

Das Genom als Quelle-Katalog

Was ist ein Genom? Was leisten Gene, was leisten sie nicht? Um sich an der öffentlichen Diskussion beteiligen zu können, bedarf es einerseits eines gewissen grundlegenden *Tatsachenwissens*. Andererseits können Metaphern dazu beitragen, die biologische *Bedeutung* von Genen und Genomen besser verständlich zu machen.

Zweierlei beabsichtigt dieser Beitrag: erstens einige grundlegende Fakten aus Biologie und Genetik ins Gedächtnis zu rufen, um der Gefahr zu entgehen, in den Stil jener Fernsehsendungen oder Artikel abzudriften, die in regelmäßigen Abständen dazu beitragen, den Grad allgemeiner Desinformation aufrechtzuerhalten oder, schlimmer noch, wiederherzustellen – wenn zum Beispiel das Klonen des Schafs Dolly oder neurochirurgische Eingriffe irrigerweise unter dem Oberbegriff „Gentechnik“ verhandelt oder therapeutisches Klonen und Gentechnologie durcheinander gebracht werden; zweitens mit Hilfe einer neuen Metapher zu verdeutlichen, was das Genom ist und leistet bzw. was es nicht ist und nicht leistet.

DNA als Erbmateriale

Spätestens seit dem Neolithikum, also seit dem Betreiben von Ackerbau und Viehzucht, haben die Menschen eine Ahnung davon, daß es irgendwelche Mechanismen gibt, nach denen sich Pflanzen und Tiere entwickeln – Mechanismen, die verborgen sind, die der Mensch aber trotzdem beeinflussen kann, nämlich durch Züchtung. Auch wenn man damals noch keine Ahnung von der Beschaffenheit der Gene hatte: Mit der Züchtung von Vieh und Pflanzen begann der Mensch, bewußt in die „vorgegebene Schöpfung“ einzugreifen und sie gezielt und gewollt abzuwandeln.

Eine eigene Wissenschaft von der Vererbung entstand aber erst in der späten Neuzeit: die Genetik, die sich um genauere Vorstellungen von den Erbinformation tragenden Elementen, den Genen, bemüht¹. Die Arbeiten von Gregor Mendel über die Genetik der Erbse (*Pisum sativum*) 1865 waren grundlegend, allerdings ihrer Zeit voraus. Sie wurden vergessen und erst 1900 wiederentdeckt. Gegen Ende des 19. Jahrhunderts erkannten Biologen, daß die Chromosomen Träger der Erbinformation sind. Bis in die 40er Jahre des 20. Jahrhunderts wurde im Anschluß an Mendel das Gen definiert als ein „Faktor“ im Erbmateriale, der

während der Meiose (Reifeteilung) als Einheit segregiert und eine bestimmte phänotypische Eigenschaft hervorruft.

Der entscheidende Durchbruch kam 1953 mit dem DNA-Modell von James Watson und Francis Crick, der DNA-Doppelhelix. Damit wurde klar, daß die genetische Information für sämtliche *Biomoleküle* direkt oder indirekt im *linearen* Doppelmolekül DNA gespeichert ist, das aus nur vier unterschiedlichen Grundbausteinen (Nukleotiden) aufgebaut ist. Wesentliche Charakteristika des DNA-Modells sind, daß die DNA aus *zwei* Polymeren besteht; daß diese *anti-parallel* angeordnet sind und *komplementäre* Basenpaare bilden.

Doppelstrang-Natur und Komplementarität zusammen bilden die Grundlage der genetischen Informations*vererbung*: Da beide Stränge Nukleotidfolgen enthalten, die komplementär zueinander sind, tragen beide Stränge letztlich die gleiche Information: Wenn man also beide Stränge trennt, kann jeder von beiden als Matrize zur Ergänzung des (fehlenden) komplementären Partnerstranges benutzt werden. Damit ist sichergestellt, daß bei der Zellteilung jede der beiden Tochterzellen dieselbe genetische Ausstattung bekommt wie die Mutterzelle. Soweit zur Rolle der DNA als „Erbmaterial“.

Für den *aktuellen* Lebensvollzug von Zelle und Organismus aber ist nicht die DNA entscheidend, sondern es sind die Proteine (und ihre Produkte). Erst Jahre, nachdem bekannt war, daß das Erbmaterial aus DNA besteht, wurde klar, wie DNA und Proteine zueinander vermittelt sind.

Genexpression

Der genetische Informationsfluß (Expression) läuft von der DNA über die mRNA zum Protein. Die DNA-Sequenz wird in eine RNA-Sequenz umgeschrieben (transkribiert), die sogenannte „messenger-RNA-Sequenz“ (mRNA) wird in eine Aminosäuresequenz übersetzt (translatiert)². Produkte der Genexpression sind immer nur RNA- und Aminosäuresequenzen. Genau genommen steuern Gene also niemals Verhalten oder Eigenschaften. Aminosäuresequenzen falten sich zu Proteinen; Proteine können zum zellulären Geschehen beispielsweise von Nervenzellen beitragen; und Nervenzellen können zum Beispiel an der Verhaltenssteuerung mitwirken. Nochmals: Gene kodieren also niemals für Verhalten, sondern immer nur für RNA- bzw. Aminosäuresequenzen. Allerdings kann das Vorhandensein oder Nichtvorhandensein bestimmter Proteine für die betreffende Zelle zu folgenschweren Veränderungen führen. Solch eine veränderte Nervenzelle kann zu verändertem Verhalten beitragen.

Viele solcher indirekt verhaltensrelevanter Proteine wirken sich nicht nur auf *eine* Verhaltensweise aus, sondern sind in mehrere Verhaltensweisen involviert. Und die zelltypischen Eigenschaften hängen im Regelfall nicht nur von einem,

sondern von mehreren charakteristischen Proteinen, also Genen ab. Die Aufklärung solcher polygen beeinflusster Eigenschaften ist erheblich schwieriger als die Aufklärung monogen beeinflusster Eigenschaften.

Bei der Genexpression wird nicht die gesamte DNA transkribiert, sondern nur solche DNA-Abschnitte, die genetische Information tragen. Gesteuert wird die Transkription über einen DNA-Abschnitt, der dem transkribierten Genabschnitt vorgelagert ist, dem sogenannten Promotor, und anderen genregulatorischen DNA-Abschnitten. Jedes Gen enthält klassischerweise also zwei Bereiche: DNA-Abschnitte mit regulatorischer Funktion und kodierende Sequenzen. Dies zu verstehen, ist entscheidend wichtig, um die Regulation der Genexpression und damit die „Macht der Gene“ korrekt einschätzen zu können.

Regulation der Genexpression

Ein vielzelliger Organismus wie der Mensch besteht aus ca. 10 Billionen Zellen. Jede dieser Billionen Zellen (exakter: fast jede) enthält genau die gleichen Gene, nämlich alle. Wie aber kommt es, daß sich beispielsweise eine Leberzelle von einer Nervenzelle unterscheidet? – Dadurch, daß in Leberzellen andere Gene als in Nervenzellen exprimiert werden. Mehr noch: In Leberzellen werden unter Hungerbedingungen andere Gene exprimiert als nach einer Mahlzeit. Je nach Zellspezifität und nach unterschiedlichen Lebenssituationen müssen unterschiedliche Gene exprimiert werden. Die Genexpression muß also reguliert werden. Die Kontrolle der Genexpression geschieht durch regulatorische Proteine, die im Promotorbereich oder an anderen regulatorischen DNA-Abschnitten vor oder hinter dem Gen binden und dadurch die Transkription ermöglichen oder blockieren.

Neben der Transkriptions-Regulation gibt es weitere Regulationsmöglichkeiten (zum Beispiel beim Spleißen oder bei der Translation). Die Synthese eines funktionellen Proteins kann also auf verschiedensten Ebenen kontrolliert werden. Die wichtigste Regulationsebene aber ist die Regulation der Transkriptions-Initiation.

Auf all diesen Kontrollebenen und -schritten sind Proteine beteiligt. Diesen Zusammenhang zu verstehen ist wiederum wichtig. Grob vereinfacht kann man das Verhältnis von DNA und Proteinen so darstellen: Einerseits bestimmen die DNA-Sequenzen der Gene die Reihenfolge der Aminosäuren in den Proteinen, andererseits kontrollieren regulatorische Proteine, welche Gene wann und wo exprimiert werden. Die Aktivität der regulatorischen Proteine hängt nun aber häufig nicht nur von deren Vorhandensein ab, sondern oft auch vom Einfluß weiterer inner- oder außerzellulärer Faktoren. Hier hat man es mit hochkomplexen Regulationsnetzwerken zu tun, die aufzuklären weit aufwendiger sein wird als die Sequenzierung von Genomen.

Sind Lebewesen genetisch determiniert? „Rein genetisch“ ist im Organismus streng genommen *nichts* determiniert. Gene determinieren, welche RNA- und Aminosäuresequenzen synthetisiert werden *können*. Ob aber ein Gen, *wann*, *wo* und *wie stark* es exprimiert wird, wird – vermittelt durch regulatorische Proteine – von seiner „Umwelt“ (im weitesten Sinn) gesteuert: einmal durch seine *intrazelluläre* Umwelt, dann durch seine *interzelluläre* Umwelt, sodann durch die *interorganismische* Umwelt (d. h. die Umwelt im normalsprachlichem Sinn).

Gibt es „artspezifische“ Gene? Gibt es Gene, die zum Beispiel nur beim Homo sapiens vorkommen und die die biologische „differentia specifica“ des Menschen ausmachen? Es gibt keine „artspezifischen“ Gene in dem Sinn, daß ein bestimmtes Gen nur beim Menschen vorkommt und sonst nirgends. Praktisch alle Gene gibt es in gleicher oder ähnlicher Form bei verwandten Arten, d. h. es gibt artspezifische Gen-*Varianten*. Das genetisch Spezifische des Menschen liegt also nicht darin begründet, daß er soundsoviele artspezifische menschliche Gene hat, sondern es liegt vor allem im kombinatorischen Effekt der kleinen Unähnlichkeiten all der Gene begründet, die er beispielsweise mit dem Schimpanse gemeinsam hat.

Der Begriff des Genoms

Faktisch wird das Wort „Genom“ in vier unterschiedlichen Bedeutungen verwendet:

1. Im strikten Sinn bezeichnet das Wort „Genom“ die Gesamtheit der Gene einer *Zelle*³. Das Genom höherer eukaryontischer, also durch einen typischen Zellkern charakterisierter Zellen ist im Regelfall diploid, d. h. jede Zelle verfügt über zwei Chromosomensätze: einen vom Vater und einen von der Mutter. Dementsprechend liegt jedes Gen in zwei Allelen (Zustandsformen) vor. Die beiden Allele können gleich oder unterschiedlich sein.

2. Davon abgeleitet bezeichnet das Wort „Genom“ die genetische Gesamtinformation eines *Organismus*⁴. Im allgemeinen ist die genetische Gesamtinformation eines vielzelligen Organismus gleich der Gesamtinformation jeder seiner Zellen. Normalerweise enthalten (fast) alle Zellen eines vielzelligen Organismus die gleiche genetische Information.

Anders ist es im Fall von Chimären, beispielsweise chimärer Tiere, die dadurch entstehen, daß mehrere genetisch unterschiedlich ausgestattete frühe Embryonen, etwa zwei Achtzeller, zu einem Embryo fusionieren. Dann ist das daraus hervorgehende Tier aus zwei genetisch unterschiedlich ausgestaffierten Zellpopulationen zusammengesetzt. Schlagzeilen machte vor ein paar Jahren ein Fusionsprodukt aus Schaf und Ziege, eine sogenannte „Schiege“.

3. Das Wort „Genom“ kann – auch bei Organismen mit diploidem Genom – auf den haploiden Chromosomensatz bezogen werden⁵, etwa wenn man von der Sequenzierung „des menschlichen Genoms“ spricht.

Die Rede von „dem menschlichen Genom“ ist unpräzise und dazu angetan, bei biologischen Laien den irrigen Eindruck hervorzurufen, daß die gesamte DNA-Sequenz in allen Menschen gleich ist. Oder es kann der irrige Eindruck erweckt werden, daß es eine bestimmte spezies-spezifische „Idealsequenz“ gibt, von der die Sequenzen konkreter individueller Organismen mehr oder weniger stark „abweichen“.

4. In einem unpräzisen Sinn wird das Wort „Genom“ gelegentlich auch auf den Genpool einer Spezies angewandt⁶. In dieser Verwendung umgreift der Begriff „Genom“ die Gesamtheit aller genetischen Informationen einer Spezies, somit auch sämtliche Allele.

Für den anthropologisch-ethischen Zusammenhang interessiert das Wort „Genom“ allein im zweiten Sinn: die genetische Gesamtinformation eines individuellen Organismus. Denn für den individuellen Organismus sind diejenigen und nur diejenigen Allele von Bedeutung, die in seinen Zellen exprimiert werden. Daß es zu einem gegebenen Gen im Genpool der Spezies noch ganz andere Allele gibt, ist für den betreffenden individuellen Organismus völlig irrelevant. Charles Darwin verfügt nicht über „das menschliche Genom“, sondern nur über sein eigenes individuelles Genom. Ob es andere Lebewesen mit gleichen, ähnlichen oder unähnlichen Genomen gibt, ist für die biologische Biographie des Individuums Charles Darwin ohne Bedeutung. Es können nur solche Gene oder Allele exprimiert und damit wirksam werden, über die der individuelle Organismus *aktuell* verfügt. Gene oder Allele, über die der individuelle Organismus nicht verfügt, können auch nicht wirksam werden. Individuelle Eigenschaften und Verhaltensweisen werden, wie oben dargelegt, keineswegs durch das individuelle Genom determiniert. Allerdings *begrenzt* das individuelle Genom die individuellen Entwicklungs-, Eigenschafts- und Verhaltens*möglichkeiten* des Individuums. Das individuelle Genom begrenzt die „aktive Potenz“ (im scholastischen Sinn).

Diese Feststellung macht eine Bemerkung zum Begriff der „Erbkrankheit“ erforderlich. Unter biologischer Rücksicht ist der Begriff der „Erbkrankheit“ problematisch. Biologisch gesehen, gibt es genetische Variationen – Variationen, die die Darwin-Fitness⁷ eines individuellen Organismus steigern oder mindern und an denen die natürliche Selektion ansetzen kann. Anders als im Fall einer Infektion oder eines Unfalls, wo der Organismus durch ein äußeres Prinzip an seiner Entwicklung gehindert wird, also daran gehindert wird, seine individuelle genetische Potenz zu aktuieren, aktuiert der Organismus im Fall einer sogenannten „Erbkrankheit“ die „Potenzen“ seines ureigensten Genoms.

Eine neue Metapher für das Genom

Ein beliebter Sport unter Biologen ist es, sich Metaphern für das Genom auszudenken⁸. So kann man lesen, die DNA sei „das Lebensmolekül schlechthin“, sie sei „der Gral des Lebens“, „der Faden des Lebens“ (so ein Buchtitel von E.-L. Winnacker), das „Alphabet des Lebens“ (so ein Buchtitel von M. Ridley). Unübertroffen aber ist Max Delbrück, der allen Ernstes die Ansicht vertreten hat, die DNA repräsentiere exakt jene Größe, die Aristoteles als „den unbewegten Beweger“ bezeichnet hat⁹. Dem ist entgegenzuhalten: Für Funktion und Lebensvollzug der Zelle ist die DNA in gewissem Sinn sogar relativ unwichtig. Die DNA ist nur *eine* Komponente in der Genexpression, und Genexpression ist nur *eine* Komponente im Lebensvollzug der Zelle und des Organismus.

Harmloser und realistischer ist die oft verwendete Metapher vom Buch: Das Alphabet des Buches besteht aus 26 Buchstaben, das „Alphabet“ der DNA aus vier Nukleotiden. Dem Wort im Buch entspricht in der RNA das Triplet aus drei Nukleotiden. Dem Satz im Buch entspricht in der DNA der kodierende Bereich eines Gens. Dem Buch als der Gesamtheit aller Sätze eines Buchs entspricht das Genom als Gesamtheit aller Gene eines Individuums.

Wenn das Genom mit einem *bestimmten* Buch verglichen wird, dann auffällig oft mit der Bibel. Während der Vergleich mit einem Buch durchaus sinnvoll ist, erscheint mir der Vergleich mit der Bibel problematisch, weil er „Heiligkeit“ oder „Ehrfurchtgebietendes“ insinuiert. Dieser Tendenz, dem Genom die Qualität des Sakralen zu verleihen, möchte ich entgegenwirken. Ich wähle für das Genom eine profane Metapher: Mit dem Genom ist es wie mit einem Quelle-Katalog. Abgesehen von der Profanität hat die Metapher vom Genom als Quelle-Katalog noch weitere Vorzüge.

Dies verdeutlicht folgender Vergleich: Ein Student lebt in einem Mietshaus, in einer Wohngemeinschaft zusammen mit einem Mitbewohner. Sein gesamtes Inventar, alle Gebrauchsgegenstände vom Bett bis zur Zahnbürste, vom Bildschirm bis zur Taschenlampe – alles stammt vom Versandhaus Quelle. Gesetzt den Fall, er hat alles, was er braucht, und er hat außerdem vorgesorgt und Gebrauchsgegenstände einschließlich Batterien, Glühlampen usw. auf Vorrat gekauft: Braucht er dann den Quelle-Katalog? Das kommt darauf an: Wenn der Student alles, was er im kommenden Jahr braucht oder brauchen wird, auf Vorrat hat, braucht er den Katalog nicht, er ist komplett überflüssig. Er braucht ihn erst, wenn er Dinge nachbestellen muß; oder wenn er irgend etwas verändern, beispielsweise ein Zimmer neu einrichten will. Dann greift er zum Katalog.

Einige Hinweise zur Interpretation: Der Katalog steht für das Genom, die einzelnen Abbildungen und Beschreibungen darin für die einzelnen Gene. Gesetzt, eine Zelle hat sämtliche RNAs, Proteine usw., die sie zum Leben braucht und in nächster Zeit brauchen wird: Braucht sie dann das Genom? Betrachten wir dazu

zum Beispiel Erythrozyten, also rote Blutkörperchen. Die Vorstufen der reifen Erythrozyten (Erythroblasten, Reticulozyten) enthalten DNA. Mit ihrer Hilfe werden sämtliche RNAs und Proteine gebildet, die die reifen Erythrozyten brauchen. Sobald sie alle RNAs und Proteine synthetisiert haben, die sie zum Leben brauchen, ist deren Genom funktionslos. Deshalb wird es – gegen Ende der Erythrozytenreifung – abgebaut. Wenn die Erythrozyten in ihre funktionelle Phase treten, enthalten sie kein einziges Gen mehr. Trotzdem sind sie individuen-spezifisch und leben – und zwar immerhin gut 100 Tage, bevor sie abgebaut werden. Das, was das gelebte Leben der Erythrozyten und generell aller Zellen und Organismen ausmacht, sind nicht die Gene, nicht die DNA, sondern die *Genprodukte*, also RNAs, Proteine und deren Produkte. Eine lebende Zelle ist auch dann noch eine lebende Zelle, wenn sie kein einziges Gen mehr enthält – nur wird sie nicht übermäßig lange leben: Denn um die Verluste des normalen molekularen „turnover“ auszugleichen oder um sich auf neue Stoffwechsel- oder Entwicklungssituationen einzustellen, muß die Zelle neue RNA- und Proteinmoleküle herstellen – und das geht nun einmal nicht ohne DNA.

Was enthält ein Katalog? Er enthält alle Gegenstände, die man bei Quelle bestellen kann. Aber stimmt das? Der Katalog enthält Beschreibungen und Abbildungen der Gegenstände, nicht aber die Gegenstände selbst. Wie aber kann der Katalog dem Studenten von Nutzen sein, wenn er die benötigten Gegenstände doch gar nicht enthält, sondern nur kurze Beschreibungen und Abbildungen mit Bestellnummern und Preisangaben? Jetzt kommt eine weitere Komponente ins Spiel: der Bestellschein. Auf dem Bestellschein sind die Bestellnummern all jener Gegenstände einzutragen, die der Student braucht. Wer füllt den Bestellschein aus? Nicht der Katalog, sondern *der Student* füllt den Bestellschein aus, weil *er* weiß, was er braucht, und weil *er* imstande ist, einen Bestellschein auszufüllen. Wer bringt die Bestellung zu Quelle? Der Student. *Er* setzt sich auf ein Fahrrad – von Quelle – und bringt die Bestellung auf den Weg.

Quelle nimmt die Bestellung entgegen, stellt zum Beispiel die bestellten Möbel zusammen. Nicht der Katalog, sondern die Angestellten von Quelle – allerdings entsprechend den Vorgaben, wie sie im Katalog stehen. Weiß der Katalog, wo in der Wohnung des Studenten der neue Schrank stehen soll? Nein, *der Student* bestimmt, wo der neue Schrank stehen soll.

Was hat bei alledem nun eigentlich der Katalog „getan“? – Nichts. Der Katalog war restlos „passiv“. *Der Student* (und die Angestellten von Quelle) haben etwas getan: Zunächst hat *er* Bedarf festgestellt – nicht der Katalog. Dann hat *er* im Katalog nachgesehen, was unter den Tausenden von Gegenständen, die dort beschrieben und abgebildet sind, *er* denn überhaupt haben will. Dann hat *er* die Bestellnummer auf den Bestellschein übertragen. *Er* weiß, wo die angelieferten Gegenstände hingehören. Und *er* ist es schließlich, der die Gegenstände benutzt – nicht der Katalog.

Im übrigen wird er zeit seines Lebens aus dem Gesamtangebot vermutlich nur einen kleinen Teil benötigen. Den Großteil der dort beschriebenen und abgebildeten Gegenstände wird er nie bestellen. Umgekehrt aber gilt auch: Das, was nicht im Katalog steht, kann er auch nicht bestellen. Beispielsweise die Werke von Immanuel Kant kann er bei Quelle nicht bestellen.

Anwendung auf das Genom

Der Bestellschein, das Quelle-Versandhaus usw. stehen als Bild für die Genexpression, der *Student* in seinem Haushalt steht für die Zelle (oder den Organismus), der *Bestellschein* für die mRNA, die *Gegenstände* für Proteine (oder deren Produkte: Zucker, Lipide usw.). Wichtig ist vor allem, welche Rolle der Katalog, also das Genom im Zusammenspiel der verschiedenen Komponenten spielt und welche Rolle es *nicht* spielt.

Aus dem Gesamtangebot des Quelle-Katalogs wird der Student zeit seines Lebens vermutlich nur einen kleinen Teil bestellen – als Bild für differentielle Genexpression: Es wird immer nur ein kleiner Teil des Genoms exprimiert.

Szenenwechsel: Der Student und sein Mitbewohner lösen ihre gemeinsame Wohngemeinschaft auf, aus *einem* Haushalt werden *zwei* Haushalte. Der Student packt zusammen, da fällt sein Blick auf den Quelle-Katalog. Auf den ist er unter den sich verändernden Umständen existentiell angewiesen, sein Mitbewohner aber auch.

Jetzt macht der Student etwas (und hier beginnt die Allegorie gekünstelt zu wirken): Er nimmt nämlich den Katalog, *er* oder sein Mitbewohner – *nicht* der Katalog sich selbst – und er kopiert ihn im nächsten Copyshop von vorn bis hinten. Damit ist sichergestellt, daß sowohl er als auch sein ehemaliger Mitbewohner bei Bedarf Dinge bestellen kann, die im Katalog beschrieben sind. Die Tatsache, daß in seiner Kopie exakt dasselbe steht wie im Quelle-Katalog seines ehemaligen Mitbewohners, steht nicht im Widerspruch zu der Tatsache, daß es sich nach ihrer Trennung bei seinem Haushalt und beim Haushalt seines ehemaligen Mitbewohners um zwei unabhängige und eigenständige Haushalte handelt. Und selbst wenn es Tausende identischer Quelle-Kataloge gibt, ist damit nichts über die Zahl unabhängiger Haushalte gesagt: Wenn Tausende von Haushalten mit dem gleichen Quelle-Katalog arbeiten, bleiben es doch Tausende unabhängiger und eigenständiger Haushalte.

Umgekehrt: Wenn der Student seinen Quelle-Katalog zum Altpapier wirft und von jetzt an mit einem Neckermann-Katalog arbeitet, dann hört sein Haushalt nicht auf, *derselbe* Haushalt zu sein: Nur die *Eigenschaften* seiner Wohnung, das Inventar, die Möbel dürften über die Jahre hinweg immer mehr Neckermann-Stil annehmen.

Oder auch folgendes Szenario: Mit irgend jemandem macht der Student eine neue Wohngemeinschaft auf, er mit seinem Quelle-Katalog, der neue Mitbewohner mit seinem Neckermann-Katalog. Daß in ihrem gemeinsamen Haushalt zwei unterschiedliche Kataloge zum Einsatz kommen, ändert nichts daran, daß es sich um *einen* Haushalt handelt. Möglicherweise ergänzt der Neckermann-Katalog Defizite des Quelle-Katalogs. Umgekehrt aber kann es natürlich auch sein, daß der Quelle-Tisch und die Neckermann-Stühle irgendwie nicht recht zusammenpassen.

Zur Interpretation: Identische Kataloge in vielen Haushalten, d. h. identische Genome in vielen Lebewesen – Klone also – tangieren nicht das Individuum-Sein ihrer Träger. Wenn *ein* Haushalt mit *zwei* Katalogen operiert, d. h. wenn *ein* Organismus Zellpopulationen mit unterschiedlichen Genomen enthält, also eine Chimäre ist¹⁰, tut das dem Individuum-Sein dieses Organismus keinen Abbruch. Und so wie der Neckermann-Katalog eventuelle Defizite des Quelle-Katalogs ausgleichen kann, so kann es die Gen-Ausstattung eines Organismus bereichern, wenn man fremde Gene einführt; es kann aber auch sein, daß die Genprodukte inkompatibel sind – eine Frage, die im Einzelfall zu klären ist. Und schließlich fungiert das Kopieren des Katalogs als Bild für die Funktion des Genoms als „Erbmaterial“.

Was ist ein Katalog? Ein Katalog ist zunächst einmal nichts weiter als ein dicker Stapel Papier mit Druckerschwärze und viel bunter Farbe. Um in diesem Stapel Papier einen Katalog mit Information zu erkennen, um die Verteilung der Druckerschwärze als Schrift zu entziffern, um die Verteilung der bunten Farbe als Abbildung eines Vorhangs zu dechiffrieren, dazu bedarf es eines kompetenten Benutzers, der lesen und schreiben kann, der ein ganz bestimmtes Wissen über Versandhäuser sowie über damit zusammenhängende Bestell- und Bezahlungsverfahren usw. hat.

Anders ausgedrückt: Ein Katalog für sich allein genommen ist ein völlig sinnloser Gegenstand. Sinn bekommt er nur als Teil eines Haushalts in der Hand eines kompetenten Benutzers; oder noch weiter gefaßt: Sinn bekommt er nur als Teil einer bestimmten Kultur in der Hand einer Gesellschaft kompetenter Benutzer.

Damit komme ich zum entscheidenden Punkt der Metapher vom Quelle-Katalog: Das Genom, d. h. die Gesamtheit der Gene eines Organismus, ist für sich allein genommen biologisch völlig sinnlos. DNA für sich genommen gehört zu den „harmlosesten“ Molekülen der Natur. Biologischen Sinn bekommen Gene nur als Teil der Zelle, in Funktion eines „kompetenten“ Organismus bzw. im weiteren Sinn als *eine* biochemische Komponente der Gesamtbiosphäre.

ANMERKUNGEN

¹ Für einen ersten Überblick über die molekulare Zellbiologie vgl. D. Goodsell, Labor Zelle. Molekulare Prozesse des Lebens (Berlin 1994); für genauere Informationen vgl. B. Alberts u. a., Molekularbiologie der Zelle (Weinheim 1995).

² In der eukaryontischen Genexpression muß die transkribierte RNA noch prozessiert werden, bevor sie zur translatierbaren mRNA wird: Sie muß noch mit einer Cap-Struktur versehen und polyadenyliert werden; vor allem aber muß sie gespleißt werden, d. h. es müssen nicht-kodierende Introns herausgeschnitten werden.

³ Vgl. z. B. R. Wehner u. W. Gehring, Zoologie (Stuttgart 1995) 802.

⁴ Vgl. z. B. N. A. Campbell, Biologie (Heidelberg 1997) 1333; oder Alberts (A. 1) 1548.

⁵ Vgl. Wehner (A. 3) 802.

⁶ So z. B. in T. Shannon, Cloning, Uniqueness and Individuality, in: Louvain Studies 19 (1994) 283-306.

⁷ Mehr zum Begriff der „Fitneß“ in E. Voland, Grundriß der Soziobiologie (Stuttgart 1993) 6 f.

⁸ Mehr zu Metaphern in der Biologie und zum Genom in: E. F. Keller, Das Leben neu denken: Metaphern der Biologie im 20. Jahrhundert (München 1998); L. E. Kay, Who wrote the book of life?: a history of the genetic code (Stanford 2000).

⁹ M. Delbrück, Aristotle-totle-totle, in: Of Microbes and Life, hg. V. J. Monod u. J. Borek (New York 1971) 55.

¹⁰ Zum Begriff der Chimäre vgl. A. 3.