

Rechtlicher Hinweis

© Werner Schneider und den zitierten Autoren bzw. ihren Verlagen.

Das Material wird ausschließlich für wissenschaftliche und unterrichtliche Zwecke zur Verfügung gestellt. Sie sind auf der sicheren Seite, wenn Sie es behandeln wie Material aus einer Bibliothek: danach können Sie bis zu sieben Kopien zum privaten Gebrauch ziehen.

Alle darüber hinausgehenden Verwertungsrechte bleiben unberührt.

Technischer Hinweis

Aus technikhistorischen Gründen sind die Fonts nur für den Ausdruck, nicht jedoch die Bildschirmdarstellung optimiert.

Aber nun viel Spaß und erfrischende Adrenalinschübe!

;-) Werner und die Drachen

Geschichtlicher Abriss der Genetik vor der Molekularbiologie

(343p628) Im letzten Drittel des 19. Jahrhunderts ermöglichten die nun verfügbaren mikroskopischen Techniken große Fortschritte in der Zellbiologie. Zu der höheren optischen Auflösung kamen bessere Schneidetechniken und die selektive Gewebefärbung mittels der neu entdeckten Anilinfarbstoffe. Die mit der Teilung des Zellkerns beginnende ungeschlechtliche Zellteilung war seit den 40-er Jahren des 19. Jahrhunderts bekannt. In den 70-ern zeigten Oskar Hertwig und Hermann Fol für Tiere, und Eduard Strasburger für Pflanzen, "dass sich bei der geschlechtlichen Vermehrung die Kerne der männlichen und weiblichen Zellen vereinigten." Hertwig und Strasburger folgerten 1884, "dass der Zellkern den physischen Träger der Vererbung bildete".

Mitose →Mayr (346p540-542, 598)

(346p541) Drei Hauptphasen Prophase, Metaphase und Anaphase.

(343p628-629) Man erkannte: der Zellkern enthält ein feines Netzwerk, das der Zytologe Walther Flemming (1843-1915) p629 wegen seiner Farbpmpfänglichkeit 'Chromatin' nannte. Bei der Zellteilung zerfällt das Chromatin in eine Anzahl von Fäden, die man 'Chromosomen' nannte. Diese treten in der Regel in 'homologen Paaren' auf, und ihre Anzahl ist für die Art charakteristisch. Bei der Zellteilung erscheinen alle Chromosomen der Länge nach gespalten [*eigentlich: gedoppelt*] am Äquator aufgereiht; die Kernmembran verschwindet, und an gegenüberliegenden Polen des Kerns erscheinen zwei Körnchen, die Centrosomen; von diesen strahlen Plasmafäden zu den Chromosomen-Hälften und ziehen diese auseinander, so dass sie zu den Centrosomen wandern, wo sie zum Chromatin der Tochterzellkerne werden. 1895 [Mayr (346p598): 1885] sprach Karl Rabl die [*in der Folge sehr umstrittene*] Hypothese aus, dass die Chromosomen trotz ihrer Unsichtbarkeit ihre Individualität beibehalten; eine Hypothese, die besondere Bedeutung gewann, als man die Chromosomen als Erbräger auffasste.

Jede Tochterzelle hat nun eine exakte Kopie der Chromosomen-Ausstattung der Mutterzelle!

Meiose (Reduktionsteilung) →auch Mayr (346p543-544,608f)

(343p629-630) Eduard von Beneden beobachtete 1887, dass sich bei der Bildung der Keimzellen während der Zellteilung, die zur Bildung des Eis führt, die Chromosomen nicht der Länge nach aufspalten [*d.h. verdoppeln*], sondern dass sich stattdessen die Chromosomenpaare so trennen, dass die [*'haploiden'*] Tochterzellen nur je eine Hälfte des Chromosomensatzes der [*'diploiden'*] Mutterzelle abbekommt: die so genannte 'Reduktionsteilung' oder 'Meiose'. Die beiden Tochterzellen machen noch dann noch eine normale Mitose durch, jedoch entwickelt sich nur eine der vier Teilungsprodukte zu einer normalen Eizelle, p630 die drei andern verkümmern. Auch die Spermatozoen machen eine Reduktionsteilung und eine Zusatz-Mitose durch, wobei aber alle vier Produkte ausreifen.

Bei der Verschmelzung der Gameten (Befruchtung) vereinigen sich die haploiden Chromosomensätze zur diploiden Zygote, deren Chromosomen dann also zur Hälfte von der Mutter und zur Hälfte vom Vater stammte.

Wilhelm Hofmeister und Strasburger wiesen nach, dass dieses Schema auch für Pflanzen gilt.

(346p608) Strasburger (1884) und Weismann (1887) postulierten die Reduktionsteilung theoretisch, und Oskar Hertwig gab 1890 eine vollständige und richtige Beschreibung der Reduktionsteilung.

"Was genau während der Meiose geschieht..., blieb lange Zeit umstritten. Das einzige, was bald allgemein akzeptiert wurde, war, dass die Oozyten und Spermatozyten, d.h. die Zellen, aus denen schließlich die Eier und die Spermatozoen entste-

hen, dieselbe diploide Chromosomenzahl besitzen wie gewöhnliche Körperzellen“, während die Gameten nur die halbe Chromosomenzahl haben, also haploid sind.

“Während der ersten meiotischen Teilung lagern sich [die von Mutter und Vater stammenden] homologen Chromosomen parallel aneinander“, die so genannte *Synapsis* oder *Syndese*. Was sie dabei trieben – komplexe Schweinereien wie *crossing over* (s.u.) – blieb lange unklar, weil es mikroskopischer Analyse nicht zugänglich war. Die Klärung bedurfte 30 Jahre genetischer Analyse.

(346p⁵⁴³) “Obgleich van Beneden beobachtete, dass genau die Hälfte des Kernmaterials des neuen Individuum vom Vater stammt und die andere Hälfte von der Mutter, stellte er keine Verbindung zwischen seiner Beobachtung und der Vererbung her. Er war kein Theoretiker, und so zog er aus seiner brillanten zytologischen Darstellung nicht die Folgerungen, die auf der Hand lagen. Es waren vier deutsche Biologen, die dies taten, und zwar fast gleichzeitig und unabhängig voneinander, obgleich es vor ihnen bereits [Francis] Galton (1876) getan hatte.

In einer scharfsinnigen Analyse des Vererbungsproblems kam Weismann (1876) zu dem Schluss, das Kernmaterial müsse die Erbsubstanz sein; er bezeichnete sie mit dem Namen ‘Keimplasma’. Vererbung erfolgt durch die Übertragung einer Substanz, die eine definitive chemische und vor allem molekulare Konstitution hat, von einer Generation zur nächsten. Anhand eines Überblicks über die umfangreiche Literatur vorangegangenen 10 Jahre konnte der führende Tierzytologe Oskar Hertwig und der führende Pflanzenzytologe E. Strasburger im Jahre 1884 schlüssig nachweisen, dass nur eine Interpretation möglich sei: Der Zellkern ist der Träger der Vererbung. Sie alle sprachen Haeckel das Verdienst zu, als erster diese Rolle des Zellkerns postuliert zu haben. Hertwig und Kölliker (1885) gingen noch einen Schritt weiter und behaupteten, das tatsächlich wirksame Material im Zellkern sei nichts anderes als die sonderbare Chemikalie, die Miescher aus den Zellkernen isoliert und ‘Nuklein’ genannt hatte. Dies, erklärte Kölliker emphatisch, müsse die materielle Basis der Vererbung sein.

Schließlich wurde auch experimentell nachgewiesen, dass der Zellkern der Sitz des genetischen Materials ist. In einer Reihe ausgeklügelter Experimente zerbrach Boveri (1889) Seeigeleier durch kräftiges Schütteln und stellte fest, dass große Eifragmente ohne Nukleus mit dem Sperma einer anderen, morphologisch völlig verschiedenen Seeigelart (und -gattung) befruchtet werden konnten. Obgleich ein solches haploides hybrides Eifragment lediglich den väterlichen Chromosomensatz im mütterlichen Zytoplasma besaß, entwickelte es normal, allerdings hatten die daraus resultierenden Larven hauptsächlich [!] väterliche Merkmale. Kontrolllarven, die durch gleichzeitige Befruchtung mit den Spermatozoen zweier verschiedener Arten erzeugt wurden, hatte morphologische Merkmale, die intermediär zwischen diesen Arten waren. Hier hatte man den deutlichen experimentellen Beweis dafür, dass tatsächlich der Zellkern die Merkmale eines Organismus bestimmt.”

(346p⁵⁴⁴) “Die nächsten 15 Jahre waren eine Spanne, in der Nägeli, Hertwig, de Vries, Weismann und andere spekulierten. Das zytologische Verständnis war sicher etabliert, aber es kamen keine wichtigen neuen Einsichten mehr hinzu. In der Tat hatte die Kenntnis der Chromosomen und des Zellkerns in den 90-er Jahren des 19. Jahrhunderts eine beachtenswerte Vollkommenheit erreicht. Wilsons grundlegendes Buch *The Cell in Development and Inheritance* (1896;1900) ist ein schlagender Beweis dafür. Die Zeit war gekommen, das schon altehrwürdige Problem der Vererbung erworbener Merkmale im Lichte des neuen zytologischen Wissens zu revidieren.”

(346p⁵⁹⁸⁻⁵⁹⁹)

“Der für die Geschichte der Genetik wichtigste Fortschritt in der Zytologie war in der Zeit vor und nach 1900 die Demonstration der Individualität und Kontinuität der Chromosomen... Die mikroskopische Beobachtung schien die These zu stützen, dass sich die Chromosomen am Ende der Mitose völlig auflösen und zu Beginn eines mytotischen Zyklus neugebildet werden. Dies erklärt, warum erfahrene Zytologen wie Oskar Hertwig und R. Fick (1905;1907) bis weit in die mendelistische Epoche hinein immer noch an dieser These festhielten. Tatsächlich beruhte die entgegengesetzte Hypothese, jedes Chromosom behalte während der Ruhepause des Zellkerns seine Individualität und Identität bei, lediglich auf Indizien; sie ließ sich nicht unmittelbar beobachten.” Rabl (1885) postulierte sie als erster – eine Annahme “auf der Grundlage recht spärlicher Daten”, hauptsächlich gestützt p⁵⁹⁹ auf die artspezifische Konstanz der Chromosomenzahl. Beneden und Boveri beanpruchten später Priorität für diese Schlussfolgerung, wobei Boveri das entscheidenden Beweis beisteuerte.

Kontinuität und Individualität eines Chromosoms “erscheinen uns heute wie zwei Seiten derselben Medaille. In den 90er Jahren des 19. Jahrhunderts war das nicht so. Weismann und andere hatten vorgeschlagen, jedes einzelne Chromosom enthalte die alle Erbeigenschaften einer Art, d.h. er leugnete die Individualität des Chromosoms im mendelschen Sinne. Wenn jedoch ein Chromosom lediglich einen Teil des genetischen Bestandes eines Individuums enthält, dann muss jedes Chromosom von den anderen verschieden sein, d.h. es muss Individualität besitzen...

Der Nachweis der Individualität wurde erbracht, als Montgomery (1901) und Sutton (1902) demonstrierten, dass einige Chromosomen während der Mitose und Meiose individuell erkennbar sind, und dass Chromosomen mit denselben Merkmalen bei jeder Zellteilung immer wieder auftreten. Mehr als das, sie zeigten, dass sich während der frühen Prophase immer zwei ähnliche Chromosomen paarweise nebeneinanderlagern (Synapse), sich jedoch während der Reduktionsteilung wieder trennen. Daraus ergab sich der Schluss, dass der Chromosomensatz einer Art aus Paaren homologer Chromosomen besteht, von denen eines aus der weiblichen ... und das andere aus der männlichen Gamete ... stammt”, wie von Beneden schon 1883 beobachtet.

(346p⁶⁰⁰)

Sutton und Boveri postulierten implizite und explizite, dass die Gene auf den Chromosomen liegen und dass jedes Chromosom seinen eigenen Gensatz besitzt.” Diese von zytologischem Beweismaterial und der unabhängigen Kombination mendelscher Merkmale hergeleitete ‘Sutton-Boveri Chromosomentheorie der Vererbung’ war “gut abgerundet” und “schien alle Fakten der mendelschen Vererbung erklären zu können”.

“Kurioserweise wurde die Bedeutung und universelle Anwendbarkeit [dieser Theorie] zunächst keineswegs anerkannt. Nicht nur Bateson und Goldschmidt lehnten sie ab, auch andere hochqualifizierte Biologen (etwa E.S.Russell) sprachen sich sogar noch 1930 gegen sie aus”, was z.T. von der allzu empirischen Orientierung der Biologie hatte, wie sie etwa der ebenfalls lange Widerstand übende Morgan zu erkennen gab. “Mit der Zeit kam der vollständige Beweis von der Kartierung der Gene.”

Mutationen und Kontinuität des Keimplasmas

(343p⁶³⁰⁻⁶³²)

Hugo de Vries griff die Vermutung Nägelis auf, dass das Keimplasma spontan zu plötzlichen starken Veränderungen fähig sei, und suchte ab 1885 nach dem Vorkommen solcher ‘Mutationen’ p⁶³¹ bei Pflanzen “und fand sie schließlich in ... einer Nachtkerzenart.” Auch W. Bateson (England) und Wilhelm Ludwig Johannsen (Dänemark) suchten nach Mutationen. Bei der Suche nach früheren Arbeiten über Vererbung stieß man schließlich auf Mendels Arbeiten von 1866 und 1869. ⁶³²

“Nun fanden sie ihren Platz unter den Bestrebungen, die Stabilität der Arten, die ‘Kontinuität des Keimplasmas’, zu betonen und von diskontinuierlichen Mutationen zu sprechen, wo Veränderungen vorkamen.”

(343p632-633)

Zwischen 1901 und 1904 wiesen verschiedene Biologen, insbesondere Sutton und Montgomery in Amerika und de Vries und Boveri in Europa darauf hin, “dass das Verhalten der mendelschen Erbfaktoren dem der Chromosomen bei der Keimzellenbildung und Befruchtung entspräche”, und dass in Übereinstimmung mit Weismanns Theorie die Chromosomen Träger der mendelschen Vererbungseinheiten sein müssten. p633 Da es wesentlich mehr Erbfaktoren als Chromosomen gab, “sagte Sutton voraus, dass in einem Chromosom mehrere Erbfaktoren verbunden sein müssten. Dieses Phänomen der Faktorenkopplung entdeckten Bateson und Punnett im Jahre 1906 bei Erbsen.”

(343p633)

Thomas H. Morgan gründete zu Beginn des 19. Jahrhunderts eine “amerikanische Genetikschule, der auch Muller, [Calvin B. Bridges] und [Alfred H.] Sturtevant angehörten.” Ihr Wappentier war die übersichtliche Fruchtfliege (*Drosophila melanogaster*) mit nur vier Chromosomen und zwölf Tagen Entwicklungszeit. “Durch genaue Beobachtungen gelang es Morgan [und Sturtevant, s.u.], die Anordnung und Reihenfolge der Erbfaktoren, der so genannten Gene, im Chromosom zu ermitteln. Eine große Rolle spielte dabei die Theorie des ‘crossing over’, der Überkreuzung homologer Chromosomenpaare, die 1917 von Plough nachgewiesen wurde, und der dadurch erzielte Genaustausch. So war es schließlich Morgan sogar möglich, vollständige Chromosomenkarten der Fruchtfliege herzustellen.”

(346p603)

“Die hervorragender Zusammenarbeit dieser Gruppe [Morgan, Sturtevant, Bridges, Muller an der Columbia-Universität] gehört zu den Legenden der Biologie.” Sturtevant: ‘Es kann in den wissenschaftlichen Labors nur wenige Zeiten und Orte gegeben haben, wo ein solches Klima der freudigen Erregung und ein solcher Rekord an unablässigem Enthusiasmus herrschten. Zu einem großen Teil war dies Morgans eigener Haltung zu verdanken, einer Mischung aus Begeisterung und einem starken kritischen Empfinden, Großzügigkeit, Aufgeschlossenheit und einem bemerkenswerten Sinn für Humor.’

“Innerhalb weniger Jahre hatten Morgan und seine Gruppe alle wichtigen Aspekte der Transmissionsgenetik geklärt. Wo es Bateson, de Vries, Correns, Castle und den anderen frühen Mendelisten nicht gelungen war, die richtigen Antworten zu finden, ja, wo es ihnen de facto nicht einmal möglich gewesen war, die richtigen Fragen zu stellen, konnte die morgansche Gruppe glänzende Erfolge aufweisen. Ein wichtiger Grund dafür war, dass sich Morgan, wenn auch von seiner Ausbildung her Embryologe, sich bewusst auf das Problem der genetischen Übertragung konzentrierte und Fragen der Genphysiologie und Ontogenie beiseiteschob. Statt über Vererbungsgesetze zu spekulieren, suchte er nach Tatsachen und ihren einfachsten möglichen Erklärungen. Er war Empiriker durch und durch.”

Crossing Over und genetische Kartierung

(346p610)

Dass jedes Chromosom Träger vieler Erbmerkmale bzw. vieler Gene war, wurde in Morgans Labor bald bestätigt. Wenn ein Organismus aber nur so viele unabhängige Erbinheiten wie Chromosomen hätte, würde dies für die durch Rekombination erreichbare Vielfalt eine gewaltige Einschränkung bedeuten. “Bei der Untersuchung der F₂-Generation von Hybriden kam de Vries (1903) zu dem Ergebnis, dass die Fülle der Rekombinationen in einem F₂-Hybriden weitaus zu groß war, um mit einer Theorie der vollständigen Koppelung vereinbar zu sein. Er postulierte daher ‘einen [völlig zufälligen] Austausch von Einheiten’ der gepaarten elterlichen Chromosomen während der Prophase I der Meiose... Ein solcher Austausch wurde auch von Boveri (1904) vorhergesagt. Die genetische Analyse bestätigte bald, dass die Koppelung von Genen auf demselben Chromosom nicht

vollständig ist” Bateson, Saunders, Punnett fanden 1905 in einem Experiment mit Zuckererbsen in der F₂-Generation Abweichungen von den ganzzahligen Mendels, die bei völliger Kopplung zu erwarten gewesen wären; also weder Unabhängigkeit der Merkmale noch völlige Kopplung.

(346p⁶¹¹) Als Morgan und Mitarbeiter mit der intensiven genetischen Analyse von *Drosophila* begannen, entdeckten sie bald, dass der Prozentsatz der Koppelungsbrüchen über einen großen Bereich variierte und für jedes Merkmalspaar konstant war. Ein spezieller Fall: Die drei rezessiven Gene für gelbe Körperfarbe (y), weiße Augenfarbe (w) und Stummelflügel (m) liegen bei *Drosophila* auf dem X-Chromosom. Kreuzt man ein Männchen mit diesen drei Genen mit einem normalen Weibchen, erwartet man in der F₂-Generationen das gekoppelte Auftreten der drei Merkmale (y-w-m), also gemeinsam oder gar nicht. Tatsächlich finden man für (y-w) 1,3% Ausnahmen (‘Kopplungsbrüche’), für (w-m) 33,8% und für (y-m) 32,6%.

NB Die Beinahe-Additivität führt bald zur richtigen Interpretation im Sinne eines linearen Abstandes.

Die Zahlen waren zu regelmäßig, um sie einem Zufallsprozess wie dem von de Vries vorgeschlagenen “zufälligen Austausch von Einheiten” zuzuschreiben. “Das Studium der Meiose hatte in den 20 Jahren seit der Pionierarbeit von Boveri und Hertwig enorme Fortschritte gemacht.” In einem der nunmehr entdeckten sechs Unterstadien der Meiose-Prophase I sind die zwei gepaarten homologen Chromosomen “immer noch sehr dünn, aber jedes hat sich in zwei Chromatinfäden (Chromatiden) aufgespalten; man bezeichnet es als das Stadium der Chromosomen-Tetraden. Die zwei Chromosomen bilden wellenförmige Schlingen und überkreuzen einander wiederholt.

Der belgische Zytologe Janssens postulierte (1909), dass bei den vier umeinander geschlungenen Chromatiden je ein väterliches und ein mütterliches Chromatid (Halbchromosom) an einem der Überkreuzungspunkte brechen könnten und sich bei dem erneuten Zusammensetzen der gebrochenen Stücke das väterliche Ende an das mütterliche Ende anlagern würde und umgekehrt. Die zwei anderen Chromatiden blieben unversehrt. Somit würde ein ‘Chiasma’ entstehen..., Janssens Ansicht nach ein Anzeichen für ein Crossing over eines väterlichen und eines mütterlichen Chromatids. Das schließliche Resultat war ein Chromosom, das aus Teilen des mütterlichen und des väterlichen Chromosoms besteht...

(346p⁶¹¹⁻⁶¹²) Der Prozess des Crossing Over ist derart kompliziert, dass es ungefähr 30 Jahre dauerte, bevor endgültig entschieden wurde, welche der verschiedenen konkurrierenden Interpretationen die richtige war... Heutzutage ist jedenfalls zweifelsfrei erwiesen, dass das Crossing Over im Stadium der Chromosomen-Tetraden stattfindet und dass zwei der vier Chromatiden daran ^{p612} beteiligt sind...

Morgan und sein Mitarbeiter A.H.Sturtevant errechneten, dass die durch Crossing Over hervorgerufene Menge an Koppelungsbrüchen dem linearen Abstand von Faktoren auf dem Chromosom entsprach.”

Folgt direkt bei Additivität der Bruchwahrscheinlichkeiten und aus der Annahme, dass der Bruchort (das Chiasma) an jedem Punkt des Chromosoms mit gleicher Wahrscheinlichkeit erfolgt. Daraus ergibt sich direkt die Möglichkeit genetischer Kartierung.

Der damals 19-jährige Sturtevant konnte nun “die Lage und Reihenfolge von Genen auf einen Chromosom berechnen” und 1913 die Chromosomenkarte für das X-Chromosom für *Drosophila melanogaster* publizieren. “Damit war bewiesen, [?] dass die damals für dieses Chromosom bekannten Gene in linearer Reihenfolge auf den Chromosomen angeordnet waren.”

[?] *Bewiesen war es noch nicht durch die Kartierung; es war lediglich eine Hypothese, auf deren Basis diese erst möglich wurde. Diese Hypothese hatte sich hier allerdings erstmals bewährt.*

(343p634-635)

“Crossing over und Umordnung von Chromosomen trugen zur Erklärung des Mischungsvorganges der genetischen Faktoren innerhalb einer Art bei... Allerdings konnten durch diesem Mechanismus keine neuen Eigenschaften entstehen... Trotzdem beobachtete man auch bei der Fruchtfliege Mutationen und führte diese auf Strukturveränderungen der Gene zurück. Dabei waren” 90% der Mutationen letal. 1927 und 1928 fand Muller, dass Röntgenstrahlen bzw. Temperaturerhöhung die Mutationsrate vergrößern. p635 1930 kam Muller “zu dem Ergebnis, dass die Intensität der natürlichen Strahlung auf der Erdoberfläche etwa 500 mal zu klein sei, um die spontane Mutationsrate zu erklären.”

Gene sind nicht die ganze Genetik

Anfänglich hielt man die Gene für unteilbare und unabhängige Faktoren, deren Wirkung völlig unabhängig von Nachbargenen, der Zelle oder gar dem ganzen Organismus sei. “Jedoch fand Sturtevant im Jahre 1925, dass zwei Gene, die dieselbe Eigenschaft hervorriefen, eine viel stärkere Wirkung erzielten, wenn sie auf demselben Chromosom nebeneinander lagen, als wenn sie voneinander getrennt waren.” 1938 stellt Richard Goldschmidt sogar die Hypothese auf, alle Mutationen seien in Wirklichkeit Chromosomenumordnungen, und die Anordnung der Gene insgesamt lege bestimmte Eigenschaften fest, “drang aber mit dieser Ansicht nicht durch”.

“Später erkannte man, dass die charakteristischen Eigenschaften der Lebewesen nicht nur von ihrer genetischen Konstitution abhängen, sondern auch von ihrer Umwelt. Bridges zeigte im Jahre 1928, dass die Eier einer Riesenform der Fruchtfliege sich zu Insekten normaler Größe entwickelten, wenn man den Larven nicht genügend Nahrung zuführte.”

(343p635-636)

Daraus ergab sich Vorstellung, “dass die Gene eher die Entwicklungsvorgänge als die endgültig ausgebildeten Merkmale beherrschten.” Diese “ließ eine fruchtbare Vereinigung der Vererbungslehre mit der Embryologie erhoffen... Die Embryologen waren keineswegs sicher, dass die Faktoren, welche die Entwicklung des einzelnen Organismus bestimmten, ihren Sitz im Zellkern hätten. Einige Embryologen, insbesondere Boveri, Loeb und Jenkinson, gingen sogar so weit zu vermuten, dass die wesentlichen Merkmale, welche Stamm, Klasse, Ordnung, Gattung und vielleicht auch Art festlegten, durch Faktoren bestimmt würden, die dem Zytoplasma angehörten. Dem Kern innewohnende Faktoren sollten lediglich für Eigenschaften der Varietäten und Klassen, wie z.B. die Höhe der Erbsenpflanzen, und vielleicht noch einige Artmerkmale maßgeblich sein.

Diese Auffassung beruhte auf den Ergebnissen der ‘Entwicklungsmechanik’, die gegen Ende des 19. Jahrhunderts p637 von einem Schüler Haeckels, Wilhelm Roux (1850-1924), in Halle begründet wurde.” Die Biologen hätten die Embryonalentwicklung wohl beschrieben, nicht aber seine Ursachen geklärt. Als Methode schlug Roux schlug, die frühesten, nur unter dem Mikroskop sichtbaren Entwicklungsstadien “durch feinste Manipulationen experimentell zu beeinflussen”. Roux entdeckte, dass die erste Furche der Zygote die Symmetrieebene bilateraler Tiere bestimmt; die Furchungsebene wurde durch den Weg des Samens ins Ei bestimmt, und dieser wieder durch Ansammlung von Zytoplasma.

Durch Drehung des Eis in verschiedene Richtungen bewies Roux die Unabhängigkeit von der Schwerkraft, so dass die Entwicklung allein durch Kräfte in seinem Innern bestimmt ist; in Anknüpfung an Weismann lokalisiert er ihren Ursprung im Keimplasma.

(343p637-638)

Roux tötet nach der ersten Teilung einer Froschzygote eine der Tochterzellen und stellte fest, dass die verbliebene sich zu einem halben Embryo entwickelte. Er schloss, “dass die die Entwicklungskräfte bestimmenden Faktoren bei der Spaltung des Eis aufgeteilt wurden.” Hertwig widerlegt das Experiment: wenn man die

verbliebene Zelle nur sorgsam genug isoliert, wächst sie zu einem kompletten Embryo heran. “Darüber hinaus entdeckt Hans Driesch (1867-1941) im Jahre 1891, dass aus jeder Zelle eines befruchteten Seeigels bis zur 5. Teilung vollständige Embryonen, wiewohl kleiner als gewöhnlich, entstehen konnten.” Darauf gestützt, lehnte er “Roux’s mechanistischen Standpunkt scharf ab^{p678} und behauptete, dass es eine Lebenskraft gebe, welche für die Erhaltung der Ganzheit des Embryos Sorge und verlorene Teile regenerieren könne. Später entwickelte Driesch seine ‘Philosophie des Organischen’, die an aristotelische Vorstellungen anknüpfend den Vitalismus neu zu begründen suchte.

Mosaik-eier und Regulationseier

Es zeigte sich, dass es zwei Eiersorten (mit vielen Übergangsformen) gab, Mosaik-eier und Regulationseier. Die Trennung der beiden ersten Tochterzellen eines Mosaik-eiers führte zur Entwicklung zweier halber Embryos; bei Regulationseiern bildeten sich bis nach der 5. Teilung wieder vollständige Embryos, sogar wenn man aus der Morula ganze Zellgruppen durch Schnitte der Länge nach von Pol zu Pol abtrennte.

(343p638-639)

Hans Spemann (1869-1941) ging der Theorie nach, dass die Pole der aus Regulationseiern zunächst gebildeten Zellkugel chemische Substanzen zur Steuerung der weiteren Entwicklung erzeugen. In den 1920-er Jahren zeigt er, dass Amphibienzygoten außerhalb des Zellkerns und getrennt von diesem ein Zentrum enthalten,^{p639} das solche regulierende Substanzen erzeugt. Die Substanz, die bei Fröschen das Nervengewebe induzierte, tat dies auch bei Fröschen. 1936 wiesen Joseph Needham und andere nach, dass es die Regulationssubstanzen möglicherweise um Steroide sind. Später fand man auch bei dem Mosaik-eiern “Organisationszentren” im Zytoplasma.

(343p639)

Die Vererbungsforscher neigten zur der Auffassung, die sie in einigen Fällen auch belegten, dass das Zygoten-Zytoplasma nur durch die Gene in den Chromosomen des Kerns beherrscht wird, und dass das Zytoplasma nur geringen Einfluss auf Vererbung und Entwicklung besitze; mehr oder weniger noch die bis heute herrschende Doktrin.

(343p640)

“Allerdings hat man in neuerer Zeit einige Fälle zytoplasmischer Vererbung entdeckt, die anscheinend keiner Beeinflussung durch den Zellkern unterliegen. Diese Eigenschaftsdeterminanten, die durch das Zellplasma von einer Generation zur anderen weitergegeben werden, hat man als Plasmagene bezeichnet.”

Chemisch und technisch schlecht definierte Gene

Tragweite der DNS – Zahlenblindheit der Gengeneure

(70p42-43)

“Die innere und äußere Mannigfaltigkeit der lebenden Zelle ist so riesengroß, dass es schwerfällt einzusehen, dass ein recht primitiver Text, wie ihn ein bestimmtes DNS-Molekül vorstellt, für den unermesslichen, sich immer wieder^{p43} erneuernden Formenreichtum der Organe in ein und demselben Organismus, nicht zu reden von der Unzahl verschiedener Lebewesen, verantwortlich sein kann.”

Mehrdeutige Start- und Stop-Codons?

(70p147)

“Es ist von vornherein gar nicht ausgemacht, dass die das Lesen besorgenden Enzyme (also die RNS-Polymerasen) einer Gattung dieselbe Interpunktion und dieselben Kontrollsignale erkennen wie die einer anderen.”

?? *Kann man heute davon ausgehen, oder gilt der Vorbehalt noch?*

(70p147-148)

“Das Entzweischneiden einer DNS-Kette wird von einer Reihe von hydrolytischen Enzymen, den so genannten Restriktionsenzymen, besorgt, welche auf eine bestimmte Nukleotidsequenz ansprechen und diese dann brechen. Von einer Isolierung eines bestimmten reinen ‘Genmoleküls’ kann also keine Rede sein. Be-

stenfalls erhält man ein DNS-Fragment, p¹⁴⁸ in dem nur eine einzige Genfunktion nachweisbar ist. (Eigentlich sollte man sagen, dass es nur nach einer einzigen Funktion befragt worden ist.)”

Fragmentierte Gene

(70p¹⁴⁸)

“Es scheint sich herauszustellen, dass manche Gene gar nicht kontinuierlich als ein zusammenhängender Block in der DNS-Kette vorkommen, sondern in mehreren, weit voneinander getrennten Bruchstücken... Wie solche *disiecta membra* enzymatisch als eine RNS transskribiert werden können, ist nicht recht verständlich.” Allerdings habe “man denn schon unverzüglich die so genannten ‘RNS-Spleißenzyme’ entdeckt, die genau das tun, was man von ihnen erwartet. Unmöglich scheint hingegen die Isolierung und gemeinsame Verpflanzung eines derartigen Gens.”

Mangelhaftes Verständnis der Chemie der Genetik

(70p¹⁵⁸⁻¹⁵⁹)

“Im Gegensatz zur allgemeinen Euphorie muss ich betonen, da es in Wirklichkeit die für die genetische Spezifität verantwortlichen biochemischen Mechanismen wenig verstanden sind, besonders in höheren Lebewesen. Es gibt zwar viele Arbeitshypothesen, aber wenig schlüssige Beweise dafür, dass die ganze so genannte biologische Information in der Nukleotidsequenz der DNS des Zellkerns und vielleicht und manchmal auch des Zytoplasmas gespeichert sind. Heißt das also, dass der Elefantenrüssel und der Kängurubeutel, das mathematische oder musikalische Genie einer Familie, aber auch die Habsburgerlippe, im Grunde nur auf Veränderungen in der Nukleotidsequenz und auf Schwankungen im relativen Gehalt an vier verschiedenen Desoxyribonukleotiden zurückzuführen sind? Es gibt sicher Molekularfundamentalisten, die das p¹⁵⁹ bejahen würden. Für mich ist es hingegen evident, dass es zahlreiche, ja fast vollständig unzählige miteinander verbundene Schichten von Abtastung und Anpassung, von Erkenntnis, Regelung und Reaktion geben muss, von denen die DNS und die sie ‘lesenden’ Enzyme nur eine sind.”

Das schwer zu fassende DNS-Molekül

(70p¹⁶⁰)

“Nur wo Sekundärkräfte vom van der Waals-Typ, Wasserstoffbindungen und ähnliches im Spiel sind, also z.B. bei der Bindung einer prosthetischen Gruppe an ein Apoprotein, kann man davon reden, dass zwei Moleküle sich vereint haben. Irgendwie deutet schon das Schlagwort *recombinant DNA* darauf hin, dass man wenig Ahnung hat, was hier vor sich geht.”

Nur wenige DNS-Moleküle seien isoliert und hinreichend charakterisiert, etwa einige kleine Bakteriophagen. Vermutlich seien nur wenige DNS-Präparate tatsächlich Moleküle im gängigen chemischen Sinne; “die meisten sind Gemische von Polynukleotiden, die aus der Zersetzung eines labilen Makromoleküls oder mehrerer hervorgegangen sind. Daher ist *recombinant DNA* eine höchst ungenaue Beschreibung von Hack- und Klebeprozessen, die viel eher an eine Art von Tischlerei erinnern als an die Chemie. Es ist unangebracht, das so genannte Bakterienchromosom als ein Molekül zu bezeichnen.”

(70p¹⁶¹)

“Die Verwendung der in der Chemie üblichen Fachausdrücke dienen hier nur dazu, den undefinierten Stücken von DNS, die in ebenso nebelhafte Fragmente von Plasmiden oder Phagen eingeflochten werden, Ehrbarkeit zu verleihen. Die angewandten Isolierungs- und Trennungsmethoden so notgedrungen so indirekt, dass an eine wirkliche Charakterisierung gar nicht zu denken ist. Die chemische Reinheit der manipulierten DNS-Stücke ist nicht nur nicht nachgewiesen, sondern auch nicht nachweisbar, da Gelelektrophorese und Hybridisierung von Pico-Quantitäten die Hauptmethoden darstellen; Verfahren, die sich der Handhabung größerer Substanzmengen versagen.”

“Die Kontrolle der Proteinsynthese durch die Transskription von *messenger RNA*” könne nicht die einziger Aufgabe des ungeheuren Aufgebots an Nukleotidsequen-

zen sein. “Z.B. müssen manche als Matrizen für die Erzeugung anderer RNS-Typen dienen (Ribosomen-RNS, Transfer-RNS usw.) Andere Portionen der enormen DNS-Ketten werden wahrscheinlich überhaupt nicht transskribiert, sondern sind Erkennungselemente für eine ganze Reihe von der Regulierung dienenden Eiweißstoffen und anderen Substanzen.

Viel versteht man von alledem nicht, und nur in wenigen Fällen kann man von einem Gen als einer chemischen Substanz oder von einem isolierten Gen sprechen. Eigentlich ist ein Gen eine operationelle Einheit und keine chemische, und der ihm zugewiesene Platz an einer bestimmten der DNS-Kette ist wahrscheinlich nicht zufällig.

(70p162)

Will man sich davon überzeugen, ob es gelungen ist, das ein bestimmte Gen enthaltende DNS-Stück dem Träger einzuverleiben, so stellt man der rekonstruierten Mikrobenzelle eine Frage, die sie vor der Transplantation nicht hätte bejahen können. Antwortet sie mit Ja, so schließt man auf den Erfolg der Gen-Übertragung. Aber wie viele andere Fragen hätte sie gleichfalls bejaht? ... Was gewöhnlich einverleibt wird, ist ein unbestimmbarer Fetzen von DNS, von dem man gar nicht sagen kann, welche unerkannten Informationen er mit sich schleppt.”

Risiken der Gentechnik

(70p165)

“In tausend, ja in zehntausend Fällen mag gar nichts geschehen, und dann einmal etwas sehr Unangenehmes. In welcher Form dies vor sich gehen wird, kann man nicht vorhersagen, noch auch, ob es je möglich sein wird, eine eventuelle Wirkung auf die richtige Ursache zurückzuführen.”

< Ruhmeshalle > der Propheten

(70p166)

Auf dem Gebiet der Gentechnik seien “die Versprechungen der Fachleute besonders dicht gesät. Ich denke, es wäre an der Zeit, den Fachmann zu verewigen. Wie es jetzt ist, entschlüpft er zu leicht, da das Erinnerungsvermögen der Öffentlichkeit durch Fernseh- oder Bleivergiftung geschwächt ist. Was ich gern sähe, ist die Gründung einer Ehrenhalle – in den USA spricht man von *hall of fame* –, einer permanenten Liste also, in der jede wichtige Voraussage eines Fachmanns mit Namen, Datum und Wortlaut eingetragen wird. (Er könnte durch eine elegant gravierte Karte von dieser Ehrung benachrichtigt werden.) Diese Äußerungen sollten dann alle 5 Jahre wieder publiziert und mit der Wirklichkeit verglichen werden. Ich verspreche mir davon eine heilsame Wirkung...”

Hier scheint mir ein ganz wichtiges Kontroll-Instrument der Humanwissenschaften angedacht zu sein. In der Gentechnik mag es besonders wichtig sein, doch ich schlage spartenspezifische Erweiterungen vor: Medizin. Technik. Was ist aus den 50-er-Jahre-Prophazeiungen der Atom-Gurus geworden?? (Kostenloser Strom!!)

Die ganze Futurologen-Riege. Wirtschafts-‘Wissenschaft’ler. Politik. Neue Medien. Und natürlich auch die Astrologen, Wahrsager – lassen wir sie alle gegeneinander rennen!

Wäre das nicht was Tolles fürs Internet? Und überhaupt: eine ordentlich, aber nicht exorbitant ausgestattete Stiftung?

Dietmar Pörschke Der genetische Code: Zufall oder Notwendigkeit?

(295p85)

“Darwin hatte als Triebkraft der Evolution das Zusammenwirken von Mutation und Selektion erkannt.”

Nach Mayr ein notorisches Missverständnis darwinscher Ideen.

(295p86)

“Offensichtlich gibt es lebenden Systemen eine Arbeitsteilung, die man kurz mit den Begriffen *Information* und *Funktion* beschreiben kann. Während die Nukleinsäuren die Information speichern, wird diese Information durch Proteine in Funktion umgesetzt. Neuere Ergebnisse zeigen, dass Nukleinsäuren auch zu katalysieren können.”

lytischer Funktion befähigt sind, doch bleibt diese Fähigkeit sehr begrenzt, so dass eine biologische Evolution zu komplexeren Organisationsformen ohne Proteine zur Erfüllung spezifischer Funktionen möglich erscheint. Damit ergibt sich die Frage, wie die Kopplung von Nukleinsäuren als Träger der Information und Proteine zur Erfüllung von Funktionen zu Stande gekommen ist. In einer etwas anderen Form lautet die Frage, wie die Beziehung zwischen Genotyp und Phänotyp entstanden ist.”

(295p88) “Jede ernstzunehmende Theorie der molekularen Selbstorganisation und der biologischen Evolution wird die Frage beantworten müssen, wie die instruierte Synthese von Proteinen und damit der genetische Code entstanden ist.

(295p88,90) Der bei heutigem Stand der biologischen Evolution verwendete Apparat zur Proteinsynthese besteht aus einem Satz von etwa 60 tRNS-Adaptoren [Transkriptor-RNS], einem entsprechenden Satz von Proteinen zur spezifischen Beladung dieser Adaptoren mit Aminosäuren, und schließlich den Ribosomen, die aus drei verschiedenen ^{p90} Ribonukleinsäuren und mehr als 50 Proteinen zusammengesetzt sind. Mit diesem Apparat wird eine Fehlerrate bei der Übersetzung von etwa 10^{-4} erreicht, d.h. bei 10^4 Einbauschritten wird im Mittel nur eine falsche Aminosäure eingebaut. Offensichtlich dient die Komplexität des Übersetzungsapparates dazu, eine niedrige Fehlerrate zu gewährleisten. Wir müssen davon ausgehen, dass dieser komplexe Apparat nicht in einem Schritt entstanden, sondern als Ergebnis einer langen Entwicklung aus einfachsten Vorstufen durch Mutation und Selektion hervorgegangen ist. Haben wir eine Chance, diese Entwicklung zu rekonstruieren?”

(295p95) “Offensichtlich kann man den Einfluss von Fehlern durch eine besonders geschickte Konstruktion des genetischen Codes reduzieren, indem bei einem Fehler die Wahrscheinlichkeit erhöht wird, mit der eine Aminosäure eingebaut wird, die sich von richtigen möglichst wenig unterscheidet. Wenn man also erreicht, dass z.B. bei einer fehlerhaften Ablesung eines Codons für eine hydrophobe Aminosäure eine andere Aminosäure mit hydrophoben Eigenschaften eingebaut wird, macht sich der Fehler praktisch nicht bemerkbar. Dieses Prinzip ist für jedes System, das Information verarbeitet, von großer Bedeutung. Analysen des genetischen Codes haben gezeigt, dass die teilweise darin vorhandene Ordnung mit dem Prinzip zur Verringerung von Fehlern in Einklang steht.”

(295p100) “Mit der speziellen Frage nach dem Ursprung des genetischen Codes ist auch das allgemeinere Problem der Evolution eng verbunden, das häufig mit den gegensätzlichen Begriffen Zufall und Notwendigkeit angesprochen wird. Der Aufbau eines einfachen Systems mit der Fähigkeit zur instruierten Proteinsynthese und zur Replikation ist der kritische Schritt der molekularen Selbstorganisation, von dem aus eine biologische Evolution erst möglich wird. Der Anteil des Zufalls und der Notwendigkeit bei diesem Schritt kann nach unseren heutigen Kenntnissen nicht endgültig angegeben werden. Aus dieser Sicht bleibt es der persönlichen Einschätzung vorbehalten, in welchem Maße die biologische Evolution notwendig oder zufällig ist.”

Humangenetik und Informationstheorie

<Genom>

Das menschliches Genom ist etwa $3,3 \cdot 10^9$ Nukleotiden lang. Je drei Nukleotiden bilden ein ‘Codon’, welches eine der 22 Aminosäuren (oder diverse Stop-Signale) codiert. Die Entropie (und damit der mittlere Informationsgehalt) des genetischen Codes beträgt $E=4,22\text{bit/Codon}$.

In Computerkapazität umgerechnet, beträgt die in den menschlichen DNS insgesamt verfügbare Informationskapazität etwa 554 MByte.

Die moderne Genetik geht davon aus, dass nur ein relativ kleiner Anteil dieser Informationskapazität wirklich genutzt wird. Das meiste ist – nicht anders als bei moderner Software – Datenschrott, Redundanz.

(296p⁵⁵) Küppers behauptet, der Informationsgehalt des menschlichen Genoms entspräche “einer Bibliothek von mehreren tausend Bänden”. Mit 200 Bänden dürften wir aber gut bedient sein! Vgl. Braitenberg, zitiert bei Oeser (378 p⁹²)

Genetischer Aberglaube und Gehirn WS 20.10.97

Wir denken ja mit dem Gehirn. Sagt man doch. Inwieweit tragen die Gene bei zu den geistigen Fähigkeiten des Menschen? Nach orthodoxer Meinung bleibt den Genen kein anderer Weg als über eine entsprechende Vorstrukturierung des Gehirns. Fragen wir nach dem spezifisch Menschlichen in unserem Genom, unter dem sich dann auch alle speziellen genetischen Anlagen für unsere Denkerei finden!

Wir können diese Frage präzisieren und alles ausklammern, was die Schimpansen schon entwickelt haben. Wieviel genetischer Code steht für das zur Verfügung, was wir unseren nächsten genetischen Verwandten voraus haben? Nur der Anteil der menschlichen Gene, der sich vom Schimpansen-Genom unterscheidet! Das sind etwa 1,5% oder “50 Millionen Nukleotide, von denen die meisten zum molekularen ‘Ausschuss’ gehören.” (277p²⁹) Zum Vergleich: wir beide, liebe Leserin, unterscheiden uns vermutlich in höchstens 5 Millionen Nukleotiden, auch wenn wir gleich intelligent sein sollten.

Unter der konservativen Annahme konstanter Nukleotidwahrscheinlichkeit beträgt die Entropie und damit die mittlere Speicherkapazität des genetischen Codes (296p⁴⁹) 4,22 bit pro Codon, also 1,4 bit pro Nukleotid. Gemessen in Speicherkapazität des genetischen Codes, beträgt die gesamte genetische Differenz zwischen Schimpanse und Mensch maximal 9 MB. Mehr stünde also nicht zur Verfügung für das komplette Update Mensch – Schimpanse.

Die Spezifikation des Unterschiedes der Gehirne muss darin enthalten sein. Außerdem lehrt die Genetik: die genetischen Programme nutzen den verfügbaren ‘Speicherplatz’ noch uneffektiver als moderne PC-Software, auch wenn das kaum glaublich erscheint. Nach Abzug des Datenschrotts bleiben für die menschliche Hirnrinden-Sonderausrüstung höchstens ein effektives Megabyte.

Der angeborene Teil des Konstruktionsplans unserer Denkerei geht leicht auf eine handelsübliche Diskette. Wenn wir für die Spezifikation jeder Synapse in der Hirnrinde aber nur ein einziges Byte reservieren, müssten wir schon eine lockere Milliarde MB spendieren! Tatsächlich ist der genetische Beitrag zur spezifisch menschlichen Denkfunktion nur ein Milliardstel davon. Wir liegen wohl richtig, wenn wir sagen: die Gene *stellen die Weichen* der Hirnentwicklung.

Wir betonen die sprichwörtliche Bedeutung der Weichenstellung für die Erreichung von Zielen. Weichen machen nur einen kleinen Bruchteil aller Gleisstrecken aus, aber sie entscheiden, ob wir ab Frankfurt/Hbf, Gleis 4, in Hamburg oder München ankommen, oder ob wir unsanft auf dem Abstellgleis oder noch unangenehmeren Orten landen.

Wenn ich jetzt aber vom gesamten Gleisnetz nur die Weichen verlege: wie groß ist jetzt die Chance, dass der Zug den Rest des Wegs alleine findet?

klonesk Warum hegen naturwissenschaftlich Gebildete und sogar manche Gen-Klempner die kloneske Vorstellung, sie müssten nur die Weichen zwischen Frankfurt und Hamburg sauber installieren und schon bahne sich der Frankfurter Zug seinen Weg durch die germanischen Wälder nach Altona? Vielleicht, weil Genetiker und Biologen sich lange kaum mit Informationstheorie befassten; dann, weil man sich

nicht recht vorstellen konnte oder wollte, was denn die Schienen seien, m.a.W.: welche Wege der Löwenanteil der Information tatsächlich nehme.

Und wenn es uns noch so peinlich ist: wir wissen darüber fast gar nichts.

Dass alles nicht so einfach ist, wie die Genetiker im Jubel über die Entdeckung des so leicht fasslichen, *anschaulichen* genetischen Codes nur zu gerne glaubten, beginnen die Biologen langsam ins Auge zu fassen. (309,NO TAG) Ins Blickfeld der Forschung gerät dabei die nahe liegende Frage, warum der Phänotyp um astronomische Größenordnungen mehr ‘Information’ zu enthalten scheint als der Genotyp.

So fragt man sich gegen Ende des Jahrtausends: Was genau ist und woher kommt biologische Information? (85,295,296)

Und natürlich ist kein Thema ideologisch vorbelasteter als die Rolle der Gene für Seele und Geist des Menschen! Geradezu ein Musterbeispiel dafür, wie wenig strenge Methodik und umfassende gegenseitige wissenschaftliche Kontrollen eine komplette *scientific community* hindern, in eine groteske Sackgasse zu geraten, wenn ideologischer Druck von links und rechts und Allmachtsfantasien von innen sie in gleiche Richtung treiben.

Wobei die biologischen Altvorderen (z.B. Konrad Lorenz, H.K.Erben u.a.) eindeutig eine neuerdings reanimierte ‘rechte’ Position bezogen, nach dem Motto: ‘Was von links kommt, muss falsch sein.’ Wobei die Linke, sofern sie nicht gerade auf der Jammerbank sitzt, im Wesentlichen (und hier kommt es nur auf das Wesentliche an) dieselbe verengt pseudorationale Ideologie fuhr, Gefangener eingeschliffener Diskurse, die sich wenig um ‘rechts’ oder ‘links’ scheren, sondern um den Erhalt des Status quo. Letzten Endes werden solche ideologischen Streitsachen nach den realen politischen Machtverhältnissen entschieden und nicht im Feuilleton; dann schon eher auf dem Boulevard.

Aber allerletzten Endes kann es auch den subtilst eingprägten Machtverhältnissen das Missgeschick unterlaufen, dass die Wirklichkeit sich auf die Flucht macht, dann helfen Beschwörungen auch nicht mehr. Der Medizin-Nobelpreis 1995 für den deutschen Entwicklungsbiologen Frau Nüsslein-Volhardt beweist immerhin: Mann strampelt sich frei.

Für den sexuellen Dimorphismus insbesondere des Verhaltens lassen sich ähnliche Fragen aufwerfen.

A propos:

Molekularbiologie als überholte evolutionäre Technik WS 28.11.99

Es hilft ja nix – wahrscheinlich muss man hier doch mal ein paar deutliche Worte verlieren. Vielleicht sind sie ja gar nicht so verloren.

Es kann als geradezu konstituierend für den Menschen angesehen werden, als Grundlage seines bisherigen evolutionären Erfolges, dass er die eigene Evolution in die Hand genommen hat: “Der Mensch schuf sich selbst”. (277) Dies geschieht seit einigen Hunderttausend Jahren und hat in den letzten zehntausend Jahren rasant zugenommen. Der Menschen war niemals nur ‘naive Natur’, sondern *von seiner biologischen Anlage her* immer schon ein Kulturwesen, das sich in den vergangenen Äonen seiner Geschichte längst eine erste, zweite, dritte Natur erschaffen hat, deren Großteil eben nicht mehr in den Genen verankert ist – ganz einfach weil Bandbreite, Entwicklungspotenzial und Flexibilität der DNS-Kanäle gegenüber der Bandbreite der soziokulturellen Tradition zurückbleiben. Die Größenordnung ist gewaltig:

Zwischen Mensch und Schimpanse besteht *genetisch* gerade 1,5% Unterschied; auch wenn der kulturelle Unterschied sich nicht so klar definieren oder gar beziffern lässt, genügt doch ein intuitiver Kulturbegriff, um einen deutlich größeren *kulturellen* Unterschied auszumachen. Oder?

Im Menschen ist die Evolution sich ihrer selbst bewusst geworden. Weniger anthropomorph ausgedrückt: von Anbeginn unterliegt die Evolution selbst einer Evolution; die Mechanismen, Organismen und insbesondere die biologischen Informationskanäle unterliegen steter Verbesserung. Auf krude Zahlen gebracht, erhöht sich die Informationskapazität, der Umfang des 'genetischen Gedächtnisses', und auch die Auslese-Funktionen unterliegen steter Verbesserung, (526) so dass verschiedene Alternativen immer schneller durchgespielt und ggf. optimiert werden, ohne das bisher Erreichte prinzipiell zu gefährden; also die richtige Mischung aus Bewahrung (z.T. Reserve) und Veränderung, Standbein und Spielbein, Stabilität und Fluktuation.

Wenns nur um die Perfektionierung des Überlebens gegangen wäre, würden heute noch die Amöben herrschen. Die sind potenziell sogar unsterblich.

Mit jedem evolutionärem 'Innovationsschub' vergrößerte sich die Vielfalt und die Komplexität^[1] des Lebens. Aus dem Zeitmaß der Jahrmilliarde, in dem sich die Entwicklung der Einzeller vollzog, wurden die Jahrmillionen, in welchen neue Arten von Warmblütern entstanden; und seit der Entwicklung der menschlichen Kultur können wir in Jahrtausenden rechnen. (Übertreiben wir mal nicht. Bei Jahrzehnten sind wir noch lange nicht!)

- [1] Was auch immer das jetzt *genau* sei – die Definition ist nicht trivial und verdient ein Kapitel für sich. Ein sowohl dem Biologen als auch dem Informationstheoretiker einleuchtendes Maß dafür ist die Tiefe der hierarchischen Strukturen. Für den hier abgeschrittenen Gedankengang genügt vollauf ein intuitiver Begriff von Komplexität.

Die Evolution selber hat die Optimierung auf DNS-Basis in mindestens zwei Jahrtausenden auf einen kaum noch zu übertreffenden Stand gebracht. Und die Genetiker sollten sich mal bloß nicht einbilden, seit Watson und Crick den General-schlüssel zur Vererbung in der Hand zu haben. Die Morphogenese ist ein wahnsinnig komplexer Vorgang, von dem nur ein wirklich winziger Teil tatsächlich erforscht ist – der Rest ist vage Spekulation. (Bereits gefallen ist das 'zentrale Dogma der Genetik', wonach die Erbinformation allein in den Genen verschlüsselt ist.) Und dennoch hat die Evolution sich selber von dieser – unseren Horizont noch weit überragenden – 'Technik' längst abgewandt; ihr jüngstes Forschungsprojekt ist die 'soziokulturelle Evolution'. Sie hat ein Wesen erfunden, das sich in steigendem Maße selbst erfindet und dies immer bewusster betreibt, ohne dass die Evolution am reichlich ausgereizten Genom herumfummeln muss.

Die genetische Ausstattung des *homo sapiens sapiens* hat sich seit Auftreten dieser homo-Spezies vor etwa 500 Jahrtausenden nicht nennenswert verändert: sie ist das Standbein der Hominidenevolution, die Kultur aber das Spielbein.

Leute wie der unbelehrbare Hitler-Fan Heidegger und neuerdings auch Peter Sloterdijk wollen aus einem primitiven biologistischen Aberglauben heraus die Uhr der Evolution um eine halbe Million Jahre zurückdrehen. Wenn schon reaktionär, dann aber richtig – irgendwie Respekt gebietend ist das schon. Aber ihr Vorhaben ist nicht nur vom Wesen her unmenschlich, antimenschlich, sondern auch in höchstem Maße *unnatürlich*, d.h. unrealistisch bis zum buchstäblichen Geht-nicht-mehr.

Aber – um mich so richtig gemütlich zwischen alle Fronten zu platzieren – darum würde ich den Schelm Peter Sloterdijk doch nicht in ein Layout mit Botho Strauß setzen!

Wenn ich sage: das neueste, modernste Forschungsprojekt der Evolution heißt 'soziokulturelle Evolution', so heißt das noch lange nicht, dass die dabei verarbeitete 'biologische Information' ganz auf den Monitor des menschlichen Geistes passt. Botho Strauß hat völlig Recht, wenn er die Linken angreift, die anscheinend

genau dies glauben: da habe es einmal eine *Aufklärung* gegeben, seitdem sind wir *aufgeklärt*, haben folglich – den rechten linken Geist vorausgesetzt – alles auf dem Schirm und können unsere Entwicklung *en gros* und *en detail* selbst bewusst gestalten.

Ja wunderbar wenn dem so wäre – dies als Utopie nennend, oute ich mich hiermit feierlich als Linker. Aber ich begehe doch nicht den Fehler, anzunehmen, wir hätten die soziokulturelle Evolution, ihre Mecha-, Orga- und Wer-weiß-noch-für-Nismen so verstanden, dass ich alle mir unerklärlichen Teile der Tradition, ja des ‘primitivsten Volksglaubens’ unbesehen über Bord werfen darf!

In einer informationstechnischen Metaphorik ausgedrückt: zweifellos enthält, verarbeitet, optimiert, adaptiert die DNS biologische Information (was immer dies auch genau sei – für die Argumentation ist der naive Begriff hinreichend genau). Sie stellt einen Informationskanal geringer Bandbreite dar.

Kulturelle Information läuft über viel breitbandigere Kanäle (ist aber störanfälliger, sensibler, Preis des Fortschritts): davon kennen wir die mündliche und schriftliche Tradition (auch hier ein Progress), die Künste, die Wissenschaften, aber auch der unerschöpfliche Hort des Alltagswissens von immer mehr wunderlichen Individuen, die immer wunderlichere Dinge treiben.

Was ich sagen will: DNS und Kultur sind zwei Kanäle, die wir halbwegs (halbwegs!!) verstehen, doch vermutlich nicht die einzigen. Was derzeit die alte Linke, die neue Mitte und die ewige Rechte eint, ist der Aberwitz (Aberglauben wär jetzt zu harmlos), dies für die beiden einzigen Kanäle der Entwicklung anzusehen.

(Sind es nun ‘die Gene’ oder ‘das Milieu’ geht der pubertäre Streit. Mein Vater ist Biologielehrer. Sapiienti sat.)

Es gibt biologie-nähere Kanäle (Instinkte) und kultur-nähere Kanäle (Bücher), und es gibt viele dazwischen (Sitten, Mythen, Nationalcharaktere); aber man glaube doch bitte nicht, dass man bereits über das biologische bzw. humanwissenschaftliche Basiswissen verfügt, um die Kanäle funktionell zu verstehen! Ich halte die reduktionistische Ideologie, angeborenes Verhalten werde ‘allein über die DNS’ vererbt, für tolldreiste Verstiegtheit. Wer sich etwas eingehender mit neueren Ergebnisse moderner Verhaltensforschung und Anthropologie befasst, wird da schnell um ein Erhebliches vorsichtiger.

Statt uns weiter gemütlich auf lückenhaften Fundamenten auszuruhen und die gewaltigen Lücken zu verdrängen, sollten wie uns (wieder einmal) vorurteilslos den Phänomenen widmen, den Erscheinungen, und nicht danach vorsortieren, ob es diese Erscheinungen nach Stand unseres wissenschaftlichen Basiswissens geben darf.

Sammeln, sichten und sortieren. Aber erst mal sammeln, ohne Zwang zur Sofortklärung.

Darin hat eben Botho Strauß in seinem anschwellenden Bocksgesang Recht, dass wir die Grundlagen unserer Kultur zu großem Teil überhaupt nicht kennen und seit dem so genannten Zeitalter der Vernunft immer mehr Bäder mit immer mehr Kindern ausschütten.

Es ist *nicht* Botho Strauß, der da “raunt”. Strauß sagt nur: Hörst doch mal – *es raunt*. Es ist gemein üblich und politisch korrekt, dies als literarische Begleitmusik zu aufkommender Hitlerei zu deuten und sich darum zu verbieten, auch nur hinzuhören: eine gut eingespielte Verdrängungsübung. Aber solch phobischer Eskapismus ist ein schweres Vergehen an der täglich, stündlich, minütlich immer wieder neu vorzunehmenden, endlosen Aufklärung. Und wenn da wirklich Hitlerei aufkommt (was ich nicht glaube) oder Bocksgesang anschwillt (was ich unterschreibe): umso schlimmer!

Hitler und seine Spießgesellen waren durchaus gegen *das Raunen*. Rosenberg & Co nahmen sie nicht ernst, das waren nützliche Idioten, die all die spinnerten Romantiker bei der Stange hielten. Der einzige für Mystizismus Hitler-Spezie war der Hühnerzüchter Himmler; nun, der war anderweitig so effizient, dass Hitler ihn verständnisvoll seinen seltsamen Hobbies nachgehen ließ – wie er auch die Homosexualität Röhm und andere “sittliche Ausschweifungen” seiner Kamarilla grundsätzlich tolerierte, solange sie ihm nur nützlich waren.

Überall, wo es drauf ankam, setzte das Hitler-System auf brutale, knallharte, technische und biologische Effizienz; es betrieb die bewusste Apotheose des nackten Rationalismus, wandte sich scharf gegen jegliche Form des Irrationalismus, Humanitätsgedusel, Dada, entartete Kunst, Expressionismus, ‘verjudetes Denken’. Die Hitlers waren intellektuell schnell fertig mit Tradition und kultureller Vielfalt, darin tatsächlich den Stalins gleich: fort mit Schaden mit allem, was ich von *meinem* Punkt aus nicht sehe.

Wer sich aber *dem Raunen* widmet, hinhört und immer wieder hinhört, sich einfühl, hinschaut und herschaut, vordenkt und nachdenkt, kreuz und quer, versteht am Ende sicher mehr. *Das* nennt man Aufklärung. Nicht: da ist Dunkel, da geh ich nicht hin.

Es ist der große Irrtum der Linken – ach! könnt ich doch schreiben: gewesen – die Aufklärung als beendeten Prozess zu behandeln; als seien die Grundlagen des Denkens und Wissens überall schon gelegt; als habe man insbesondere das Humanum zumindest im Prinzip verstanden und könne nun ohne Rücksicht auf Traditionen loslegen mit der Paradiesbastelei.

Am besten wäre es, hier ein paar gewaltige Schritte zurückzutreten, sämtliche Gewissheiten hinter sich zu lassen und wieder ganz von vorne anzufangen. Wissenschaftlicher Revisionismus auf der ganzen Linie ist das Gebot der Stunde. Und radikaler Zweifel am gentechnischen Propaganda-Zirkus unserer Tage ist eines der obersten Gebote moderner Humanwissenschaft!

Anspruch und Wirklichkeit der Genetiker

Spiegel 27.9.99 p³⁰⁰⁻³¹⁸ *im Anschluss an die Provokationen Peter Sloterdijks, der neuerdings den ungetilgten Nazi-Spuren Heideggers folgt. Oh wie fruchtbar ist der Schoß noch!*

Das “Jahrhundert der Biologie” sei nach Aussage genetische “Visionäre” noch gar nicht angebrochen.

Die Biologie hat eine große Zukunft hinter sich – wäre die korrektere Aussage. Aber der Optimismus ist ungebrochen – es geht um viel Geld, die Aktienkurse . . .

“Jetzt erst [nach Ende der Hitlerei] hätten die Biotechniker das letzte Tabu, den Eingriff in die menschliche Keimbahn, ins Visier genommen. Damit stehe der wahrlich genetisch verbesserte Menschen auf dem Programm.

‘Wir übernehmen gerade die Kontrolle über unsere eigene Evolution’, verkündet der Biophysiker Gregroy Stock von der University of California in Los Angeles. Und um Widerspruch erst gar nicht aufkommen zu lassen, fügt er sogleich hinzu: ‘Es gibt keinen Weg, diese Technik aufzuhalten.’”

Und so weiter und so weiter tönt der wissenschaftliche Zeitgeist.

Tatsächlich geht es aber nicht um Technik, sondern um Neuaufgabe des menschenfeindlichen Biologismus vom Anfang des 20. Jahrhunderts; nicht um Wissenschaft, sondern um die Instrumentalisierung pseudowissenschaftlicher Strömungen zur Legitimation der Weiterherrschaft einer rasant verwahrlosenden Elite:

“Dass [Sloterdijks] gentechnische Züchtungsfantasien, wissenschaftlich betrachtet, vorerst eher wirklichkeitsfremd sind, spielt dabei eine geringe Rolle. Die ‘gattungspolitischen Entscheidungen’, die er anpeilt, sind auch in seinen Augen noch

ferne Zukunftsmusik. Was Sloterdijks Widersacher vielmehr auf den Plan ruft, ist die politische Dimension seines Vortrags, der einen prinzipiellen Wechsel ankündigt: Züchtung statt Erziehung, Biologie statt Politik, Rasse statt Klasse.

Der Spiegel widmet dem allgemeinen, weltweiten Eugenik-Trend bis in die Vierziger Jahre hinein breiten Raum. Dass in den 20-er und 30-er Jahren in U.S.A. "massenhaft" angebliche Träger schlechter Gene sterilisiert wurden, und dass amerikanisches Geld bis zum Kriegseintritt der U.S.A 1941 in die als wissenschaftlich vorbildlich geltende deutsche Eugenikforschung der Nazis floss, war mir bis dato unbekannt.

"Den Medizinern kam die Geburt der Gentechnik sehr zupass. Es schien sich eine neue Perspektive zu eröffnen, um den in den 70-er Jahren ins Stocken geratenen Fortschritt der Heilkunst wieder zu beflügeln. Begeistert begrüßten die meisten Mediziner die Genforschung. Nun schien es endlich möglich, auch die bisher so hartnäckigen und unbesiegbar scheinenden Übel bei der Wurzel zu packen, denn alle Biologie, so die Doktrin der neuen Wissenschaft, hat ihren Ursprung in dem spiraligen Bauplanmolekülen.

Aber hält die angekündigte Revolution, was sie verspricht? Dämmert die Ära einer alle Krankheiten niederringenden Medizin herauf, die schon im Erbgut den krankmachenden Faktoren zuleibe rückt?

Bisher fällt die Bilanz nüchtern aus. 20 Jahre lang blieb die Genmedizin weitgehend das, was sie an ihrem Ursprung war: eine Ankündigungswissenschaft. Fast täglich finden sich die Fanfarenstöße der Genforscher in der Presse, und doch signalisieren Worte wie 'Hoffnung', 'Erwartung' oder 'Möglichkeit', dass die medizinische Ernte der wissenschaftlichen Entdeckungen auf eine ungewisse Zukunft vertagt wird.

Zwar hat die pränatale Gendiagnose ihren festen Platz im klinischen Alltag gefunden, doch beschränkt sie sich darauf, in den vergleichsweise seltenen Fällen, in denen eine erbliche Belastung der Eltern bekannt ist, die Frucht im Mutterleib zu untersuchen, und als einzige 'Therapie' für die diagnostizierte Krankheit bietet sie die Abtreibung an.

Noch weniger Erfolge kann die so genannte somatische Gentherapie vorweisen. Als der Pionier French Anderson 1990 erstmals ein erbkrankes Mädchen mit einem intakten Gen behandelte, sprachen Beobachter von einer Zeitenwende in der Medizingeschichte. Inzwischen klagt selbst James Watson, ehemals einer der glühendsten Verfechter dieser Methode: 'Wenn wir auf Erfolge warten sollen, warten wir, bis die Sonne erlischt.'

Die Biologie erwies sich als weit komplexer, als es der Optimismus der Forscher hatte wahrhaben wollen. Doch nicht Enttäuschung macht sich unter Watson und seinen Mitstreitern breit. Im Gegenteil, die bisherige Suche, so die Lehre, die sie aus den Misserfolgen der Vergangenheit zogen, sei nicht weit genug gegangen.

Die Strategie des "Mehr davon"!

Den Durchbruch versprechen sie sich nun von der so genannten Keimbahntherapie. Bereits in der befruchteten Eizelle müsse der Genchirurg eingreifen. Auf dem Programm steht damit erstmals in der Geschichte der wahrhaft genmanipulierte Mensch. 'Wenn wir bessere Menschen herstellen könnten durch Hinzufügen von Genen', so Watsons erklärtes Ziel, warum sollten wir das nicht tun?

Noch ist allerdings gänzlich ungewiss, ob dieses Programm von mehr Erfolg gekrönt sein wird als alle früheren. Es scheint durchaus möglich, ja vielen sogar wahrscheinlich, dass sich auch hier die Biologie den Visionären verweigert.

Genetische Komplexität

Bisher haben die Genforscher allenfalls an der Oberfläche des unermesslich komplizierte Wechselspiel der Moleküle im Körper verstanden. Jeder Eingriff in dieses Räderwerk der Natur könnte Folgen nach sich ziehen, die niemand abschätzen kann.

Gene, die beim Menschen Krankheiten verursachen, sind von der Evolution nicht erdacht worden, um sie zu piesacken. Die Anlage zur Zuckerkrankheit etwa, so nehmen die Forscher an, ist einst als Anpassung an Hunger entstanden. Träger der Diabetesgene könnten die Nahrung besser verwerten und waren deshalb eher im Stande, Notzeiten zu überstehen. Gentechniker, die solche Gene tilgen wollen, setzen damit womöglich aufs Spiel, dass Menschen sich künftig an eine veränderte Umwelt nicht mehr anpassen können.

Andere Erbkrankheiten werfen bereits für die Lebenden eine Art Dividende ab. Die Sichelzellenanämie beispielsweise breitete sich im südlichen Afrika aus, weil das defekte Gen einen Schutz bietet vor der tödlichen Malaria tropica. Ähnliche Geflechte im Erbgut bestehen zuhauf. Kein Genetiker könnte absehen, welche Kettenreaktion er entfacht, wenn er in diese Mechanismen eingreift.”

WS 3.10.2000

Sofern es überhaupt ‘Mechanismen’ sind, d.h. lokal umschreibbare und damit in ihrer Wechselwirkung eingrenzbar Komponenten. Die Natur stehen zahllose Teams von Alpha- und Betatestern zur Verfügung, die Varianten in alle möglichen Richtungen verwalten und per Auslese sortieren; angesichts dieser verschwenderischen Ressourcen leistet sie sich jede Menge ‘Spaghetticode’ mit unübersehbaren Verflechtungen, den menschliche Ingenieure längst in den Ruin getrieben hätte. Die Natur ist über weite Strecken hinweg nicht modular!

Von den Molekularbiologen völlig übersehen wird das Informationspotenzial durch quantenoptischer Modulation der DNS – der Zusammenbruch jedes reduktionistischen Ansatzes (der stillschweigend modulare Organisation der Natur voraussetzt). (122p²³⁴⁻²⁴⁴) →MR-40

“Doch so vage die Aussicht auf den Zuchtmenschen aus der Bioretorte auch sein mag, so unübersehbar ist in der Wissenschaft die Debatte über ihn entbrannt. Unverhohlen suchen ihn die Visionäre der Genmedizin zunächst in die Köpfe der Menschen zu pflanzen.”

Bioethik

Das Vorgehen der Genforscher wird als Salamtaktik beschrieben: erst gründen sie eine eigene Disziplin, die Bioethik, um dem Zugriff der Philosophen zu entgehen. So Robert Edwards, einer der medizinischen Väter des Retortenkindes Louise Brown:

Robert Edwards:

“Die Ethik muss sich der Wissenschaft anpassen.”

Vor wenigen Jahren galten Eingriffe in die Keimbahn noch unumstritten als letzte Grenze, “welche die Genforscher niemals überschreiten wollten.”

“Vor zwei Jahren dann schien den U.S.-Wissenschaftlern die Technik fortgeschritten genug, um an dem Tabu zu rütteln.” Das erklärte Ziel der Gene Therapy Policy Conference: “Vorgaben für die Eingriffe in die menschliche Keimbahn zu erarbeiten.” Zur Überwindung der erbitterten politischen, ethischen und religiösen Widerstände “zogen sie sich auf eine Strategie zurück, die sich immer wieder erfolgreich erwiesen hat: sie zerlegten den epochalen Schritt zum Menschendesign in viele kleine Etappen.” Die genetische Korrektur einiger weniger, schwererer Erbkrankheiten können man doch nicht verurteilen. Und dann Schrittden für Schrittden weiter.

“Bestandteil des Werbefeldzuges für das Projekt des Menschen aus der Genretorte ist es auch, die zögerlichen Deutschen für den Großen Plan zu begeistern. Dies war bezweckt, als James Watson 1997 bei einer molekularbiologischen Kon-

ferenz in Berlin seinen deutschen Kollegen zurief: ‘Es ist an der Zeit, Hitler hinter uns zu lassen!’”

WS 3.10.2000

Honest Jim schon wieder! Davon träumen die Genetiker: Hitler weit hinter sich zu lassen!

Signale zum Rückzug aus der Genterapie

26.1.2000 ntv

Die U.S.-Regierung ordnet die Einstellung aller laufenden genterapeutischen Experimente an. Nach einem Todesfall im September 1999 wurde eine Untersuchungskommission eingesetzt, die “gravierende Mängel” an der bisherigen klinischen Erprobungspraxis feststellte, insbesondere fehlende oder mangelhafte Aufklärung der Experimentierhäschen über experimentelle Natur und Risiko der durchgeführten Untersuchungen.

Metaphernkritik: Das Genom als Bibliothek WS 3102.2000

Der von der Molekularbiologie bisher betrachtete genetische Code umfasst keineswegs die gesamte Bibliothek des Erbwissens, sondern reflektiert bestenfalls die Beschriftung der Buchrücken sowie Standort und Anordnung der Bücher. Bei einigen Büchern kennen wir ein paar Teilinhalte, dann noch viele Vermutungen und Hoffnungen – über 90% erscheint uns als sinnloses Kauderwelsch.

Neu erforschtes Niemandsland zur Ansiedlung der benötigten Informationskapazität:

- Das Land, in dem Schrödingers Katze wohnt (quantenmechanisches Messproblem, Zusammenbruch der Wellenfunktion →QM-8): theoretische Lücke der Quantenmechanik, schon seit von Neumann klar benannt und gewöhnlich mit den wildesten Spekulationen überbrückt (Wigner: das Bewusstsein verursache den Kollaps;)
- Das Land zwischen dem quantenmechanischen Mikrokosmos und seinen seltsamen Mehrdeutigkeiten und Potenzialitäten und dem klassischen Makrokosmos, der allein uns messtechnisch zugänglich ist, und wo die Dinge immer schon eine eindeutige Gestalt angenommen haben, sobald wir auf sie zugreifen.
- Die vernachlässigte Phaseninformation im Elektronenfeld der DNS-Mokeküle: einerseits noch dem reiche der Quantenmechanik angehörig, andererseits eine ins Makroskopische hinübergreifende Phasenkohärenz aufzeigend.

Brave new world

Lee M. Silver

Das geklonte Paradies

Mulmig ist unserem wackeren Autor und Huxley-Leser ja schon. So will er dem Skeptiker gleich im Motto zumindest rhetorisch den Sturm aus den Segeln nehmen:

(472p9)

‘O Wunder! Was gibt’s für herrliche Geschöpfe hier! Wie schön der Mensch ist! Wackre neue Welt, die solche Bürger trägt.’ Shakespeare, Der Sturm, 5. Akt, 1. Szene

(472p11)

In Zukunft könne und solle man sicherstellen, dass ein Kind kein Alkoholiker und kein Dickerchen wird, damit es “die besten Erfolgsaussichten im Leben hat. Und da wäre es sicher ein Nachteil, wenn er Übergewicht hätte oder Alkoholiker wäre.” Reden wir über genetische Kausalität! Was sich unser Gengenieur von Herzen wünscht, ist eine hübsch einfache Kausalbeziehung der Art:

$$g_M \Rightarrow M$$

Aus dem Gen g_M folgt das Merkmal M . Schlimmstenfalls sei das Merkmal M die kausale Folge einer Genkombination $G=\{g_1, g_2, g, \dots, g_n\}$:

$$\bigwedge_{g \in G} g \Rightarrow M$$

Für einfache physiologische Merkmale M (wie elementare Stoffwechselstörungen) mag diese Wunschbeziehung gelten. Doch ist sie eher die Regel denn die Ausnahme, und spätestens bei so komplexen, reichlich zusammengesetzten Merkmalen wie “Alkoholismus” oder “Übergewicht” ist der Wunsch zu schön für diese rauhe Welt. Wenn wir auf das Barbarischste vereinfachen, resultiert ein komplexes Verhaltensmerkmal M aus Genen g und Umweltbedingungen u wie folgt:

$$\bigvee_{G, \bar{G}, U, \bar{U}} \left(\bigwedge_{g \in G} g \wedge \bigwedge_{g \in \bar{G}} \bar{g} \wedge \bigwedge_{u \in U} u \wedge \bigwedge_{u \in \bar{U}} \bar{u} \right) \Rightarrow M$$

Um M hervorzubringen, müssen gewisse Gene g aus einer Genmenge G vorhanden sein, die aus der Genmenge \bar{G} dürfen hingegen nicht vorhanden sein. Zusätzlich müssen die (meist wieder komplexen und timingabhängigen) Umgebungsmerkmale u aus der Merkmalsmenge U gegeben sein, und die aus der Menge \bar{U} dürfen nicht vorhanden sein. Diese vier Gen- und Merkmalsmengen G, \bar{G}, U, \bar{U} konfigurieren das Merkmal M . Aber um nichts in der Welt können wir sicher sein, dass es nur **eine** solche Konfiguration von Mengen G, \bar{G}, U, \bar{U} gibt, die das Merkmal M hervorbringen; es kann in jedem Falle eine ganze Reihe von Alternativen geben. Genau diesen Sachverhalt drückt die obenstehende aussagenlogische Formel aus – die die wirklichen Verhältnisse wahrscheinlich immer noch vereinfacht, aber manchmal – wenn die Umgebungsmerkmale einigermaßen zu isolieren sind – einen brauchbaren, nicht zu groben Ansatz darstellt.

Aldous Huxley vs. H.G. Wells

(472p14) Wir bekommen – frei nach Aldous Huxley – eine “Zweiklassengesellschaft”: die “Naturbelassenen” und die “Gen-Angereicherten” oder kurz einfacher “die Gen-Reichen”.

(472p15) “Die Klasse der GenReichen ist alles andere als homogen. Es gibt viel Typen von GenReich-Familien – und innerhalb eines jeden Typus viel Untertypen. Da sind z.B. die GenReich-Athleten, die ihre Abstammung von Profisportlern des 21. JHs herleiten. Ein Untertypus des GenReich-Athleten ist der GenReich-Fußballspieler, und davon wiederum ein Untertypus der GenReich-Mittelfeldspieler. Die Techniken der Embryoselektion wurden angewandt, um sicherzustellen, dass ein GenReich-Mittelfeldspieler all jene natürlichen Gene besitzt, die seinen genetisch naturbelassenen Urahn auf dem Spielfeld brillieren ließen. Darüber hinaus kamen jedoch bei jeder Generation seit dem ‘Gründervater’ ausgeklügelte genetische Verbesserungen hinzu, so dass der gegenwärtige GenReich-Mittelfeldspieler Dinge vollbringen kann, die für jeden Spieler aus der Klasse der Naturbelassenen schlechterdings unvorstellbar wären. Natürlich sind alle Baseball-, Fußball- und Basketballprofis spezielle GenReich-Subtypen. nach dreihundertjähriger [!!] Selektion und Genoptimierung ...” usw usw.

Was du ererbt von deinen Vätern, erwirb es, um es zu besitzen? Oder: die groteske Vision von lauter hochspezialisierten TRsfamilien: ‘Dein Urgroßvater war ein Gartenzwerg. Dein Großvater war ein Gartenzwerg. Ich bin ein Gartenzwerg. Und du wirst auch ein Gartenzwerg!’

Ich denke aber, mehr noch als Aldous Huxley wäre dies eine Erinnerung an die Zukunft von H.G. Wells:

Wäre dies technisch (und sozialpsychologisch) möglich, so wäre es der sichere Welt in eine total verkastelte, stagnierende, luxurierende Eloi-Oberklasse, zum Vergnügen am Leben gehalten von vitalen Unterklassen-Morlocks. Nette Utopie, fürwahr!

Biologische Kritik an den genetischen Reduktionisten – “Darwins gefährlichen Erben” (427)

Kritik am “Ultradarwinismus” dawkinscher Prägung

Aufzeigen von Quellen von Ordnung über die Selektion hinaus (vgl auch Kaufman)(271)

(427p11) Kritik am naiven Reduktionismus vom materialistischen Standpunkt aus

(427p279f) DNS ist nicht notwendig für “evolutionsstabile Strategien”

ext4> →(V) R7