

Frank Stahnisch

Gehirn, Genom und Geschichte – Medizinhistorische und bioethische Aspekte der Flexibilisierung des Personkonzepts in den Neurowissenschaften des 20. Jahrhunderts

»Viele Molekularbiologen geben jetzt offen zu, dass sich ihr Forschungsinteresse nicht auf die Systeme richtet, mit denen sie arbeiten. Es richtet sich also nicht allein auf Lambda, die T4-Pagen oder E. coli, und nicht einmal auf C. elegans, Drosophila oder Aplysia. Vielmehr ist ihr Interesse die Humanbiologie selbst geworden. Dabei sind einige biomedizinische Forscher so anspruchsvoll, dass sie die Funktionen des menschlichen Bewusstseins sogar als ihr Hauptinteresse ausweisen.«¹

1. Einleitung

Im vorliegenden Beitrag sollen einige molekulargenetische Entwicklungen in den Neurowissenschaften des 20. Jahrhunderts skizziert und in ihren Auswirkungen auf eine Flexibilisierung des Personkonzepts in der philosophischen Anthropologie sowie der Bioethik beschrieben werden.² Zwar ist dieser Beitrag nicht in erster Linie neurophilosophisch motiviert³, doch scheint, dass durch die im Weiteren beschriebenen wissenschaftshistorischen Momente auch die Frage nach der Identität einer menschlichen ›Person‹ neu gestellt werden muss. Demzufolge werden hier etwa die Implikationen einer Wirkvielfalt von Genmutationen, einiger Ergebnisse der Verhaltensgenetik sowie von Möglichkeiten epigenetischer Reaktionen auf die räumlich-zeitliche Kohärenz der Hirnfunktionen und die Identität einer Person zu thematisieren sein. Wie sehen einige theoretische Perspektiven auf das Problem der

1 KANDEL 1987, vii (Übersetzung F.S.).

2 Für konstruktive Anregungen und Kritik danke ich dem Herausgeber sowie den Diskutantinnen und Diskutanten während der Klausurwochen *Dimensionen der Person: Genom und Gehirn* (Bonn, 28. Februar – 12. März 2005).

3 Vgl. etwa VAAS 1996.

Entwicklungsstruktur des menschlichen Gehirns aus, die sich aus den neurogenetischen Programmen zum Hirnwachstum ableiten lassen? Und welchen Ausblick erlauben die Kenntnisse über die Wechselbeziehung von Genom und Gehirn für die Diskussion personaler Identität? Dem neuronalen Konstitutionsprozess des autonom funktionierenden menschlichen Gehirns soll hier in Hinblick auf verschiedene historische Konzeptionalisierungen nachgegangen werden.

Im zurückliegenden Jahrzehnt haben einige hochrangige Neurowissenschaftler, etwa die Nobelpreisträger Eric Kandel (Physiologie oder Medizin 2000) oder Gerald M. Edelman (Physiologie oder Medizin 1972), wie vereinzelt auch Philosophen und Theologen, beispielsweise Nancy C. Andreasen, Rimas Čuplinskas oder Nikolaus Knoepffler, die Frage aufgeworfen, in welcher Weise ›Gehirn‹, ›Genom‹ und ›Person‹ miteinander verknüpft sind.⁴ In diesen teilweise recht divergenten Positionen lässt sich jedoch ein gemeinsames zentrales Interesse an der Frage ausmachen, ob der einzelne Mensch auf neuronaler Ebene tatsächlich eine kohärente und mit sich identische Person ist oder ob sein Bewusstsein als Produkt vielfältiger, mitunter sogar diskordanter neurophysiologischer Prozesse verstanden werden muss. Während diese Frage meist im Zusammenhang mit der Abhängigkeit des menschlichen Bewusstseins von elektrischen Hirnaktivitätsmustern⁵ oder der Gefahr des persönlichen Integritätsverlusts durch mögliche Transplantationen von Elektroden oder Hirngewebe⁶ gestellt worden ist, blieb die Perspektive auf den lebenslangen Einfluss, den die menschlichen Gene auf das Gehirn besitzen, bzw. auf eine mögliche Ableitung von Hirnfunktionen aus genetischen Prozessen in der Diskussion des Personkonzepts bislang wenig beachtet.

Zwar kann es in diesem primär wissenschaftshistorisch orientierten Beitrag nicht darum gehen, eine gänzlich neue Theorie der personalen Identität zu entwickeln. Doch ist die enorme Bedeutung des Personbegriffs für anthropologische, philosophische und bioethische Perspektiven⁷ hier nicht nur zu konstatieren, sondern es sollen darüber hinaus auch einige Vorannahmen der Erforschung des humanen Genoms für das Verständnis von Gehirn und Person expliziert werden. Bei näherem Hinsehen fällt auf, dass sich auch Neurophilosophen unterschiedlicher Couleur nicht immer einig darüber sind, was als eine vollständige Theorie der ›Person‹ und des ›Selbst‹ zu gelten hat, und dementsprechend grundlegende Probleme in der Anwendung von Theorien über personale Identität ausmachen.⁸ Dieser Diskurs

4 Vgl. ANDREASEN 2002; ČUPLINKAS 2000; EDELMAN 1989; KANDEL 2000; KNOEPFFLER 1996.

5 SINGER 2002, 122 f.

6 HONNEFELDER 1994; LINKE 1993; VAAS 1996.

7 HAEFFNER 1994.

8 Vgl. etwa ČUPLINKAS 2000; GORDIJN 1996.

kann hier kaum in Frage gestellt werden, doch lässt er sich mit dem Blick auf die historische Entwicklung der Hirnforschung in seinen Spielarten deutlicher konturieren. Es ist zu unterstreichen, dass der Personbegriff in der vorliegenden Untersuchung vor allem einen heuristischen Wert besitzt, um verschiedene genetische Programme der Hirnforschung gemeinsam betrachten und vergleichen zu können. Dabei soll von einem ›kleinsten gemeinsamen Nenner‹ ausgegangen werden, der die individuelle Existenz, die praktische Vernunftfähigkeit und die prozessuale Entwicklung für ›Personsein‹ in Anspruch nimmt und gleichermaßen als ›Kontinuität und Prozess‹ beschreibt.⁹

Zunächst werden in Abschnitt 2 dieses Beitrags Spielarten des ›Neuronalen Materialismus‹ und des ›Genetischen Determinismus‹ eingeführt, die wichtige Grundlagen für ein unter Neurowissenschaftlern und Neurophilosophen häufig anzutreffendes Modell personaler Identität darstellen. In Abschnitt 3, dem Hauptteil, soll überblicksartig die Entwicklungslinie von Vererbungslehren über neuropsychiatrische Erkrankungen bis hin zu rezenten neurowissenschaftlichen Konzeptionen einer genetischen Dynamik der Hirnfunktionen beschrieben werden, um in Abschnitt 4 nach Identitätsbedingungen des Personbegriffs zu fragen. Der vorliegende Beitrag schließt mit einem Ausblick auf mögliche philosophisch-anthropologische und bioethische Konsequenzen, die sich in den molekulargenetischen Forschungsprogrammen unserer Tage andeuten.

2. Neuronaler Materialismus und Genetischer Determinismus

Eine Auseinandersetzung mit der Relation von ›Gehirn‹, ›Genom‹ und ›Person‹ kommt um die Frage nach dem ›Neuronalen Materialismus‹ nicht herum¹⁰, da auch die modernen genetischen Ansätze meist als Spielarten dieser forschungsleitenden Position zu begreifen sind. Die Entwicklung der

⁹ Siehe auch BECKMANN 1996, 300.

¹⁰ Die in dieser Arbeit gewählte Begrifflichkeit des ›Neuronalen Materialismus‹ bezieht sich ganz bewusst auf eine historisch späte Erscheinung, die mit dem ausgehenden 18. Jahrhundert einsetzt. In ihr wurde der allgemeine Schritt von einer Attribuierungspraxis physiologischer Körperzustände hin zur manipulativen Investigation der Funktionen des lebendigen Körpers vollzogen. Für die Neurowissenschaften bedeutete diese Entwicklung eine entscheidende Wende weg vom Seelenorgan hin zur strukturfunktionellen Untersuchung des Gehirns. Damit wird jedoch in keiner Weise gesagt, dass es in der Antike keine ausgefeilten Ansätze gegeben hat, in denen sich philosophisch-materialistische Einstellungen mit hirnanatomischen Arbeiten paaren konnten (vgl. hierzu etwa VON STADEN 1989, 249-259). Stattdessen soll an dieser Stelle lediglich die neuartige Entwicklung einer raumgreifenden manipulativen Forschungsheuristik für die Diskussion herausgehoben werden, da sie für den Gang der modernen Hirnforschung richtungsweisend war.

Hirnforschung ist in der Neuzeit sogar insgesamt als Geschichte der zunehmenden Materialisierung des ›Ichs‹ bzw. des Wechsels vom *homo duplex* zum *homo neuronal* zu begreifen.¹¹ Zwar griff René Descartes (1596-1650) noch 1631 Thomas von Aquins (1225-1274) Prinzip einer Seelensubstanz auf, als er die Zirbeldrüse des Gehirns zu einer Verbindungsinstanz zwischen Körper und Seele erklärte. Doch seit dem ausgehenden 17. Jahrhundert brachte die medizinisch-psychologische Forschung höhere geistige Funktionen verstärkt mit dem Gehirn in Zusammenhang. Dies schlug sich bereits in den Arbeiten des Pariser Chirurgen und Anatomen Jean-Louis Petit (1674-1750) nieder, der die Großhirnrinde als notwendige Struktur für komplexe Wahrnehmungs- und Verhaltensleistungen begriff. 1747 postulierte Julien Offray de La Mettrie (1709-1751), dass alle geistigen Prozesse auf die Mechanik des Gehirns zurückzuführen sind, und wies damit den französischen Physiologen den Weg, mittels vivisektorischer Tierversuche laborexperimentelle Untersuchungen des Gehirns zu beginnen und diese Erkenntnisse auf den Menschen zu übertragen. Und im 19. Jahrhundert wich die spekulativ-philosophische Erkenntnisproduktion fast vollständig reduktionistisch angelegten Forschungsprogrammen, in denen die höheren Tätigkeiten des Zentralen Nervensystems auf das physiologische Substrat elektrischer Nervenaktionen reduziert werden sollten: Die Forschungsansätze der frühen Experimentalphysiologen – von François Magendie (1783-1855) über Marie-Jean-Pierre Flourens (1794-1867) hin zu Gustav Fritsch (1838-1927) und Julius Eduard Hitzig (1838-1907) – bahnten den Weg zu einer umfassenden Lokalisierung der höheren Hirnfunktionen, der im empirischen Aufweis Paul Brocas (1824-1880) von der Existenz eines spezifischen Hirnareals für die motorische Sprachproduktion – 1861 – gipfelte.¹²

Zusammen mit der weiteren experimentellen Aufschlüsselung der Funktionstopographie des Gehirns verschärfte sich die Debatte um die Bedeutung des Neuronalen Materialismus auch in anthropologischer Hinsicht: Hatten doch gerade erst die Erfolge der Lokalisationisten das zentrale Problem deutlich werden lassen, dass sich mit einer einheitlichen Organkonzeption nicht länger unhinterfragt operieren ließ. Dies gilt etwa für die besonders illustrative Konzeption des Jenenser Anatomen Carl Vogt (1817-1895), da für ihn »die Gedanken in demselben Verhältniß etwa zu dem Gehirne [standen], wie die Galle zu der Leber und der Urin zu den Nieren«. ¹³ Demgegenüber machten die ausgefeilten Forschungsansätze der Experimentalphysiologen eine Vielzahl individueller Funktionszentren aus

11 CHANGEUX 1983; HAGNER 2000.

12 BREIDBACH 1997, 91-148; HAGNER 2000, 111-118, 225-272; STAHNISCH 2003, 24-41.

13 VOGT 1847, 17 f.

– beispielsweise die verschiedenen Sprachareale, bis dies im so genannten »Berliner Sprachenstreit« schließlich auch als eine Krise der Hirnforschung deutlich wurde.¹⁴ An dieser Stelle sollte die Einführung einer weiteren Dichotomie für konzeptionelle Abhilfe sorgen, wonach nicht die psychischen Kräfte oder Hirnfunktionen, sondern nur deren neuronale Elemente anatomisch zu lokalisieren seien. So erklärten nun die materialistischen Ansätze die funktionelle Tätigkeit des Gehirns aus der Gesamtwirkung seiner unterschiedlichen Konglomerate, die im Sinne einer zerebralen Autonomie bzw. einer kohärenten Ich-Leistung des *homme neuronal* zu beschreiben war. Paradigmatisch für diese Sichtweise, in der nicht nur die »Einheit der Gedanken«, sondern auch die »Identität der Person« wie ein Gebäude aus neuronalen Bauteilen zusammengesetzt schien, kann etwa das hirnanatomische Modell der Ich-Entwicklung des Wiener Psychiaters Theodor Meynert (1832-1899) stehen. Für Meynert leitete sich die Funktionskohärenz des Gehirns aus der Verknüpfung zahlreicher »Assoziationsysteme« des Cortex her, wobei er sich explizit auf die vorgängigen Arbeiten von Fritsch und Hitzig berief. Diese »fest verdrahteten« – also entwicklungsbiologisch determinierten – Assoziationen zwischen Hirnarealen sollten die Kohärenz des seelischen Erlebens im Sinne einer vorgegebenen Erregungszeitstruktur und Funktionsdominanz der Einzelsysteme, etwa von Spracharealen über die sensorischen Areale, auf hirnmorphologischer und neurophysiologischer Ebene gewährleisten. Meynerts Hirnmodell lässt somit bereits die menschliche Person als eine »mehrdimensionale Einheit« erkennen.¹⁵

Wenngleich dieses Modell einige Kritik erfuhr – an zentraler Stelle durch den Holismus des Berliner Neurologen Kurt Goldstein (1878-1965) oder die Dichotomie des seelisch »Bewussten« und »Unbewussten« bei Sigmund Freud (1856-1939) –, lässt sich doch eine genealogische Reihe fortschreiben, die von den Lokalisationsmodellen der Hirnfunktion des 19. Jahrhunderts bis hin zu den materialistischen Ansätzen des 20. Jahrhunderts reicht. Beispielsweise ist der Begriff des »Assoziations-Cortex« bis in heutige Lehrbücher der Neuroanatomie hinein ein gängiges Modell funktionsmorphologischer Erklärungszuschreibungen geblieben¹⁶, und die Lokalisationsansätze des modernen *Neuroimaging*s kommen gleichfalls ohne die Annahme »assoziierter Rindengebiete« im Sinne von gemeinsam aktivierten Hirnarealen kaum aus.¹⁷ Auch diesen Ansätzen liegt die Annahme einer zerebralen Determinierung menschlicher Geistestätigkeiten zugrunde, die als in kleinere Funktionseinheiten segmentiert begriffen wird. Von einem deskriptiven Stand-

14 HAGNER 2000, 279-293.

15 Vgl. auch ČUPLINKAS 2000, 144.

16 TREPPEL 1995, 184 f.

17 Siehe etwa GOEBEL et al. 1998.

punkt aus erscheint somit die Rede von einem ›Neuronalen Materialismus‹ als durchaus legitim.¹⁸ In einem Zwischenresümee lassen sich die historischen Spielarten des Neuronalen Materialismus mithin als Bestreben charakterisieren, (1) aus dem Wissen über den Aufbau und die Funktionsweise des Gehirns prinzipielle Erkenntnisse über mentale Phänomene zu erzielen. Seine Vertreter und Vertreterinnen gingen und gehen davon aus, dass (2) mentale Zustände wesentlich durch neuronale Zustände bestimmt und (3) philosophisch-anthropologische Theorien in Übereinstimmung mit neurowissenschaftlichen Befunden zu entwickeln sind.

Für die weitere Argumentation sollen die gemeinsam geteilten Konzeptionen über das neuronale Fundament von mentalen Phänomenen und von personaler Identität durch folgendes Schema wiedergegeben werden:

Gehirn → (elektrochemische) Gehirnfunktionen
→ mentale Phänomene → Ich-Identität → Person

Die Pfeile (»→«) symbolisieren jeweils näher zu bestimmende Beziehungen der ›Determinierung‹, wobei über die Umkehrbarkeit dieser Beziehungen unterschiedliche Auffassungen bestehen.

Darüber hinaus ist es aber für die hier zu diskutierende Frage nach dem Verhältnis von ›Gehirn‹, ›Genom‹ und ›Person‹ auch unerlässlich, näher auf die Position des ›Genetischen Determinismus‹ einzugehen. So imponiert die moderne Genetik durch ihre umfassenden Erklärungsansprüche, die von der Vererbbarkeit somatischer Attribute und Phänomene bis hin zur Frage nach Einflussmöglichkeiten des menschlichen Genoms auf verschiedene Zustände von Gesundheit und Krankheit reichen. In derjenigen Weise, in der diese Erklärungsansprüche historisch entstanden und forschungspraktisch eingelöst worden sind, hat sich auch das Verhältnis der Genetik zu ihren Nachbardisziplinen gewandelt. So versteht sie sich im Gewand der modernen Molekulargenetik nicht länger nur als eine einzelne Disziplin, sondern vielmehr als ein fundamentaler methodologischer Ansatz, der weite Aspekte der Psychophysiologie, der Verhaltensbiologie oder der Neuromorphologie umgreift und diese einer ›tieferen Erklärung‹ auf molekulargenetischer Grundlage zuführen will.¹⁹ Mehr noch als dies in der Neurophysiologie – mit ihren ›Aktionspotentialen‹, ›Erregungen‹ und ›Inhibitionen‹ – der Fall ist, kennzeichnet die Erklärungssprache der molekularen Genetik ein großer semantischer Reichtum, der das ›Kodieren‹ von Sequenzen, die Kommunikation von ›Informationen‹ und sogar die Entwicklung von ›Programmen‹ einschließt.

¹⁸ Ähnlich auch SMART 2004, 2.

¹⁹ KÖTTER 2002, 1.

In diesem Kontext wird auch das enorme Subproblem der hohen Variabilität genetischer Einflüsse – insbesondere auf das Zentrale Nervensystem – deutlich. Zugleich ist von Neurowissenschaftlern aber immer wieder betont worden, dass die Organisationsweise des Nervensystems auf molekularer Ebene, entgegen der hohen Komplexität, die das Nervensystem auf histologischer Ebene besitzt, eine ungeahnte Vereinfachung aufweist. Evolutionär gesehen kommen bei Nervensystemen und Gehirnen sogar immer dieselben Prinzipien zum Tragen, die in einer Abwandlung von Mitgliedern weniger Molekülfamilien gründen.²⁰ Folgerichtig wird das aktuelle Feld der Neurogenetik von kausalen Erklärungen dominiert wie: »Der Gendefekt d ist Ursache dafür, dass Person p das Verhalten v an den Tag legt«, oder: »Eine dauerhaft hohe Ausschüttung von Stresshormonen führt zu Konzentrationsproblemen«. Zwar werden Einflussmöglichkeiten des menschlichen Genoms auch auf höhere Gehirnfunktionen herausgestellt, doch verbleiben genetische Erklärungen meist offen, ohne genauere Mechanismen für die hochkomplexen Kausalketten der Genfunktionen insgesamt angeben zu können.²¹

Die Geschichte der molekularen Genetik des 20. Jahrhunderts ist nicht zuletzt durch eine Zunahme an experimentellen Methoden für die Individuierung von Genabschnitten gekennzeichnet, die in der Folge zu recht unterschiedlichen Definitionen einzelner Genfunktionen geführt haben.²² Wie Kenneth Schaffner aus einer wissenschaftsphilosophischen Perspektive deutlich macht, ist dies nicht unerheblich für die Frage des Genetischen Determinismus geblieben, da die molekularbiologische Methodenvielfalt auf der Forschungsseite mit dem Anspruch der Wissenschaftler korrespondiert, die Gesetze der klassischen Genetik auf diejenigen der Physik und der Chemie zu reduzieren, was sich beispielsweise in der Anwendung des Watson-Crick-Modells zeigt.²³ Die Debatte um den Genetischen Determinismus und die Reduzierbarkeit genetischer Gesetzmäßigkeiten auf die Gesetze der Physik und der Chemie ist ferner von Sahotra Sarkar aufgearbeitet worden. Seiner Analyse zufolge lassen sich drei unterschiedliche Ebenen der Reduktion in der Genetik ausmachen, die wiederum verschiedene Modi der Determinierung implizieren: angefangen mit (1) »schwacher Reduktion« (etwa durch Vererbung) über (2) »abstrakte hierarchische Reduktion« (beispielhaft in der klassischen Genetik) bis hin zu (3) »approximierter starker Reduktion«, wie sie in der informationsbasierten Sprache der Genetik deutlich

20 HANSER 2000, 437.

21 Vgl. BERG 1993; NASE et al. 1999.

22 RHEINBERGER, MÜLLER-WILLE 2004, 12 f.

23 SCHAFFNER 1969, 342.

wird.²⁴ Bezüglich der Frage nach dem Genetischen Determinismus und dem Personkonzept erscheint die dritte Reduktionsebene am interessantesten, da sie zum einen von den modernen molekulargenetischen Forschungstechniken ausgeht und zum anderen den verbreiteten Einstellungen von Forscherinnen und Forschern auf diesem Gebiet korrespondiert. Von hier aus wäre zu fragen, wie stark die Rede von ›genetischer Information‹ oder vom ›genetischen Programm‹ für die Beziehung von ›Gehirn‹, ›Genom‹ und ›Person‹ tatsächlich gemacht werden kann, wobei schon frühzeitig von Gunther Stent auf die Problematik des Begriffs des genetischen Programms hingewiesen worden ist. So machte er deutlich, dass das Konzept der genetischen Information und mit ihm die Annahme eines starken Genetischen Determinismus durch eine weitere Ausdifferenzierung epigenetischer Beziehungen ebenfalls eingeschränkt wird.²⁵

Auch an dieser Stelle werden die gemeinsam geteilten Annahmen zur Relation von Genom und Gehirnfunktionen in den Positionen des Genetischen Determinismus durch ein Schema verdeutlicht:

Genom → (biochemische) Genfunktionen → weitere Gehirnfunktionen
→ mentale Phänomene → Ich-Identität → Person

Die Pfeile (»→«) symbolisieren wieder eine näher zu bestimmende Beziehung der ›Determinierung‹ und sollen den Einfluss der genetischen Basis über somatische und mentale Phänomene bis hin zu Eigenschaften der Person veranschaulichen.

Im Vergleich zur Diskussion um den Neuronalen Materialismus sind auch die Entwicklungen des Genetischen Determinismus nicht losgelöst von ihren spezifischen wissenschaftshistorischen Kontexten zu verstehen. Beispielsweise hat schon der einflussreiche französische Experimentalphysiologe Claude Bernard (1813-1878) in seiner *Einführung in das Studium der experimentellen Medizin* die Annahme eines (ontologischen) Determinismus als grundsätzliche Heuristik beschrieben²⁶, ohne die moderne reduktionistische Programme in der Hirnforschung ebenso wenig auskommen können wie solche in der Humangenetik. Die Annahme eines zu starken Neuronalen Materialismus auf der Forschungsebene des Experimentallabors – so ließe sich hier thetisch formulieren – hat möglicherweise über lange Zeit den Blick auf die Flexibilität des Personbegriffs verstellt, eine Frage, der im folgenden Abschnitt näher nachgegangen werden soll.

²⁴ SARKAR 1998, 10.

²⁵ STENT 1977, 137.

²⁶ BERNARD 1865, 243-257.

3. Von der Vererbung neuropsychiatrischer Erkrankungen zur genetischen Dynamik der Hirnfunktionen

Für eine Rekonstruktion der Auswirkungen der modernen Genetik auf das Verständnis der Hirnfunktionen und des Personkonzepts ist ein Rekurs auf die Geschichte der rezenten Neurowissenschaften unentbehrlich, um traditionelle Konnotationen entsprechender Forschungsrichtungen im Blick zu behalten.²⁷ Einen wichtigen historiographischen Referenzpunkt bildet hier der Berliner Psychiater Wilhelm Griesinger (1817-1868), der den Neuronalen Materialismus im 19. Jahrhundert nicht nur beispielhaft, sondern forschungsleitend mit der klinischen Untersuchung und Erklärung neuropsychiatrischer Phänomene verbunden hat. So postulierte er – ausgehend von den bereits erwähnten experimentalphysiologischen Arbeiten zur Lokalisations- und Reflexlehre – »Parallelen zwischen den Actionen des Rückenmarks [...] und denen des Gehirns, sofern es Organ der psychischen Erscheinungen im engeren Sinne ist.«²⁸ Griesingers berühmtem Diktum, dass Geisteskrankheiten immer auch Gehirnkrankheiten sind, lag ebenfalls die prinzipielle Annahme zugrunde, dass psychische Eigenschaften von einer Generation auf Folgegenerationen vererbt werden können. Unter Rückbezug auf eine zivilisationskritische Degenerationskonzeption vertrat er beispielsweise für heredodegenerative Krankheiten, dass schädigende Umwelteinflüsse in der zunehmend industrialisierten Welt nicht nur die menschliche Psyche, sondern gleichzeitig auch ihr materielles Substrat – das Gehirn – verändern.²⁹ Mit dieser Annahme wirkte Griesinger prägend auf Nervenärzte, Psychiater und Neurologen des frühen 20. Jahrhunderts, die seinen materialistischen Grundgedanken trotz vielfacher Kritik an den therapeutischen Konsequenzen des Griesinger'schen Konzepts fortschrieben.

Sieht man aber von einzelnen, gleichfalls prominenten psychiatrischen und rassenanthropologischen Ansätzen ab, so verliefen in der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts genetische und neurowissenschaftliche Forschungsprogramme lange in getrennten Bahnen: Während sich genetisch orientierte Forscherinnen und Forscher aus der Humanbiologie primär für allgemeine Fragen der Entwicklungsgeschichte, ontogenetische Strukturbedingungen oder Korrelationen phänotypischer Merkmale mit statistischen Beschreibungsinstrumenten interessierten, blieben Nervenärzte, Neuropsychiater und Neuropathologen primär den Paradigmata hirnanatomischer Forschung, klinisch-phänotypisierender Beschreibung wie auch elektrophysio-

27 Vgl. WEBER 2001, 231.

28 GRIESINGER 1872, 4.

29 SCHMIEDEBACH 1986, 103 f.

logischer Ableitung verpflichtet.³⁰ Auch wenn hierbei Vertreterinnen und Vertreter dieser Forschungsrichtungen gelegentlich andere Befunde zur Kenntnis nahmen und die Begriffe ›Vererbung‹, ›Anlagen‹, ›Degeneration‹ und ›Zuchtwahl‹ in den biomedizinischen Wissenschaften bereits um 1900 relativ verbreitet waren, kam es zwischen der *Genetics Community* und der *Neuroscience Community* bis in die 1930er Jahre kaum zu wesentlichen Austauschbeziehungen. Dies ist sicherlich mit der Situation geschuldet, dass die Grundlagen für eine ›exakte Erblchkeitslehre‹ erst kurze Zeit zuvor durch William Batesons (1861-1926) Einführung des Begriffs der ›Genetik‹ (1906) und Wilhelm Johannsens (1857-1927) Unterscheidung von ›Genotyp‹ und ›Phänotyp‹ (1909) gelegt wurden, mit denen das ›Gen‹ als Arbeitseinheit Eingang in die biomedizinische Forschung fand.³¹

Doch erst mit den Arbeiten der Schule des kalifornischen Genetikers und Nobelpreisträgers für Physiologie oder Medizin von 1933, Thomas Hunt Morgan (1866-1945), die die Mutanten der Fruchtfliege *Drosophila* in vielschichtigen Züchtungsexperimenten zu ihrem Studienobjekt erhob, konnte die abstrakte Beschreibung der Gene schließlich auf eine beobachtbare und quantifizierbare Ebene gebracht werden. Morgans Student Herman J. Muller (1890-1967), der sich vehement für die Annahme einer materiellen Basis der Gene stark machte, nutzte letztlich Röntgenstrahlung, mit der ihm die Erzeugung von Mutationen im Erbmaterial von *Drosophila melanogaster* gelang. Und auch Max Delbrück (1906-1981) – der vielleicht exponierteste Verfechter eines Genetischen Determinismus in dieser Zeit – führte seinerseits Mutationsexperimente mit Bakteriophagen und mit *Drosophila* fort. Obwohl die beiden Nobelpreisträger der Physiologie oder Medizin, Muller (1946) und Delbrück (1969), letztlich davon ausgegangen waren, dass ihre biologischen Grundlagenversuche auch für spezielle Vererbungsmodi des Zentralen Nervensystems relevant sein sollten, lässt sich ein eigenständiger neurogenetischer Ansatz aber erstmalig bei Elena Alexandrovna Timoféev-Ressovskaja (1893-1973) und Nikolaj Vladimirovic Timoféev-Ressovskij (1900-1981) ausmachen. Das sowjetische Forscherehepaar arbeitete an dem von Oscar Vogt (1870-1959) geleiteten, interdisziplinär angelegten Berliner *Kaiser-Wilhelm-Institut für Hirnforschung* in Berlin-Buch und beschäftigte sich explizit mit dem Versuch einer Vereinigung von Genetik und neurowissenschaftlichen Fragestellungen. Ihre Untersuchungen am *Drosophila*-Modell richteten sich auf die genetischen Grundlagen von Entwicklung und Funktionsweise der Sinnesorgane wie auch von Verhaltenseigenschaften der Tauflye, die sie durch den Einsatz radioaktiver Strahlung experimentell aufzuklären hofften.³²

30 BREIDBACH 1997, 183-207; CLARKE, O'MALLEY 1996, 46-52.

31 ALLEN 2002.

32 VOGT, SATZINGER 2001.

Die Forschungstradition in den angelsächsischen Ländern, die ab den 1960er Jahren für die genetisch orientierten Neurowissenschaften richtungsbestimmend war, kann als durch den Mikrobengenetiker und Nobelpreisträger für Physiologie oder Medizin von 1958, Joshua Lederberg, geprägt gelten, der an der *University of Wisconsin* 1947 die erste genetische Karte von *Escherichia coli* erarbeitet hat.³³ Ausgehend von diesen Kartierungsversuchen strebte Lederberg eine weitgehende genetische Beschreibung neurologischer Erkrankungen an und formulierte 1962 seine informationsorientierte ›neurale Engramm-Hypothese‹. Nach dieser Ansicht sollten alle makromolekularen Struktur- und Funktionszustände des Gehirns nicht allein biochemisch-metabolische Veränderungen aufweisen, sondern eigenständigen genetischen Funktionsänderungen unterliegen.³⁴ Lederbergs Hypothese fügte sich damit in eine neue Entwicklung in der Hirnforschung ein, als an biophysikalischen Paradigmata orientierte Untersuchungen – der neuronalen Myelinisierung, der neuromuskulären Signalübertragung und des axonalen Transports – den Weg für molekulargenetische Gesichtspunkte öffnete.³⁵ Für die Breitenwirkung dieser Forschungsorientierung kann das nachhaltige Engagement des amerikanischen Neurowissenschaftlers Francis O. Schmitt (1903-1995) kaum unterschätzt werden: Bereits 1962, mit der Gründung seines *Neuroscience Research Program (NRP)* am *Massachusetts Institute of Technology (MIT)* in Boston, suchte Schmitt, eine enge Verknüpfung zwischen neurowissenschaftlichen und molekulargenetischen Forschungsansätzen herzustellen. Dies zeigt sich auch in den zentralen Themen – etwa Fragen der neurogenetischen Basis des Gedächtnisses, der Entwicklung unterschiedlicher Gehirnstrukturen bzw. der mutationsbedingten Änderung einzelner sensorischer Funktionen – auf den jährlichen Treffen des NRP, an denen weltweit führende Neurogenetiker wie Walter F. Bodmer, Barton Childs oder Elliot S. Gershon teilnahmen. Die Bedingungen hierfür waren in dem multidisziplinären, mit Wissenschaftlern und Wissenschaftlerinnen aus Neurologie, Anatomie, Psychiatrie sowie Genetik besetzten Programm denkbar gut beschaffen.³⁶ Weiteren Auftrieb bekam diese Verbindung aus genetischen und neurowissenschaftlichen Forschungsbemühungen mit der Einführung einer aus den Computerwissenschaften und der Informatik entlehnten und gemeinsam geteilten Sprache der ›Information‹, die auch eine Rückübersetzung der Erkenntnisse, die in den wissenschaftlich-reduktionistischen Experimentalkulturen gewonnen wurden, hinein in Datenverarbeitungstechnologien erlaubte, was besonders der Ent-

33 KAY 2001, 161-164.

34 LEDERBERG 1962.

35 Vgl. JACOBSON 1995; MACHAMER, McLAUGHLIN, GRUSH 2001.

36 SCHMITT 1990, 4.

wicklung von hybriden genetischen Objekten Vorschub geleistet hat, die einerseits genetische Homologien über Individuen- und Spezies-Grenzen aufgezeigt haben und andererseits den experimentellen Gentransfer über bestehende biologische Grenzen hinweg ermöglichen halfen.³⁷

Gegenüber der Frühphase der Neurogenetik, die zunächst allgemeinbiologische Grundlagen untersuchte und neurowissenschaftliche Fragestellungen erst sekundär in ihre Forschungsbemühungen eintrug, hat sich das Bild heute jedoch radikal gewandelt. So fügen die Neurowissenschaften gegenwärtig immer mehr empirische Evidenzen in ein Modell von der Funktionsweise des menschlichen Gehirns ein, welches das traditionelle Verständnis von den Beziehungen zwischen Morphologie und Funktion grundlegend modifiziert. Insbesondere die Entdeckung entwicklungsbezogener Gene weist eine Perspektive auf, nach der das menschliche Genom als Ganzes dynamisch, modular und robust organisiert erscheint.³⁸ Diese komplexe Sichtweise auf die Dynamik der Hirnfunktionen schlägt sich in den heute gängigen Definitionen von Neurogenetik nieder:

»Neurogenetik [...]: wissenschaftliches Fachgebiet und Teilgebiet der allgemeinen Genetik, welches zum Ziel hat, die Gene und die Mechanismen ihrer Wechselwirkungen herauszuarbeiten, die für die Entwicklung, Funktionen und Leistungen des Nervensystems (auch für Verhaltensregulation und kognitive Fähigkeiten) von herausragender Bedeutung sind.«³⁹

Ein markantes Beispiel für diese neue Perspektive auf das Wechselspiel von Hirnentwicklung, lebenslangen Funktionen des Genoms sowie Ausprägungen besonderer Verhaltensmuster und kognitiver Fähigkeiten bilden die Untersuchungen von Eric Kandel zum Lernmechanismus der Meereschnecke *Aplysia*. In diesen und ähnlichen Ansätzen lassen sich die zugrunde liegenden neuronalen Prozesse für bestimmte Verhaltensleistungen von Tieren über die verschiedenen Analyseebenen bis hinunter zu den molekularen Vorgängen angeben. Da vergleichbare molekulare Abläufe auch in der Hirnrinde von Säugern gefunden worden sind, wo sie ebenfalls mit Lernvorgängen in Verbindung stehen, sind die entwickelten Wissensbestände analog auf das Verständnis der menschlichen Hirnfunktionen übertragen worden.⁴⁰ Der Verweis auf eine genetische Erklärung der Verhaltensregulation sowie einzelner kognitiver Fähigkeiten bildet damit den gestiegenen Anspruch der Neurowissenschaften ab, nicht nur somatische Phänomene, sondern auch höhere psychische Funktionen des Menschen in genetischen Termini zu beschreiben und kausal auf Kodierungs- und Translationspro-

37 PAUL 2002.

38 Vgl. etwa MEIER et al. 2003; MORANGE 2000.

39 HANSER 2000, 437.

40 KANDEL 2000.

zesse zu reduzieren. Zugleich lässt sich *sub cutan* aber eine Tendenz in den modernen Neurowissenschaften ausmachen, hierbei die Ergebnisse der behaviouralen Psychologie zu überspringen bzw. in experimentalpsychologischen Forschungs-Settings entwickelte Methoden häufig unkritisch als gegebene Tools in neurologische, neuropsychiatrische und neurophysiologische Experimente einzubringen, was die Reichweite vieler neurowissenschaftlicher Forschungsansätze häufig einengt.⁴¹

Indessen haben die globalen und technologischen Dimensionen, die vergleichbare Forschungsansätze inzwischen eingenommen haben, eine bestechende Form angenommen: So sind die globalen Programme der Neurogenetik längst zu Unternehmen der Großforschung geworden und spiegeln einen wesentlichen Teil des internationalen *Human-Genom-Projekts* wider, das in den 1980er-Jahren mit dem Ziel einer vollständigen Aufklärung der Struktur der menschlichen Erbsubstanz ins Leben gerufen wurde. 1989 hatten sich die zu diesem Zeitpunkt am *Human-Genom-Projekt* beteiligten Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler in einer Dachorganisation – der *Human Genome Organization* – formell zusammengeschlossen, um die Kooperation der verschiedenen Arbeitsgruppen intensivieren zu können. Die einschlägige Vollzugsmeldung dieser Forschungsanstrengungen wurde der Öffentlichkeit bereits im Frühjahr 2001 mitgeteilt, als die Entschlüsselung des aus 30.000 bis 40.000 Genen bestehenden menschlichen Genoms durch zwei konkurrierende Großforschungsprojekte – die privatwirtschaftliche Initiative von *Celera Genomics* Craig Venters und die von Francis S. Collins geleitete *International Genome Initiative* – in renommierten Wissenschaftsjournals bekannt gegeben wurde.⁴² Das Ergebnis ist von den biomedizinischen Wissenschaftlern als Durchbruch zu einem besseren Verständnis der elementaren Lebensvorgänge wie der höheren Gehirnfunktionen des Menschen gefeiert worden.⁴³ Auf der Basis genetischen Wissens ist zukünftig beabsichtigt, die allgemeine Perspektive auf die Pathologien des Nervensystems weiter zu differenzieren, indem Verhaltenseigenschaften und klinische ›Phänotypen‹ auf die Ebene von ›Genotypen‹ reduziert werden sollen.

Diese am menschlichen Genom orientierte Sichtweise auf die Hirnfunktionen ist also eine vergleichsweise rezente Entwicklung in der Geschichte der Neurowissenschaften, die jedoch auf den oben genannten, wichtigen konzeptionellen Vorarbeiten zu Beginn des 20. Jahrhunderts gründet. Mit der wissenschaftlichen Orientierung am genetischen Programm der Hirnentwicklung und an der lebenslangen dynamischen Interaktion zwischen

41 Siehe etwa DE VRIES 1999, wie auch den Beitrag von Heike Schmidt-Felzmann in diesem Band.

42 Vgl. PÅÄBO 2001; SCIENCE ONLINE 2001.

43 Siehe etwa FISCHER 2003, 114 f.

Genom und Organismus ist außerdem eine neue Sichtweise auf die Funktionsstätigkeiten des Nervensystems entstanden, die mit dem neuroanatomischen Dogma der Unveränderbarkeit des reifen Gehirns beim erwachsenen Menschen entscheidend gebrochen hat.⁴⁴ Die Hirnfunktionen werden jetzt vielfach als Resultanten des An- und Abschaltens von Genen und somit als Expressionsergebnis funktionsmodulatorischer Proteine gesehen, deren Tätigkeit in allen Lebensphasen beibehalten wird.⁴⁵ Und auch aus neurogenetischer Perspektive werden menschliche Verhaltensmerkmale, Gedächtniseigenschaften sowie Lernvorgänge längst nicht mehr allein als angeboren, sondern primär als adaptiv begriffen.⁴⁶ Insgesamt zeigen die Ergebnisse der modernen Molekulargenetik somit, dass viele menschliche Eigenschaften – darunter auch einige mentale Phänomene – genetisch bedingt sind, doch weisen zahlreiche kritische Wissenschaftler wie der Nobelpreisträger für Chemie von 1980, Paul Berg, beharrlich darauf hin⁴⁷, dass das wissenschaftliche Unwissen und die methodischen Unsicherheiten bei weitem größer sind als die Basis der gegenwärtigen molekulargenetischen Kenntnisse. Das Bild vom Wechselverhältnis zwischen Genom und Gehirn, welches der momentane Forschungsstand bietet, ist tatsächlich sehr vielgestaltig, und von einer einfachen Determinierung der Gehirnfunktionen durch genetische Programme kann kaum die Rede sein⁴⁸: So stehen der Annahme eines Genetischen Determinismus der Gehirnaktivität nicht nur epistemische Überlegungen zur Komplexität genetischer Kausalbeziehungen entgegen, sondern das funktionale Modell der Beziehung von Genom und höheren Hirnfunktionen hat insgesamt eine Revolutionierung erfahren, die nicht ohne Wirkung auf den Personbegriff bleiben kann.

4. Flexibilisierung der Genfunktionen und Identität des Personbegriffs

Die Bedeutung, die dem *Human-Genom-Projekt* in öffentlichen Debatten zugeschrieben wird, ist enorm. Dabei weisen kritische Stimmen seit der Präsentation der menschlichen Gensequenz vor vier Jahren immer wieder auf die Möglichkeiten einer missbräuchlichen Manipulation des menschlichen Genoms hin und unterstreichen die außerordentliche ethische Tragweite dieses Schritts für das menschliche Selbstverständnis und die hiervon

44 KORNACK 2000.

45 GILBERT 2000.

46 COTMAN, BERCHTOLD 2002.

47 BERG 1993, 290.

48 ROTH 1996, *passim*.

abzuleitenden kulturellen Herausforderungen.⁴⁹ In erster Linie ist der Blick auf die molekularen Manipulationsmöglichkeiten des humanen Genoms gerichtet, die als wesentlich folgenreicher wahrgenommen werden als die elektrophysiologischen Stimulationsverfahren (Elektrokrampftherapie, Stimulationselektroden), der Einsatz von Psychopharmaka oder das Missbrauchspotential der Gehirnochirurgie in der Vergangenheit. Die größte Aufmerksamkeit gilt hierbei dem Problem der ›Selbstkontrolle‹ mit seinen weitläufigen philosophischen Implikationen für das Konzept menschlicher Verantwortlichkeit und die Frage des freien Willens.⁵⁰ Zugleich ist die oben beschriebene Entwicklung hin zu einer adaptiven Flexibilität von Genom und Gehirn theoretisch kaum als Verschärfung des personalen Identitätsproblems interpretiert worden. Auf die Bedeutung der ›Flexibilität‹ bzw. der historischen ›Flexibilisierung‹ des Personbegriffs soll nun im vorliegenden Beitrag vor allem in zweierlei Hinsicht eingegangen werden: Zum einen sind unter Verwendung dieses Begriffs epistemische Probleme bei der Entwicklung somatischer Identitätskriterien für die Integrität einer Person zu benennen. Zum anderen ist in der Tradition der analytischen Diskussion über personale Identität auch auf Schwierigkeiten in der modernen neurowissenschaftlichen Forschung hinzuweisen, deren Befunde nicht unkritisch in die neurophilosophische und bioethische Diskussion eingebracht werden dürfen. Deshalb wird hier auf den empirischen Gehalt des Personbegriffs in der Hirnforschung Bezug genommen, der bislang meist in organspezifischen oder neurophysiologischen Funktionstermini gefasst worden ist und – vielleicht mit Ausnahme anatomisch-embryologischer Befunde – selten in seiner zeitlichen Entwicklungsstruktur untersucht wurde. Dies soll im Folgenden unter besonderer Beachtung neurogenetischer Adaptationsprozesse auf äußere Umwelteinflüsse wie auch physiologische Funktionsänderungen geschehen.

Es ist auffallend, dass die Bedeutung der funktionalen Aktivität des Genoms für das Nervensystem – trotz des allgemein gestiegenen Interesses für die Tragweite genetischen Wissens – im philosophisch-anthropologischen Diskurs über den Personbegriff eher geringe Beachtung erfahren hat, wenn man etwa von der prominenten Arbeit *Brave new brain* Nancy C. Andreasens von 2002 einmal absieht. Zugleich muss diese Beobachtung aber eingeschränkt werden, da sie kaum für den Diskurs über den freien Willen gelten kann, der etwa durch die populationsgenetischen Annahmen in Richard Dawkins' Konzeption des *Genesmanship* mit ausgelöst worden ist.⁵¹

49 Vgl. HOLDRIDGE, WIRZ 2001.

50 GREENSPAN 1993.

51 DAWKINS 1989, 88-108.

Hierauf kann an dieser Stelle nicht weiter eingegangen werden. Stattdessen soll – auf der Grundlage des erarbeiteten historischen Materials – auf die Frage fokussiert werden, wie das Verhältnis aus menschlichem Personsein, neurophysiologischen Gehirnprozessen und differentiellen Genfunktionen näher zu bestimmen ist. Oder anders formuliert: Wenn menschliches Personsein auf der Annahme einer starken Identität mentaler Phänomene mit Gehirnfunktionen beruht, wie lässt sich dann das Verhältnis aus Kontinuität und Prozess im Verständnis der neurophysiologischen Gehirnvorgänge und der funktionellen Komplexität des menschlichen Genoms in der Hirnforschung begreifen? Vor dem Hintergrund, dass Personsein meist an die Frage der Identität eines Individuums und dessen subjektiven prozesshaften Erlebens geknüpft wird, ist als weiteres notwendiges Kriterium vorgeschlagen worden, dass Menschen ein und denselben Körper besitzen (*criterion of bodily identity*) bzw. eine gleiche Abfolge von physiologischen Gehirnzuständen in der Zeit aufweisen.⁵²

So werden beispielsweise Bewusstseinsprozesse als eine mehrstufige Beziehung verstanden, die vom Vorhandensein charakteristischer neuronaler Entladungsmuster in spezifischen Hirngebieten – etwa dem Thalamus oder dem somatomotorischen Cortex – begleitet wird und in ihrer integrativen und repräsentativen Funktion die zeitliche Identität von Personsein auf der Ebene des Gehirns gewährleistet.⁵³ Eine Person wird dieser Lesart zufolge vor allem dadurch ausgewiesen, dass sie durch Identifikation aller physischen und mentalen Prozesse als zu demselben Menschen gehörig beschrieben werden kann. Ihre verhaltensbezogene Integrität soll durch phänomenale Zuschreibungen externer Beobachter aufgewiesen werden, wenn ein charakteristisches, in ähnlichen Entscheidungslagen und soziokulturellen Kontexten wiederkehrendes Verhaltensmuster festzustellen ist. In pragmatischer Hinsicht gelten für das *criterion of bodily identity* meist typische Eigenschaften als ausschlaggebend – zu denken wäre an den Charakter und bestimmte Verhaltensweisen der Person wie auch an ihre körperlichen Dispositionen, darunter gleiche Gehirnfunktionen: etwa subjektive Erregungspotentiale im visuellen Cortex, spezifische Rhythmen in Schlaf- und Traumstadien oder individuelle neuronale Antwortmuster auf Entscheidungsaufgaben. Darüber hinaus wird die identische, in allen Körperzellen vorliegende Genomsequenz mit ihren charakteristischen Aktivitätsmustern im Lebensverlauf als ein somatisches Kriterium für individuelle Personen geltend gemacht – an prominenter Stelle in den alltagspraktischen Fragestellungen der Andrologie und Rechtsmedizin.

52 OLSEN 2002, 10 f.

53 METZINGER 1996.

Gleichwohl bleibt die Zwecksetzung neurowissenschaftlicher Forschungsdispositive derjenigen von sozialen Zuschreibungspraktiken nicht selten entgegengesetzt, dient doch der Eintrag von Mensch-Tier-Analogien häufig dazu, eine reduktionistische Gleichheit genetischer und physiologischer Vorgänge zu postulieren – z.B. wenn die Übertragung von neurobiologischen Wissensbeständen über das Verhalten niederer Tiere und Insekten auf den Menschen und sein Bewusstsein versucht wird.⁵⁴ Dies spiegelt sich etwa in solchen Äußerungen von Wissenschaftlern, wonach »das menschliche Gehirn [hier der Hippocampus ...] und das menschliche Verhalten einiges mit dem Nervensystem und dem Verhalten einfacher Tiere gemeinsam haben« und »Kurzzeitgedächtnisinhalte [beim Menschen wie bei *Aplysia* ...] konservierte Signalsequenzen aus PKA, MAPK und CREB-1« beibehalten.⁵⁵ Häufig bleibt damit die konzeptuelle Nähe neurowissenschaftlicher Forschungsdispositive und des Personbegriffs auf heuristische Verwendungsweisen dieses Konzepts in der verhaltensbiologischen Feldforschung, in psychiatrischen Krankheitszuschreibungen oder im Diskurs über Hirntodkriterien beschränkt. Umgekehrt erfüllt der philosophische Terminus der Person und der primäre Bezug auf den Menschen aber nicht selten den Zweck, den Menschen von anderen Lebewesen und materialen Dingen in biologischen und sozialen Taxonomien unterscheidbar zu machen, um auf diese Weise soziale Praktiken des Tauschens, Verkaufens oder Erwerbens zu legitimieren. Dies zeigt sich etwa in gängigen rechtstheoretischen Positionen – etwa der Unterscheidung von »Personen« und »Sachen« –, mit denen versucht wird, einen objektiven Standpunkt zur Beurteilung juristischer und forensischer Zurechnungsfähigkeit oder Beeinflussbarkeit zu gewinnen.⁵⁶ Allein die Implikationen der neurowissenschaftlichen Forschungsdispositive für dieses Unterscheidungsmerkmal sollen hier näher charakterisiert werden, während zeitgenössische bioethische und neurophilosophische Ansätze häufig starke Beziehungen zwischen den Begriffen »Person« und »Identität« postulieren.⁵⁷

Ausgehend von einer in der philosophischen Debatte sehr verbreiteten Spielart des Neuronalen Materialismus soll hier zunächst die in den 1950er und 1960er Jahren formulierte »Identitätstheorie« herausgegriffen werden, die auch im Zusammenhang mit der Diskussion um den Personbegriff einige Beachtung erfuhr: So wurde etwa von Paul und Patricia Churchland die Behauptung aufgestellt, dass mentale Phänomene identisch mit neuronalen Zuständen seien, was sie in primär symbolisch gemeinten Aussagen wie dem

54 Vgl. etwa GIURFA et al. 2001; SCHAFFNER 2000.

55 KANDEL 2000, 393 und 431 (Übersetzung F.S.).

56 WALTER 2000, 461.

57 RAGER 2002.

»Schmerz als einer Erregung von C-Fasern« gefasst haben. Solche reduzierenden Basissätze sollten stellvertretend für zukünftige Erklärungsformen in den Neurowissenschaften stehen können. Und auch andere moderne Fassungen des Neuronalen Materialismus vertreten, dass die Neurophilosophie den empirischen Erkenntnissen der Neurowissenschaften nicht widersprechen darf, und prognostizieren – ganz im Sinne eines »reduktiven Materialismus«, dass philosophische Aussagen zukünftig ganz von neurowissenschaftlichen Erklärungen abgelöst und erstere somit auf letztere reduziert werden können.⁵⁸ Ähnlich enge Identitätstheoretische Annahmen sind unter Neurowissenschaftlern nicht selten und werden darüber hinaus – wie in der folgenden Äußerung Wolf Singers – auch noch wenig problematisiert:

»Die Frage nach dem Erwerb von Wissen, nach der Bildung von Repräsentationen, wird damit zur Frage nach der Entwicklung und Veränderung funktioneller Architekturen. Wesentliche Merkmale der funktionellen Architektur von Nervensystemen sind angeboren und genetisch bedingt.«⁵⁹

Gleichwohl hat sich bereits mit dem Funktionalismus in den 1970er Jahren eine Position entwickelt, welche die Relationen zwischen mentalen bzw. psychophysiologischen Zuständen als das Wesentliche geistiger Prozesse versteht. Entgegen einer starken Identitätsthese argumentiert der Funktionalismus, dass es prinzipiell unterschiedliche, stoffliche sowie funktionale Substrate mentaler Phänomene gibt und psychische Phänomene somit nur mit neuronalen Zuständen korreliert gesehen werden können. Im Sinn einer Weiterentwicklung der Identitätsthese erkennen Funktionalisten zwar an, dass eine *token*-Identität⁶⁰ von mentalen Phänomenen und Gehirnzuständen möglich ist, etwa eine ähnliche Schmerzwahrnehmung bei unterschiedlichen Aktivierungszuständen von peripheren oder sensorischen Nervenbahnen unter Begleitung abgestufter thalamischer Erregungszustände. Eine enge *type*-Identität⁶¹ von Schmerzwahrnehmungen, wie sie bei spezifischer Akti-

58 Ibid., 231.

59 SINGER 2002, 120.

60 Die *token*-Identitätstheorie postuliert, dass die einzelnen Elemente (*token*) eines Typs mentaler Prozesse – wie Empfindungen, Schmerz oder kognitive Entscheidungen – durch zugrunde liegende physische Prozesse mehrerer Typen instantiiert werden können. Solche Realisierungsformen wären dann alle Prozesse, welche die spezifische neuronale Funktionalität ebenfalls hervorrufen – also die relevanten Teilsysteme des Nervensystems, die beispielsweise an der Ausführung der Handlungsmotorik oder der Tiefensensibilität etc. beteiligt sind (vgl. auch PAUEN 2001).

61 Die *type*-Identitätstheorie geht davon aus, dass mentale Prozesse ihrer Natur nach physische sind und deshalb mit neuronalen Zuständen – etwa C-Faser-Aktivierung für die Schmerzempfindung oder die bioelektrischen Entladungen aus spezifischen Neuronensäulen des visuellen Cortex für bestimmte Seheindrücke – identifiziert werden können – eine Sichtweise die in der aktuellen neurowissenschaftlichen Grundlagenforschung weite Verbreitung genießt (ibid.).

vierung von C-Fasern geltend gemacht worden ist, lehnen Funktionalisten hingegen ab.⁶² In Hinblick auf den Personbegriff ist von der *token*-Identitätstheorie des Funktionalismus zugleich auf die hochkomplexe Hierarchiebildung der Gehirnfunktionen aufmerksam gemacht und dies als wichtiges Problem für die Identität mentaler Phänomene diskutiert worden.

Bei gleichzeitiger Anerkennung verschiedener Instantiierungsmöglichkeiten mentaler Phänomene argumentieren Funktionalisten häufig kausaltheoretisch, um die Identität einer Person sichern zu können: Aus einer Vielzahl möglicher Gehirnfunktionen werden vor allem diejenigen als relevant herausgegriffen, die ›Überzeugungen‹, ›Wünsche‹ oder ›Entscheidungen‹ begleiten und als kausale Endstrecke von Überzeugungsänderungen und beginnenden Handlungen (im Sinne eines *causal role materialism*) gesehen werden können. Wenn man so will, dann treffen an dieser Stelle – hinsichtlich moderner Vorstellungen über das funktionale Wechselspiel von Genom und Gehirn – die Annahmen des Neuronalen Materialismus aus der Leib-Seele-Diskussion mit dem Genetischen Determinismus in der Molekularen Medizin zusammen. Indessen hat sich eine neurophilosophische Sichtweise etabliert, welche die Beziehungen zwischen unterschiedlichen Ansätzen der Genetik (Mendel'scher oder molekularer) und physiko-chemischen Naturgesetzen ebenfalls als mehrstellige (*many-many-* oder *token-token-*)Relationen beschreibt.⁶³ Auch wenn dabei einige Neurowissenschaftlerinnen und -wissenschaftler wie Kandel immer noch »eine radikale reduktionistische Forschungsstrategie für das Lernen und das Gedächtnis« fordern, so sind die Implikationen einer erweiterten Funktionsanalyse aus den modernen Forschungsprogrammen vielfach deutlich geworden: Kybernetische und systemtheoretische Ansätze der Physiologie haben genauso wie die komplex-funktionalen Erkenntnisse der Neurogenetik frühere Auffassungen der Hirnforschung modifiziert und die Dogmen der funktionellen Prädestination des Genoms für die Ausprägung des Nervensystems sowie der strukturellen Unveränderlichkeit der Morphologie des adulten Gehirns revidiert.⁶⁴ Inzwischen ist dadurch eine Sichtweise entstanden, die den Bereich der

62 SMART 2004, 8.

63 Die weitere Unterscheidung von *many-many-* bzw. *token-token-*Relationen nimmt den Ansatz der *token*-Identitätstheorie auf und beschreibt die Identität mentaler Prozesse prinzipiell im Sinn von mehrstelligen Relationen. Besonders in der Diskussion um verschiedene biologische Organismen, die vergleichbare Funktionen mit abweichenden Organsystemen instantiieren – beispielsweise das Phänomen der Biolumineszenz oder die Oxygenierung des Blutes –, und in der Frage nach einer Simulation kognitiver Funktionen durch Halbleiterplatten in der KI-Forschung sollen *token-token-*Relationen die Unabhängigkeit physiologischer Funktionen vom morphologischen oder technischen Substrat unterstreichen. Siehe auch HULL 1974, 39.

64 WEBER 2001, 239 f.

behaviouralen Genetik abgelöst von einem naiven genetischen Determinismus begriffen und somit grundlegend flexibilisiert. Im Gegensatz zu früheren Vorstellungen der Mendel'schen Genetik und monogenen Vererbungsgängen psychiatrischer Erkrankungsbilder kann nun die Abhängigkeit der Genfunktionen selbst von Verhaltensinterventionen als empirisch gesichert gelten. Damit ist eine symmetrische und zugleich flexible Sichtweise entstanden, die nicht nur die Hirnstruktur und -tätigkeit, sondern zugleich auch die Funktion des humanen Genoms als plastisch und wenig stabil begriffen.⁶⁵

Demgegenüber war der Rekurs auf den Neuronalen Materialismus und Genetischen Determinismus traditionell mit der Absicht unternommen worden, menschliche Handlungen als eine Automatik aus ontogenetischen und epigenetischen Prozessen fassen und beschreiben zu können. Dies gilt etwa für die Annahme, dass phylogenetisch alte Entwicklungsprogramme oder ›konservierte‹ Genfunktionen neuere in jedem Fall überformen, wie sie etwa noch von den Experimentalgenetikern Timoféev-Ressovskij und Muller vertreten worden ist. Zugleich erschien die Entwicklung von menschlichen Charaktereigenschaften und kognitiven Leistungen als unmittelbares Produkt genetischer und biochemischer Prozesse – so etwa in den Forschungsprogrammen der frühen Molekularmediziner Lederberg und Schmitt. Während sich in vergleichbaren neurogenetischen Programmen die Identität der menschlichen Person *quasi* auf eine somatische Identität der Genomsequenz und -funktion zurückführen lassen sollte, hat sich die Lage in der Ära des *Human-Genom-Projekts* grundsätzlich gewandelt: Zwar folgt die Diskussion im Wesentlichen auch jetzt einer Ursachenklärung genetischer Einflüsse auf das Verhalten von Personen, doch werden Umwelteinflüsse nicht länger ausgeblendet, sondern für das An- und Abschalten spezifischer Gene maßgeblich verantwortlich gemacht. Es kann keineswegs als ausgemacht gelten, dass bei der bestehenden genetischen Ausstattung des Menschen eine Erklärung von Persönlichkeitseigenschaften wie ›Schüchternheit‹ oder ›Furchtsamkeit‹ durch Umwelteinflüsse *a priori* ausgeschlossen wäre. Für die Frage nach der Identität von Personen bedeutet dies aber auch, dass weder die somatische Interpretation⁶⁶ – im Sinne einer gleich bleibenden Gehirnmorphologie in verschiedenen Stadien von Entwicklung, Alter oder Krankheit – noch die funktionale *type-type*-Interpretation neurogenetischer Funktionen in der Lage sind, die beschränkten Annahmen des Neuronalen Materialismus und des Genetischen Determinismus für das Problem personaler Identität zu stützen. Ein ›Fortbestand des Stablen‹ im modernen Per-

65 Vgl. COTMAN, BERCHTOLD 2002.

66 Vgl. OLSEN 2002, 10 f.

sonkonzept hat vielmehr zu berücksichtigen, dass das hochkomplexe Wechselspiel des menschlichen Genoms im Konzert mit mannigfachen Umwelteinflüssen eine vergleichbare Herausforderung für enge materialistische Interpretationen personaler Identität darstellt, wie dies über weite Strecken von den Hirnforschern und Neurogenetikerinnen des vergangenen Jahrhunderts auf Ebene ihrer Forschungspraxis problematisiert worden ist: So verfügt das Individuum weder über eine vollständige Kontrolle der auf es einwirkenden Umwelteinflüsse noch der Neurogenetik seiner Gehirnfunktionen – wenngleich dies im Rahmen öffentlicher Debatten häufig mit dem *Human-Genom-Projekt* assoziiert wird.⁶⁷ In diesem Sinn mündet die medizinhistorische Rekonstruktion der neurogenetischen Programme in der Hirnforschung unmittelbar in die Diskussion bioethischer Aspekte der ›Flexibilisierung des Personkonzepts‹ ein. Sie lässt dabei einerseits starke Interpretationen des Neuronalen Materialismus und Genetischen Determinismus als unzeitgemäß erscheinen und bricht andererseits zeitgeistabhängigen Aufgeregtheiten über die neu gewonnenen Manipulationsmöglichkeiten die Spitze.

Für gemäßigte Materialisten und überzeugte Dualisten steht damit auch keine »Kränkung des Ichs« zu befürchten, wie dies Marc Borner kürzlich formuliert hat.⁶⁸ Vielmehr schaufelt die Flexibilisierung des Personkonzepts mit den Entwicklungen moderner Neurogenetik Wasser auf die Mühlen gemäßigter materialistischer Positionen. Eine Überwindung der Erkenntnislücken zwischen psychologischen Theorien und neurogenetischen Perspektiven – unter den Prämissen der personalen Identitätstheorie – ist indes nicht nur von einer Klärung des Verhältnisses unterschiedlicher Klassen von Phänomenen abhängig, sondern ganz konkret als eine konzeptuelle Verbindung zwischen zwei Theorieansätzen notwendig. So scheinen auch die Positionen der ›Libertarier‹ und ›Kompatibilisten‹⁶⁹, welche die Autonomie psychischer Eigenschaften mit der Annahme eines gemäßigten Kausalen Reduktionismus oder Genetischen Funktionalismus für vereinbar halten, unter Neurophilosophen an Einfluss zu gewinnen. Dass eine somatische Interpretation personaler Identität im Sinne eines strikten Neuronalen Materialismus – gewissermaßen im Gefolge Theodor Meynerts – kaum auf Schützenhilfe durch die Entwicklung der modernen Neurogenetik hoffen kann, sollte mit diesem Beitrag aufgezeigt werden. Vielmehr käme dies einem kategorialen und auch methodologischen Fehlschluss gleich, wofür forschungspraktische Probleme auf den unterschiedlichen Etappen der modernen Neurowissenschaften reiches Anschauungsmaterial bieten. Zwar wurden im vorliegenden

67 GREENSPAN 1993, 31 f.

68 BORNER 2004.

69 ČUPLINKAS 2000, 147.

Beitrag keine Vermutungen über das ›Personsein‹ unter dem Aspekt der freien Verfügung über das eigene Leben angestellt, doch reichen die Entwicklungsmomente und der gegenwärtige biomedizinische Kenntnisstand aus, die Neurogenetik als alleiniges Kriterium für personale Identität zurückzuweisen. Es sollte hier also dem Fehlschluss entgegengewirkt werden, dass das Genom von einer notwendigen Bedingung für personale Vollzüge zu einer hinreichenden verabsolutiert wird.⁷⁰

5. Ausblick

Es ist in der bioethischen Forschungsliteratur verschiedentlich darauf hingewiesen worden, dass zur Zeit noch keine umfassende Theorie der Identität menschlicher Personen vorliegt, welche die drei Ebenen aus biomedizinischer Forschung, menschlichem Bewusstsein und der Quelle moralischen Handelns befriedigend integrieren kann.⁷¹ Zwar mögen an dieser Stelle einige Kritiker argumentieren, dass die Vertreter einer materialistisch geprägten Position relativ unbeeindruckt vom Vorliegen bzw. von der Abwesenheit einer entsprechenden integrativen Persontheorie auch weiterhin an ihren Überzeugungen und reduktionistischen Forschungsprogrammen festhalten werden. Wenn man jedoch die theoretische Einbindung des Personbegriffs gleichermaßen in biomedizinische Wissenshorizonte wie auch in sozialanthropologische Kontexte ernst nimmt, wird schnell deutlich, dass ein Patchwork-Ansatz aus je neuen pragmatischen Konzeptionen zu Teilbereichen der Person bzw. des Personalen kaum geeignet sein dürfte, die spezifischen sozialen, ethischen und auch rechtlichen Bedürfnisse kohärent zu verbinden und in die divergierenden Anwendungsbereiche zu übersetzen. Dies ist im vorliegenden Beitrag anhand der unterschiedlichen biomedizinischen Forschungsbereiche der Neurowissenschaften und der Molekulargenetik verdeutlicht worden, die sowohl methodologisch als auch in ihrer Objektbeziehung recht verwandte Forschungsbereiche darstellen. Ihre Divergenz bzw. ihre wechselseitige historische Modifikation lässt die verschiedenen syn- und diachronen Begriffsbestimmungen erkennen und verweist damit auf die ungleich größeren Unterschiede, die bei der weiteren Begriffsübertragung in soziokulturelle Kontexte erst entstehen. Dies heißt nicht, dass damit eine in der neurowissenschaftlichen Grundlagenforschung häufig anzutreffende Utopie (›Wir werden bald das gesamte Gehirn in seiner Funktionsweise verstehen und seine determinierende Rolle für Personsein

⁷⁰ Ähnlich auch KNOEPFFLER 1996, 1485.

⁷¹ Vgl. GORDIJN 1996, 1496.

erklären können) einfach durch eine entgegenstehende Dystopie (›Mit den Methoden der Neurowissenschaftler wird man die Bereiche des menschlichen Personseins nie wirklich erklären‹) ersetzt würde. Stattdessen konnte hier gezeigt werden, dass auch die modernen Methoden einer materialistischen Hirnforschung von Zusatzannahmen ausgehen, die über ihren jeweils streng umgrenzten Anwendungsbereich hinausweisen und durch behaviourale, sozialattributive, kulturpraktische u.a. Konzeptionen ergänzt werden müssen. Das gilt insbesondere dann, wenn der Personbegriff in den genannten Bereichen der Neurowissenschaften ebenfalls fruchtbar gemacht werden soll.

Dementsprechend wurde hier mit der Perspektive auf die wissenschaftshistorische Entwicklung versucht, die Bedeutung genetischer Kenntnisse über Struktur und Funktion des Gehirns des Menschen auch für eine empirisch gehaltvolle Theorie über personale Identität zu eruieren, nicht zuletzt, da immer mehr Forschungsevidenzen für eine radikal geänderte Vorstellung von den neurogenetischen Einflüssen auf die Gehirntätigkeit entstanden sind und das Bild des Wechselverhältnisses zwischen Gehirn und Genom in den modernen Neurowissenschaften hoch komplex geworden ist. Dabei zeigt sich, dass Positionen, die behaupten, dass das humane Genom nicht nur die postnatale Entwicklung der Hirnarchitektur steuert⁷², sondern die Funktionsweise des Gehirns insgesamt determiniert, angesichts der neuartigen und vielgestaltigen Ergebnisse aus der behaviouralen Genetik eingestehen müssen⁷³, dass sich weder die funktionale Kohärenz des Gehirns, noch die Identität der Person am menschlichen Genom allein festmachen lassen kann. Eine solche Annahme begeht den Fehlschluss, das menschliche Genom von einer notwendigen Bedingung für personale Identität zu einer hinreichenden zu erheben.

Angesichts dessen, dass moderne Fassungen des Neuronalen Materialismus in der Hirnforschung wie in der neurophilosophischen Debatte inzwischen recht ausdifferenziert sind, ging es im vorliegenden Beitrag nicht darum, die Intention einer starken Beachtung empirischer Erkenntnisse der Neurowissenschaften zurückzuweisen. Tatsächlich werden die Implikationen hirnpfysiologischer und neuroanatomischer Befunde auch in den aktuellen Debatten der Neurophilosophie breit diskutiert, und es sind differenzierte Vorschläge gemacht worden, wie sich mit einer Differenzierung des theoretischen Modells – etwa im Sinne der *token*-Identitätstheorie und erweiterten Ansätzen des Funktionalismus – auch gemäßigte Positionen eines Neuronalen Materialismus halten lassen können. Demgegenüber sind

72 THOMPSON et al. 2001, 1253 f.

73 HAMER 2002.

die genetischen Perspektiven auf das Verhältnis von Gehirn und Person in der Diskussion bislang wenig berücksichtigt worden, und dem forschungspraktisch mächtigen Ansatz eines starken Genetischen Determinismus schienen auch philosophisch wenig Grenzen gesetzt zu sein. Mit dieser Ausrichtung stand hier somit das Modell neurogenetischer Determinierung auf dem Prüfstand, wobei eine starke Reduktion mentaler Phänomene auf die genetische Disposition von Gehirnfunktionen korrigiert werden sollte. Im Verweis auf die zunehmende Aufarbeitung der adaptiven Bedingungen, denen Gehirn und Genom unterworfen sind, wurde deshalb besonders der Wirkkraft der genetischen Forschung gegenüber den Neurowissenschaften nachgegangen, wodurch eine neue Dimension in der neurophilosophischen Debatte erkennbar geworden ist.

Mit Bezug auf mögliche philosophisch-anthropologische und bioethische Konsequenzen ist gegenüber solchen, unter materialistisch orientierten Neurowissenschaftlern und -wissenschaftlerinnen nicht selten anzutreffenden Positionen viel eher zu erwarten, dass menschliche Erfahrung sowie menschliches Erleben und Verhalten in ihrer zeitlichen Kontinuität auf einer anderen Ebene zu untersuchen und zu beschreiben sind. Dieser korrespondiert zwar die Funktionsebene der Neurogenetik, doch lässt sich letztere in ihrer wechselseitigen Bezogenheit auf Interpersonalität sowie auf soziale und physische Umwelt kaum als vorherrschender Determinismus der ›Person‹ beschreiben, was zukünftig in ihrer spezifischen Wechselbeziehung noch eingehend zu klären ist. Dies wird besonders in der Frage nach der adaptiven Flexibilisierung von Gehirn und Genom deutlich, die als neue Herausforderung für das Verständnis personaler Identität begriffen werden kann. So gilt es, angesichts von dem prozesshaften Verhältnis aus Kontinuität und Veränderung neurophysiologischer Gehirnvorgänge und deren funktioneller Komplexität, ein plastisches, jedoch kohärentes Personkonzept herauszuarbeiten, das insbesondere die Empfänglichkeit des Gehirns für Umwelteinflüsse berücksichtigt wie auch die Interdependenzen von Gehirn, Genom und soziokulturellen Kontexten neu bestimmen kann. Die wissenschaftshistoriographische Perspektive auf das Verhältnis von ›Genom‹, ›Gehirn‹ und ›Person‹ verweist somit aus einem deskriptiven Ansatz heraus auf zukünftige Probleme, denen sich die heutige Neurophilosophie wird stellen müssen.

Literatur

- ALLEN, G. (2002): *The classical gene: its nature and its legacy*, in: PARKER, L.S., ANKENY, R.A. (eds.): *Mutating concepts, evolving disciplines: genetics, medicine and society*, Dordrecht, 11-41.
- ANDREASEN, N.C. (2002): *Brave new brain: Geist – Gehirn – Genom*, Berlin, Heidelberg, New York.
- BECKMANN, J.P. (1996): *Über die Bedeutung des Personenbegriffs im Hinblick auf aktuelle medizinisch-ethische Probleme*, in: BECKMANN, J.P. (Hg.): *Fragen und Probleme einer medizinischen Ethik*, Berlin, New York, 279-306.
- BERG, P. (1993): *Die Sprache der Gene. Grundlagen der Molekulargenetik*, Heidelberg.
- BERNARD, C. (1865): *Einführung in das Studium der experimentellen Medizin*, übers. von SZENDRŐ, P., eingeführt und kommentiert von ROTHSCUH, K.E. (Sudhoffs Klassiker der Medizin, Bd. 35), Leipzig 1961.
- BORNER, M. (2004): *Eine Kränkung des Ichs? Marc Borner über Konsequenzen eines Wechsels vom Seelenorgan zum Gehirn*, in: Uni Report Frankfurt a.M. (17. November 2004), 8.
- BREIDBACH, O. (1997): *Die Materialisierung des Ichs. Zur Geschichte der Hirnforschung im 19. und 20. Jahrhundert*, Frankfurt a.M.
- CHANGEUX, J.-P. (1983): *L'homme neuronal*, Paris.
- CLARKE, E., O'MALLEY, C.D. (1996): *The Human Brain and Spinal Cord*, 2nd ed., San Francisco.
- COTMAN, C.W., BERCHTOLD, N.C. (2002): *Exercise: a behavioral intervention to enhance brain health and plasticity*, in: *Trends in Neurosciences* 25, 295-301.
- ČUPLINKAS, R. (2000): *Dimensionen des Selbst und deren biologische Grundlagen*, in: NEWEN, A., VOGLEY, K. (Hg.): *Selbst und Gehirn. Menschliches Selbstbewusstsein und seine neurobiologischen Grundlagen*, Paderborn, 123-150.
- DAWKINS, R. (1989): *The Selfish Gene*, 2nd ed., Oxford, New York.
- EDELMAN, G.M. (1989): *The remembered present. A biological theory of consciousness*, New York.
- FISCHER, E.P. (2003): *Geschichte des Gens*, Frankfurt a.M.
- GILBERT, S. (2000): *Genes classical and genes developmental. The different use of genes in evolutionary syntheses*, in: BEURTON, P.J., FALK, R., RHEINBERGER, H.-J. (eds.): *The Concept of the Gene in Development and Evolution. Historical and Epistemological Perspectives*, Cambridge 2000, 178-192.
- GIURFA, M., ZHANG, S., JENETT, A., MENZEL, R., SRINIVASAN, M.V. (2001): *The concepts of 'sameness' and 'difference' in an insect*, in: *Nature* 410, 930-933.
- GOEBEL, R., KHORRAM-SEFAT, D., MUCKLI, L., HACKER, H., SINGER, W. (1998): *The constructive nature of vision: Direct evidence from functional magnetic resonance imaging studies of apparent motion and motion imagery*, in: *European Journal of Neuroscience* 10, 1563-1573.
- GORDIJN, B. (1996): *Zwei Probleme grundsätzlicher Art bezüglich der Anwendung von Theorien über Personenidentität*, in: HUBIG, C., POSNER, H. (Hg.): *Cognitio*

- humana – Dynamik des Wissens und der Werte. XVII. Deutscher Kongreß für Philosophie, Bd. 2, Leipzig, 1491-1497.
- GREENSPAN, P.S. (1993): *Free Will and the Genome Project*, in: *Philosophy and Public Affairs* 22, 31-43.
- GRIESINGER, W. (1872): *Ueber psychische Reflexactionen*, in: GRIESINGER, W.: *Gesammelte Abhandlungen*, Bd. 1: *Psychiatrische und Nervenpathologische Abhandlungen*, Berlin, 3-45.
- HAEFFNER, G. (1994): *Die Einheit des Menschen: Person und Natur*, in: HONNEFELDER, L. (Hg.): *Die Einheit des Menschen. Zur Grundfrage der philosophischen Anthropologie*, Paderborn, 25-40.
- HAGNER, M. (2000): *Homo cerebrialis – Der Wandel vom Seelenorgan zum Gehirn*, Frankfurt a.M., Leipzig.
- HAMER, D. (2002): *Genetics: Rethinking behavior genetics*, in: *Science* 298, 71-72.
- HANSER, H. (2000): *Lexikon der Neurowissenschaft*, Bd. 2, Berlin.
- HOLDRIDGE, C., WIRZ, J. (2001): *Life Beyond Genes. Reflections on the Human Genome Project*, in: *The Nature Institute in Context* 5, 14-19.
- HONNEFELDER, L. (1994): *Person und Gehirn: Zur ethischen Beurteilung der Transplantation von Hirngewebe*, in: FEDOROWITZ, J., MATEJOVSKI, D., KAISER, G. (Hg.): *Neuroworlds: Gehirn – Geist – Kultur* (Schriftenreihe des Wissenschaftszentrums Nordrhein-Westfalen, Bd. 3), Frankfurt a.M., 380-388.
- HULL, D. (1974): *Philosophy of Biological Science*, Englewood Cliffs (New Jersey).
- JACOBSON, M. (1995): *Foundations of Neuroscience*, New York, London.
- KANDEL, E. (1987): *Preface*, in: KANDEL, E. (ed.): *Molecular Neurobiology in Neurology and Psychiatry*, New York, vii-ix.
- (2000): *The Molecular Biology of Memory Storage: A Dialog between Genes and Synapses. Nobel Lecture, December 8, 2000*, <http://nobelprize.org/medicine/laureates/2000/kandel-lecture.pdf> (Stand: Dezember 2005).
- KAY, L. (2001): *Das Buch des Lebens. Wer schrieb den genetischen Code?*, Ulm.
- KNOEPFFLER, N. (1996): *Geist, Gehirn und Gene: Wer ist eine Person?*, in: HUBIG, C., POSNER, H. (Hg.): *Cognitio humana – Dynamik des Wissens und der Werte. XVII. Deutscher Kongreß für Philosophie*, Bd. 2, Leipzig, 1483-1490.
- KÖTTER, R. (2002): *Erklärungsformen in der Genetik. Leistungen und Probleme*, unveröff. Ms.
- KORNACK, D.R. (2000): *Neurogenesis and the Evolution of Cortical Diversity: Mode, Tempo, and Partitioning during Development and Persistence in Adulthood*, in: *Brain, Behavior and Evolution* 55, 336-344.
- LEDERBERG, J. (1962): *Program in Molecular Neurobiology (Submission to National Institute for Neurological Diseases and Blindness, 8/30/62, NB04270-01)*, Stanford University, Stanford (California) (Archivmaterial des Stanford Program in the History and Philosophy of Science; dem Autor dankenswerterweise in Kopie von Norbert W. Paul zur Verfügung gestellt).
- LINKE, D.B. (1993): *Hirnverpflanzung. Die erste Unsterblichkeit auf Erden*, Hamburg.
- MACHAMER, P., McLAUGHLIN, P., GRUSH, R. (eds.) (2001): *Theory and Method in the Neurosciences*, Pittsburgh.

- MEIER, S., BRÄUER, A.U., HEIMRICH, B., SCHWAB, M.E., NITSCH, R., SAVASKAN, N.E. (2003): *Molecular analysis of Nogo expression in the hippocampus during development and following lesion and seizure*, in: FASEB Journal 17, 1153-1155.
- METZINGER, T. (1996): *Bewußtsein, Metarepräsentation und höherstufige Zustände. Einleitung*, in: METZINGER, T. (Hg.): *Bewußtsein*. Beiträge aus der Gegenwartsphilosophie, Paderborn, München, Wien, 393-396.
- MORANGE, M. (2000): *The Developmental Gene Concept: History and Limits*, in: BEURTON, P.J., FALK, R., RHEINBERGER, H.-J. (eds.): *The Concept of the Gene in Development and Evolution. Historical and Epistemological Perspectives*, Cambridge 2000, 193-215.
- NASE, G., WEISHAUP, J., STERN, P., SINGER, W., MONYER, H. (1999): *Genetic and epigenetic regulation of NMDA receptor expression in the cortex*, in: *European Journal of Neuroscience* 11, 4320-4326.
- OLSEN, E.T. (2002): *Personal Identity*, in: *Stanford Encyclopedia of Philosophy*, <http://plato.stanford.edu/entries/identity-personal> (Stand: Dezember 2005).
- PÄÄBO, S. (2001): *The Human Genome and Our View of Ourselves*, in: *Science* 291, 1219-1220.
- PAUEN, M. (2001): *Grundprobleme der Philosophie des Geistes und die Neurowissenschaften*, in: PAUEN, M., ROTH, G. (Hg.): *Neurowissenschaften und Philosophie*, München, 83-122.
- PAUL, N.W. (2002): *Genes – Information – Volatile Bodies*, in: GIMMLER, A., LENK, C., AUMÜLLER, G. (eds.): *Health and Quality of Life (Practical Ethics, Vol. 9)*, Münster, Hamburg, London, 187-198.
- RAGER, G. (2002): *Die Bedeutung der modernen Hirnforschung für das Personverständnis*, in: *Zeitschrift für Medizinische Ethik* 48, 217-236.
- RHEINBERGER, H.-J., MÜLLER-WILLE, S. (2004): *Gene*, in: *Stanford Encyclopedia of Philosophy*, <http://plato.stanford.edu/entries/gene> (Stand: Dezember 2005).
- ROTH, G. (1996): *Das Gehirn und seine Wirklichkeit. Kognitive Neurobiologie und ihre philosophischen Konsequenzen*, 4. Aufl., Frankfurt a.M.
- SARKAR, S. (1998): *Genetics and Reductionism*, Cambridge.
- SCHAFFNER, K.F. (1969): *The Watson-Crick model and reductionism*, in: *British Journal of the Philosophy of Science* 20, 325-348.
- (2000): *Reductionism and Determinism in Human Genetics: Lessons from Simple Organisms*, in: SLOAN, P.R. (ed.): *Controlling our destinies. Historical, philosophical, ethical, and theological perspectives on the Human Genome Project (Studies in Science and the Humanities from the Reilly Center for Science, Technology, and Values, Vol. 5)*, Notre Dame (Indianapolis), 301-326.
- SCHMIEDEBACH, H.-P. (1986): *Psychiatrie und Psychologie im Widerstreit. Die Auseinandersetzung in der Berliner medicinisch-psychologischen Gesellschaft (1867-1899)* (Abhandlungen zur Geschichte der Medizin und der Naturwissenschaften, Bd. 51), Husum.
- SCHMITT, F.O. (1990): *The Never-Ceasing Search*, Philadelphia.
- SCIENCE ONLINE (2001): *«Science» Announces Plan for Ensuring Access to Celera Genome Sequence Data*, in: *Science Magazine*, <http://www.sciencemag.org/cgi/content/full/291/5507> (Stand: November 2004).

- SINGER, W. (2002): *Der Beobachter im Gehirn. Essays zur Hirnforschung*, Frankfurt a.M.
- SMART, J.J.C. (2004): *The Identity Theory of Mind*, in: Stanford Encyclopedia of Philosophy, <http://plato.stanford.edu/entries/mind-identity> (Stand: Dezember 2005).
- VON STADEN, H. (1989): *Herophilus – The Art of Medicine in Early Alexandria*, Cambridge, New York, New Rochelle.
- STAHNISCH, F. (2003): *Ideas in Action – Der Funktionsbegriff und seine methodologische Rolle im Forschungsprogramm des Experimentalphysiologen François Magendie (1783-1855)* (Naturwissenschaft – Philosophie – Geschichte, Bd. 18), Münster, Hamburg, London.
- STENT, G. (1977): *Explicit and implicit semantic content of the genetic information*, in: BUTTS, R.B., HINTIKKA, J. (eds.): *Foundational Problems in the Special Sciences*, Dordrecht, 131-149.
- THOMPSON, P.M., CANNON, T.D., NARR, K.L., VAN ERP, T., POUTANEN, V.P., HUTTUNEN, M., LONNQVIST, J., STANDERTSKJOLD-NORDENSTAM, C.G., KAPRIO, J., KHALEDY, M., DAIL, R., ZOUMALAN, C.I., TOGA, A.W. (2001): *Genetic influences on brain structure*, in: *Nature Neuroscience* 4, 1253-1258.
- TREPEL, M. (1995): *Neuroanatomie. Struktur und Funktion*, München, Wien, Baltimore.
- VAAS, R. (1996): *Mein Gehirn ist, also denke ich. Neurophilosophische Aspekte von Personalität*, in: HUBIG, C., POSNER, H. (Hg.): *Cognitio humana – Dynamik des Wissens und der Werte. XVII. Deutscher Kongreß für Philosophie*, Bd. 2, Leipzig, 1507-1514.
- VOGT, A., SATZINGER, H. (2001): *Elena Aleksandrovna und Nikolaj Vladimirovic Timoféeff-Ressovsky (1898-1973; 1900-1981)*, in: JAHN, I., SCHMITT, M. (Hg.): *Darwin & Co. Eine Geschichte der Biologie in Portraits*, Bd. 2, München, 442-470.
- VOGT, C. (1847): *Physiologische Briefe für Gebildete aller Stände*, in: WITTICH, D. (Hg.): *Vogt, Moleschott, Büchner. Schriften zum kleinbürgerlichen Materialismus in Deutschland*, Bd. 1, Berlin 1971, 1-24.
- DE VRIES, M.W. (1999): *Neuroscience and the future of psychiatry*, in: *Current Opinion in Psychiatry* 12, 638-639.
- WALTER, H. (2000): *Art. Neurophilosophie*, in: HANSER, H. (Hg.): *Lexikon der Neurowissenschaft*, Bd. 2, Berlin, 461-464.
- WEBER, M. (2001): *Under the Lamppost. Commentary on Schaffner*, in: MACHAMER, P., McLAUGHLIN, P., GRUSH, R. (eds.): *Theory and Method in the Neurosciences*, Pittsburgh, 231-249.

Dietmar Hübner (Hrsg.)

Dimensionen der Person: Genom und Gehirn

Genom

Genetischer Determinismus
Epigenetische Regulation
Neurobiologischer Materialismus
Gedächtnis Emotion
Sprache

Intelligenz
Schulz
Eigilf
Verantwortung
Verhalten
Empfinden
Verhalten
Empfinden
Intelligenz
Sexualität
Leidlichkeit
Emotion
Neurobiologischer Materialismus
Liberaler Determinismus
Genetischer Determinismus
Intelligenz
Autonomie