HIRNFORSCHUNG ALS HUMANWISSENSCHAFT. DAS LOKALISATIONSPARADIGMA IM 19. UND FRÜHEN 20. JAHRHUNDERT

Michael Hagner

Von Blaise Pascal wird berichtet, dass er in geselliger Runde stets einen Nachbarn zu seiner Linken haben musste, der verhinderte, dass der Philosoph die Kontrolle über sich verlor. Pascal wusste von den halbseitigen Abgründen, die sich vor ihm auftaten, ohne dass er seine Ängste und Wahnvorstellungen losgeworden wäre. Julien Offray de La Mettrie, der diese Geschichte in seinem *L'Homme Machine* anführt, erklärte Pascals Krankheit mit unnatürlichen Vorgängen in der einen Hälfte des Gehirns, während die andere Hälfte das Genie repräsentierte. »Einerseits ein großer Mann, andererseits halb verrückt. Verrücktheit und Einsichtsfähigkeit waren bei ihm scharf getrennt: Jede hatte ihren eigenen Bereich oder Lappen.«[1]

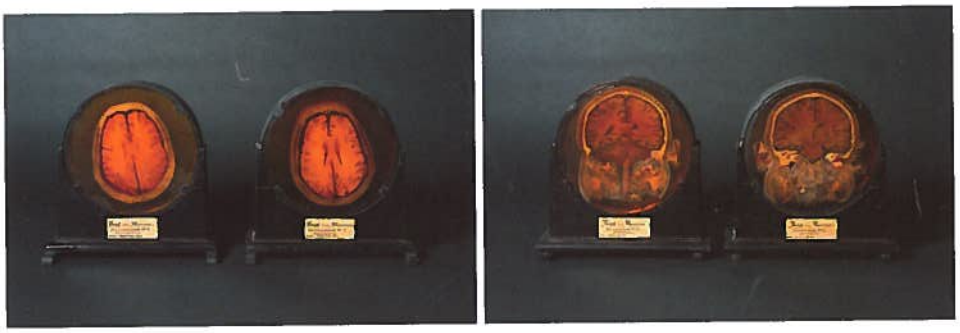
Die Vorstellung, dass Genie und Irrsinn auf die Disposition des Gehirns zurückzuführen sind, war in der Mitte des 18. Jahrhunderts nicht selbstverständlich. La Mettrie selbst wies darauf hin, dass das Gehirn eines Bauern sich nicht nennenswert vom Gehirn eines Descartes oder eines Newton unterscheide. Trotz solcher Warnungen, ironischerweise von einem Erzmaterialisten ausgesprochen, gab es in der zweiten Hälfte des 18. Jahrhun-

Sektionsbesteck zur Öffnung des Schädels, 1950er Jahre

Hirntöpfe zur Aufbewahrung und zum Transport, Anfang 20. Jahrhundert

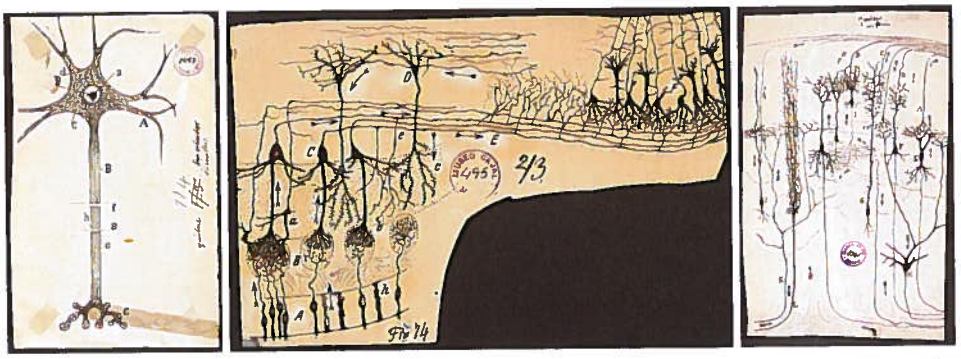
derts erhebliche Anstrengungen, die geistige Natur des Menschen, seine Talente, Neigungen und moralischen Fähigkeiten materiell zu bestimmen. Diese Anstrengungen richteten sich zum einen darauf, das geistige Leben naturhistorisch zu fassen und damit den ontologischen Dualismus von Descartes zu unterwandern. Zum anderen war man bestrebt, materielle beziehungsweise körperliche Unterschiede als Ursache unterschiedlicher geistiger Entwicklungen nicht bloß auf Mensch und Tier anzuwenden, sondern auch auf die anthropologische Differenzierung von Europäern und Nicht-Europäern, von Männern und Frauen. Das führte zwar längst nicht in jedem Fall zu wertenden oder gar diskriminierenden Klassifizierungen, doch die zunehmende Aufladung des Gehirns als Organ, an dem sich die menschlichen Qualitäten auf ihre somatischen Ursprünge hin festmachen ließen, hatte zwei Seiten, die nicht immer scharf voneinander zu trennen sind: eine moralische Bewertung von Menschen aufgrund von biologischen Definitionen und die cerebrale Lokalisationsforschung, die zu einem zentralen Stützpfeiler für die im 19. und 20. Jahrhundert so mächtig aufblühende Hirnforschung wurde.[2]

Für die Entwicklung der Lokalisationsforschung spielte der Wiener Arzt Franz Joseph Gall eine führende Rolle. Auch wenn Gall oft mit der Physiognomik Johann Caspar Lavaters in Zusammenhang gebracht wurde, zielten seine psychologischen Überlegungen, den Menschen nicht mehr als metaphysische Größe zu fassen, sondern in seinen alltäglichen Verhaltensweisen zu erklären, in eine ganz andere Richtung. Der vielleicht wichtigste Aspekt der Gallschen Organologie bestand darin, dass sie eine kausale Beziehung herstellte zwischen der anatomischen Struktur des Gehirns, der cerebralen Funktion und dem menschlichen Verhalten. Danach waren ausgeprägte Nächstenliebe oder ein vorzügliches Gedächtnis Resultat eines besonders gut entwickelten, umschriebenen Organs in der Hirnrinde. Die Probleme begannen damit, dass Gall in der Folgezeit nicht das tat, was man auch damals von Wissenschaftlern erwartete, nämlich dass sie ihre Forschungsergebnisse publizierten und dann diskutierten. Gall dagegen hielt Privatvorlesungen in



Gelatinepräparate von Transversal- und Frontalschnitten durch den Kopf, 1902

Wien und unternahm, als diese verboten wurden, zwischen 1805 und 1807 eine ausgedehnte Reise durch Europa, um seine neue Lehre in Vorlesungen und anatomischen Demonstrationen einem breiten Publikum vorzustellen. Gall erwies sich jedoch nicht bloß als vorzüglicher Hirnanatom. Seine eigentliche Popularität lag in dem Teilstück seiner Lehre begründet, worin die Ausprägung beziehungsweise Wölbung der Schädelform in Beziehung gesetzt wurde zur Entwicklung der Hirnoberfläche beziehungsweise der darunter liegenden Hirnorgane. Eine ausgeprägte Schädelwölbung an der Stirn beispielsweise konnte besonderes Denkvermögen oder guten Ortssinn bedeuten. Es wurde nun zu einem beliebten Gesellschaftsspiel, sich gegenseitig die Schädel nach Höckern abzutasten, und rasch wurde die Schädellehre oder Phrenologie zum Gegenstand der Karikatur. Am Schädel Immanuel Kants beispielsweise wurde genau an der Stelle am Hinterkopf, wo man das Zentrum für sexuelle Begierde lokalisierte, bloß eine Furche diagnostiziert. Es war genau dieser Aspekt der Gallschen Lehre, der es Kritikern leicht machte, ihn zum unwissenschaftlichen Scharlatan abzustempeln.



Nervenzellen gezeichnet von Santiago Ramón y Cajal; »Célula nerviosa moritz«, 1913; »Esquema de la estructura del bulbo olfatorio y corteza esfenoidal del cerebro«, 1899; »Esquema de las principales articulaciones neuronales del lóbulo óptico de las aves«, 1904

Holzschublade mit von Alois Alzheimer gefertigten Hirnschnitten, um 1910

Dabei darf jedoch nicht übersehen werden, dass jenseits der Schädelabtasterei die Implikationen von Galls Lehre viel zu ernst waren, um auf der Ebene sensationsheischender Scharlatanerien zu verharren. Unabhängig davon, ob man die von Gall vorgenommene Unterteilung in bestimmte Eigenschaften, Neigungen und Talente teilte oder nicht – wenn er das Verhaltensrepertoire des Menschen auf angeborene, im Gehirn verankerte Strukturen zurückführte, stellte sich die Frage, wie es um die menschliche Freiheit bestellt war. Tatsächlich wurde Gall von Anfang an der Vorwurf gemacht, seine Lehre führe zum Materialismus, und auch wenn er sich gegen einen solchen Vorwurf zur Wehr setzte, so war es doch kaum zu leugnen, dass in seinem System für die unteilbare und freie Seele des Menschen kein Platz mehr blieb. Zwar sagte Gall, dass die Seele nicht Gegenstand der Naturforschung sei, weswegen er sich dazu nicht äußern wolle, doch ging es ihm zweifellos darum, die geistige Natur des Menschen vollständig und auf der Basis der Gehirnfunktionen zu erklären.

Gegen diesen Anspruch wurden in der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts massive Einwände erhoben. In einem offiziellen Gutachten der Pariser Akademie der Wissenschaften wurde die Organologie mit dem Argument verworfen, dass die augenscheinliche Zusammenarbeit von Gehirn und Geist, von teilbarer Materie und unteilbarem Ich auf ewig unverständlich bleiben werde. Gall hingegen habe durch seine Aufteilung der geistigen Eigenschaften einer Materialisierung der Seele Vorschub geleistet. Mit dem Verweis auf die Lücke zwischen Psychologie und Anatomie war ein wunder Punkt bei Gall getroffen. Obwohl er eine breite Palette von wissenschaftlichen Methoden zur Ausfüllung seines Programms anzubieten hatte, musste er methodische Probleme einräumen. Doch dem Vorwurf, dass von der Struktur des Gehirns in keiner Weise auf dessen Funktion geschlossen werden könne, begegnete er mit dem Argument, dass dann die meisten Hirnforscher ihre Arbeit aufgeben könnten.[3]

In der Folgezeit wurden die Debatten um die cerebrale Lokalisation vor allem auf den Gebieten der Klinik und des physiologischen Experiments ausgetragen. Zentral waren dabei die Experimente des Pariser Physiologen Pierre Flourens. Flourens, in metaphysischer Hinsicht ein Gegner Galls und Verfechter einer freien und unsterblichen Seele, unternahm Experimente an der Hirnrinde, die ergaben, dass sämtliche Funktionen nach und nach schwächer wurden, je mehr Hirnsubstanz entfernt wurde, bis die Versuchstiere schließlich in Agonie fielen. Da keine einzelne Funktion vor einer anderen ausfiel, schloss Flourens, dass verschiedene Teilfunktionen zu einer einheitlichen Gesamtfunktion des Gehirns beitrügen. Mit diesem Postulat einer »action commune« des Gehirns erfüllte und bestätigte Flourens die Grundvoraussetzungen einer sich auf Descartes berufenden Metaphysik, die den Dualismus gegen den Materialismus verteidigte und für die Einheit des Selbst und für moralische Freiheit eintrat. Das Ernstnehmen der philosophischen Implikationen der Gallschen Lehre und ihre Zurückweisung zugunsten des Cartesianismus blieben in der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts ein gewichtiger Faktor, auch wenn Flourens – scheinbar paradox – den Beweis antrat, dass mit experimentellen Manipulationen im großen Stil wissenschaftliche Aussagen über das geistige Leben gemacht werden konnten.[4] Das physiologische Experiment erhielt damit einen ähnlich großen Stellenwert wie anatomisch-pathologische Untersuchungen und klinische Beobachtungen.

Dennoch fügten sich die unterschiedlichen Untersuchungsmethoden nicht sogleich zu einem einheitlichen Forschungsprojekt zusammen. So waren die Physiologen zunächst meist Gegner des Lokalisationsgedankens. Anders die praktischen Mediziner: Noch zu Galls Lebzeiten hatten Pariser Ärzte bis dahin vereinzelte Nachrichten über spezifische geistige Funktionsausfälle wie Sprach-, Schreib-, oder Lesestörungen zu sammeln versucht. Weitere Untersuchungen mit Patienten und, falls diese verstarben, anatomische Sektionen des Gehirns ergaben, dass bestimmte Sprachstörungen mit Läsionen im vorde-

Dünnschnitte vom menschlichen Gehirn, gefärbt mit verschiedenen Techniken, seit 1950

Modelle zur vergleichenden Anatomie des Wirbeltiergehirns, hergestellt von der Firma Ziegler, um 1900

ren Teil der Hirnrinde einhergingen. Das ließ sich durchaus als ein Beleg für die prinzipielle Richtigkeit der Gallschen Lehre auffassen, konnte sich aber nicht durchsetzen, weil neben dem Materialismusvorwurf die klinisch-anatomischen Resultate im Gegensatz zu den reproduzierbaren physiologischen Experimenten nicht ganz eindeutig waren.

1859, das Jahr in dem Charles Darwin sein Buch *The Origin of Species* veröffentlichte, war auch das Gründungsjahr der Société d'Anthropologie in Paris. Dort trafen sich materialistisch und positivistisch orientierte Wissenschaftler, die Probleme der Kraniologie sowie das Verhältnis von Hirnvolumen und -gewicht zur geistigen Begabung diskutierten. Zu diesem Kreis gehörte auch Paul Broca, der ein überzeugter Vertreter der Korrelation von Hirnvolumen und Intelligenz war und sich als Chirurg und Anthropologe für Fälle aus der medizinischen Praxis interessierte. In einer berühmt gewordenen Fallstudie des Patienten »Mr. Tan« (der unter diesem Namen in die medizinische Literatur einging, weil er nur noch das Wort »tan« sagen konnte) definierte Broca die »Aphemie« (später »motorische Aphasie«) als Unfähigkeit, Wörter auszusprechen, obwohl die Zungenmotorik intakt war. Broca interpretierte dies als eine intellektuelle Einbuße und nicht als eine Störung des Mechanismus der Sprachartikulation. Diese Unterscheidung war von großer Bedeutung, weil Brocas Zuordnung einer definierten geistigen Funktion zu einer umschriebenen Hirnregion zur Leitvorstellung des Lokalisationismus in der Hirnforschung wurde. Weitere Fälle mit ähnlicher Symptomatik legten nahe, dass es sich um eine Läsion der dritten Frontalwindung links handelte. Damit begann die Hirnforschung, das Gehirn als eine Landkarte aufzufassen, in die spezifische funktionale Regionen sukzessive eingetragen wurden. Brocas Befunde und deren Interpretationen konnten unmöglich diskutiert werden, ohne dass man die verschmähte, aber nach wie vor populäre Phrenologie zur Sprache brachte. Broca legte denn auch größten Wert auf die Feststellung, dass nicht die Schädelhöcker sondern die Hirnwindungen genauer untersucht werden müssten, ohne freilich hinzuzufügen, dass Galls Ansatz sich im Prinzip als richtig erwiesen hatte.[5]

Flüssigpräparate von Wirbeltiergehirnen aus der Sammlung Ludwig Edingers, um 1900

Ein weiterer Gesichtspunkt der Diskussion betraf die Frage einer unterschiedlichen Funktion der beiden Hirnhälften. Das anfangs zitierte Beispiel von Pascals Gehirn war im 18. Jahrhundert eine große Ausnahme. Erst in der Zeit der Romantik begann man, die Asymmetrie der beiden Hirnhälften im Hinblick auf funktionale Unterschiede ernst zu nehmen. Broca schließlich konstatierte nicht bloß, dass die meisten Patienten eine linksseitige Läsion aufwiesen, er ging noch weiter mit der Annahme, dass der Mensch mit einer – hauptsächlich der linken – Hirnhälfte sprechen lerne. Es dauerte nicht lange, bis sich die linke Hirnhälfte als die intelligente, wohlerzogene, eigentlich menschliche Seite durchsetzte, während die rechte als unzivilisierte, emotionale, dunkle Seite angesehen wurde. Mit einigen Abweichungen hat diese Differenzierung sich bis auf den heutigen Tag erhalten, mit dem wichtigen Unterschied allerdings, dass die rechte Hirnhälfte im späten

Flüssigpräparat eines Knurrhahnkopfes mit freigelegten Hirnstrukturen aus der Sammlung Ludwig Edingers, um 1900

Drahtmodell des Gehirns, um 1960

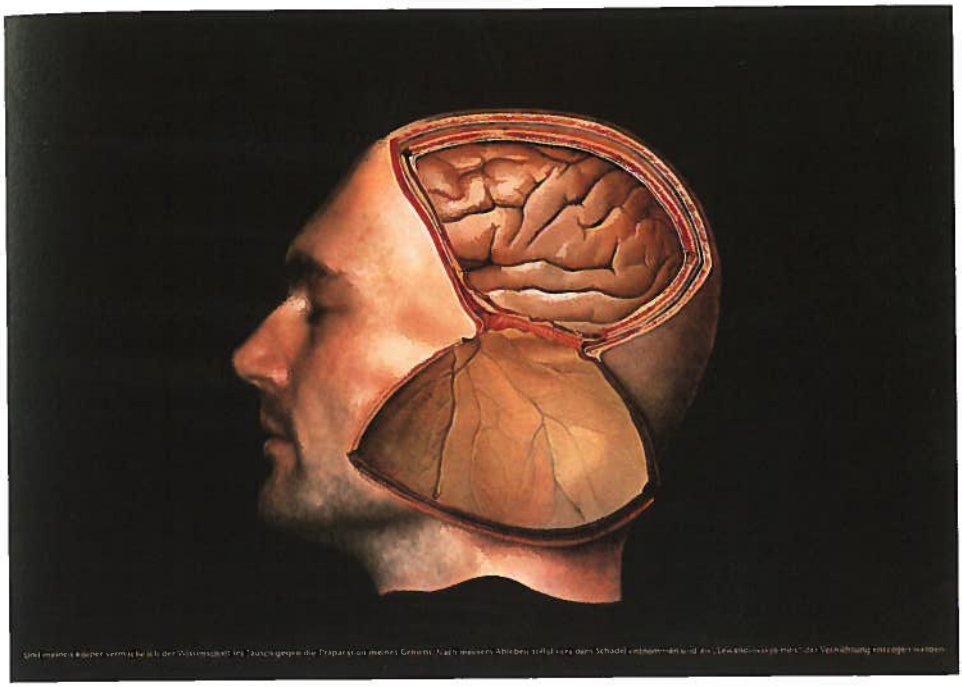
19. Jahrhundert weitgehend negativ bewertet wurde, während heute der Aspekt der Kreativität und der nicht-sprachlichen Fähigkeiten des Menschen hervorgehoben wird.[6] Damals ging es um Indizien und Parameter für biologische und pathologische Klassifikationen. In den europäischen Gesellschaften, die durch Industrialisierung, Urbanisierung, soziale Missstände wie Verbrechen, Seuchen, Alkoholismus, Selbstmord und Angst vor Syphilis geprägt waren, wurden Polarisierungen wie gesund und krank, wertvoll und weniger wertvoll oder männlich und weiblich zu Kategorien, die Wissenschaftler anwendeten, um solche Probleme zu verstehen und mehr oder weniger umfassende Lösungsvorschläge zu machen. Zwar wurde dies vornehmlich unter Stichworten wie Degenerationstheorie und Sozialdarwinismus verhandelt, doch war die Hirnforschung insofern daran beteiligt, als soziale Attribute wie Degeneration, Anlage zum Verbrecher oder Höherbegabung ins Gehirn selbst eingeschrieben wurden.

Wie bereits erwähnt, waren Flourens' physiologische Experimente über mehrere Jahrzehnte als Argument gegen die cerebrale Lokalisation eingesetzt worden. Im Jahre 1870 war es dann wiederum ein Experiment, das für die weitere Erforschung des Gehirns große Bedeutung erlangen sollte. Bei elektrotherapeutischen Behandlungen eines seiner Patienten hatte der Berliner Arzt Eduard Hitzig die unerwartete Entdeckung gemacht, dass es bei galvanischer Reizung bestimmter Punkte am Kopf zu unwillkürlichen Augenbewegungen kam. Das brachte ihn auf die Idee, dass diese durch eine Stimulation des Gehirns ausgelöst worden sein könnten. Gemeinsam mit dem Anatomen Gustav Fritsch durchgeführte Tierexperimente führten zur Identifizierung von Regionen im vorderen Teil des Gehirns, auf deren elektrische Reizung hin sich entweder die Vorderpfote oder die Hinterpfote des Versuchstiers beugte beziehungsweise streckte. Diese isolierten Bewegungen waren durch Reizung anderer Areale nicht hervorzurufen. Zur Einordnung ihrer Ergebnisse beriefen sich die Autoren auf Brocas Untersuchungen.[7]

Tafel »Mißbildungen des Großhirns« von Jean Baptiste Cruveillier, Paris 1829-1853, aus: Edgar Goldschmidt, *Entwicklung und Bibliographie der pathologisch-anatomischen Abbildung*, Karl V. Hiersemann (Hrsg.), Leipzig 1925

Das Echo auf das Reizexperiment war enorm. Zahlreiche Physiologen nahmen den Faden auf, und neben motorischen Regionen wurde nun auch nach sensorischen Arealen und möglichen Zonen für höhere geistige Funktionen gesucht. Wenn es um die Sprache und andere menschspezifische Qualitäten ging, war es nahe liegend, dass die rasche weitere Entwicklung des Hirnlokalisationsgedankens nicht bloß physiologischer Experimentierkunst geschuldet war, sondern ihre Dynamik aus der Interaktion von Labor und klinischer Forschung zog. In den letzten Dekaden des 19. Jahrhunderts wurden die klassischen neuropsychologischen Ausfallerscheinungen nach und nach beschrieben und gedeutet, unter anderem die Agrafie (Schreibunfähigkeit bei erhaltener Sprache), die Apraxie (Unfähigkeit, ohne Beeinträchtigung des Verständnisses auf Aufforderung eine bestimmte Handlung – wie etwa die Zunge herauszustrecken – durchzuführen) und die sensorische Aphasie (Störung des Sprachverständnisses).

Da die Entdeckung und Beschreibung dieser Krankheitsbilder in nur wenigen Jahren erfolgte, wurde die Hirnrinde zum idealen Organ, in das kulturelle und symbolische Werte eingetragen werden konnten. Vernunft und Triebe, Sittlichkeit und Genusssucht, Autonomie und Automatismen, Höherentwicklung und Verfall – all diese Melodien ließen sich auf dem kortikalen Instrument spielen. Am weitesten ging hierbei der Leipziger



Willenserklärung der Arbeit *Des Künstlers Hirn*, 1998

Psychiater Paul Flechsig, der als Konsequenz seiner hirnanatomischen Arbeiten eine »Moralphysiologie« oder »physiologische Sittlichkeitslehre« forderte, wobei das Gehirn eine Art Kampfplatz zwischen höheren und niederen Trieben darstellte.[8] Zwar konnte Flechsig mit diesen Thesen und Forderungen zu keiner Zeit die Mehrheit seiner Kollegen hinter sich bringen, doch kann er als Beispiel für eine Selbstermächtigung der Humanwissenschaften gelten, die seit Francis Galtons eugenischen Visionen von einer umfassenden Kontrolle und Höherzüchtung des Menschen die Formel gefunden zu haben glaubte, mit der sie ihre gesellschaftliche Relevanz beweisen konnte. So findet sich zu Beginn des 20. Jahrhunderts vor allem in der Lokalisationsforschung des Berliner Hirnforscherehepaars Cécile und Oskar Vogt immer wieder die Forderung nach einer »Förderung sozial nützlicher und Hemmung schädlicher Eigenschaften«. Die Lokalisation geistiger Funktionen in verschiedenen Hirnarealen sollte ihren Beitrag dazu leisten, »der willkürlichen Zuchtwahl, der Rassenhygiene der Zukunft, die schon lang ersehnte wissenschaftliche Grundlage zu geben«. Die Zukunft des Menschengeschlechts sollte »nicht zum Wenigsten von dem Ausbau einer Hirnhygiene« abhängen.[9] Das Menschenbild dieser cerebralen Charakterologie vertrug sich, wie die Biografie der Vogts zur Genüge zeigt, durchaus mit sozialistischen Idealen. Doch wenn Vogt 1925 an August Forel schreibt, dass die »Führerfrage eine weit größere Rolle spielt, als es heute in weiten Kreisen der Sozialdemokra-

tie anerkannt wird«, stellt sich zumindest die Frage, welche Rolle der Selbstverwirklichung des Menschen noch zugebilligt wird.[10] Der Mensch – auch der besonders begabte Mensch – ist in dieser Perspektive geprägt durch prinzipiell identifizierbare cerebrale Dispositionen, die ein Ensemble von antizipierbaren Verhaltensmustern hervorbringen, in dem Überraschungen keinen Platz mehr haben. Sobald etwas nicht im gewünschten Sinne geschieht, nehmen Wissenschaftler Korrekturen vor. Das gilt gleichermaßen für Krankheiten und unerwünschte soziale Eigenschaften. Längst nicht alle Hirnforscher haben sich solche Weltverbesserungskonzepte auf ihre Fahnen geschrieben. Doch auch unabhängig davon wird hier wiederum deutlich, dass trotz aller Diskussionen um die Tragfähigkeit des Lokalisationskonzeptes zwischen dem Auftreten Galls um 1800 und dem ambitionierten Hirnforschungsprojekt der Vogts im frühen 20. Jahrhundert zwei Dinge immer wiederkehren: der Hinweis auf die Relevanz des Lokalisationismus für ein Verständnis der Hirnfunktionen inklusive des Versprechens, dass ihre Steuerung möglich sei; und die symbolische Aufladung des Gehirns, die dem naturalistisch fundierten Menschenbild der Moderne nachhaltig ihren Stempel aufgedrückt hat.

Anmerkungen

1 Julien Offray de La Mettrie, *Der Mensch als Maschine*, Nürnberg 1985, S. 58

2 Zur Hirnforschung im 19. Jahrhundert siehe Edwin Clarke und L. Stephen Jacyna, *Nineteenth century origins of neuroscientific concepts*, Berkeley 1987; Michael Hagner, *Homo cerebralis. Der Wandel vom Seelenorgan zum Gehirn*, Berlin 1997; Olaf Breidbach, *Die Materialisierung des Ichs. Zur Geschichte der Hirnforschung im 19. und 20. Jahrhundert*, Frankfurt a. M. 1997

3 Franz Joseph Gall, »Des Herrn Dr. F. J. Gall Schreiben über seinen geendigten Prodromus über die Verrichtungen des Gehirns der Menschen und der Thiere, an Herrn Jos. Fr. von Retzer (1798)«, in: *Franz Joseph Gall. Naturforscher und Anthropologe*, hrsg. v. Erna Lesky, Bern 1978, S. 47–59; ders., *Sur les fonctions du cerveau et sur celles de chacune de ses parties*, 6 Bde., Paris 1822–1825; Georges Cuvier u. a., »Rapport sur une mémoire de MM. Gall et Spurzheim sur l'anatomie du cerveau«, in: *Procès-verbaux des Séances de l'Académie* (Paris), Tome IV, 1808–1811, S. 48–63, Paris 1913

4 Pierre Flourens, *Examen de la phrénologie*, Paris 1841

5 Paul Broca, »Du siège de la faculté du langage articulé dans l'hémisphère gauche du cerveau«, in: *Bulletins de la Société d'Anthropologie*, 6, 1865, S. 377–393; siehe Francis Schiller, *Paul Broca: Founder of French Anthropology, Explorer of the Brain*, Berkeley 1979

6 Siehe Anne Harrington, *Medicine, Mind and the Double Brain. A Study in Nineteenth Century Thought*, Princeton 1987; Sally P. Springer und George Deutsch, *Linkes/rechtes Gehirn. Funktionelle Asymmetrien*, Heidelberg 1987

7 Gustav Fritsch und Eduard Hitzig, »Über die elektrische Erregbarkeit des Großhirns«, in: *Archiv für Anatomie, Physiologie und Wissenschaftliche Medicin*, 1870, S. 300–332. Siehe auch Michael Hagner, »Die elektrische Erregbarkeit des Gehirns. Zur Konjunktur eines Experiments«, in: *Die Experimentalisierung des Lebens. Experimentalsysteme in den biologischen Wissenschaften 1850/1950*, hrsg. v. Hans-Jörg Rheinberger und Michael Hagner, Berlin 1993, S. 97–115

8 Siehe Paul Flechsig, *Die Grenzen geistiger Gesundheit und Krankheit. Rede, gehalten zur Feier des Geburtstages Sr. Majestät des Königs Albert von Sachsen am 23. April 1896*, Leipzig 1896

9 Oskar Vogt, »Warum treiben wir Hirnforschung?«, in: *Forschungen und Fortschritte*, 7, 1931, S. 309; ders., »Bedeutung, Ziele und Wege der Hirnforschung«, in: *Nord und Süd*, 36, 1912, S. 309–314, Zitate S. 309 und 314. Zu Details siehe Michael Hagner, »Gehirnführung. Zur Anatomie der geistigen Funktionen, 1870–1930«, in: *Ecce cortex. Beiträge zur Geschichte des modernen Gehirns*, hrsg. v. Michael Hagner, Göttingen 1999, S. 177–205

10 Oskar Vogt an August Forel, 17. Juni 1926. Cécile und Oskar Vogt-Archiv, Akte 276 (F). In der Auswahlausgabe August Forel, *Briefe – Correspondance 1864–1927*, hrsg. v. Hans H. Walser, Bern 1968, ist dieser Brief nicht enthalten.

Gehirn und Denken
Kosmos im Kopf

Herausgegeben vom
Deutschen Hygiene-Museum

Eine Publikation in Zusammenarbeit mit
Via Lewandowsky und Durs Grünbein

Begleitbuch zur Ausstellung
Kosmos im Kopf: Gehirn und Denken
im Deutschen Hygiene-Museum
vom 14. April bis 25. Oktober 2000

Hatje Cantz Verlag

Kosmos im Kopf: Gehirn und Denken
Eine Ausstellung des Deutschen Hygiene-Museums
in Partnerschaft mit der
DKV Deutsche Krankenversicherung AG

Deutsche Krankenversicherung AG

Ein Unternehmen der ERGO Versicherungsgruppe

mit freundlicher Unterstützung

SmithKline Beecham Pharma

JANSSEN-CILAG [Zukunftsarbeit]

sanofi~synthelabo

Schirmherrin: Edelgard Bulmahn,
Bundesministerin für Bildung und Forschung

KATALOG

Redaktion
Lisa Vieth und Dr. Brigitte Hirner
Bildredaktion
Dr. Brigitte Hirner
Recherche und Zusammenstellung der Raumfotografien
Dr. Andrea Domesle und Via Lewandowsky
Wissenschaftliche Beratung
Prof. Dr. Wolf Singer
Verlagslektorat
Cornelia Plaas
Umschlagentwurf
Andreas Platzgummer unter Verwendung des Motivs von Pina Lewandowsky und Via Lewandowsky
Gestaltung
Andreas Platzgummer
Reproduktionen
Schwabenrepro, Stuttgart
Satz
Weyhing digital, Ostfildern-Ruit
Gesamtherstellung
Dr. Cantz'sche Druckerei
Ostfildern-Ruit bei Stuttgart

© 2000 Stiftung Deutsches Hygiene-Museum Dresden, Hatje Cantz Verlag und Autoren
© 2000 für die abgebildeten Werke bei den Künstlern und Leihgebern; für die abgebildeten Werke von Thomas Demand, Candida Höfer, Matthias Hoch bei VG Bild-Kunst, Bonn 2000
© 2000 für Umschlagabbildungen bei Imagine/Westlight (Astronauten) und PhotoDisc (Gehirn)

Erschienen im
Hatje Cantz Verlag
Senefelderstraße 12
73760 Ostfildern-Ruit
Tel. 0711/4405 0
Fax 0711/4405 220
Internet: www.hatjecantz.de

ISBN 3-7757-0938-X
Printed in Germany

Die Deutsche Bibliothek – CIP-Einheitsaufnahme
Ein Titeldatensatz für diese Publikation ist bei der Deutschen Bibliothek erhältlich.