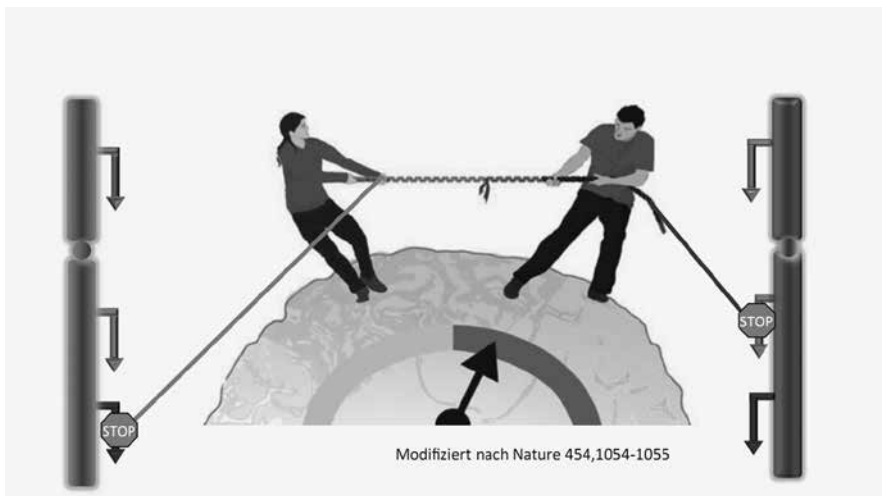


Auf der Konferenz *Zukunft der Evolution* wurde im Jahr 2010 eine Abbildung eingesetzt, die unter dem Titel «parental tug of war» zur Veranschaulichung eines biologischen Phänomens diente, dem sogenannten *genomic imprinting*, der genomischen Prägung. Wie aus dem Erzählkontext des Vortrags sowie aus Publikationen zum Phänomen ersichtlich wird, soll die Grafik in einem comichaft vereinfachten Zeichenstil ein Elternpaar in einer existenziellen Auseinandersetzung zeigen. Auf der linken Seite ist eine schlanke, leicht taillierte Person mit Zopf, rotem Oberteil, anliegender Hose und rosafarbener Haut zu erkennen, die an einem roten Seil zieht und als Mutter interpretiert werden kann. Ihr entspricht auf der gegenüberliegenden rechten Seite eine Person mit blauem Oberteil und hellblauer Haut, die das Seil in die andere Richtung zieht. Dieses Seil ist auf der jeweiligen Seite an Haltehebeln, visualisiert durch Stoppschilder an Pfeilen, befestigt, deren Betätigung, so vermittelt der Kontext, zum Nachteil für die Person in der entsprechenden Farbe führen und es daher zu verhindern gilt. Die Darstellung, so soll gezeigt werden, steht stellvertretend für eine Diskussion, die als «post-genetisch» bezeichnet worden ist und die zugleich eine soziale und die Geschlechter betreffende Auseinandersetzung um das menschliche Genom umschreibt – eine Auseinandersetzung, die einer Neuverhandlung politischer Kräfte auf biologischer Ebene entsprechen könnte. Den Vereinfachungen, welche die Grafik vornimmt, kommt dabei eine entscheidende Bedeutung bei.



1 Jörn Walter, *Das elterliche Tauziehen [parental tug of war]*, 2010, vorgestellt auf der Konferenz *Leben 3.0 und die Zukunft der Evolution* in Berlin.*

Angebracht sind die Haltehebel an Säulen, einer roten Links und einer blauen rechts, die, so die Erklärung, korrespondierende Allele (also die zwei Varianten der jeweils gleichen Erbfaktoren) im Genmaterial des Kindes, auf der linken Seite die von der Mutter mitgebrachte DNA und auf der rechten Seite jene des Vaters repräsentieren. Wird auf der rechten Seite durch den Vater stark gezogen, wird ein Haltehebel im von der Mutter stammenden Genabschnitt umgelegt, wird auf der linken Seite stark gezogen ergeht es dem väterlichen Genabschnitt ebenso. Beide Eltern stehen in der Abbildung auf einem durch Windungen erkennbaren stilisierten Gehirn, ein Zeiger auf einer Skala, die links rosafarben und rechts blau gefärbt ist, weist ins Blaue und damit scheint in dem Moment unserer Betrachtung der Vater im Vorteil.

Warum genomische Prägung mit zwei tauziehenden Eltern dargestellt wird, bedarf einer Erläuterung. Genomische Prägung, oder *genomic imprinting* meint in ihrer einfachsten Definition «a differential expression of the two parental alleles of a gene».¹ Genomische Prägung ist ein Phänomen, das unter Epigenetik gefasst wird, also Genregulierung beeinflusst, ohne selbst auf genetischer Ebene (sondern jenseits davon auf sie) zu wirken. Die genomische Prägung hat kurz nach der Jahrtausendwende zum neuerlichen Aufflammen des großen Interesses an der Epigenetik beigetragen, weswegen wir heute in der «epigenetischen Ära» angelangt sind.² Bis zur Mitte der 1980er Jahre glaubte man in der Genetik gemeinhin, dass letztlich die dominante oder rezessive Eigenschaft eines Genoms über seine «Expression» entscheiden würde, dass sich also die dominante Version, sei sie von der Mutter oder dem Vater, Ausdruck verschaffen würde. Im Gegensatz zu dieser Grundannahme dient nun der Begriff der genomischen Prägung als Erklärung für die Beobachtung, dass die Expression mancher Gene zusätzlich auch von ihrer Herkunft abzuhängen scheint, nämlich ob sie nun von der väterlichen oder der mütterlichen Seite her stammen: «The genetic nonequivalence of the mammalian maternal and paternal genomes, [...] came as quite a surprise and forced classical Mendelian genetics to undergo a number of revisions.»³

Nach der sich daraufhin etablierenden Terminologie sind «geprägte» Allele die «stummgeschalteten», so dass sich nur die nicht-geprägten (nicht verstummt) Allele ausdrücken konnten. Das Ergebnis wird «monoallelische» Genexpression genannt. Die Prägung findet entweder noch vor der Empfängnis in den Keimzellen statt oder später in der Zygote, so dass sich bei einigen Chromosomen das selbe Prägungsmuster in allen somatischen Zellen eines Organismus finden lässt (und sich andere wiederum, je nach dem Gewebe, zu dem sie gehören, unterscheiden können). Diese Prägung wurde bislang bei Pilzen, Pflanzen, Insekten und Säugetieren nachgewiesen, wird aber bei letzteren als besonders häufig vorkommend betrachtet.

Die Geschichte der genomischen Prägung

Die erste als «genomische Prägung» bezeichnete Beschreibung des Phänomens wurde 1988 von Davor Solter geliefert, einem Biologen aus Zagreb, der zu jener Zeit als Professor der University of Pennsylvania am Wistar Institute in Philadelphia tätig war.⁴ Für die Entdeckung der genomischen Prägung erhielt er 1998 den ersten Preis in Entwicklungsbiologie und einen weiteren Preis im Jahr 2007, zusammen mit Azim Surani und Mary Lyonin. 1991 wurde er zum Leiter des Max-Planck-Instituts für Immunbiologie in Freiburg ernannt.

Die bekannteste Theorie, welche die genomische Prägung zu erklären sucht, ist die des «Genomkonflikts», nach der die genomische Prägung von Säugetieren das Ergebnis eines evolutionären Konflikts zwischen zwei Gruppen egoistischer

Genome wäre.⁵ Diese Theorie bezieht sich auf die verbreitete Version der 1974 durch Richard Dawkins vorgestellten evolutionsgenetischen Theorie des «egoistischen Gens».⁶ Nach der Genomkonflikttheorie beeinflusst das väterliche Genom im Embryo sein Umfeld derart, dass es in der Entwicklungsphase das Maximum an Nährstoffen von der Mutter bezieht. Im Gegensatz dazu muss das mütterliche Genom ökonomischer mit den Ressourcen umgehen, da der gegenwärtige Embryo nicht unbedingt der letzte sein wird und auch für zukünftige Schwangerschaften noch Nährstoffe verbleiben müssen. Da weitere Schwangerschaften die Vermehrung des mütterlichen Genoms ermöglichen, wird ihr Genom darauf beharren, bei jeder Schwangerschaft ökonomisch mit den eigenen Ressourcen umzugehen. Das wäre, laut der Genomkonflikttheorie, der dem Embryo verinnerlichte Befehl durch das mütterliche Genom, wodurch weniger Nährstoff geliefert und das embryonale Wachstum reduziert werden.

Elterliches Tauziehen und Wettrüsten

Die Konflikttheorie ist auch heute noch die anerkannteste Erläuterung genomischer Prägung. Wie zuvor beschrieben, erschienen die ersten Forschungen genomischer Prägung in der Natur im Jahr 1988. In dieser ersten Welle von Forschungen wurde durch die Veröffentlichung einer Studie, die die genomische Prägung durch die Elternteile mit Evolutionstheorie verband, auch die Konflikttheorie das erste Mal im Kontext der genomischen Prägung vorgestellt.⁷ Mit dieser Studie wurde auch eine neue Terminologie für das Phänomen eingeführt: eben jenes «elterliche Tauziehen» oder auch im Original «*parental tug-of-war*».⁸ Bis zur Mitte der 1990er Jahre hin gewann dieses Thema in Studien zur genomischen Prägung zunehmend an Aufmerksamkeit. Wie man der 1986 ins Leben gerufenen epigenetischen Datenbank *epidna* entnehmen kann, nahm die Veröffentlichung von Texten mit dem Wort *parent* (Eltern) im Titel bis 1995 drastisch zu, wobei allein 26 dieser Texte zwischen 1998 und 2002 veröffentlicht wurden, mit einer deutlichen Zunahme nach dem Jahr 2000. Die meisten dieser Texte beziehen sich auf die elterliche Prägung.

Während sich spätere Texte zum elterlichen Tauziehen eher auf die jeweiligen ökonomischen Interessen der Eltern und deren Konkurrenzbeziehung konzentrieren, befasste sich der zuerst zu diesem Modell anerkannte «Gründungstext» mit dem Einfluss der Mutter.⁹ Dieser Text kehrte die historische Situation in der Zelle, wie sie in frühesten Texten zur Vererbungsforschung vorgestellt worden war, um. Nach dem (primär im deutschsprachigen Raum entstandenen) Erbschafts- und Entwicklungsmodell von 1870 bis 1900, das die Kontrolle über den Embryo und seinen Haushalt allein in den Händen des als männlich definierten Zellkerns sah, während das als weiblich betrachtete (weil von der Eizelle stammende) Zellplasma lediglich nährende Eigenschaften zu erfüllen hätte, verknüpfen diese Autoren nun das Plasma mit dem mütterlichen Einfluss auf das Genom im Zellkern: «We believe that a mammalian mother probably maintains overall control of the amount of energy invested in individual offspring and that imprinting operates at the margins of this control, [...]»¹⁰ Dies ist allerdings gleichzeitig der Punkt, an dem auch der elterliche Konflikt entstand:

[P]aternal genes [are] programmed to obtain as much nourishment as possible for the embryo and maternal genes [are] programmed to counter this effect. [...] The maternal genome would have a strong advantage in reprogramming because the mother contributes virtually all of the egg's cytoplasm, but transcription factors or the like could possibly be introduced with the sperm.¹¹

Auch abgesehen von dieser Umkehrung der Rollen in der Zelle war Epigenetik in seinen Anfangsjahren von einer Aura der Subversion umgeben,¹² unter anderem da es Umwelteinflüsse in die Vererbungsforschung einbezog. Im Rahmen der Erbschaftslehre zeigte Evelyn Fox Keller, dass in den frühen Jahren Veröffentlichungen zur «mütterlichen Vererbung» in der Genetik nicht möglich waren, während in den späteren Jahrzehnten des 20. Jahrhunderts, als mehr Frauen in der Biologie tätig wurden, die «mütterliche Kontrolle» in der Vererbung durchaus zu einem Thema wurde.¹³ Als Herausforderung und Alternative zur Genetik hat die Epigenetik weitaus mehr weibliche Forscherinnen angezogen, so dass mindestens die Hälfte der Studien zur genomischen Prägung (im Gegensatz zur Genetik) in den 1990ern von Wissenschaftlerinnen verfasst waren.

In der moralischen Ökonomie der Erbschaftslehre erscheint die genomische Prägung als ein Schritt, der genetische Theorien verkompliziert und an der Autonomie der Gene rüttelt. Andererseits kann sie aber auch als ein Mittel verstanden werden, mit dem auch Skeptiker von der Genetik überzeugt werden könnten: «Even detractors from the idea that genes are selected to maximize their own survival must grudgingly acknowledge beauty in the phenomenon of genomic imprinting.»¹⁴

Die Anwendung der Konflikttheorie in der genomischen (elterlichen) Prägung hat seit deren Beginn vor einem Vierteljahrhundert einige Änderungen durchlaufen. Die Metapher des Tauziehens wurde Ende der 1990er Jahre durch eine von einem noch kriegerischeren Bild geprägten Theorie ergänzt: das elterliche «Wett-rüsten».¹⁵ Dieses Modell lieferte eine detailliertere Erklärung zur Entstehung des elterlichen Tauziehens: Um beim Tauziehen die Oberhand zu behalten, mussten beide Elternteile immer wieder neue und bessere Tricks entwickeln. Wenn also das mütterliche Genom eine neue organismische Technik entwickelt hatte, um die eigenen Ressourcen zu schützen, so würde das väterliche Genom mit einer entsprechenden Adaption reagieren, die es ihm erlaubt, «ihren» Trick zu umgehen – und umgekehrt. Das kindliche Tauziehen wurde zu einem «Kampf der Geschlechter».¹⁶

Die Analogie des elterlichen Tauziehens, die den Konflikt mit *genomic imprinting* verbindet, hat sich als extrem erfolgreich erwiesen. So wird die Konflikttheorie heute gemeinhin als Grundlage der genomischen Prägung anerkannt.¹⁷

Während sich die Metapher des «elterlichen Tauziehens» auf die Beziehung zwischen den Eltern konzentriert, entstanden zum Ende der 1990er Jahre weitere, ergebnisorientierte Theorien, die eher das gemeinsame Kind im Fokus hielten. Ein Blick über Publikationen im Feld der genomischen Prägung zeigt, dass die tauziehenden Eltern zunächst in US-amerikanischen Studien auftauchten, später dann in deutschen und britischen Artikeln, und dass schließlich Yoh Iwasa, mathematischer Theoretiker der Marinebiologie an der Kyushu Universität, Ende der 1990er Jahre die Idee einführte, die Eltern könnten womöglich genomisch kooperieren, und so das beste Resultat für das Kind erreichen.¹⁸

Elterliches Tauziehen nach der Scheidung

Reproduktion erweist sich so als ein Feld zentraler biopolitischer Auseinandersetzung, das auch mit gesamtgesellschaftlichen Ideen und Veränderungen in Verbindung steht. Nicht nur Frauen haben seit den 1980ern versucht, ihre Teilhabe zu stärken, wie sich auch in den Wissenschaften deutlich machte, sondern innerhalb eines Jahrzehnts hat auch die Männerbewegung ihre Spuren in der Forschung hinterlassen. Besonders prominent sticht hier die Väterrechtsbewegung hervor, die sich mit Fragen um das Sorgerecht für Kinder beschäftigt.

Das Bild des elterlichen Tauziehens tauchte in der amerikanischen Öffentlichkeit in den späten 1970er Jahren nach Änderungen im Sorgerecht auf. Zuvor war die Rolle des Vaters auf finanzielle Unterstützung nach der Scheidung limitiert, mit geringen Besuchsrechten. Diese traditionelle Konstellation wurde generell anerkannt und wenig hinterfragt. «Kämpfe» um das Sorgerecht waren rechtlich nur in seltenen Fällen möglich, so dass elterliche Gleichberechtigung in der Erziehung nicht breit diskutiert wurde. Mit der Infragestellung der Geschlechterrollen im Laufe der 1960er und 1970er Jahre geriet auch die Rolle des Vaters bei der Kindererziehung in den Fokus. In dieser Zeit änderten viele westliche Industrieländer das Scheidungsrecht und führten das gemeinsame Sorgerecht ein. Zuvor wurde die Mutter als der «echte» Elternteil gesehen, was in der Vorstellung verwurzelt war, dass «the ability of the female to provide adequate nurturing and support to offspring, especially during their early development» etwas Besonderes darstelle, während der «access to his offspring» des Vaters minimal war.¹⁹ Jetzt aber wurde die finanzielle Verantwortung beider Elternteile erkannt, womit dem Vater auch das Recht zugesprochen wurde, nicht nur ein «finanzieller», sondern auch «funktionaler» oder tatsächlicher Elternteil zu sein.²⁰ Die Anzahl von Vätern, die nach einer Scheidung das Sorgerecht beantragten, und die vielen gerichtlich ausgetragenen Kämpfe um das Sorgerecht wurden nun zu einer öffentlich wahrnehmbaren Reflexion über die Veränderungen der bürgerlichen Familie. Zum Ende der 1970er Jahre fanden sich mehr als eine Millionen Kinder in den USA im Mittelpunkt eines gesetzlichen Tauziehens wieder, das eben unter diesem Begriff verhandelt wurde, und ihre Zahl stieg stetig weiter.²¹

Der Hintergrund des «elterlichen Tauziehens» geht jedoch noch weiter zurück als die Scheidungskonflikte und Familiengesetze der späten Siebziger. Die Ähnlichkeiten zwischen dem im späten 19. Jahrhundert beschriebenen elterlichen Kampf ums Kind innerhalb des Zellplasmas, der als ein Streit der mütterlichen und väterlichen Erbfaktoren um die Ressourcen dargestellt wurde,²² und dem elterlichen Tauziehen oder Geschlechterkampf ein Jahrhundert später, sind frappierend. In den Jahrzehnten von 1910 bis in die späten 1970er Jahre war jedoch wenig Raum für elterliche Kämpfe (weder im Plasma, noch im Zellkern). In der Biologie wurden in dieser Zeit die Rollen von Plasma und Nukleus festgelegt. Im Nukleus regierte das Genom, mit seiner textuellen Codierung, quasi ungehindert, während das Plasma die reproduktiven Ressourcen, Energie und konstruktive Materialien bereitstellte und für die Kommunikation zwischen der inneren und äußeren Welt sorgte. Das Modell der dominanten und rezessiven Gene bezog sich nur auf das Genom und schien alle Fragen zur Verdoppelung der Allele beim Zusammenkommen von Chromosomen im Embryo zu beantworten: nach diesem An-/Aus-Modell fand das dominante Gen Ausdruck und das andere eben nicht. Die Frage nach einer «Dosierung» der genetischen Produkte, die Ende des 19. Jahrhunderts aufschien und später erst wieder bei der genomischen Prägung betrachtet wurde, geriet zwischenzeitlich in den Hintergrund. Doch auch nach der zwischen 1910 und 1920 stattfindenden Gründung der Genetik als wissenschaftliche Disziplin, die das dominant/rezessiv-Modell verbreitete, hatte der Kampf der Elternteile um Investitionen die Zelle nicht verlassen sondern hielt an und entwickelte sich in der Evolutionstheorie zu der sogenannten «Konflikttheorie», die über Jahrzehnte hinweg der Genetik als theoretische Grundlage dienen sollte.

Konflikttheorie

Die Konflikttheorie war gerade in den Jahrzehnten nach dem Zweiten Weltkrieg in der soziologischen Theorie beliebt als Gegensatz zum dominierenden strukturellen Funktionalismus. Meistens wurde sich auf Karl Marx bezogen, wenn es um die Hervorhebung ökonomischer Fragen ging, und auf Max Weber, wenn, wie es häufiger der Fall war, Diskussionen um Fragen der Macht im Mittelpunkt standen. In der Biologie drehen sich die Konflikttheorien aber offensichtlich um die Verteilung von Ressourcen (und die wetteifernden Interessen daran) und sind somit eher als Derivate von Adam Smiths ökonomischen Konzepten des späten 19. Jahrhunderts und von Adaptionen Darwins zu betrachten.²³

Die Konflikttheorien, die seit den Achtzigern bis heute in der Biologie vorherrschen, entstanden in den 1960er und 1970er Jahren. Entsprechend beinhalteten sie auch Elemente aus der Theorie der *rational choice*, wie es auch die Konflikttheorie der Geisteswissenschaften dieser Zeit tat.²⁴

Indem sich soziologische Theorien immer mehr den marxistischen Konzepten von Konflikten um Ressourcen und den Konzepten der *rational choice* im Sinne der Soziologen Peter Blau und George Homans, sowie des Ökonomen Gary Backer der 1960er und '70er Jahre zuwandten,²⁵ entstanden auch zunehmend Überschneidungen mit der Konflikttheorie der biologischen Wissenschaften, da nun beide letztlich auf die politische Ökonomie des 19. Jahrhunderts zurückzuführen waren. Dementsprechend ist das elterliche Tauziehen eine auf das epigenetische Gebiet angepasste Konflikttheorie, wo sie auf organismischer Ebene genau wie die *rational choice*-Theorie funktioniert.²⁶ Selbstverständlich kann hierbei die rationale Entscheidung nicht wörtlich auf Tiere bezogen werden, doch die Gene selbst verhalten sich auf eine Art, die ihre Träger «rational» handeln lässt, und zwar immer im Sinne des maximalen Profit des Gens (also seiner Fortpflanzung).²⁷

Blau, Homans und Backer brachten das Konzept der kalkulierbaren rationalen Entscheidung in von Bourdieu als «sakrosankt» identifizierte Gebiete, die bislang von der Ökonomie und dem «kalten», rationalen Austausch ausgeschlossen waren: Emotionen wie Altruismus und Verpflichtung, auf Liebe basierende Beziehungen und zu guter Letzt das private Reich – die Familie.²⁸

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass in den Geisteswissenschaften Konzepte entwickelt wurden, mit denen sich Gefühle wie Liebe, Familienverhalten und Beziehungen in einer ökonomischen Terminologie fassen lassen (wie in der Konflikttheorie oder genauer gesagt, in der Austauschtheorie). In der Zwischenzeit erschienen in der biologischen Anthropologie, der molekularbiologischen Theorie und der Molekularpsychologie die Werkzeuge, mit denen das Verhalten mit Genetik in Verbindung zu bringen war. Gleichzeitig half das Bild des egoistischen Gens, jegliche Form von Lebensausdruck im Sinne der Genetik zu begreifen, sei es auf molekularer oder gesellschaftlicher Ebene. Zudem ist die Problematisierung der raren Ressourcen ein wesentlicher Bestandteil dieser Theorie, da der Konflikt bei der genomischen Prägung ja um die Verteilung von Ressourcen geht.²⁹ Vor diesem Hintergrund wird die biologische Konflikttheorie in Anwendung auf das elterliche Wetttrüsten evolutionstheoretisch plausibel.³⁰

Durch die genomische Prägung kam der elterliche Überlebenskampf, im Sinne der differenzierteren Konflikttheorie, zurück in die empirische Vererbungsforschung. Es ist allerdings nicht der Überlebenskampf, der den Konflikt zwischen Molekülen bestimmt, wie es Ende des 19. Jahrhunderts der Fall war, sondern das bessere oder schlechtere Ergebnis im Sinne der anvisierten Selbstreplikation des jeweiligen Genoms.

Anmerkungen

- * Jörn Walter, *Epigenetik: Der zweite Code – welche zusätzlichen Informationen enthält unser Genom?* Vortrag und Präsentationsfolien, Berlin-Brandenburgische Akademie der Wissenschaften: Konferenz *Leben 3.0 und die Zukunft der Evolution*, Berlin, 17. September 2010, modifiziert nach: Christopher Badcock, Bernard Crespi: «Battle of the sexes may set the brain», in: *Nature*, 2008, Bd. 454, Heft 7208, S. 1054–1055.
- 1 Shirley M. Tilghman, «The sins of the fathers and the mothers. Genomic imprinting in mammalian development», in: *The Cell*, 1999, Bd. 96, Heft 2, S. 185–193.
- 2 Adele Murell, «Beyond genomic imprinting», in: *Briefings in functional genomics*, 2010, Bd. 9, Heft 4, S. 279–280, hier S. 279.
- 3 Tilghman 1999 (wie in Anm. 2), S. 185.
- 4 Davor Solter, «Differential imprinting and expression of maternal and paternal genomes», in: *Annual Review of Genetics*, 1988, Bd. 22, S. 127–146.
- 5 Arun Kumar, «Genomic imprinting. Mom and Dad Epigenetics», in: *Journal of Bioscience*, Bd. 24, Heft 1, S. 4–6, hier S. 5.
- 6 Richard Dawkins, *The selfish gene*, New York 1976.
- 7 Tom Moore u. David Haig, «Genomic imprinting in mammalian development. A parental tug-of-war», in: *Trends in Genetics*, 1991, Bd. 7, Heft 2, S. 45–49.
- 8 Moore u. Haig 1991 (wie in Anm. 8)
- 9 Moore u. Haig 1991 (wie in Anm. 8) beziehen sich in ihrem Text auf eine frühere Studie, der diese Theorie bereits erklärt habe: David Haig u. Mark Westoby, «Parent specific gene expression and the triploid endosperm», in: *American Naturalist*, 1989, Bd. 134, Heft 1, S. 147–155. Der 1991 veröffentlichte Text jedoch ist jener, der in dem Feld als der erste genannt wird, der eine plausible und perspective und damit verifizierbare evolutionäre Erklärung für genomisch Prägung anbietet.
- 10 Moore u. Haig 1991 (wie in Anm. 8), S. 47.
- 11 Ebd.
- 12 David Haig, «The (dual) origin of epigenetics», in: *Cold Spring Harbor Symposia on Quantitative Biology*, 2004, Bd. 69, S. 1–4, hier S. 1.
- 13 Evelyn Fox Keller, «Drosophila Embryos as transitional objects: The work of Donald Poulson and Christiane Nüsslein-Volhard», in: *Historical Studies in the Physical and Biological Sciences*, 1996, Bd. 26, Heft 2, S. 313–346.
- 14 Mark Pagel, «Evolutionary biology: mother and father in surprise genetic agreement», in: *Nature*, 1999, Bd. 397, Heft 6714, S. 19–20, hier S. 19.
- 15 Ebd.
- 16 Wolf Reik u. Jörn Walter, «Evolution of imprinting mechanisms: the battle of the sexes begins in the zygote», in: *Nature Genetics*, 2001, Bd. 27, S. 255–256; Badcock u. Crespi 2008 (wie in Anm. 1).
- 17 Zur Übersicht: Anne C. Ferguson-Smith, «Genomic imprinting: the emergence of an epigenetic paradigm», in: *Nature Reviews Genetics*, 2011, Bd. 12, Heft 8, S. 565–575.
- 18 Yoh Iwasa, «The conflict theory of genomic imprinting: how much can be explained?», in: *Current Topics in Developmental Biology*, 1998, Bd. 40, S. 255–293; Pagel 1999 (wie in Anm. 15).
- 19 Stephen Baskerville, «Divorce as revolution», in: *Salisbury Review*, 2003, Bd. 21, Heft 4, S. 30–32, hier S. 30.
- 20 Dennis K. Orthner, Terry Brown u. Dennis Ferguson, «Single-parent fatherhood: an emerging family life style», in: *The Family Coordinator*, 1976, Bd. 25, Heft 4, S. 429–437; Elizabeth S. Scott, «Pluralism, parental preference, and child custody», in: *California Law Review*, 1992, Bd. 80, Heft 3, S. 615–672.
- 21 I.a. Carol S. Bruch, «Making visitation work: dual parenting orders. New perspectives on the traditional tug-of-war», in: *Family Advocate*, 1978, Bd. 1, S. 22–26; C. Gail Vasterling, «Child custody modification under the uniform marriage and divorce act: a statute to end the tug-of-war?», in: *Wash. U.L.Q.*, 1989, Bd. 67, S. 923–930; Richard A. Gardner, «Guidelines for assessing parental preference in child custody disputes», in: *Journal of Divorce and Remarriage*, 1999, Bd. 30, Heft 1/2, S. 1–9.
- 22 Joseph Müller, *Ueber Gamophagie. Ein Versuch zum weiteren Ausbau der Theorie der Befruchtung und Vererbung*, Stuttgart 1892; August Weismann, *Das Keimplasma. Eine Theorie der Vererbung*, Jena 1892, S. 66.
- 23 John Maynard Smith u. George R. Price, «The logic of animal conflict», in: *Nature*, 1973, Bd. 246, Heft 5427, S. 15–18; Ronald Aylmer Fisher, *The genetical theory of natural selection*, Oxford 1930.
- 24 John Maynard Smith, *Evolution and the theory of games*, New York 1982; Smith u. Price 1973 (wie in Anm. 24).
- 25 Debra Satz, John Ferejohn, «Rational choice and social theory», in: *The Journal of Philosophy*, 1994, Bd. 91, Heft 2, S. 71–87.
- 26 Siehe bspw. Laurence Hurst u. Guilian McVean, «Growth effects of uniparental disomies and the conflict theory of genomic imprinting», in: *Trends in Genetics*, 1997, Bd. 13, Heft 11, S. 436–443; Austin Burt u. Robert Trivers, «Genetic conflicts in genomic imprinting», in: *Proceedings of the Royal Society B*, 1998, Bd. 265, Heft 1413, S. 2393–2397.

- 27 Dawkins 1976 (wie in Anm. 7).
- 28 Jodi A. O'Brian u. Peter Kollock, «Social exchange theory as a conceptual framework for teaching the sociological perspective», in: *Teaching Sociology* 1991, Bd. 19, Heft 2, S. 140–153.
- 29 Wiliam R. Rice u. Brett Holland, (1997): «The enemies within: Intergenomic conflict, interlocus contest evolution (ICE), and the intraspecific red queen», in: *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 1997, Bd. 41, Heft 1, S. 1–10; Richard Dawkins u. John R. Krebs, (1979): «Arms races between and within species», in: *Proceedings of the Royal Society of London B*, Bd. 205, Heft 1161, S. 489–511.
- 30 Zu einem Überblick über die Kombination der Argumente der Konflikttheorie, die in den genannten Texten erscheinen, mit menschlicher Psychologie in Bezug auf genomische Prägung siehe: Gregory Gorelik, Todd K. Shackelford, *Spheres of sexual conflict*, PDF/Preprint, 2011, <http://www.toddkshackelford.com/downloads/Gorelik-Shackelford-OHSC.pdf>, Zugriff am 15. September 2014. In einer revidierten Version veröffentlicht als: Catherine A. Salmon u. Todd K. Shackelford, «Between conflict and cooperation: New horizons in the evolutionary science of the human family», in: *Oxford handbook on evolutionary family psychology*, hg. v. Aaron T. Goetz u. Todd K. Shackelford, New York 2011, S. 386–398.