall (2018) mit unterschiedlicher Schwerpunktsetzung diskutiert und mich dabei auszugsweise auf einige der Studien aus der Pilotphase (4. Kapitel) bezogen. Detaillierte Analysen finden jedoch ausschließlich in der vorliegenden Arbeit statt.

*Tabelle 1: Befunde der Pilotphase*

Anhalts-punkte	Kaati et al. (2002)	McGowan et al. (2008)	Weaver et al. (2004)	Gapp et al. (2014)
Zusammen-spiel Gene/ Umwelt	Soziale Verhaltens- weisen und Faktoren zum Teil wie biologische Faktoren behandelt	Differenzen verschwimmen in der Untersuchung des Zusammen- hangs von Missbrauch- erfahrungen und Suizid	Umwelteinfluss ›mütterliches Pflegeverhalten< formalisiert, biologisiert und determiniert; Gen/Umwelt Interaktionen drücken sich darauf aber in dynamischen Wechsel- verhältnissen aus und Differenz- setzungen zwischen Natur/Kultur verschwimmen	Soziale Einflussfaktoren vermitteln und sind als ›Akteure< konzipiert
Changieren zwischen Offenheit und Determinis- mus				
›response< und Plastizität	›response< und Anpassung	-	-	-
Mittlerin und andere Zwischen- positionen	-	Epigenetische Prozesse vermitteltn	Genexpression bzw. epigenetische Mechanismen als Übersetzer; Epigenetik als Vermittlerin	snRNA als Übermittlerin; Epigenetik nimmt verschiedene Zwischen- positionen ein
Fokus auf Mütter	-	-	›Mütterliches Pflegeverhalten< als zentraler Umwelteinfluss	Für Weitergabe ist Sperma relevant, aber in Zusammenhang mit Umwelteinfluss und traumatischem Stress stehen Muttertiere im Fokus
Fach- kontroverse und/oder Wissens- lücken	Unklarheiten und Wissens- lücken formuliert	-	Unklarheiten und Wissenslücken formuliert	Unklarheiten und Wissenslücken formuliert
Weitere Befunde		RNA spielt eine zentrale Rolle für Weitergabe		RNA spielt eine zentrale Rolle für Weitergabe
	Vergleich von Ergebnissen aus Tier- und Humanstudien	Vergleich von Ergebnissen aus Tier- und Humanstudien		
	Epigenetik vor allem als epigenetische Vererbung von Interesse		Epigenetik als Zustand und als Prozess	

Die in der Pilotphase diskutierten Studien untersuchen verschiedene körper- äußere Umwelteinflüsse wie traumatische Erfahrungen oder Nahrung auf epigenetische Mechanismen und ihre Folgen. Drei Studien stellen molekularbiologische Untersuchungen an (Weaver et al. 2004; McGowan et al. 2008; Gapp et al. 2014). Alle vier Studien bauen ihre Erkenntnisse vor allem auf Korrelationsanalysen und stellen statistische Zusammenhänge her. Die Ursachen der Unterschiede zwischen Versuchs- und Kontrollgruppe bleiben meist Vermutungen, ebenso wie die epigenetischen Grundlagen. Es ließen sich in allen vier Studien Aussagen finden, in denen Unsicherheiten und Wissenslücken angesprochen wurden. Umbeachtet dessen vermitteln alle einen Erkenntnisgewinn und scheinen auch mit ihren ungeklärten Annahmen und lückenhaften Resultaten fachlich anerkannt, denn immerhin wurden die Studien in renommierten Fachzeitschriften veröffentlicht. Daraus ergibt sich ein erster ambivalenter Eindruck, den ich weiterverfolgen werde.

Der Blick in die vier Studien machte deutlich, dass Epigenetik unterschiedlich verstanden wird und so verschiedene Facetten, zum Beispiel Epigenetik als Mechanismus, Prozess oder Überträgerin, zu Tage treten. Darin drückt sich nicht nur die Heterogenität des Feldes aus, sondern auch bereits die Ambivalenzen, die ebenfalls charakteristisch sind. DNA-Methylierung oder Histonmodifikationen als zentrale epigenetische Mechanismen finden in jeder Studie Erwähnung. In den Studien von McGowan et al. (2008) und Gapp et al. (2014) spielt die RNA in Bezug auf die Frage der Vermittlung äußerer Umweltfaktoren auf den Phänotyp eine zentrale Rolle, auch bei der Übertragung auf weitere Generationen. Bei Gapp et al. (2014) macht es zudem den Eindruck, dass der sncRNA ein aktiver Status beigemessen wird und diese als Akteurin in der Studie verstanden werden kann, zum Beispiel wenn die Forschenden über die RNA schreiben: »they mediate« (Gapp et al. 2014: 667).

In den letzten drei Analysen fiel auf, dass Epigenetik eine Mittlerinnenrolle zugeschrieben und sie somit als Botin oder Vermittlerin zwischen Natur/Kultur oder Gen/Umwelt gekennzeichnet wird. Bei McGowan et al. (2008) nimmt die Epigenetik eine Mittlerinnenrolle zwischen der traumatischen Gewalterfahrung und dem Suizid ein. In der Studie verändern die frühen Lebenserfahrungen den epigenetischen Status der Gene, die neuronale Funktionen vermitteln und das individuelle Suizidverhalten beeinflussen. »To date, our data are merely consistent with the hypothesis that early life events can alter the epigenetic status of genes that mediate neural functions, and thus contribute to individual differences in the risk for suicide.« (McGowan et al. 2008: 7) In dieser Reihung von Faktoren wird dem modifizierten epigenetischen Status die vermittelnde Rolle zwischen Erfahrung, neuronaler Funktion und Verhaltensweisen zugeschrieben und die Epigenetik somit zwischen den einzelnen Faktoren positioniert. Auch bei Weaver et al. (2004) ist Epigenetik die Überträgerin: »We propose that effects on chromatin structure such as those described here serve as an intermediate process that imprints dynamic environmental experiences on the fixed genome, resulting in stable alterations in

phenotype.« (Weaver et al. 2004: 852) Die Veränderungen auf der Chromatinstruktur werden als vermittelnder Prozess verstanden, der die Umwelterfahrungen auf dem Genom einschreibt und darüber zu phänotypischen Veränderungen führt. So wird die epigenetische Veränderung zwischen Ursache und Wirkung verortet.

Ähnliche Formulierungen finden sich in der Studie von Gapp et al. (2014), wo es heißt: »sncRNA are potential mediators of gene-environment interactions that can relay signals from the environment to the genome and exert regulatory functions on gene activity.« (Gapp et al. 2014: 667) Die sncRNAs sind diejenigen Bereiche, die epigenetische Veränderungen tragen. Sie werden als Mittlerinnen und Überträgerinnen zwischen Umwelt und Genen betrachtet und als Schlüssel zu deren Vermittlung. Die Annahme, dass die Differenzsetzung Natur/Kultur in der Epigenetik brüchig wird, bekommt somit eine besondere Perspektive, wenn es die Epigenetik selbst ist, in der die Grenzen verschwimmen.

Der Gefahr entgegentretend, dass Bezeichnungen wie Mittlerin oder Zwischenposition die Vorstellung inhärenter Binariäten stärken können, werde ich mich im weiteren Verlauf der Arbeit mit diesen beschäftigen und diskutieren, inwiefern sie auf Unabgeschlossenheiten, Verbindungen und Verschränkungen hinweisen können. Eine Position dazwischen, wie sie Epigenetik, Genexpression oder RNA in den Studien zugeschrieben wird, kann die Vorstellung festigen, dass ein Phänomen weder zur einen (z.B. Körperaußen, Umwelt) noch zur anderen Sphäre (z.B. Körperinnen, Gene) gehört. Ich argumentiere dafür, dass eine Zwischen- oder Mittlerinnenposition aber auch illustrieren kann, dass Epigenetik beides ist, dass sowohl die eine als auch die andere Sphäre sich hier materialisieren. Aus dieser Perspektive überlappen die Bereiche. Was getrennt gedacht wird, verbindet sich und löst Differenzen auf. Weitere Textanalysen sind notwendig, um dem Potenzial nachzuspüren, das für die Auseinandersetzung mit Differenzen in all den Bezeichnungen – Mittlerin, vermitteln, Zwischenposition, Überträger – liegt. Der Frage, ob damit Differenzen gefestigt werden, weil vermittelnde Begriffe etwa auf eine Unterscheidbarkeit insistieren, ob sie auf Untrennbarkeiten hinweisen oder etwas ganz anderes sichtbar wird, gilt es mit Barad nachzugehen. Ich habe bisher verschiedene Bezeichnungen benutzt – vor allem (Ver-)Mittlerin oder Zwischenposition – und werde mich auch im Weiteren nicht auf eine beschränken. Das tue ich erstens nicht, weil im umweltepigenetischen Forschungsfeld verschiedene Begriffe vertreten sind, und zweitens, um der Mehrdeutigkeit Raum zu geben, die mit der Vielfalt an Begrifflichkeiten verbunden ist.

Alle Studien illustrieren, dass der Einfluss von Umwelten auf Gene nicht monokausal zu untersuchen ist und es sich dabei um keine einfache Wechselwirkung handelt. Die Textanalysen veranschaulichen vielmehr, dass es um dynamische Prozesse äußerer, körperlicher, sozialer, biologischer Einflüsse geht und nicht um einen linearen Weg von Ursache zu Wirkung. Wird beispielsweise der Einfluss von traumatischem Stress untersucht, zeigen die Forscher\_innen veränderte epigen-

tische Zustände auf sowie phänotypische Veränderungen. Soziale und körperäußere Aspekte materialisieren sich und beeinflussen biologische Prozesse, die sich wiederum beispielsweise auf Verhalten oder Stoffwechsel auswirken. Dabei werden unterschiedliche Wirkungsweisen und Auswirkungen sichtbar, zum Beispiel in verschiedenen Generationen. Ist die erste Generation einem Einfluss direkt ausgesetzt, kann sich dieser so materialisieren, dass er sich in den nächsten Generationen ebenfalls – aber auf andere Weise – zeigt. Hier wird eine weitere relevante Kategorie vor allem transgenerationaler Forschung deutlich: die Dimension von Zeit. Dies kann einerseits im Auftreten von Phänomenen über Generationen hinweg untersucht werden, aber auch in der Beschreibung davon, wann epigenetische Markierungen Einfluss ausüben. Oftmals wird hier nur eine kurze Phase im jungen Lebensalter als sensibel beschrieben. Wird in den Studien gefragt, wie stabil ein phänotypisches Merkmal verändert wird, oder untersucht, ob diese Veränderungen reversibel sind, eröffnet das die Auseinandersetzung mit zeitlichen Vorstellungen. In jenen dynamischen Prozessen und Wechselwirkungen zwischen Körperinnen/Körpераußen, Genen/Umwelt und mehreren Generationen eröffnen sich ebenfalls Verschiebungen, die für meine weiteren Auseinandersetzungen produktiv sind.

Die ambivalente Gleichzeitigkeit lässt sich anhand der Frage verdeutlichen, welche Umweltfaktoren untersucht werden und wie dies geschieht: Die Berücksichtigung äußerer Einflussfaktoren auf physiologische und molekularbiologische Prozesse und phänotypische Veränderungen lässt sich zunächst als positiv bewerten. Denn somit werden komplexere Zusammenhänge und Interaktionen erforscht und biologische Prozesse nicht als loslösbar von ihrer äußeren Umwelt behandelt. Zugleich besteht die Gefahr einer Biologisierung äußerer Umweltfaktoren, wie zum Beispiel bei McGowan et al. (2008): »It is tempting to speculate that epigenetic processes mediate effects of social adversity during childhood on the brain that persist into adulthood and are known to enhance suicide risk.« (McGowan et al. 2008: 6) Selbsttötung wirkt dann wie eine »determinierte Zwangshandlung oder ›natürliche‹ Konsequenz« (Krall 2017: 134, H.i.O.) der epigenetischen Veränderungen und nur indirekt über die traumatischen Gewalterfahrungen hergeleitet. Dabei findet nicht bloß eine Biologisierung des suizidalen Handelns statt. Vielmehr erscheint unklar, was einer biologischen und was einer sozialen Sphäre zugeschrieben wird. Es ist dem Forschungsteam nicht möglich, trennscharf einzelne Faktoren und deren Zusammenhang zu benennen und den epigenetischen Effekt auf die Selbsttötung zu ›beweisen‹. So vermischt sich beides in der Studie und die Grenze zwischen Natur und Kultur verschwimmt.

Weaver et al. (2004) stellen die Hypothese auf, dass intensive mütterliche Pflege epigenetische Markierungen beeinflusst, welche sie mit mehr Stressbewältigungsfähigkeit bei Jungtieren assoziieren. Der epigenetische Status eines Gens wird demzufolge durch mütterliches Verhalten programmiert, was sich auf Verhal-

tensweisen der Nachkomm\_innen auswirkt. Umweltfaktor und biologische Folgeprozesse gehen hier ineinander über, wenn sich mütterliches Pflegeverhalten über epigenetische Mechanismen auf die Verhaltensweisen im Nachwuchs auswirkt. Auch hierbei findet eine Determinierung und Biologisierung der Verhaltensweisen statt, wenn die epigenetischen Mechanismen als Überträger des Umweltfaktors »mütterliches Pflegeverhalten« dargestellt werden und dadurch die Stressbewältigungsfähigkeit der Nachkomm\_innen bedingen. Die Erfahrung der Mutter wird übersetzt durch epigenetische Mechanismen der Vererbung in phänotypische Variationen beim Nachwuchs. Doch erfolgt – genau wie bei McGowan et al. (2008) – keine simple Gegenüberstellung von Natur/Kultur, sondern ein dynamischer und vielschichtiger Prozess wird erkennbar, in dem beide Sphären immer wieder auftauchen und gar nicht mehr voneinander abzugrenzen sind (vgl. Krall 2018: 10, 11).

Wie einige Autor\_innen im 3. Kapitel komme auch ich zu dem Schluss, dass vieles auf die Reifizierung binärer Einteilungen und essentialistischer Argumentationen in umweltepigenetischer Forschungsliteratur hinweist. Zudem sind in umweltepigenetischen Studien Beispiele für die Zementierung einer natürlichen, heteronormativen Geschlechterordnung und für biopolitische Positionen um Selbstverantwortung und Gesundheit zu finden. Meine Annahme ist, dass es sich nichtsdestotrotz lohnt, umweltepigenetische Forschungspraxis daraufhin zu befragen, welche Grenzüberschreitungen und -verschiebungen, Uneindeutigkeiten und Verbindungen sichtbar werden und welche Implikationen für Differenzsetzungen das hat. Dazu wird unter anderem auch im zweiten Teil der Arbeit die spezifische Rolle von Muttertieren in den Studien geprüft.

Umweltepigenetische Studien ermöglichen also die Auseinandersetzung mit der Uneindeutigkeit und Untrennbarkeit von Differenzen. Das mache ich zum Beispiel an den von den Forschenden selbst formulierten Herausforderung fest, etwas zu untersuchen, genau zu bestimmen und exakte Zusammenhänge herzustellen. In allen vier Studien finden sich vorsichtige Formulierungen, dass etwas vermutet wird oder eventuell auf etwas zu schließen sei. Sowohl klare Grenzziehungen als auch vermeintlich eindeutige kausale Ableitungen zwischen äußeren Umweltfaktoren und biologischen Aspekten entgleiten. Da in den Studien einerseits explizit in binäre Kategorien wie männlich/weiblich, Tier/Mensch, Gene/Umwelt unterteilt wird und diese Differenzsetzungen andererseits verschwimmen, hinterlassen umweltepigenetische Arbeiten einen ambivalenten Eindruck.

Ich argumentiere, dass eine eindeutige oder einheitliche Beurteilung epigenetischer Forschungen unvollständig ist. Es ist daher lohnenswert, differenzierter nachzuspüren, welche Gleichzeitigkeiten und Dynamiken bestehen (vgl. Krall 2018: 15). Ich folge der Annahme, dass nicht allein binäre und deterministische Differenzsetzungen in der Umweltepigenetik vorzufinden sind und sich in einer anderen Auseinandersetzung Verschiebungen zeigen können und andere Lesarten möglich werden. Um das komplexe Verhältnis und die Implikationen dieser Ambivalenz

zu untersuchen, benötigt es weitere Auseinandersetzungen und feministisch-materialistische, sozialwissenschaftliche und wissenschaftstheoretische Begleitungen des Feldes. Ich werde dieser ambivalenten Gleichzeitigkeit nachgehen und diskutieren, wie Differenzsetzungen erfolgen und sich auflösen.

Nun besteht die Herausforderung darin, methodologisch zu klären, wie ich den Ambivalenzen in umweltepigenetischen Arbeiten nachgehen und herausarbeiten kann, was dies für Differenzsetzungen bedeutet. Die Textanalysen im 4. Kapitel ermöglichen eine Annäherung an umweltepigenetische Forschungspraxen und erlauben nun eine umfassende Einschätzung der Studien in Bezug auf Differenzsetzungen. Meine Analysen von Themen- und Begriffswahl, Vorgehen und Argumentationslinien führte primär zu wissenschaftskritischen Betrachtungen, wie sie vielfach in feministischer Wissenschaftsforschung durchgeführt werden (vgl. Ebeling, Schmitz 2006). Um nicht im Modus der Kritik beziehungsweise wissenschaftskritischer Bewertung zu verbleiben, sondern Verschiebungen und andere Anordnungen aus dem Feld herauszuarbeiten, wird Barads diffraktive Methodologie relevant. Der zweite Teil der Arbeit steigt daher mit der Vorstellung von Barads Theorie und Methodologie ein, um die gemeinsamen Anknüpfungspunkte zwischen Umweltepigenetik und agentiellem Realismus herausarbeiten zu können, die mein diffraktives Lesen kennzeichnen. Barads Arbeiten geben Antworten auf die Frage, wie es zu Differenzen kommt und welche Differenzen von Bedeutung sind (vgl. Barad 2007: 90). Dabei gelingt es Barad, sie als wirkmächtig und materiell zu behandeln und zugleich als nicht präexistierend und unveränderlich. Jene Perspektiven erweisen sich als äußerst hilfreich, um mit einem möglichst offenen Blick auf umweltepigenetische Forschungspraxis zu schauen. So kann ich den Ambivalenzen nachgehen, die das Feld selbst offenbart, und neue Perspektiven herausarbeiten, die jenseits dominanter, binärer Differenzlinien liegen. Offen danach zu fragen, was sich in der Umweltepigenetik zeigt und welches Potential es neben den problematisierten Normierungen auch birgt, wird den ambivalenten Gleichzeiten gerecht.