Das Genie und sein Gehirn

MICHAEL HAGNER

Michael Hagner arbeitet am Max-Planck-Institut für Wissenschaftsgeschichte in Berlin. Im Sommersemester 2001 war er kulturwissenschaftlicher Gast am Collegium Helveticum.

Im Jahre 1862, zwei Jahre nachdem Arthur Schopenhauer gestorben war, veröffentlichte Wilhelm Gwinner die erste Biographie des Philosophen. Dem Buch sind zwei Abbildungen beigegeben. Bei der ersten handelt es sich, genregemäss, um ein Porträt Schopenhauers, genauer, um einen Kupferstich, der nach einer Daguerreotypie angefertigt worden ist. Die zweite Abbildung ist eher ungewöhnlich, und man möchte sich fragen, was sie in einer Biographie zu suchen hat. Es handelt sich nämlich um eine vergleichende Seitenansicht des Schädelumrisses Schopenhauers im Kreise seiner Kollegen. Der kleinste Schädel gehörte einem Kretin, die übrigen berühmten Persönlichkeiten wie Kant, Schiller, Talleyrand und Napoleon.
Diese geometrische Zeichnung, basierend auf Zeichnungen in Carl Gustav Carus' «Atlas der Cranioskopie», wurde mit dem Zeichenapparat vermutlich von dem Frankfurter Anatomen Johann Christian Gustav Lucae angefertigt, und sie ist keineswegs als ein bizarrer Solitär der Gwinnerschen Biographie angehängt. Der kleine Kopf des Kretin soll nur die Differenz markieren, doch die anderen Köpfe sind mit Bedacht ausgewählt, um Schopenhauers

Rang als Genie zu taxieren. Napoleon und Talleyrand stehen als praktische Genies, als Männer der Macht und des Willens; Kant und Schiller als theoretische Genies, als Männer der Vorstellung und der Vernunft. Die Auswahl soll demonstrieren, dass Schopenhauer von beiden etwas hat, also genau in der Mitte zwischen theoretischem und praktischem Genie anzusiedeln ist. So gesehen ist der vergleichende Schädelumriss vielleicht noch wichtiger als das Porträt, und das wird auch durch Gwinners Text nahe gelegt. Das letzte Kapitel der Biographie heisst schlicht «Sein Schädel», und nach einer Wiedergabe der Lucaeschen Abmessungen überprüft Gwinner den Schopenhauerschen Schädel auf die phrenologischen Organe hin. Das Ergebnis überrascht nicht. So heisst es z. B.: «Geschlechtstrieb gross bis sehr gross; ... Kampfsinn ziemlich gross; Thätigkeitssinn oder Zerstörungssinn sehr gross; ... Sinn für Neues mittelmässig; ... Thatsachensinn ziemlich gross; Schlussvermögen ziemlich gross.»[1] Solche kranioskopischen Bestätigungen der biographischen Konventionen werden aber noch übertroffen, indem Gwinner die durch Carus als Alternative zur Phrenologie entwickelte Dreiteilung des Gehirns zur Grundlage seiner Cranio-Hagiographie macht. Danach repräsentiert der vordere Teil des Gehirns die Erkenntnissphäre, der mittlere die Gefühlssphäre, der hintere und das Kleinhirn die Willenssphäre.[2] Gwinner findet nun bei Schopenhauer die vordere und die hintere besonders ausgeprägt, und er kommt zu dem Schluss: «Der Mensch, der nach diesen, freilich unvollkommenen und unsicheren, Daten vor uns steht, war also in der That vorherrschend ‹Wille und Vorstellung› und den Primat in seinem Seelenleben hatte entschieden der Wille. Das Gefühl dagegen trat, als blosser Modus dieser beiden, in den Hintergrund.»[3]

Die Identität von philosophischer Doktrin und Schädel ist nicht bloss ein letzter posthumer Hieb gegen den verhassten Hegel, der sich 1805 in der «Phänomenologie

des Geistes» bekanntlich über die Schädelstätte des Geistes lustig gemacht hatte,[4] sie steht auch in der Tradition der Lavaterschen Physiognomik, die eine Eins-zu-eins-Korrespondenz zwischen Innen und Aussen, zwischen Persönlichkeit, moralischem Charakter und geistigen Fähigkeiten innen sowie der Gesichtskonfiguration aussen behauptet hatte. Gwinner störte sich auch nicht an den rivalisierenden Konzepten der Phrenologie auf der einen Seite, die über 30 verschiedene Hirnorgane und geistige Fakultäten postulierte, und der erwähnten Carusschen Gehirnlehre auf der anderen. Für die Biographie war genau das angemessen, was dem Ruhm und der Ehre des grossen Philosophen nützlich sein konnte. Aber hat das etwas mit der Gehirnforschung als Wissenschaft vom Menschen im 19. Jahrhundert zu tun? Die These, die ich im Folgenden anhand einiger Beispiele entwickeln möchte, läuft darauf hinaus, dass die Korrespondenz zwischen Innen und Aussen – wenn auch ganz anders als in der Physiognomik – in der Tat ein zentraler Topos der Hirnforschung war und dass die Überlagerung von Genialität und Cerebralität ein entscheidendes Moment bei der Konfiguration der sogenannten Elitegehirnforschung darstellte.

Der Perspektivenwandel vom Seelenorgan zum Gehirn, der sich in der Hirnforschung um 1800 vollzog, brachte eine komplexe, nicht immer geradlinig verlaufende cerebrale Einschreibung geistiger Fähigkeiten und Eigenschaften mit sich.[5] Trotz aller Anklänge an die Physiognomik: das Gehirn verwies nicht mehr auf eine unsichtbare Seele des Menschen oder seinen Charakter, sondern auf ein Konglomerat geistiger Funktionen, die unmittelbarer Ausdruck einer spezifischen Hirnkonfiguration waren. Für Franz Joseph Gall, den Begründer der modernen Lokalisationstheorie, war das Genie nichts anderes als die besonders stark entwickelte Aktivität eines oder mehrerer Organe oder Fakultäten.

Als eine Art von Physiognomik lässt sich seine Methode nur dann mit Recht beschreiben, wenn man zugesteht, dass die Untersuchung des Gehirns sich der gründlichen physiognomischen Inspektion bediente, um Unterschiede und Eigenarten – im wahrsten Sinne des Wortes – herauszupräparieren. Das Ziel bestand darin, ein individuelles Gehirn genauso zu entziffern wie ein individuelles Gesicht, wobei dazu naturgemäss ganz andere Kenntnisse, Fähigkeiten und Repräsentationstechniken gehörten. Zunächst einmal ging es aber darum, typologische Differenzen aufzuzeigen, wozu die für die Humanwissenschaften der Moderne typischen Parameter, wie Rasse, Geschlecht, Kriminalität, Wahnsinn und eben Genie, herhalten mussten. In diesem Zusammenhang wurde die Methode des physiognomischen Untersuchens, des Mehr-Sehens, des Aufspürens der kleinsten Differenzen, zu einem verbindlichen Prinzip der wissenschaftlichen Analyse des Körpers. Gall wollte Hirnforscher sein, aber er hatte es weitgehend mit Köpfen und Schädeln zu tun und geriet dadurch doch wieder unbeabsichtigt in die Nähe der Physiognomik. Das 19. Jahrhundert verfügte über eine ausgeprägte, weit verzweigte Ikonographie des Schädels, der auf diese Weise als eine geistige Landkarte in das allgemeine Bildgedächtnis eingetragen wurde. Von einer vergleichbaren Ikonographie des Gehirns konnte zu jener Zeit keine Rede sein. Gehirne wurden, wenigstens bis zum letzten Drittel des Jahrhunderts, nicht systematisch gesammelt und im Glas ausgestellt, schon gar nicht Gehirne von Genies. Zwar gab es zahlreiche Abbildungen von Gehirnen in anatomischen und pathologischen Büchern, aber dabei handelte es sich zumeist um Teilansichten oder um ganz bestimmte herauspräparierte cerebrale Strukturen. Zu einer machtvollen visuellen Präsenz des naturalistisch aussehenden Gehirns, die eng mit der historischen Konjunktur der Physiognomik des Gehirns verbunden war, kam es erst im späten 19. Jahrhundert.

Galls Versuche einer Lesbarmachung der Hirnrinde erhielten um 1860 neue Nahrung, als der Göttinger Physiologe Rudolph Wagner daran ging, systematisch Daten über Gehirne zu sammeln und selbst Untersuchungen vorzunehmen, wobei er sich vor allem für Ausnahmegehirne, nämlich solche von Göttinger Universitätsprofessoren, interessierte.[6] Das Gehirn eines Carl Friedrich Gauss musste sich von dem eines niedersächsischen Landarbeiters fundamental unterscheiden, sonst wäre der Unterschied zwischen einsamer wissenschaftlicher Genialität und Mittelmässigkeit für Wagner unverständlich geblieben. Da sich die Unterschiede am Gewicht und an der Grösse des Gehirns nicht ohne weiteres festmachen liessen, konzentrierte Wagner sich auf den bereits längst bekannten, vor allem in der vergleichenden Anatomie erfolgreichen Parameter des Reichtums und der Vielfalt der Hirnwindungen.

Wagner hatte sich rasch von der Idee verabschiedet, eine spezifische Eigentümlichkeit im Gehirn zu finden, die das mathematische Genie von Gauss erklärte. Stattdessen passte er seine cerebrale Physiognomik, die bereits in mühselige Vergleiche und Messungen einzelner Windungen gemündet war, in die bestehende hierarchische Ordnung der Humanwissenschaften ein. Bei der Untersuchung von insgesamt fünf Gehirnen rangierte stets Gauss vor dem Medizinprofessor C. H. Fuchs. In gewissem Abstand folgten eine Frau und ein Göttinger Handwerker und schliesslich abgeschlagen ein Mikrocephalus. Daraus fabrizierte Wagner eine Tabelle, die anatomische Verhältnisse in Zahlen ummünzte und Hinweise auf die physiologisch-psychologische Leistung zuliess.

Diese hierarchische Anordnung der Gehirne war nicht nur in Zahlen, sondern auch in Bildern auszudrücken. Nach Wagners Tod 1864 wurde das anatomische Walhalla der Gehirne – vielleicht nicht ganz unpassend – von Göttingen nach München verlegt, wo die Anatomen und Anthropologen Theodor Wilhelm Ludwig Bischoff und Niko-

laus Rüdinger mit grossem Eifer die Gehirne von verstorbenen Mitgliedern der Münchener Akademie der Wissenschaften und anderen Zelebritäten der Stadt sammelten und untersuchten. Beide Wissenschaftler stürzten sich auf die Rindenphysiognomik und brachten es zu einer geradezu virtuosen Engführung der geistigen Kapazitäten auf eine einzige Furchenkonfiguration. 1882 veröffentlichte Rüdinger einen «Beitrag zur Anatomie der Affenspalte und der Interparietalfurche beim Menschen nach Race, Geschlecht und Individualität».[7] Die Grundannahme war simpel: je edler das Gehirn, desto mehr bildet sich die Affenspalte – eine grosse Spaltung zwischen Hinterhaupt- und Schläfenlappen – zurück und desto verzweigter ist die Interparietalfurche. Die hirnanatomischen Details sollen hier nicht weiter interessieren. Wichtig jedoch sind die Abbildungen, die Rüdinger seiner Abhandlung beigab. Die sorgfältig gestalteten Tafeln enthielten in chronologischer Reihenfolge zunächst «Hirne von Affen», dann «Hirne von Frauen», «Hirne von Männern» und schliesslich «Hirne von Gelehrten» (Abb. 1). Die Abbildungen sind nicht bloss wegen ihres völlig unverblümten und selbstverständlichen Rassismus und Sexismus bemerkenswert, sie zeigen auch, wie die ansonsten auf äusserliche Körpermerkmale wie Schädel, Augen, Nase, Kiefer usw. angewendete physiognomische Methode hier in bis dahin kaum gekannter Konsequenz auf das Gehirn angewendet wurde. So wie Lavater den Kopf eines Newton radikal von dem eines «Labradoriers, der weiter nicht als auf sechse zählen kann»,[8] unterschieden wissen wollte, war Rüdinger überzeugt, dass die Hirnwindungen einer «Hottentottin» und eines «Justus Liebig» einen passenderen Schlüssel zur Politik der Differenzen boten als Gesichter.

Von Lokalisationstheorien, zellulären Differenzierungen und hirnphysiologischen Experimenten, die sich zur gleichen Zeit bereits grosser Aufmerksamkeit erfreuten, war Rüdingers Oberflächenanatomie weitgehend unberührt.

Ihm ging es nicht um die Lokalisation von cerebralen Funktionen, etwa um sensorische, motorische oder Sprachzentren, sondern um spezifische menschliche Profile. Diese Profile sollten Identitäten sicherstellen, und das geschah durch ethnische, geschlechtliche und berufliche Zuordnungen und bei den Gelehrten durch Namensnennung. Genau das ist der Kontext, in dem das individualisierende Hirnbild, bei dem das Gehirn mit einer geistig-moralischen Wertigkeit besetzt wurde, auf der Bühne auftauchte. Die Visualisierung des Gehirns eines Justus Liebig war Bestandteil der Hagiographie und des Erinnerungsgeschäftes an einen der bedeutendsten Wissenschaftler des 19. Jahrhunderts. Die Hirnbilder eines Dienstmädchens, einer Schwarzafrikanerin oder eines Juden waren Bestandteil einer Stigmatisierung. Sie sollten sich ebenfalls in das kollektive Gedächtnis einbrennen, und zwar nicht in der Weise, wie es Hautfarbe, Nase oder Gesichtsprofil taten. Letztere Zeichen galten als so primitiv, dass beinahe jeder sie erkennen konnte. Mit dem Gehirn verhielt es sich komplizierter. Aber es kam nicht darauf an, dass jeder diese Zeichen lesen konnte, sondern dass man einsah, dass diese Zeichen eben auch am Gehirn auftauchen und dass ein Fachmann sie zu deuten versteht.

Die Gleichung zwischen Genialität und Cerebralität findet also – ich will nicht sagen ihren Ursprung, da ich hier nicht an präzisen Genealogien interessiert bin – ihre deutliche Ausprägung in der cerebralen Anthropologie des 19. Jahrhunderts. Hier ist noch nicht von massenmedialer Verbreitung die Rede, doch es bildeten sich Konstellationen, die sich in ähnlicher Form später wiederholen und festsetzen sollten. Die Affenspalte verschwand keineswegs aus den hirnanatomischen Diskussionen, wurde aber durch andere Parameter an den Rand gedrängt. Um die Hirnwindungen als epistemisches Objekt virulent zu halten, war es notwendig, die Physiognomik mit der Lokalisationsforschung zu amalgamieren. Letztere hatte nämlich in der

Hirnrinde Projektionszentren (deren Fasern mit subcortikalen Hirnregionen in Verbindung stehen) und Assoziationszentren (deren Fasern die verschiedenen cortikalen Areale untereinander verbinden) postuliert. Es war ausgerechnet der eher durch die Denkwürdigkeiten Daniel Paul Schrebers als durch seine anatomischen Untersuchungen berühmt gewordene Hirnpsychiater Paul Flechsig, der diese Unterscheidung zum Ausgangspunkt einer umfassenden Physiologie des Geistes machte. Danach waren die Assoziationszentren der Sitz der Intelligenz, und das hiess, dass sich die individuelle Physiognomie «im Windungsreichthum der Associationscentren, ihrer relativen Grösse im Verhältnis zu den Sinneszentren etc.» ausprägen sollte.[9]

Flechsig gab den weiteren Rahmen für die Untersuchung genialer Gehirne vor, und er tat es in einer programmatischen Rede über die «Grenzen geistiger Gesundheit und Krankheit», die er 1896 zur Feier des Geburtstags Sr. Majestät des Königs Albert von Sachsen hielt. Schon der Titel deutet an, dass Flechsig es hier auf Cesare Lombroso absah, der die Natur des Genies als einen Degenerationszustand definierte. Sogenannte Entartungszeichen genialer Menschen waren für Lombroso geringe Körpergrösse (Gottfried Keller, Adolf Menzel), die Konfiguration der Hirnwindungen, die denen von Verbrechern ähnelte, und sogar das Hirngewicht, das bei Genies und Irren besonders gross war.[10] Flechsig schäumte ob solcher Vergleiche und hielt dem seine nicht eben geringe Autorität als Hirnanatom entgegen. Mit seiner Methode meinte er zwei besondere geistige Zentren ausgemacht zu haben. Das eine lokalisierte er im Stirnhirn, was im Prinzip der Organologie Galls entsprach, und was auf das Schönste mit einer hohen Stirn harmonierte. Das andere Zentrum befand sich in der hinteren Scheitelgegend, also just da, wo Carus ein halbes Jahrhundert zuvor das Gefühl lokalisiert hatte. Flechsig ging sogar noch einen Schritt weiter, denn bei ei-

nigen Künstlern wie Beethoven und Bach (über deren vom Schädelinneren genommene Ausgüsse man verfügte) meinte er nur eine ausgeprägte Scheitelgegend beobachtet zu haben, während bei wissenschaftlichen Genies beide Regionen prominent waren. Also zeigte «das wissenschaftliche Genie andere Verhältnisse des Hirnbaues wie das künstlerische».[11]

In den Jahren um 1900 wurden zahlreiche Gehirne von Gelehrten, Künstlern und Politikern auf ihren Windungsreichtum in den Assoziationsregionen hin untersucht. Dazu gehört auch die 1907 publizierte Veröffentlichung des Berliner Pathologen David Hansemann, eines Virchow-Schülers, über die Gehirne von Theodor Mommsen, Robert Bunsen und Adolf Menzel. Menzel hatte seinen Namen bereits in Lombrosos 1894 auf deutsch veröffentlichten Studien «Entartung und Genie» lesen können, und zwar in dem Kapitel «Stigmata der Entartung». Insofern erscheint es plausibel, dass die Familie selbst, wie Hansemann schreibt, eine Sektion Menzels «zum Zweck der Untersuchung des Gehirns und etwaiger daran hervortretender Eigentümlichkeiten» wünschte.[12] Hansemann ging so vor, dass er zunächst einen gerafften biographischen Überblick gab. Im Falle Menzels hob er «das ungeheure Können und die geniale Leistungsfähigkeit auf jedem Gebiete der darstellenden Kunst» hervor, die manuelle Geschicklichkeit, die Fantasie und das ausgebildete musikalische Verständnis.[13] Das Betonen der Vielfältigkeit geschah mit Absicht, denn das Gehirn zeigte auf der linken Seite eine starke Gliederung fast aller Projektions- und Assoziationsgebiete, in der rechten Hemisphäre war die Gliederung sogar noch stärker und ungewöhnlicher. Hansemann interpretierte diesen Befund ausdrücklich als Bestätigung für die Flechsigsche Theorie der Assoziationszentren und vor allem gegen Lombrosos Degenerationstheorie. Die Familie konnte also aufatmen, doch für die Hirnforscher war die Sache damit nicht erledigt, denn es liessen sich durch-

aus schöne Erfolge bei der Inspektion einzelner Elitegehirne, wie etwa derjenigen von Menzel, Hermann von Helmholtz oder Ernst Haeckel, erzielen. Die individualisierende Verklammerung von (Porträt der) Persönlichkeit und Gehirnkonfiguration konnte in einer repräsentativen Veröffentlichung ohne Schwierigkeiten gelingen (Abb. 2 und 3). Sie war hierin der Gwinnerschen Publikation nicht unähnlich. Doch der schöpferische und der cerebrale Reichtum waren eben nur visuell zu illustrieren. Jenseits davon liessen die «primitiven Kenntnisse [der Hirnforschung, M. H.] ein tieferes Eindringen vorderhand noch gänzlich ausgeschlossen» erscheinen.[14] Hansemann plädierte dementsprechend dafür, Gehirne von Persönlichkeiten mit besonders einseitigen Begabungen auszuwählen.

Die zweite Schwierigkeit war die enorme und geradezu destruktive individuelle Variabilität, sobald man eine Anzahl von Gehirnen untersuchte. Damit war auch Oskar Vogt konfrontiert, der wohl berühmteste Elitegehirnforscher des vergangenen Jahrhunderts. Vogt kanzelte die Vorgehensweisen von Rüdinger, Flechsig und anderen verächtlich als «Furchenmorphologie»[15] ab und verlegte die cerebrale Physiognomie auf eine mikroskopische Ebene. Dabei war die Individualität eines bestimmten Hirnmusters dem erfahrenen Mikroskopiker zwar mit einem Coup d'œil zugänglich, detaillierte Auszählungen, Messungen und Vergleiche waren jedoch unverzichtbar. Ein einziges Gehirn konnte in bis zu 30000 Schnitte zerlegt werden, so dass eine sorgfältige Auswahl und Beschränkung auf bestimmte Hirnregionen notwendig war, in denen perzeptive, assoziative oder affektive Funktionen lokalisiert wurden. Geschult am Credo der Spätaufklärung, sich an Wahnsinn, Genialität und Kriminalität zu halten, lauteten die Charakterisierungen in den 1920er Jahren beispielsweise «schwachsinniger Mörder» und «erkranktes asoziales Individuum», «Eidetiker» und «Assoziationsathlet».

Gemeinsam war allen genannten Hirnforschern, dass sie nach einer individuellen Physiognomik der Hirnrinde suchten, die im Prinzip ein psychophysiologisches Profil jedes einzelnen Menschen erstellen konnte. Dass Vogt selbst dabei deutliche Anspielungen auf die Physiognomik machte, die in der Weimarer Republik eine fulminante Renaissance erlebte,[16] bedeutete nicht, dass er mit Max Picard oder auch Ernst Kretschmer in einem Atemzug genannt werden wollte. Vielmehr ging es ihm darum, die Hirnforschung als eine effektivere und zuverlässigere Physiognomik zu etablieren, deren Ziel darin bestand, die Fähigkeiten, Eigenschaften und Talente eines Menschen im cerebralen Zellmuster selbst festzumachen.

Die Konjunktur dieses Unternehmens in den Jahren um 1930 ist kaum vorstellbar ohne Vogts virtuose Mobilisierung der Massenmedien, die das Gehirn zu einem öffentlichen Objekt avancieren liess. Dabei wurde das Spiel mit physiognomischen Zugängen und Sehweisen in das Medium der Photographie eingewoben. Zahlreiche populärwissenschaftliche Artikel über Vogts Kaiser-Wilhelm-Institut waren so reichhaltig und wirkungsvoll mit cytoarchitektonischen Hirnbildern und Photographien des menschlichen und technischen Equipments ausgestattet, dass sie den eigentlichen Text zumeist dominierten.

Es ist inzwischen hinreichend bekannt, dass an der spektakulären Untersuchung von Lenins Gehirn durch Vogt und seine Mitarbeiter viel mehr hing als bloss der Befund eines einzelnen Elitegehirns.[17] Trotzkis Vision vom neuen kommunistischen Menschen, der sich im Durchschnitt zum Genie eines Kant oder Goethe erheben sollte, war eng mit den Vorstellungen von einer Höherzüchtung des Gehirns verbunden, die auch Vogt seit 1912 nicht müde wurde zu propagieren.[18] Auch wenn nun nicht erwartet werden konnte, dass das Gehirn innerhalb von ein oder zwei Generationen signifikant komplexer wurde, hätte es – von dem Führerkult, der um Lenin getrieben wurde, ein-

mal ganz abgesehen – gleichwohl eine politische und ideologische Katastrophe bedeutet, wenn Lenins Gehirn keine Besonderheiten aufgewiesen hätte. Oskar Vogt, mit Karl Kautsky und anderen Sozialisten befreundet, wusste genau, worauf er sich eingelassen hatte, als er Anfang 1925 den Auftrag der sowjetischen Regierung annahm.
1931 erschien in der Kölnischen Illustrierten Zeitung eine Doppelseite unter dem Titel «Der sezierte Verstand». Neben dem geringen Textanteil, der zudem ein langes Vogt-Zitat enthält, in dem er sein Credo zur Höherzüchtung und zur «Hemmung schädlicher Eigenschaften» wiederholte, ist der eigentliche Augenfang eine fulminante Bild-Collage (Abb. 4). Den Hauptteil der zweiten Seite des Artikels nimmt eine grosse Photographie ein. Sie zeigt Vogt, umringt von Mitarbeitern, von denen eine Frau, vermutlich eine technische Assistentin, ihm ein Gehirn vor die Brust hält. Vogt ist ganz auf das Objekt konzentriert und hält ein Stäbchen in der Hand, mit dem er es vorsichtig berührt. Konzentration und Vorsicht sind angemessen, denn es handelt sich um das Gehirn von August Forel, dem berühmten Schweizer Psychiater, Hirnanatomen, Ameisenforscher, Sexualreformer und Propagandisten, der zu den wichtigsten Mentoren Vogts gehört hatte und im Juli 1931 82-jährig gestorben war. Entsprechend lautet die Bildunterschrift: «Gelehrtengehirne begegnen sich». Vogts ruhiger, ernsthafter Blick auf das Gehirn und die behutsame Berührung sind gleichsam auch eine Verbeugung vor dem Freund und Lehrer. Die Bildachse der Gelehrtengehirne wird aber noch weiter nach unten gezogen bis hin zu Lenins Kopf, so dass nun eine Trias Vogt-Forel-Lenin entsteht. Verblüffend ist die Ähnlichkeit zwischen Vogt und Lenin: die Halbglatze, der Spitzbart und die zu den Seiten hin nach oben verlaufenden Augenbrauen suggerieren Korrespondenzen, durch die Vogt auf eine Stufe mit Lenin gestellt wird. Die nächste Korrespondenz ergibt sich zwischen Lenins Konterfei und dem daneben plazierten

anatomischen Präparat, das einen Schnitt durch Lenins Hirnrinde darstellt. Die Augen, die den Betrachter konzentriert und freundlich anblicken, liegen auf einer horizontalen Linie mit der medialen Begrenzung der III. Rindenschicht und ihren auffallend grossen Pyramidenzellen, die laut Vogt das zelluläre Substrat für Lenins aussergewöhnliche assoziative Fähigkeiten ausmachen sollten. Man muss nicht so weit gehen und behaupten, dass es sich hier um eine auf mikroanatomischem Wege hergestellte Physiognomie oder gar ein Porträt handelt. Aber es ist eben zweimal Lenin, und das aussergewöhnliche Hirnbild entspricht seiner aussergewöhnlichen Persönlichkeit.

Die Besonderheit von Lenins Hirnbild im Vergleich zu anderen Individuen zeigt sich in der rechten Kolumne, in der vier Bilder von Schnitten durch die sechs Rindenschichten gezeigt werden. Oben der Normalmensch, unten Lenin, in der Mitte eine «schwachsinnige Mörderin» und «das erkrankte asoziale Individuum». Gewiss sind diese Bilder in jeder Hinsicht anders hergestellt als etwa die Windungen Rüdingers, aber es ist doch beiden gemeinsam, dass sie ein spezifisches Profil für Typen und auch für bestimmte Individuen avisieren. Es wäre absurd anzunehmen, dass ein solches Profil eine ähnliche Funktion zur Identifizierung hätte wie der Fingerabdruck, doch der Hirnschnitt soll zumindest so weit charakteristisch sein, als er zuverlässig spezifische Begabungen, Kriminalität, Schwachsinn und Geisteskrankheit identifiziert. Der Mechanismus, mit dem angebliche Unterschiede evident gemacht werden, lässt sich bereits in der *Kölnischen Illustrierten* von 1931 studieren, auch wenn die Hirnschnitte alles andere als eine anschauliche Darstellung vom Gehirn bieten. Aber das wird in diesem Artikel dadurch kompensiert, dass sie neben Gehirnen und Köpfen plaziert sind.

Vogts Glück in der Weimarer Republik war sein Pech in der Zeit des Nationalsozialismus. Nach einigem Hin und Her wurde er 1936 von seinem Direktoratsposten auf

Lebenszeit abgesetzt und konnte nur mit Hilfe der Krupp-Familie im Schwarzwald ein neues privates Institut aufbauen. Damit war er aus der Öffentlichkeit verschwunden. Allerdings hat Vogt an seiner Doktrin ein Leben lang festgehalten, wie aus seinen Äusserungen in den 1950er Jahren hervorgeht. Doch stand er damit weitgehend allein. Die Cytoarchitektonik sollte sich als eine dauerhafte Methode zur Kartierung der Hirnrinde erweisen, doch die Architektonik als Lokalisation geistiger Funktionen und als Technik zur individuellen Physiognomik, die Genies und Verbrecher identifizierte, kam mit Vogt an einen vorläufigen Endpunkt.

In den 1940er Jahren entwickelte sich ein neuer Diskurs in der Hirnforschung, der in so ziemlich jeder Hinsicht das Gegenteil von Vogts Entwurf bedeutete: er war nicht auf Strukturen, sondern auf Funktionen konzentriert; er war nicht an individuellen Merkmalen interessiert, sondern an allgemeinen Gesetzmässigkeiten des Denkens, Wahrnehmens und Handelns. Dieser cognitive turn machte das Gehirn zu einem Computer. Eine zentrale Frage lautete: Nach welchem Algorithmus funkioniert das Gehirn, und wie lassen sich Gehirnfunktionen elektronisch simulieren? Es ist noch keineswegs genügend erforscht, wie weit die Konjunktur zwischen Kybernetik, Computerwissenschaft und Hirnforschung überhaupt getragen hat nach dem Zweiten Weltkrieg, doch unbestritten war das Gehirn als «computational device» zumindest für einige Zeit eine forschungsleitende Kategorie, die den Unterschied zwischen Gehirn und Maschine einschmolz. Das hatte die zumindest damals nicht weiter beunruhigende Konsequenz, dass die Ver-Körperung des Gehirns, Emotionen, Selbstbewusstsein und soziales Verhalten, mehr oder weniger ignoriert wurden. Mit jeder neuen Generation verbesserter Rechenmaschinen wurde ein Quentchen mehr realisiert vom Kognitionsvermögen, das man vorerst noch dem Gehirn zubilligte.

Eine ganze Generation von Hirnforschern, Neurologen und Kognitionswissenschaftlern untersuchte die Hardware des Gehirns nun elektrophysiologisch. Vor allem zwei Aspekte kamen hier zusammen. Erstens gelang es mittels technologischer Innovationen, einzelne Nervenzellen oder Neuronen mittels einer Elektrode abzuleiten. Optische, akustische oder andere Stimuli führten zu spezifischen Reaktionen von Neuronen, die auf diese Weise funktionell klassifiziert werden konnten. Und zweitens hatte Alan Turing deutlich gemacht, dass in einer Turing-Maschine und in einem Gehirn chemisch und physikalisch nicht dieselben Vorgänge am Werk sein mussten, um von einer Identität beider Systeme zu reden. Für Turing war es kein Problem, dass das Nervensystem keine Maschine mit diskreten Zuständen ist.[19] Die Identität wurde vielmehr durch Problemlösungsverhalten axiomatisch gesetzt.

Innerhalb dieser epistemischen Konfiguration wurde das Gehirn in einem wörtlichen Sinne entkörperlicht und isoliert. Entkörperlicht, weil die morphologische Struktur mit allen chemischen Stoffen und Prozessen hinter das digitale On-off-Prinzip zurücktrat, dem die Funktionsweise der Nervenzellen entsprach; isoliert, weil das übliche Milieu, in dem ein ganzes Gehirn funktioniert, nämlich der Körper, ausgeblendet wurde, sei es, dass man ihn ignorierte, sei es, dass man das kontingente und störende Körpergeschehen gezielt ausschaltete. Einzelne Neurone oder Potentiale wurden in einem purifizierten Zustand abgeleitet. Natürlich kaprizierte sich niemand in seinen Untersuchungen auf das gesamte Gehirn, sondern auf spezifische Funktionsabläufe wie Farbensehen, Gestaltsehen, das Zusammenspiel von Augenbewegung und Gleichgewicht und viele andere Aspekte, die in sich komplex genug waren, um ein ganzes System zu bilden, das im besten Falle modelliert wurde.

Diese knappe und reichlich simplifizierende Skizze einiger Haupttendenzen in den Neurowissenschaften war

notwendig, um auf einen Punkt aufmerksam zu machen: Mit der Computerisierung des Gehirns verbunden war die vorläufige Verabschiedung seiner an der Physiognomik orientierten Visualisierung. Ich will nicht behaupten, dass man in den 50er und 60er Jahren keine Abbildungen von Gehirnen gesehen hat, aber um mental relevante Prozesse zu repräsentieren, hat man sich ganz anderer Bilder bedient. Ein Einblick in «Das lebende Gehirn», so der Titel eines verbreiteten Buches des englischen Neurologen Grey Walter, sieht dann folgendermassen aus: Die deutsche Taschenbuchausgabe von 1963 stellt auf dem Umschlag ein Gehirn dar, womöglich ein Plastikmodell, das aber von einem roten Muster aus vollständigen und unvollständigen Kreisen überlagert wird. Genau solche Kreise wurden in optischen Experimenten als Stimuli benutzt, streng formalisiert, um einheitliche Reaktionen zu erhalten. Das Gehirn ist hier zwar naturalistisch korrekt dargestellt, aber mit Leben wird es hier nicht assoziiert. Im Buch findet sich dann unter 22 Abbildungen kein einziges Hirnbild mehr, dafür einige Schaltpläne, etwa eines Nervenmodells, das sich von einer Maschine nicht unterscheidet und auch nicht unterscheiden soll.[20]

Noch weiter getrieben wird dieser Ikonoklasmus in den Büchern von John Eccles, von denen eines, gemeinsam mit Karl Popper geschrieben und 1977 zuerst auf Englisch veröffentlicht, vielleicht einmal als der Schlusspunkt der Hirnforschung des 20. Jahrhunderts interpretiert werden wird. Der Umschlag der deutschen Ausgabe, 1982 erschienen, enthält weder eine Graphik noch ein Bild, sondern nur Schrift. In dem gesamten Buch findet sich keine einzige Photographie.[21] Ich meine, dass es sich hierbei nicht bloss um Resultate des ästhetischen Geschmacks von Buchgestaltern handelt. Sie entsprechen vielmehr einer anti-physiognomischen Tendenz und gewollten Phantasielosigkeit der Hirnforscher im Umgang mit realistisch wirkenden Bildern des Gehirns. Auch wenn Eccles bestimmt kein frei-

williger Bewohner der Turing-Galaxie war, so ist sein Blick auf das Gehirn abstrakt und funktionell. Für Eccles ist das Gehirn natürlich körperlich und gehört zur Welt 1, ebenso wie alle anderen materiellen Substrate, seien sie organisch oder anorganisch. Aber das Gehirn ist isoliert und entkörperlicht in dem Sinne, dass es als Funktionsmaschine aufgefasst wird, die mit anderen, ebenso abstrakten Körpersystemen in Verbindung steht. Keinesfalls aber verweisen diese Funktionen auf die Person, die diesen Körper trägt. In Eccles' metaphysischer Anschauung kann das auch gar nicht anders sein, weil die Annahme der Wechselbeziehungen zwischen den drei Welten nur sinnvoll ist, wenn jede ihre klar definierten, voneinander unterschiedenen Eigenschaften hat.

«Einsteins Gehirn ist ein mythisches Objekt». Mit diesem Satz eröffnete Roland Barthes seinen berühmten Essay, in dem er auseinanderlegte, wie Einsteins Gehirn dazu benutzt wurde, um den Mythos von der unendlichen Macht des Menschen über die Natur wieder einmal neu zu erzählen. Barthes fährt fort: «Paradoxerweise liefert die grösste Intelligenz das Bild der vollkommensten Mechanik. Der allzu kraftvolle Mann wird von der Psychologie losgelöst und in eine Welt der Roboter versetzt.»[22] Der Mythos von Einsteins Gehirn liegt also darin begründet, dass es kein Geheimnis gibt. Einsteins Denken wird damit zu einer Art funktioneller Arbeit umgedeutet, die sich, so Barthes, nicht prinzipiell von der Herstellung von Würsten unterscheidet. Diese funktionalistische Interpretation passt nahtlos in das Computer-Paradigma der 1950er Jahre. Die physiognomische Äquivalenz zwischen der Hirnstruktur und dem Träger des Gehirns ist irrelevant. Es zählt einzig die «kybernetische Komplexität» (*complication cybernétique*) dieses Organs. In der Verschaltung von Hirnfunktion und Mechanik, Computer und Kybernetik wird das Gehirn als Organ zum Verschwinden gebracht. Auch wenn Barthes die Instrumentalisierung von

Einsteins Gehirn kritisiert, bewegt er sich doch ganz in dem Denkraum eines entindividualisierten und entkörperlichten Verständnisses vom Gehirn.
Die Abwesenheit von Einsteins Gehirn ist noch in einem anderen Zusammenhang aufschlussreich. Barthes war vor allem an dem Umstand interessiert, dass der Rummel um Einsteins Gehirn 1956 im Wesentlichen ein Phänomen der Massenmedien war. Neurophysiologen und Neuroanatomen waren seinerzeit pikiert, weil der unbekannte Pathologe Thomas Harvey sich in Princeton das Gehirn quasi unter den Nagel gerissen hatte. Doch das hatte mehr mit professioneller Autorität und mit sozialem Prestige zu tun als mit einem wirklichen wissenschaftlichen Interesse an Einsteins Gehirn. Es ist zwar nur eine Spekulation, aber selbst wenn einer der führenden Neuroanatomen der 1950er Jahre Einsteins Gehirn zur Verfügung gehabt hätte, so wäre es kaum zu einer Wiederbelebung der Elitegehirnforschung des frühen 20. Jahrhunderts gekommen. Als Oskar Vogt 1959 mit 89 Jahren starb, entnahm sein Schüler und Nachfolger Adolf Hopf das Gehirn und stellte es zu den anderen Elitegehirnen im sogenannten «Pantheon der Gehirne», doch er präparierte es nicht für eine cytoarchitektonische Untersuchung. Hopf war einer der führenden Cytoarchitektoniker im Westdeutschland der Nachkriegszeit, doch er glaubte nicht, über eine angemessene Methode zu verfügen, um ein aussergewöhnliches Talent oder Genie im Gehirn zu lokalisieren.
In den letzten paar Jahren hat sich die Situation wiederum verändert, und das hat in erster Linie mit den neuen bildgebenden Verfahren zu tun, die die Hirnforschung erheblich beflügelt haben. So neuartige Einblicke die Hirnbilder auch gewähren, so wenig man auf ihre klinisch-diagnostischen Potentiale verzichten möchte, so massiv kehren auch die Vorstellungen, Konzepte und Visionen aus der Zeit vor der Computerexistenz des Gehirns zurück. Deutlich wird das ausgerechnet an den Elitegehirnen, die seit wenigen

Jahren eine verblüffende Renaissance erfahren. Die Gehirne von Einstein und Gauss sind wieder populär geworden, weil einige Neurowissenschaftler sich erneut für Elitegehirne interessieren. Ohne die neuen Visualisierungstechniken, in denen geistige Zustände als Gehirnzustände definiert werden, wäre das kaum denkbar. «*The development of computerised imaging technologies has made it possible to obtain quantitative measurements of brain anatomy in vivo with magnetic resonance scanning, and renewed attention has been directed to the structure-function relations in the general population*».[23] Hierbei handelt es sich um ein Zitat der kanadischen Neurowissenschaftlerin Sandra Witelson, die vor zwei Jahren einige Berühmtheit erlangte, als sie ein Stückchen von Einsteins Gehirn untersuchte. Doch trotz ihrer richtigen Diagnose, dass das Verhältnis von anatomischer Struktur und Funktion durch die Computerbilder auf ein neues Level gehoben worden ist, musste Witelson mit makroskopischen Messungen vorlieb nehmen, die unmittelbar ins 19. Jahrhundert zurückführen. Sie hatte keine andere Wahl, da Einsteins Gehirn gnadenlos zerstückelt worden ist. Doch ihr Resultat, nämlich dass die Parietallappen bei Einstein besonders entwickelt waren, passt problemlos in die Vorstellungswelt eines Rudolph Wagner oder Paul Flechsig. Insofern denke ich – und ich gehe hier wohl mit der Mehrzahl der Neurowissenschaftler einig –, dass es keine allzu hoffnungsvolle Zukunft für Einsteins Gehirn und wahrscheinlich für kein einziges Gehirn im Glas geben wird. Doch es ist sehr wohl möglich, dass Gehirne von aussergewöhnlichen Menschen und Eigenschaften in der Neuropsychologie eine gewisse Rolle spielen werden. Monat für Monat liest man in einschlägigen Zeitschriften Fallstudien und Berichte über eine Lokalisation der allgemeinen Intelligenz, über ein Zentrum für Religiosität. Vor kurzem erschien in *Nature* ein ausführlicher Artikel über die cerebrale Verankerung der Kriminalität. Es gehört keine

prophetische Gabe dazu, um vorauszusagen, dass das nur der Anfang eines Prozesses ist, den ich als Cyber-Phrenologie bezeichnen möchte. Innerhalb dieses Prozesses werden sich die Grenzen zwischen Forschungsarbeit und populärer Repräsentation, zwischen Wissenschaft und Kunst bisweilen verwischen. Deutlich wird das an aktuellen Visualisierungen des Gehirns im Kopf, womit nicht nur in schematischer Weise auf die Lokalisation der Funktionen abgezielt wird.

Das Buch «Images of Mind» stammt von zwei Pionieren des brain imaging. 17 Jahre nach Popper und Eccles' «The Self and its Brain» veröffentlicht, dürfte es eines der ersten sein, das den medizinischen, epistemologischen und kulturellen Horizont der neuen Hirnbilder abschreitet. In aller Unbescheidenheit werden die Visualisierungstechniken mit der Bedeutung des Mikroskops und des Teleskops auf eine Stufe gestellt. Mit dieser historischen Einbettung wird suggeriert, dass hier ganz neue Welten erschlossen werden, eben «the brain systems involved as we think».[24] Das gezeigte Bild (Abb. 5), das den Umschlag des Buches ziert, ist eine Collage aus zwei verschiedenen Techniken. Der Kopf eines Individuums wurde aus den Daten einer Magnetresonanz-Tomographie zusammengesetzt. Darauf wurden gemittelte PETs mehrerer Individuen projiziert, die folgende Aufgabe zu erledigen haben: Ihnen wird visuell ein Substantiv präsentiert, woraufhin sie ein adäquates Verb laut aussprechen müssen. Anreicherungen, die eine Erhöhung der Durchblutung anzeigen, ergeben sich im frontalen und im temporalen Bereich, was hier in etwa dem Brocaschen und dem Wernickeschen Sprachzentrum entspricht. Damit wird gleichsam ein Bogen zurück zur Pionierzeit der Lokalisationsforschung geschlagen.

Im Gegensatz zu den Phrenologen und zu Vogt, die ein totes Stück Schädel oder Hirn untersuchten, betrifft die neue Visualisierung des Gehirns in vivo einen Vorgang, den wir selbst als «Ich denke» erleben und bezeichnen.

Posner und Raichle spekulieren selbst über Muster von neuronalen Kolumnen, die so einzigartig sind wie ein Fingerabdruck. Konsequenterweise halten sie es für möglich, dass die Neurowissenschaften irgendwann schlummernde Talente in den verschiedenen Gehirnen aufspüren, um mitzuhelfen, diese Talente optimal zu entfalten. Möglicherweise erweist sich ein solches Programm als naiv und undurchführbar. Es wäre nicht das erste Mal. Doch unbestreitbar hat die Hirnforschung am Beginn des 21. Jahrhunderts Instrumente in die Hand gespielt bekommen, mit der der phrenologische Traum von einer Physiognomik des Geistes wieder neu geträumt werden kann.

---

1 Wilhelm Gwinner: Arthur Schopenhauer aus persönlichem Umgange dargestellt. Ein Blick auf sein Leben, seinen Charakter und seine Lehre. Leipzig 1862, S. 236.

2 Carl Gustav Carus: Grundzüge einer neuen und wissenschaftlich begründeten Cranioscopie (Schädellehre). Stuttgart 1841, S. 5–7.

3 Gwinner, a.a.O., S. 238–239.

4 Georg Wilhelm Friedrich Hegel: Phänomenologie des Geistes (1807). In: ders., Werke in 20 Bänden. Bd. 3. Frankfurt a. M. 1982.

5 Siehe Michael Hagner: Homo cerebralis. Der Wandel vom Seelenorgan zum Gehirn. Berlin 1997.

6 Zu Details siehe Michael Hagner: Kluge Köpfe und geniale Gehirne. Zur Anthropologie des Wissenschaftlers im 19. Jahrhundert. In: Jürgen Schlumbohm, Hans Erich Bödeker & Peter Reill (Hrsg.): Wissenschaft als kulturelle Praxis, 1750–1900. Göttingen 1999, S. 299–333.

7 Nikolaus Rüdinger: Beitrag zur Anatomie der Affenspalte und der Interparietalfurche beim Menschen nach Race, Geschlecht und Individualität. In: Beiträge zur Anatomie und Embryologie. Als Festgabe Jacob Henle zum 4. April 1882 dargebracht von seinen Schülern. Bonn 1882, S. 186–198.

8 Johann Caspar Lavater: Physiognomische Fragmente, zur Beförderung der Menschenkenntniss und Menschenliebe. Erster Versuch. Leipzig usw. 1775, S. 46.

9 Paul Flechsig: Über die Associationscentren des menschlichen Gehirns. In: 3. internationaler Congress für Psychologie in München vom 4. bis 7. August 1896. München 1897, S. 49–73, S. 68.

10 Cesare Lombroso: Entartung und Genie. Neue Studien. Leipzig 1894, S. 91–95.

[11] Paul Flechsig: Die Grenzen geistiger Gesundheit und Krankheit. Rede, gehalten zur Feier des Geburtstags Sr. Majestät des Königs Albert von Sachsen am 23. April 1896. Leipzig 1896, S. 43.

[12] David v. Hansemann: Über die Gehirne von Th. Mommsen, Historiker, R. W. Bunsen, Chemiker, und Ad. v. Menzel, Maler (Bibliotheca Medica, Abt. A. Anatomie. Heft 5). Stuttgart 1907, S. 2.

[13] Ebd., S. 4.

[14] Ebd., S. 18.

[15] Oskar Vogt: Die neuen allgemeinen Feststellungen der Rindenarchitektonik und ihre physiologische Bedeutung. In: Bericht über den V. Kongress für exprimentelle Psychologie in Berlin 1912, Leipzig 1912, S. 247–256, S. 255.

[16] Siehe Claudia Schmölders und Sander Gilman (Hrsg.): Gesichter der Weimarer Republik. Köln 2000.

[17] Siehe dazu Tilmann Spengler: Lenins Hirn. Reinbek 1991; Helga Satzinger: Die Geschichte der genetisch orientierten Hirnforschung von Cécile und Oskar Vogt in der Zeit von 1895 bis ca. 1927. Stuttgart 1998; Jochen Richter: Rasse – Elite – Pathos. Eine Chronik zur medizinischen Biographie Lenins und zur Geschichte der Elitegehirnforschung in Dokumenten. Herbolzheim 2000.

[18] Leo Trotzki: Literatur und Revolution. Wien 1924; Oskar Vogt: Bedeutung, Ziele und Wege der Hirnforschung. Nord und Süd 36, 1912, S. 309–314. Zu Details des Vogtschen Programms siehe Michael Hagner: Gehirnführung. Zur Anatomie der geistigen Funktionen, 1870–1930. In: Michael Hagner (Hrsg.), Ecce cortex. Beiträge zur Geschichte des modernen Gehirns. Göttingen 1999, S. 177–205.

[19] Alan Turing: Kann eine Maschine denken? In: Walther Ch. Zimmerli, Stefan Wolf (Hrsg.): Künstliche Intelligenz. Philosophische Probleme. Stuttgart 1994, S. 39–78, S. 65.

[20] William Grey Walter: Das lebende Gehirn. Entwicklung und Funktion. München/Zürich 1963.

[21] Karl R. Popper, John C. Eccles: Das Ich und sein Gehirn. München 1982.

[22] Roland Barthes: Mythen des Alltags. Frankfurt a. M. Suhrkamp 1964, S. 24

[23] S.F. Witelson, D.L. Kigar und T. Harvey: The exeptional brain of Albert Einstein. Lancet 353, 1999, S. 2149–2153

[24] Michael I. Posner, Marcus E. Raichle: Images of Mind. New York 1994, S. 245.

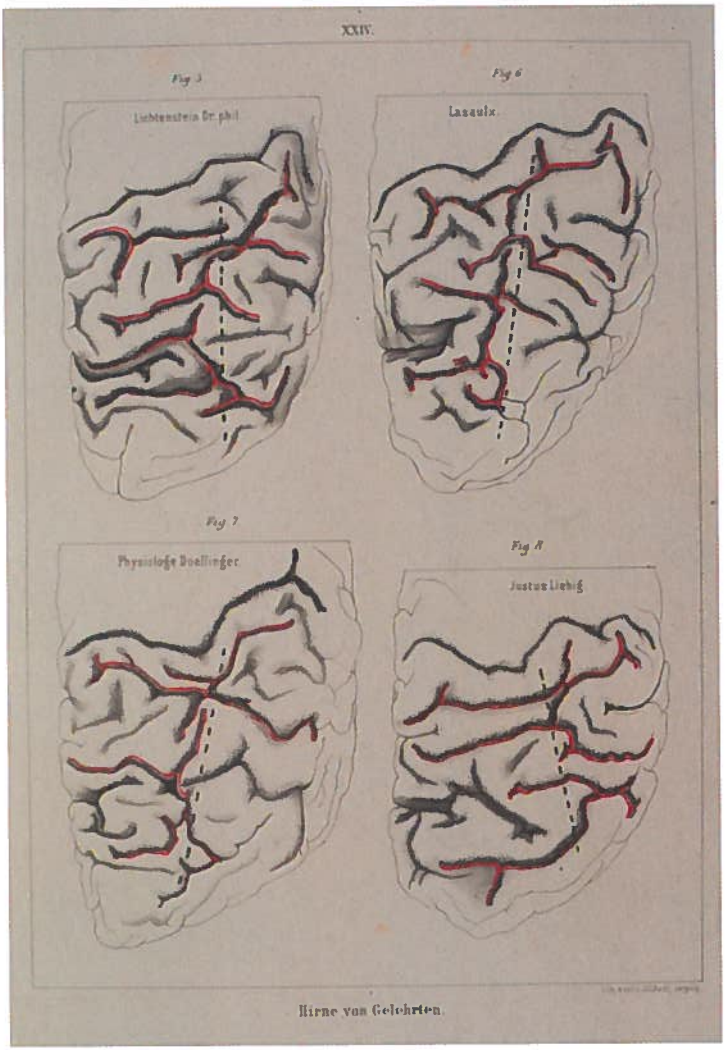

Abb. 1: Aus: Nikolaus Rüdinger, Beitrag zur Anatomie der Affenspalte und der Interparietalfurche beim Menschen nach Race, Geschlecht und Individualität. In: Beiträge zur Anatomie und Embryologie. Als Festgabe Jacob Henle zum 4. April 1882 dargebracht von seinen Schülern. Bonn 1882.

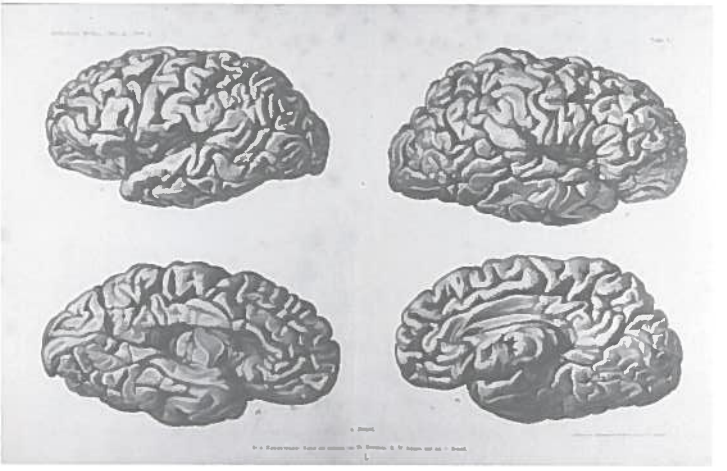

Abb. 2 und 3: Aus: David v. Hansemann: Über die Gehirne von Th. Mommsen, Historiker, R. W. Bunsen, Chemiker, und Ad. v. Menzel, Maler (Bibliotheca Medica, Abt. A. Anatomie. Heft 5). Stuttgart 1907.

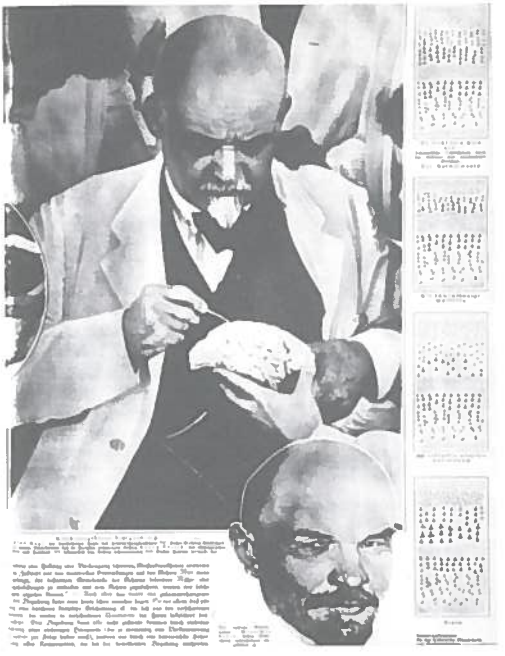

Abb. 4: Aus: Kölnische Illustrierte Zeitung 6, Nr. 43, 1931, S. 1207.

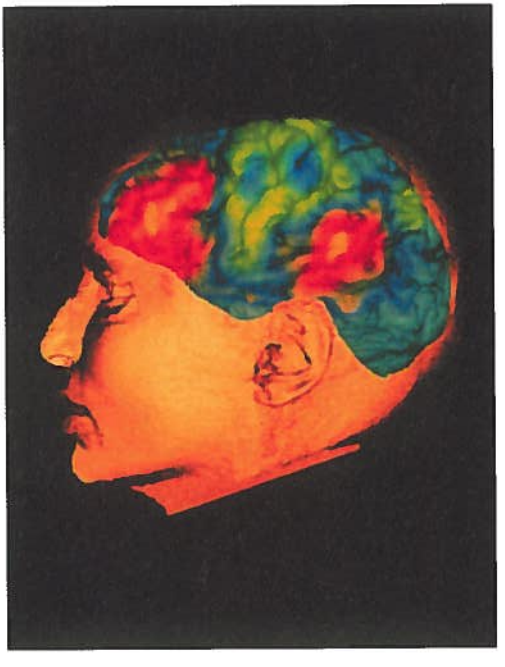

Abb. 5: Ausschnitt aus dem Umschlag von Michael I. Posner/Marcus E. Raichle: Images of Mind. New York 1994.

Herausgegeben von
Helga Nowotny
Martina Weiss
Karin Hänni

Jahrbuch 2001
des Collegium Helveticum der ETH Zürich

v/d|f
vdf Hochschulverlag AG an der ETH Zürich

Die Deutsche Bibliothek – CIP-Einheitsaufnahme

Collegium Helveticum <Zürich>:
Jahrbuch ... des Collegium Helveticum der ETH Zürich. – 2000 (2001) – . – Zürich : vdf, Hochsch.-Verl. an der ETH, 2001
Früher u.d.T.: Sternwarten-Buch. – Erscheint jährl. – Bibliographische Deskription nach 2000 (2001)

Das Werk einschliesslich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung ausserhalb der engen Grenzen des Urheberrechtsschutzgesetzes ist ohne Zustimmung des Verlages unzulässig und strafbar. Das gilt besonders für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Umschlaggestaltung: Karin Hänni
Konzeption und Layout: Karin Hänni
Korrektorat: Marcel Voekt

© 2002, vdf Hochschulverlag AG an der ETH Zürich

ISBN 3-7281-2807-4