

# Zusammenfassung

Die Epigenetik gehört zu den neuen Forschungsfeldern der Biologie, die in den letzten Jahren immer wieder Aufmerksamkeit in den Medien erzeugen. Sie untersucht die dynamischen Schnittstellen zwischen der Umwelt und dem Genom sowie deren Einfluss auf die Entwicklung, Gesundheit und Krankheit von Organismen.

Obwohl die Grundlagenforschung der epigenetischen Zusammenhänge mittlerweile alle Fachgebiete der Biologie erreicht hat, stehen in der öffentlichen Diskussion die möglicherweise direkt auf die menschliche Gesundheit einwirkenden Mechanismen im Vordergrund. Je nach Kontext werden epigenetische Zusammenhänge weitgehend spekulativ als neue Möglichkeit gefeiert, direkt Einfluss auf Gesundheit und persönliche Entwicklung zu nehmen, oder als weitere Beweise für die Abhängigkeit des Menschen von seiner unmittelbaren Umwelt zitiert. Während der Gedanke, sich aus dem als schicksalhaft empfundenen Rahmen genetischer Zusammenhänge zumindest teilweise zu befreien, verlockend erscheint, wirken andere Erkenntnisse der Epigenetik eher als Bedrohung der persönlichen Autonomie, die gesellschaftlich als eines der höchsten Güter eingeschätzt wird.

Vor diesem Hintergrund wendet sich der neue Themenband der Interdisziplinären Arbeitsgruppe *Gentechnologiebericht* der Berlin-Brandenburgischen Akademie der Wissenschaften der Epigenetik zu und kann durch sein weit gefasstes Spektrum an Beiträgen zum aktuellen Forschungsstand dazu beitragen, den Diskurs über mögliche Einflüsse epigenetischer Erkenntnisse auf unsere Lebenswelt verständlicher zu machen und zu versachlichen.

Dem Band sind Kernaussagen und Handlungsempfehlungen der IAG *Gentechnologiebericht* vorangestellt, die diese gemeinsam verantwortet (Kapitel 1). Nach einer Darstellung der vielfältigen Problemfelder und Deutungsmöglichkeiten der Epigenetik (Kapitel 2) erfolgt eine Zusammenfassung des naturwissenschaftlichen Forschungsstands, der weiter vertieft wird durch Erläuterung funktionaler Zusammenhänge auf molekularbiologischer Ebene (Kapitel 3). Die Erläuterung der Wirkmechanismen für

potenzielle Anwendungen im Bereich der Pflanzenzüchtung (Kapitel 4) und in der Pharmazie (Kapitel 5) rundet den naturwissenschaftlichen Teil ab und vermittelt ein umfassendes Bild der aktuell bestehenden Chancen der Nutzung epigenetischer Grundlagenforschung. Die interdisziplinäre Zusammensetzung der Autorinnen und Autoren des Themenbandes ermöglicht darüber hinaus einen Blick auf die philosophische Bedeutung (Kapitel 6) und den wissenschaftsgeschichtlichen und kulturellen Hintergrund (Kapitel 7) unseres heutigen Epigenetikbegriffs. Die unerlässliche Diskussion der Chancen und Risiken der Integration epigenetischer Anwendungen und Erkenntnisse in unsere Lebenswelt aus wissenschaftsethischer Sicht (Kapitel 8) wird unterstützt durch die Aufarbeitung der medialen und populärwissenschaftlichen Rezeption des Forschungsfeldes (Kapitel 9). Die fachspezifischen Beiträge werden untermauert durch sozialwissenschaftlich aufgearbeitete quantitative Daten in Form von Indikatoren (Kapitel 10).

## Kapitel 2: Einführung: Problemfelder und Indikatoren zur Epigenetik (Lilian Marx-Stölting)

Die Epigenetik fällt als neue Entwicklung der Gentechnologie in das Arbeitsfeld der Gruppe *Gentechnologiebericht* der Berlin-Brandenburgischen Akademie der Wissenschaften. Die von der Arbeitsgruppe erarbeiteten Ergebnisse dienen zugleich als Informationsquelle und können den öffentlichen Diskurs durch quantitative Daten und repräsentative Argumente befördern. Zur Aufschlüsselung des Diskursfeldes dient die sozialwissenschaftlich motivierte Problemfeld- und Indikatorenanalyse als bewährte Methode. Obgleich das Thema „Epigenetik“ bereits im „Zweiten“ und „Dritten Gentechnologiebericht“ aufgegriffen wurde, rechtfertigt seine zunehmende Komplexität einen eigenen Themenband, der sich weiterführend und umfassend mit den Spezifika des Fachgebiets befasst.

In der aktuellen Indikatorenanalyse, die als aufbauend auf die veröffentlichten Untersuchungen im „Dritten Gentechnologiebericht“ betrachtet werden kann, lässt sich eine zunehmende Fokussierung auf die Krankheitsrelevanz epigenetischer Zusammenhänge feststellen. Dabei fällt auf, dass diese häufig im Zusammenhang mit einer angeblich zunehmend erforderlichen Eigenverantwortung des Einzelnen für seine Gesundheit genannt werden. Demgegenüber werden auffallend selten Argumente gefunden, wie sich diese geforderte Eigenverantwortung rechtfertigt oder in welchem Rechtsrahmen diese verortet sein sollte. Selten wird eine mögliche Instrumentalisierung der wissenschaftlichen Hypothesen hinterfragt.

Vor diesem Hintergrund wurde das interdisziplinäre Konzept des Themenbandes erarbeitet, das sich nach einem einführenden Teil der qualitativen Auseinanderset-

zung mit naturwissenschaftlichen, wissenschaftstheoretischen und geisteswissenschaftlichen Aspekten der Epigenetik und ihrem Diskurs widmet.

### Kapitel 3: Epigenetik: Hintergrund und Bedeutung des Forschungsgebietes (Jörn Walter, Anja Hümpel)

Epigenetische Eigenmuster existieren in allen eukaryontischen Organismen. Das bedeutet, dass die Erweiterung der biologischen Paradigmen zur Steuerung und Vererbbarkeit biologischer Prozesse alle Gebiete der Biologie betrifft. Auf die immense Bedeutung dieser vielfältigen Prozesse weisen Jörn Walter und Anja Hümpel hin und widmen das dritte Kapitel der ausführlichen Erläuterung der bisher bekannten allgemeinen, zell- und genspezifischen Prozesse der Epigenetik sowie den aktuellen Kernfragen der Epigenomforschung.

Trotz der vielfältigen Verwendung des Begriffs in den verschiedenen Teilbereichen des Forschungsfeldes lohnt es sich, zum besseren Verständnis der zugrunde liegenden Mechanismen die ursprüngliche Bedeutung der Epigenetik, nämlich „zusätzlich zum Genom“, im Gedächtnis zu behalten, denn sie impliziert, dass es sich nicht um ein völlig neues Verständnis der Vererbungslehre handelt, sondern um eine vertiefte Erkenntnis ihrer Funktionsweise.

Grundlegende Mechanismen epigenetischer Kontrolle sind zunächst epigenetisch wirksame Enzymklassen, nicht codierende RNAs, DNA-Methylierungen und Histon-Modifikationen (also von Proteinen, welche für die Verpackung der DNA zentral sind). Die Wirkmechanismen können von der Beeinflussung der dreidimensionalen Struktur des Chromatins über die räumliche oder zeitliche Veränderung der Transkription einzelner Abschnitte des DNA-Strangs bis zur Basenmodifikation reichen.

Aus den bisher bekannten Mechanismen ergeben sich die derzeit aktuellen Fragen der Epigenomik, die sich zu einer der Kerndisziplinen für die funktionelle Genomforschung entwickelt hat.

Die Autoren verweisen anhand von vielen Beispielen auf die hervorragenden Perspektiven der Epigenomik in allen Bereichen der Grundlagenforschung und auch in der Medizin, lassen dabei jedoch nicht außer Acht, dass eine Begleitung des neuen Forschungsgebiets durch einen öffentlichen Diskurs unerlässlich ist, um beispielsweise Problemen des Datenschutzes frühzeitig entgegenzutreten. Dabei mahnen sie eine enge Anlehnung an die naturwissenschaftliche Faktenlage an und geben zu bedenken, dass gerade in Bezug auf Reizthemen, wie die transgenerationale Vererbung oder individuelle Prozesssteuerung, die Datenlage derzeit noch eingeschränkt bewertbar ist.

## Kapitel 4: Epigenetik in der Pflanzenzüchtung (Michael Wassenegger)

Der Übersichtsartikel von Michael Wassenegger fasst den Wissensstand über die Epigenetik der Pflanzen zusammen und zeigt Parallelen und Unterschiede epigenetischer Mechanismen zwischen pflanzlichen und nicht pflanzlichen Organismen auf. Als Perspektive für die Zukunft beschreibt der Autor, wie die Kenntnis und Modifikation dieser Mechanismen gezielt für die Züchtung von Nutzpflanzen eingesetzt werden könnten.

Die Epigenetik spielt in Pflanzen eine noch größere Rolle als in anderen Eukaryonten, da ihre Einflüsse, häufiger als in der Tierwelt nachweisbar, zu vererbaren phänotypischen Veränderungen, den sogenannten Epi-Mutanten führen können. Dafür verantwortlich ist die außerordentlich komplexe Reprogrammierung des pflanzlichen Organismus während des Generationswechsels, bei dem sich haploide und diploide Generationen abwechseln (also solche mit einfachem und solche mit doppeltem Chromosomensatz).

Bisher ausschließlich bei Pflanzen bekannt und besonders ausgeprägt ist der RNA-dirigierte DNA-Methylierungsmechanismus (RdDM), der aus drei funktionellen Komponenten besteht: der Synthese von kurzen, interferierenden RNAs, der Setzung neuer Methylierungsmuster (De-novo-Methylierung) und der Modifikation von Histonen. Durch Umwelteinflüsse ausgelöste epigenetische Effekte können sowohl somatische (nur das Individuum betreffende) als auch transgenerationale (auf die Nachkommen übertragene) Auswirkungen haben. Betroffen sind zahlreiche genregulatorische Prozesse, was die Zuordnung von direkten und indirekten Auswirkungen epigenetischer Effekte zu bestimmten Auslösern schwierig gestaltet.

Trotz dieser Hindernisse besteht der ausgeprägte Wunsch, Epigenetik-basierte Züchtungsverfahren zu etablieren. Doch auf diesem Weg sind noch erhebliche Hindernisse zu beseitigen. Zunächst müssen die regulationsauslösenden Phänomene genauer charakterisiert werden, damit die gezielte Impulssetzung zur Veränderung möglich wird. Es stellt sich die Frage, welche Gene überhaupt gezielt veränderbar sein könnten. Angestrebt wird auch die epigenetische Kontrolle funktioneller mobiler genetischer Elemente (Transposons), die zu den treibenden Kräften der Evolution gehören.

Da Stressoren zu den sehr wirksamen Effekten auf die epigenetischen Mechanismen zählen, gehört es ebenfalls zu den Zielen, diese gezielt einzusetzen. In diesem Zusammenhang muss jedoch auf die Reversibilität der meisten Stresseffekte hingewiesen werden, sodass die Nutzung von Stresseffekten in den meisten Fällen die Aufrechterhaltung des Umweltdrucks durch technische Mittel voraussetzen würde.

Deshalb werden dauerhafte Veränderungen des Epigenoms durch gezielten technischen Einsatz des RdDM oder des Genome Editings angestrebt. In diesem Zusammenhang ist die noch offene rechtliche Einstufung epigenetischer Veränderungen bei

Pflanzen nach den Kriterien für grüne Gentechnik besonders interessant und sollte ein Thema für zukünftige Diskurse sein.

## Kapitel 5: Chemische Open-Access-Sonden für epigenetische Zielstrukturen (Stefan Knapp, Susanne Müller)

Epigenetische Regulationsmechanismen bestimmen in erheblichem Maß die Gesamtheit der Proteine einer Zelle, das sogenannte Proteom. Die Zusammensetzung des zellulären Proteoms spielt bei Krankheitsprozessen eine erhebliche Rolle, da sie Grundlage für die Funktionalität der Zelle ist. So stehen die Entwicklung von Krankheiten und Veränderungen des Proteoms untrennbar in Wechselwirkung. Verändert sich die Funktion der epigenetischen Regulationsmechanismen zum Nachteil des Proteoms, haben diese also einen direkten Einfluss auf das Krankheitsgeschehen. Aus diesem Grund können selektive chemische Inhibitoren, die spezifische epigenetische Prozesse unterbinden, indirekt einen positiven Einfluss auf den Gesundheitszustand einer Zelle und damit eines Organismus haben und sind potenziell pharmakologisch interessante Substanzen.

Stefan Knapp und Susanne Müller erläutern die Organisation und Zielsetzung eines Konsortiums aus akademischen und industriellen Forschungseinrichtungen, welches solche Substanzen, hergestellt nach den hohen Qualitätskriterien für chemische Sonden, einer breiten Öffentlichkeit zur Verfügung stellt. Es handelt sich vorwiegend um die Vorläufer möglicherweise patentierbarer pharmakologisch wirksamer Substanzen, deren Veröffentlichung in diesem „Open-Access“-Modell eine breitere Nutzung und damit eine Beschleunigung des Forschungsprozesses herbeiführen soll. Ihre hohe Qualität soll unkontrollierte, unerwünschte Aktivitäten der Substanz im Zielorganismus reduzieren und dadurch zügig zu guten Ergebnissen führen. Verfügbar sind zum Beispiel chemische Sonden, die als Inhibitoren für Histon-Demethylasen wirken, Sonden für Histon-Methyltransferasen und für Bromodomäne-Proteine, die ebenfalls spezifische Histon-Modifikationen beeinflussen.

Am Beispiel des frei verfügbaren Bromodomäne-BET-Inhibitors JQ1 zeigen die Autoren, welchen erheblichen Einfluss das Open-Access-Modell auf das Publikationsvolumen zu einem bestimmten Thema in der Grundlagenforschung haben kann: Seit seiner freien Verfügbarkeit im Jahr 2010 sind über 800 Arbeiten zu diesem Molekül erschienen. Diese positive Tendenz lässt sich auch im medizinischen Bereich nachzeichnen, die freie Verfügbarkeit von BET-Inhibitoren hat ungewöhnlich schnell zu einer Annäherung an den klinischen Einsatz in Form von präklinischen und klinischen Studien geführt.

Im Interesse einer weiteren Beschleunigung wissenschaftlicher Entwicklung kann vereinfachtes Teilen von Information und unbürokratischer Austausch zwischen öffentlichen und privaten Forschungsinstitutionen als zukünftiges Erfolgsmodell, nicht nur für epigenetische Projekte, angesehen werden. Die Teilhabe am gemeinsamen Erfolg für alle Beteiligten sollte jedoch nicht aus den Augen verloren werden.

## Kapitel 6: Zur biophilosophischen Bedeutung der Epigenetik (Christoph Rehmann-Sutter)

Christoph Rehmann-Sutter beschäftigt sich mit der Frage, inwiefern die Ergebnisse der Epigenetik mit verbreiteten Konzepten der Biophilosophie in Einklang zu bringen sind und an welcher Stelle sie eine neue Sichtweise auf das theoretische Verständnis von Entwicklung und Vererbung provozieren.

Der Autor geht davon aus, dass die Epigenetik ein molekulares Paradigma für eine „lamarckistische“ Vererbung darstellt und beschreibt die sich dadurch ergebende Notwendigkeit, die Ablehnung der von J.-B. de Lamarck (1744–1829) ausformulierten Theorie der Vererbung erworbener Eigenschaften zugunsten der von Charles Darwin (1809–1882) postulierten Evolutionstheorie neu zu überdenken. Das darwinistische Grundkonzept ist seit der Entstehung der Disziplin der Genetik eng mit dieser verflochten und entwickelte sich weiter, während die Lamarck'sche Theorie in jüngerer Zeit kategorisch abgelehnt und als redundant betrachtet wurde. Die verständnistheoretische Verflechtung der Evolutionstheorie mit der Molekularbiologie, auf Grundlage der Mutation, unterstützte einen sehr eng gefassten Genbegriff und ein mechanistisches Bild des gengesteuerten Organismus als Produkt starrer genetischer Programme. In diesem genzentristischen Weltbild, das zum Beispiel von Richard Dawkins (1976) in „Das egoistische Gen“ ausformuliert wurde, hat die Plastizität und Responsivität von Organismen, wie sie durch die Epigenetik nachgewiesen werden kann, keinen Platz.

Es wird eingeräumt, dass die Vererbungslehre im Sinne der Evolution durch die Epigenetik nicht infrage gestellt werden kann. Doch zu Recht erfolgt der Hinweis, dass eine Öffnung hin zu einer pluralistischen Sichtweise erfolgen muss, um die heutigen Ergebnisse der Epigenetik verstehen zu können.

Christoph Rehmann-Sutter schlägt vor, sich von der Sichtweise des „genetischen Programms“ und damit vom Gendeterminismus zu distanzieren und sich stattdessen einer „System-Genomik“ zuzuwenden, ein Begriff, der allerdings noch weiter mit Inhalten gefüllt werden muss, um als substanzielles neues Konzept der Biophilosophie gelten zu können. Um dieser aktuellen Aufgabe gerecht werden zu können, sieht der Autor die Notwendigkeit der interdisziplinären Zusammenarbeit der Genetik mit den

Geisteswissenschaften, da diese methodisch weniger auf reduktionistische Vorgehensweisen angewiesen sind als die Naturwissenschaften und durch hermeneutische Betrachtung neue Impulse zum Verständnis beitragen können.

## Kapitel 7: Kulturen der Epigenetik (Vanessa Lux)

Vanessa Lux greift zur Veranschaulichung ihrer Rekonstruktion der kulturellen und wissenschaftshistorischen Rahmenbedingungen der Debatte um die Epigenetik auf ein besonderes Beispiel der transgenerationellen Konstanz des Phänotyps zurück, die Übertragung von Stress- und Traumasymptomatiken.

Anhand der Problematik, diese zu erklären, erläutert sie die Krise des bisherigen Vererbungsmodells und stellt fest, dass frühere Hinweise auf die Plastizität der Vererbung, wie sie aus der Entwicklungsbiologie bekannt waren, von der Molekulargenetik weitestgehend ignoriert oder durch den Vorwurf des Lamarckismus diskreditiert wurden. Während die Vereinfachung, dass die DNA als allein verantwortlicher „Code des Lebens“ zu betrachten sei, über einen langen Zeitraum wissenschaftlich sehr produktiv gewesen sei, stoße diese nun an ihre Grenzen und bedürfe einer dringenden Überarbeitung und der Integration der Konzepte der Epigenetik und einer kulturellen Vererbung.

Um sich dieser Aufgabe anzunähern, geht der Artikel zunächst den Konzepten der Genetik und der Epigenetik wissenschaftsgeschichtlich und -theoretisch nach, um sie in ihrer Vielschichtigkeit zu erfassen und Gemeinsamkeiten und Unterschiede offenzulegen. Besonderes Augenmerk wird auf die begriffsgeschichtlichen Aspekte gelegt, dabei wird hervorgehoben, dass die Formulierung „Epigenetik“ ursprünglich als Brückenschlag zwischen der Entwicklungsbiologie und Embryologie mit ihren schwer zu erklärenden Phänomenen und der Genetik dienen sollte. Der inhaltliche Fokus hat sich seitdem verändert, als der Begriff gegenwärtig nahezu alle Phänomene der Genregulation, die nicht direkt auf die DNA-Sequenz zurückzuführen sind, bezeichnet.

Die Autorin plädiert für ein erweitertes Verständnis der Epigenetik als Schwellenkunde zwischen biologisch gefassten Entwicklungsprozessen und Kultur. Sie vertritt die Auffassung, dass der biologisch gefasste Entwicklungsprozess nicht einfach durch eine nachgetragene Enkulturation ergänzt wird, sondern von Beginn an in einem materiellen Austauschprozess mit der Kultur steht.

Dazu werden Beispiele zu kulturellen und psychosozialen Übertragungsmechanismen angeführt, wie die Weitergabe von Stresssymptomen und -verhaltensmustern an die Nachfolgenerationen von Holocaust-Überlebenden. Die offensichtliche Stabilität dieser Muster lässt sich mithilfe der klassischen Genetik nicht erklären. Auch wird die Beteiligung epigenetischer Mechanismen an der Gedächtnisbildung angenommen. Ob-

wohl diese Beispiele und ihre Datenlage aus Sicht der biologischen Vererbung bisher potenziell fragil sind, könnten sie durch ein erweitertes Konzept der Epigenetik der Traumaforschung neue Perspektiven eröffnen und zur Erforschung der Transgenerationalität von Kultur dienen.

Denn will man die Erkenntnis der Epigenetik ernst nehmen, dass Kultur- und Lebensweise nicht nur passive Auswirkungen auf unsere Biologie haben, sondern diese auch mit hervorbringen, sind die darin sichtbar werdenden Übergänge zwischen Natur und Kultur systematischer in den Blick zu nehmen als dies bisher geschieht.

### Kapitel 8: Was sollen? Was dürfen? Ethische und rechtliche Reflexionen auf die Epigenetik (Reinhard Heil, Philipp Bode)

Die Epigenetik ist an ihre naturwissenschaftliche Betrachtungsweise gebunden, aber sie hat die Biologie empfänglicher gemacht für philosophische Deutungen. Die Philosophie kann ergänzend zur Biologie stehen und zusätzliche Interpretationen für Sinnzusammenhänge geben.

Der Artikel von Reinhard Heil und Philipp Bode vermittelt einen Überblick über die schon heute vielfältigen Berührungspunkte der Ergebnisse epigenetischer Grundlagenforschung mit unserer Lebenswelt. Epigenetische Forschung hat gesellschaftliche und politische Relevanz sowie ein enormes Innovationspotenzial. Dies führt zu großen Hoffnungen, beispielsweise für die Bekämpfung von Volkskrankheiten. Aber es führt auch zu einer Fülle von ethischen Fragen bezüglich der Integration des neuen Wissens in den Alltag. Die betroffenen ethischen Fragestellungen lassen sich großteils bereits vorhandenen Diskursen um Gerechtigkeit und Verantwortung zuordnen, doch erweitern sie diese um bisher nicht im Fokus der Aufmerksamkeit stehende Aspekte.

So geht es zunächst um den Umgang mit dem epigenetischen Wissen selbst, den sogenannten epigenetischen Daten. In welcher Form diese gespeichert, gesammelt, verarbeitet und weitergegeben werden dürfen, bedarf der Klärung, hier sind Fragen der Privatsphäre, der Verteilungsgerechtigkeit und auch der möglichen Diskriminierung von Personengruppen einzubeziehen.

Ein ebenfalls neuer Aspekt ist der Umgang mit inter- oder transgenerationalen Einwirkungen sowie multigenerational wirkenden Umweltveränderungen. Hier verleiht die Epigenetik der Diskussion um Generationengerechtigkeit in vielen Fachbereichen neuen Schwung. Zu diesem Diskursfeld gehört auch der Komplex um Verantwortung für krankheitsrelevante epigenetische Veränderungen. Dieser reicht von der persönlichen Verantwortung für das Handeln des Einzelnen im Alltag bis zur gesellschaftlichen



und politischen Verantwortung für die Umweltbedingungen, unter denen zukünftige Generationen werden leben müssen.

Ein heikler Punkt sind mögliche Auswirkungen auf das Rechtssystem. Bisher gibt es kaum Ansätze, Schlussfolgerungen aus epigenetischer Forschung in die Rechtsprechung zu übernehmen. Mit zunehmender Integration der Epigenetik in den Alltag wird sich dies auf Dauer jedoch kaum vermeiden lassen. Mit hoher Wahrscheinlichkeit werden der Datenschutz, die Gleichstellung und das Haftungsrecht betroffen sein.

Doch ist hier in Anbetracht des Entwicklungsstandes der Epigenetik aufmerksame Geduld eher geboten als übereiltes Handeln. Der derzeitige Wissensstand zwingt die verschiedenen involvierten Disziplinen momentan zum Überdenken ihrer Begrifflichkeiten und Hypothesen, er eröffnet neue Wege. Mithilfe begleitender interdisziplinärer Technikfolgenabschätzung kann die Integration epigenetischer Techniken in den Alltag zu gegebener Zeit gelingen. Eine Einschätzung der gesetzgeberischen Notwendigkeiten muss sich jeweils am Stand der Forschung orientieren und kann nur iterativ erfolgen.

## Kapitel 9: Du musst Dein Leben ändern! Epigenetik als printmedialer Verhandlungsgegenstand (Julia Diekämper)

Die in den letzten zehn Jahren in ausgewählten überregionalen, auflagenstarken Printmedien (FAZ, SZ, der Spiegel und die Zeit) erschienenen Artikel zum Forschungsfeld Epigenetik hat Julia Diekämper dokumentiert und untersucht, um die Form der Berichterstattung nachzuzeichnen, die das öffentliche Verständnis der Wissenschaftsdisziplin nachhaltig prägt. Allgemein lässt sich anhand der 192 ausgewerteten Beiträge ein anhaltendes öffentliches Interesse an der Epigenetik feststellen. Die kontinuierliche Berichterstattung schöpft aus dem regen internationalen Forschungsgeschehen und so wird die Epigenetik auch als wissenschaftliche Spezialdisziplin bezeichnet.

Dabei finden die verschiedenen Aspekte der Epigenetik, unabhängig von ihrer Bedeutung für das jeweilige wissenschaftliche Feld, sehr unterschiedliche Beachtung. Zum Beispiel werden Ergebnisse mit humanmedizinischen Bezügen deutlich häufiger journalistisch reproduziert und bearbeitet als Ergebnisse aus der Botanik. Dies steht im Kontrast zu der Tatsache, dass die Epigenetik in Pflanzen nach derzeitigem wissenschaftlichem Kenntnisstand eine höhere Bedeutung hat als in höheren Wirbeltieren.

Darüber hinaus werden Ergebnisse, die möglicherweise einen lebenspraktischen Bedeutungshorizont für den Menschen beinhalten könnten, wie die „Befreiung vom Gendeterminismus“ oder Bedrohungsszenarien für die kindliche Entwicklung im Themenfeld Schwangerschaft und Geburt, überproportional häufig und ausführlich behandelt.

In den journalistischen Texten werden Korrelationen zwischen Gesundheit, Verhalten, Umwelt und Erfahrung gebildet oder auch frei assoziiert. Daraus entwickeln sich in den Artikeln Narrative von Risiko und Verantwortung, die nicht selten in „epigenetischen Handlungsempfehlungen“ münden.

So wird die ursprünglich gefeierte Befreiung von einer mechanistischen Evolutionstheorie journalistisch zu einer neuen paternalistischen Herausforderung für die Lebenspraxis umgemünzt. Der Körper wird zu einem Instrument, das zum eigenen Vorteil oder dem der nachfolgenden Generationen zu gestalten ist.

Die Auswirkungen der möglichen Inbesitznahme der Epigenetik durch ein Weltbild, das immer neue Optimierungsanforderungen an das Subjekt stellt und Phänomene der Ungleichheit und Ungerechtigkeit weitgehend außer Acht lässt, sollte scharf beobachtet und interdisziplinär begleitet werden.

## Kapitel 10: Daten zu ausgewählten Indikatoren (Lilian Marx-Stöltzing)

In den Themenbänden der Arbeitsgruppe *Gentechnologiebericht* soll nicht nur ein Überblick über die verschiedenen inhaltlichen Aspekte neuer Felder der Gentechnologie in Deutschland gegeben werden, sondern die Bedeutung dieser Felder soll in messbarer und repräsentativer Form aufgezeigt werden. Deshalb werden über die Artikel der Sachverständigen hinaus aktuelle Problemfelder und Indikatoren erfasst und mithilfe sozialwissenschaftlich etablierter Methoden, soweit dies möglich ist, quantifiziert.

Im Fall des hier vorliegenden Themenbandes zur Epigenetik können die präsentierten Daten als Erweiterung und Fortsetzung der erstmalig im „Dritten Gentechnologiebericht“ veröffentlichten Zahlen betrachtet werden. Zu folgenden, zunächst gründlich beschriebenen Problemfeldern werden Indikatoren präsentiert: Öffentliche Wahrnehmung, Realisierung wissenschaftlicher Zielsetzungen und Forschungsstandort Deutschland.

Es ergibt sich in der Gesamtschau folgendes Bild für den Themenbereich Epigenetik:

- ▶ Die Berichterstattung zur Epigenetik hat in den letzten Jahren zugenommen. So hat sich die Anzahl der Artikel in den ausgewählten Leitmedien von 9 im Jahr 2001 auf 26 im Jahr 2015 mehr als verdoppelt. Auch die Zahl an populären Neuveröffentlichungen, wie sie im Katalog der Deutschen Nationalbibliothek verzeichnet werden, ist angestiegen.
- ▶ Die öffentliche Auseinandersetzung mit der Epigenetik spiegelt sich auch in der relativen Anzahl der Suchanfragen zur Epigenetik in Google.

- ▶ Die Anzahl an jährlich veröffentlichten Fachartikeln zum Thema Epigenetik in der Scopus-Datenbank hat sich im beobachteten Zeitraum von 2001 bis 2015 mehr als verzehnfacht. Im internationalen Vergleich liegt Deutschland mit 3.131 Artikeln mit deutscher Beteiligung in Scopus an vierter Stelle.
- ▶ Die Deutsche Forschungsgemeinschaft fördert in stetig zunehmendem Umfang Projekte mit Bezug zur Epigenetik. Ihren bisherigen Höchststand erreichte die DFG-Förderung im vergangenen Jahr 2015 mit insgesamt 213 laufenden Projekten. Damit hat sich die Projektanzahl von 2001 bis 2015 mehr als verzehnfacht.
- ▶ Seit 2001 werden in stetig zunehmendem Umfang Fördermaßnahmen für Projekte mit Bezug zur Epigenetik von der Europäischen Union durchgeführt. 2015 flossen 67,9 Millionen Euro an Fördergeldern für den Bereich in Projekte mit deutscher Beteiligung. Dies entspricht dem bisherigen Höchststand.

