

6 2015

Kulturelle Faktoren
der Vererbung: Epigenetik –
Transgenerationalität – Öffentlichkeit

VANESSA LUX

JÖRG THOMAS RICHTER

(HG.)

Interjekte

Herausgegeben vom Zentrum für Literatur- und Kulturforschung Berlin

INTERJEKTE ist die thematisch offene Online-Publikationsreihe des Zentrums für Literatur- und Kulturforschung (ZfL). Sie versammelt in loser Folge Ergebnisse aus den Forschungen des ZfL und dient einer beschleunigten Zirkulation dieses Wissens. Informationen über neue Interjekte sowie aktuelle Programmhinweise erhalten Sie über unseren Email-Newsletter. Bitte senden Sie eine E-Mail mit Betreff »Mailing-Liste« an zimmermann@zfl-berlin.org.

Bisher in dieser Reihe erschienen:

- Interjekte 1** SIGRID WEIGEL: »Embodied Simulation and the Coding-Problem of Simulation Theory. Interventions from Cultural Sciences« (2011)
- Interjekte 2** Z. ANDRONIKASHVILI, S. FRANK, G. MAISURADZE, F. THUN-HOHENSTEIN, S. WILLER: »Freundschaft: Konzepte und Praktiken in der Sowjetunion und im kulturellen Vergleich« (2011)
- Interjekte 3** VANESSA LUX, JÖRG THOMAS RICHTER (HG.): »Kulturelle Faktoren der Vererbung« (2012)
- Interjekte 4** MONA KÖRTE, JUDITH ELISABETH WEISS (HG.): »Gesichtsaufösungen« (2013)
- Interjekte 5** FRAUKE FITZNER (HG.): »Tempo! Zeit- und Beschleunigungswahrnehmung in der Moderne« (2014)

Impressum

Hrsg. vom Zentrum für Literatur- und Kulturforschung Berlin (ZfL)
www.zfl-berlin.org

Direktorin Prof. Dr. Dr. h.c. Sigrid Weigel

© 2015 · Das Copyright und sämtliche Nutzungsrechte liegen ausschließlich bei den Autoren, ein Nachdruck der Texte auch in Auszügen ist nur mit deren ausdrücklicher Genehmigung gestattet.

Redaktion Dr. Christine Kutschbach

Gestaltung Carolyn Steinbeck · Gestaltung

Layout / Satz Jana Sherpa

gesetzt in der ITC Charter

Was ist epigenetische Vererbung?

Ein wissenschaftshistorischer Einwurf

Ohad Parnes

Wir alle wissen ungefähr, was Epigenetik heute ist. Wir haben das Gefühl, dass wir über die gleiche Sache reden und dies auch aus ähnlichen Gründen tun. Die Frage, was epigenetische Vererbung ist, zielt also nicht so sehr darauf, was diese Klasse von Phänomenen, über die wir reden (epigenetische Vererbung, transgenerationale epigenetische Effekte etc.) ist, sondern darauf, warum wir über sie reden. Die Antwort lautet wahrscheinlich: Weil es in den letzten zehn, zwanzig Jahren zu einem Umbruch gekommen ist, der mit Stichworten wie »New Genetics«, »postgenomische Ära« usw. beschrieben wird. Irgendetwas Dramatisches ist passiert, und im Zentrum des zu beobachtenden Umbruchs steht die epigenetische Vererbung – was auch immer das eigentlich ist. Diese mehr oder weniger intuitive Antwort möchte ich infrage stellen: Gibt es überhaupt so etwas wie »epigenetische« Vererbung?

Ich behaupte, es ist ein Fehlschluss davon zu sprechen, dass die epigenetische Vererbung eine einheitliche Klasse von Phänomenen darstellt, die zudem noch so wichtig ist, dass wir sie aus verschiedenen Perspektiven und Disziplinen beleuchten müssen. Es gibt Dringendes zu diskutieren, aber irgendetwas ist falsch in der Struktur dieser Diskussion. Denn *erstens* ist transgenerationale Übertragung, d.h. die Übertragung von Eigenschaften von einer Generation auf die nächste, von Eltern auf Nachkommen eine ganz normale Sache in der Biologie. Es gibt eine körperliche Kontinuität zwischen Eltern und Nachkommen, bei Tieren zwischen den Generationen; bei Pflanzen ist das etwas anders, aber ebenfalls beobachtbar. Es besteht einfach eine materielle Verbundenheit zwischen der Physiologie von Eltern und ihrer Nachkommen. Das ist eigentlich etwas ziemlich Triviales. Diese Kontinuität in der Physiologie hätte auch vor 30 Jahren niemand geleugnet, einfach weil die Beziehung zwischen Eltern und Nachkommen eben immer auch eine körperliche ist. *Zweitens* werden viele, vielleicht sogar die Mehrheit der transgenerationalen epigenetischen Effekte, zum Beispiel *parental effects*, gar nicht über die DNA-Methylierung oder den Histon-Code weitergegeben, sondern sind hormonelle, immunologische, vielleicht auch neurophysiologische Effekte und natürlich auch Effekte, die nicht körperlich sind.

Aber ich werde mich auf die Physiologie beschränken. Zählt man die nachgewiesenen Fälle, dann sind DNA-Methylierung und der Histon-Code nicht die zentralen Mechanismen der Übertragung epigenetischer Effekte. Andersherum gesehen: DNA-Methylierung, Histon-Modifikationen und ähnliche Mechanismen sind vor allem in somatische Prozesse auf Zellebene eingebunden. Es geht um Zelldifferenzierung, Zellregulation, Zellstoffwechsel etc. Das hat erstmal nichts mit Vererbung zu tun. Es geht vielmehr um Physiologie, genauer um Zellphysiologie. Diese hat dann natürlich auch Implikationen für das Gewebe,

den Metabolismus etc., kurz den Phänotyp des Organismus. Doch epistemologisch gesehen – also aus der Perspektive des »Was ist das?«, »Was kann damit erklärt werden?« und »Was können wir damit machen als Wissenskörper?« – kann man sagen, dass die epigenetischen Systeme anderen physiologischen Systemen, wie sie in der modernen Biomedizin konzeptionalisiert worden sind, im Grunde genommen sehr ähnlich sind, etwa dem Immunsystem, dem endokrinen System oder dem Nervensystem.

Warum kommt der Epigenetik in der gegenwärtigen Debatte dann so eine wichtige Position zu? Das epigenetische System ist für die Zelldifferenzierung sehr wichtig. Aber was hat das eigentlich mit Vererbung zu tun – mit Vererbung im Sinne von klassischer Genetik, so wie wir sie seit 150 oder 100 Jahren verstehen?¹ Wieso wird seit 20 Jahren behauptet, sie markiere eine Revolution? Vielleicht wird das nicht von allen seit 20 Jahren behauptet, aber seit mindestens fünf Jahren hat der *Spiegel*-Leser davon gehört, und seit mindestens zehn oder 15 Jahren behaupten das Wissenschaftshistoriker und -philosophen wie Eva Jablonka und andere. Warum wird behauptet, die Epigenetik, also die Entdeckung von allem, was rund um die DNA passiert, bedinge ein ganz neues Verständnis von Vererbung?

Diese Aufregung um die Epigenetik gründet weniger in der besonderen Rolle epigenetischer Mechanismen als in einem historisch bedingten Fehlschluss. Im Zentrum dieses Fehlschlusses steht die Art und Weise, wie die Arbeiten von August Weismann in der Debatte um Epigenetik rezipiert werden. Wenn Weismann in diesem Zusammenhang ins Spiel gebracht wird, dient er immer als Referenz dafür, dass die klassische Genetik von der Trennung von Keimzellen, Keimbahn und Soma ausging, und dass wir diese Trennung wegen der Epigenetik heute nicht mehr annehmen können. Wir sollten aber nicht übersehen, dass Weismann viel mehr eingeführt hat, als diese Trennung – etwa, und das ist mindestens genauso wichtig, die Reduzierung von Vererbung auf die Weitergabe von Zellen. Weismann hat die Art und Weise, wie sich Zellen vermehren, also vererben, zur Grundlage seines Verständnisses von Vererbung auch bei mehrzelligen Organismen und komplexen Tieren gemacht. Die Behauptung besteht darin, dass Zellteilung genau so wichtig ist wie Vererbung. Weismanns Experimentalmodell waren einzellige Organismen. Dadurch kam er überhaupt darauf, Vererbung auf Keimzellen zu beschränken. Wenn Vererbung bei einzelligen Organismen funktioniert, indem sie sich einfach teilen, lässt sich, so seine Annahme, auch die Vererbung komplexer Organismen auf die Teilung einzelner (Keim-)Zellen reduzieren. Daraus ist eine der Grundannahmen der modernen Genetik geworden: Alles, was in der Zelle passiert, ist Vererbung. Über hundert Jahre galt diese Maxime sowohl für die zelluläre als auch für die Keimbahnvererbung. Die Vererbung bei Zellen, also wie Informationen von einer Zelle an zwei nachfolgende weitergegeben werden, lieferte somit das Grundmodell für Vererbung überhaupt. Die DNA-Revolution hat das noch verstärkt. Zwar ging es nicht mehr um die Zellen als Ganzes, sondern um DNA. Aber auch hier war die Grundannahme, dass die Weitergabe von Zellinformationen durch die Keimzellen genauso funktioniert wie die Weitergabe der Zellinformationen von Einzeller zu Einzeller.

Epigenetik im Sinne von DNA-Methylierung ist vor ungefähr 30 Jahren auf der somatischen Ebene entdeckt worden. Im Anschluss daran hat man entdeckt, dass die zelluläre Vererbung nicht so funktioniert, wie man dachte, sondern DNA-Methylierung, Histon-Modifikationen etc. eine wichtige Rolle in der Zelldifferenzierung spielen. Da aber die zelluläre Vererbung unser Grundmodell für Vererbung überhaupt ist, wurde die Frage der Bedeutung dieser epigenetischen Mechanismen unter dem Fokus der Vererbung diskutiert. Und darin liegt der Fehlschluss: Wir gehen davon aus, dass Vererbung die gleiche Bedeutung für transgenerationale Übertragung habe wie Zellteilung oder zelluläre Vererbung, weil diese immer als identisch angesehen wurden. Man hat dann die auf der Ebene der Zellteilung beobachteten epigenetischen Mechanismen auf der transgenerationalen Ebene gesucht und auch gefunden. Gleichzeitig wissen

¹ Eine zentrale Frage wäre hier auch, welche Rolle die nicht-körperlichen transgenerationalen Effekte dabei spielen und in welchem Verhältnis sie zu anderen transgenerationalen Effekten stehen. Aber diese Frage werde ich an dieser Stelle ausklammern.

wir, dass Beispiele für tatsächliche transgenerationelle Übertragung von Eigenschaften bei Tieren durch DNA-Methylierung, Histon-Modifikationen usw. relativ selten sind. Es gibt dafür jedenfalls nicht mehr, wenn nicht sogar viel weniger Beispiele als für die Übertragung über andere physiologische Systeme, wie insbesondere das Immunsystem. Und dennoch sitzen wir hier und diskutieren epigenetische Vererbung.

Aus der Diskussion

Regine Kollek: Doch selbst wenn wir, wie Sie sagen – und ich stimme dem durchaus zu –, seit etwa 30 Jahren die Mechanismen der Vererbung des Differenzierungsstadiums einer Zelle von einer Zellgeneration auf die andere kennen, so ist das doch keineswegs trivial. Wenn man sich mal überlegt, was wir heute über RNA-Interferenz, Histon-Modifikation, DNA-Methylierung oder auch gradiente Strukturinformationen in der Zelle – und was die Epigenetik sonst noch ausmacht – wissen, dann wäre doch die Möglichkeit, das ein bisschen besser zu verstehen und untersuchen zu können, dem Bereich des Nichttrivialen zuzuordnen. Wie die Zellvererbung funktioniert und auch wie das Zusammenspiel zwischen vertikaler und horizontaler Informationsübertragung funktioniert, finde ich hinreichend interessant und relevant. Auch wenn ich Ihnen in anderen Punkten natürlich zustimme.

Ohad Parnes: Natürlich hat die Debatte um »epigenetische« Vererbung etwas gebracht. Selbst wenn sie nur gebracht hat, dass auch andere Arten nicht-genetischer Weitergabe von Eigenschaften rehabilitiert worden sind, apropos Kammerer etc., dann ist das schon viel. Ich würde auch vermuten, dass Sie recht haben und dass man tatsächlich, wenn man da weiterforscht, feststellen wird, dass das, was z. B. unter den Stichworten Programmierung und Reprogrammierung diskutiert wird, mit anderen physiologischen Systemen zusammenhängt. Denn *wer* programmiert, *wer* löscht da eigentlich? Das ist vermutlich die nächste Ebene, die in den Fokus der Forschung gerät. Und dann wird man eventuell auch zu etwas komplexeren Vorstellungen von transgenerationeller Übertragung kommen.

Jörg Thomas Richter: Vielleicht hilft es aber auch, Epigenetik mit Harold Bloom als eine Art *misreading* zu verstehen, wo es darum geht, genetische Vererbung besser misszuverstehen: wo also die Ränder und Grenzen der Vererbung thematisiert werden können, wie sie durch die Genetik sichtbar geworden sind, und zwar im Sinne der Passgenauigkeit zu den eigenen Denkstilen. In der Epigenetik konvergieren so viele Phänomene und Diskurse unter einem Titel, dass man leider wieder damit beginnt, Epigenetik auf eine vereinfachte Definition festzulegen, und dies sowohl in der Molekularbiologie als auch im Bereich des öffentlichen Diskurses und bei vielen kulturwissenschaftlichen Kollegen.

Ohad Parnes: Als ich angefangen habe, mich mit Epigenetik zu beschäftigen, war ich sehr begeistert davon, endlich über andere Arten von Vererbung zu sprechen. Inzwischen bin ich mir aber nicht sicher, ob es nicht klüger ist, den Begriff »Vererbung« ausschließlich im klassischen Sinne, also als genetische Vererbung zu verwenden. In diesem klassischen Sinne stand Vererbung für etwas Distinktes: für die Übertragung von Leben. Die Epigenetik beschäftigt sich jedoch mit Phänomenen, für die Vererbung als Konzept von Übertragung, im Sinne der Übertragung von Genen bzw. DNA, nicht mehr taugt. Womöglich führt es uns gerade in die Irre, wenn wir weiter versuchen, das als Vererbung zu verstehen, was z. B. bei der Interaktion zwischen dem Immunsystem der Mutter und dem Immunsystem des Embryos auf der Genom-Ebene passiert.

Jörg Thomas Richter: Also das war einer der Gründe, weswegen wir an dem Verfahrensbegriff interessiert waren. Eine der Konvergenzen dieses Denkkollektivs bzw. Denkstils der biomedizinischen Forschung ist die Einigung auf grundlegende Verfahrenstechniken, zu denen die Verschaltung bioinformatischer Auswertungsverfahren mit epidemiologischen Datenbanken aus der Wertewandelforschung, der Demografie-Forschung etc. gehört.² Diese Verfahrenstechniken wendet jetzt auch die Epigenetik bei der Analyse molekularer Effekte auf der Genom-Ebene an. Und darin trifft sich vielerlei: Genetik, Metabolik, Demografieforschung etc. und eben auch Epigenetik.

Vanessa Lux: Vielleicht ist es gerade Teil des Erbes der Epigenetik, dass sie in der Vererbungs-Debatte verortet ist. Weil die ganze Frage, was in der Zelle passiert, kurz vor 1900 und gerade auch bei Weismann ganz eng mit diesen Fragen von Evolution und Vererbung, mit der Debatte zwischen Lamarckismus und Darwinismus und der Vererbung erworbener Eigenschaften verbunden war. Der wissenschaftliche Versuch, diese Fragen um die Evolution und die Entstehung von Arten aufzuklären, ist bis heute eng mit genau dieser ursprünglichen Verortung von Vererbung in der Zelle bzw. der darin angelegten Gleichsetzung von sexueller Reproduktion mit Zellreproduktion verbunden. Weismann diskutiert die Bedeutung seiner Vererbungskonzeption für die Evolutionstheorie. Und auch bei ihm kommt schon die Frage der Determinanten, also die Frage der molekularen Träger der Vererbung mit ins Spiel. Die Epigenetik kann sich von beidem bis heute nicht freimachen. Und das sind ja genau die zwei Themen, die immer sofort hochkommen: die Lamarckismus-Debatte und die Frage nach den molekularen Trägern. Das sind auch die zentralen Streitpunkte in der Debatte um epigenetische transgenerationelle Effekte. Dahinter steht der Anspruch, eine molekulare Kette der Übertragbarkeit nachzuweisen, der bereits bei Weismann die Fragerichtung bestimmte. Das ist eine Kontinuität in der Debatte, die vielleicht auch genau dieses Phänomen »Epigenetik« ausmacht. Ich frage mich, ob man nicht, statt von einem epigenetischen System auszugehen, erstmal die Frage stellen müsste, wie man denn überhaupt diese ganzen verschiedenen molekularen Mechanismen im Physiologischen trennt? Das betrifft auch die möglicherweise als nächstes ins Zentrum des Forschungsinteresses rückende Frage nach den Wechselwirkungen, die schon angesprochen wurde.

Jörg Niewöhner: Ich wollte nur nochmal eine Lanze brechen für den Blick auf Verfahren, der jetzt immer wieder angeklungen ist. Ich glaube, dass es gerade im deutschen Diskurs immer den Blick auf diese Debatte gibt der danach fragt, was daran jetzt neu oder nicht neu ist, ob es Vererbung ist oder lamarckistisch. Ich würde da nochmal so Begriffe stark machen wollen, wie »Biomedizinische Plattform«, weil man die Frage danach, was die Epigenetik eigentlich Neues gebracht hat, nicht nur auf der konzeptionellen Ebene verorten kann. Wir müssen auch diskutieren, was konkret in der Forschung passiert. Wo wird da investiert? Bringt das neue Technologien? Wer arbeitet da mit wem zusammen? Da würde sich zum Beispiel zeigen, dass der Mainstream der Epigenetik genau dieselben Verfahren nutzt wie die Genomforschung. Die werden ein bisschen adaptiert, aber es sind letztlich die bekannten Hochdurchsatztechnologien, Mikroarrays etc. Bezüglich der Technologien ist die Epigenetik also wenig innovativ. Andererseits öffnet sie viele Nischen, wo die Fallzahl in den Studien, das N, kleiner sein darf. Dadurch entstehen zum einen ganz neue Kooperationen, zum anderen funktioniert hier aber die Adaption der Technologien nicht hundertprozentig, was auch wiederum aufmerksam auf die Schwachstellen insgesamt macht. Es ist wichtig, auf die Ebene der konkreten wissenschaftlichen Praxis zu schauen, um herauszufinden, was da eigentlich passiert, was vorher nicht so war. Ob wir das dann hinterher als Revolution oder als Paradig-

² Vgl. hierzu den Beitrag von Susanne Bauer in *Interjekte* 3/2012 (<http://www.zfl-berlin.org/interjekte-detail/items/kulturelle-faktoren-der-vererbung.html>).

menwechsel bezeichnen, ist eine ganz andere Frage.

Vanessa Lux: Also ich glaube das, woran z. B. Christoph Bock arbeitet, die mathematische Modellierung von molekularen Interaktionsprozessen auf der Grundlage von Genexpressionsmustern spezifischer Zellgruppen,³ macht schon so etwas wie einen nächsten Schritt auf der technologischen Seite aus. Ohne die computerbasierte Modellierung dieser Massen an Daten ist deren Auswertung nämlich nicht mehr möglich. Damit bewegen sich aber Epigenetik bzw. Epigenomik, aber auch Genetik bzw. Genomik in Richtung systemischer Biologie. Diese Notwendigkeit der Modellierung hat durchaus eine neue Qualität gegenüber der Suche nach primären Kausalketten, die der Mikroarray-Technologie ursprünglich zugrunde lag.

Jörg Niewöhner: Aber ist das etwas, was aus der Epigenetik kommt, oder ist das etwas, was sich durch das Entstehen und das prominent werden der Bioinformatik in verschiedenen Feldern durchsetzt?

Vanessa Lux: Ich glaube, die Epigenetik bildet – und hier hat sie dann vielleicht doch Modellcharakter – eine Heuristik, um die Datenmenge zu strukturieren, die mit den heutigen technischen Verfahren erhoben werden können. Epigenetik wird als weiteres System gefasst, ob nun als weiteres physiologisches oder als weiteres Vererbungssystem, dem wir einen bestimmten Teil der Daten zuordnen können. Dadurch lassen sich die Datenmassen sortieren und damit konzeptionell reduzieren. Und ähnlich wie damals bei der Genetik ermöglicht dieser konzeptionelle Reduktionismus überhaupt erst die gezielte Isolierung und experimentelle Untersuchung dieser Phänomene.

Regine Kollek: Ich möchte noch etwas zu der Frage sagen, ob Genetik Vererbungslehre ist. Genetik ist Chromosomen- und DNA-Lehre und vielleicht Stammbaumrekonstruktion. Das war der Punkt, an dem sich in den 1920er und 1930er Jahren die Entwicklungsbiologie von der Mendel- und Morgan-Genetik gelöst hat und Vererbung als Übertragung von DNA verstanden wurde. Insofern kann es aber sinnvoll sein, einen ganzheitlichen Begriff von Vererbung zu reaktivieren und sich nach 80 Jahren molekularer Genetik die anderen physiologischen Systeme anzuschauen. Da ist es dann auch sinnvoll, auf die Techniken zu gucken, die jeweils verfügbar sind. Die Entwicklungsbiologie und die Embryologie waren auch technisch an ein Ende gelangt.

Ohad Parnes: Noch etwas, was übrigens Sebastian Schuol schon in seinem Vortrag angesprochen hat:⁴ Bei Vererbung, egal in welcher Form, geht man immer davon aus, dass sie von Eltern auf Nachkommen stattfindet. In diesem neuen Konzept von Vererbung gibt es Vererbung auch innerhalb eines Lebenslaufs. Streng genommen passiert irgendwas in einem bestimmten Punkt im Leben, das auf die genetische Aktivität der Zelle oder auf den Organismus 30 Jahre später wirkt. Sollen wir das immer noch Vererbung nennen?

Astrid Mach-Aigner: Also wenn Sie die Frage nach der Bedeutung der Epigenetik für Vererbung aufwerfen, so würde ich aus meiner Sicht sagen – aber das entspricht eher einer Meinung als einer Tatsache – dass sie relativ bedeutungslos ist. Das zeigt sich ganz deutlich bei Krankheiten. Das Thema »Krebs« wurde schon einige Male angesprochen. Dort können sie natürlich nur in die Epigenetik eingreifen, in

³ Vgl. den Beitrag von Christoph Bock in *Kulturen der Epigenetik: Vererbt, codiert, übertragen*, hgg. v. Vanessa Lux und Jörg Thomas Richter, Berlin 2014.

⁴ Vgl. auch den Beitrag von Sebastian Schuol in *Kulturen der Epigenetik: Vererbt, codiert, übertragen*, hgg. v. Vanessa Lux und Jörg Thomas Richter, Berlin 2014.

die Genetik können sie nicht mehr eingreifen. Deshalb ist alles Eingreifen auch nur ein Hinausschieben des Todesurteils, auch wenn das für den Einzelnen natürlich einen immensen Unterschied macht. Dennoch macht dies ganz deutlich: Es klingt nicht schön, wir wollen es möglicherweise alle nicht hören, aber Vererbung ist primär Genetik.

Sebastian Schuol: Dass jetzt von Vererbung innerhalb der Lebensphase eines Individuums, von intraindividuelle Vererbung die Rede ist, finde ich auffällig. Das fügt sich in die Debatte um Reduktionismen in der Evolutionstheorie. Entwicklung wurde wegreduziert aus der Evolutionstheorie zugunsten der Vererbung. Wie stark das in uns drin ist, zeigt sich auch hier wieder. Wir sind mitten in der Entwicklung und reden immer noch über Vererbung. Doch versuchen Sie es mal umzudrehen, versuchen Sie das Ganze mal in der Entwicklungskategorie aufzulösen, die Vererbung als Entwicklung zu verstehen. Das ist eine interessante Inversion.

Ohad Parnes: Man kann das nach vorne denken und von Selbst-Vererbung sprechen. Man kann alles in Entwicklung auflösen. Aber die Frage lässt sich auch andersherum stellen: Ab wann können wir von Vererbung sprechen? Beim Embryo ist es schon zu spät. Bei der befruchteten Eizelle ist es auch zu spät. Man könnte meinen, die Differenzierung zwischen somatischen Zellen und Eizellen ist der Moment, ab dem man von Vererbung sprechen sollte. Aber vielleicht ist auch das schon zu spät und wir müssen vor dieser Differenzierung ansetzen, bei den noch nicht differenzierten Eizellen. Also die Frage ist: Ab wann sagen wir, dass eine Generation etwas auf eine andere Generation überträgt und wann nennen wir das Vererbung? Seit 100 Jahren gab es eine klare Vorstellung, wo sie anfängt und wo sie endet. Aber die Grenzen sind verschwunden.