

Erhard Oeser

Geschichte der Hirnforschung

Von der Antike bis zur Gegenwart 2. Auflage



WBG 
Wissen verbindet

Erhard Oeser

Geschichte der Hirnforschung

Von der Antike bis zur Gegenwart

2. Auflage

Einbandgestaltung: Finken & Bumiller, Stuttgart

Einbandbild: AlienCat/Fotolia.com

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation
in der Deutschen Nationalbibliografie;
detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über
<http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

Das Werk ist in allen seinen Teilen urheberrechtlich geschützt.
Jede Verwertung ist ohne Zustimmung des Verlags unzulässig.
Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen,
Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung in
und Verarbeitung durch elektronische Systeme.

2., erweiterte Auflage 2010

© 2010 by WBG (Wissenschaftliche Buchgesellschaft), Darmstadt
1. Auflage 2002

Die Herausgabe dieses Werks wurde durch
die Vereinsmitglieder der WBG ermöglicht.

Gedruckt auf säurefreiem und alterungsbeständigem Papier
Printed in Germany

Besuchen Sie uns im Internet: www.wbg-wissenverbindet.de

ISBN 978-3-534-23216-1

Inhalt

Vorwort zur 2. Auflage	9
Einleitung	11
1. Die Vorgeschichte der Hirnforschung: Schädelkult und Trepanation	15
2. Die Anfänge der Hirnforschung in der Antike	19
Die ersten Hirnforscher: Alkmaion von Kroton, Diogenes von Apollonia und Demokrit	19
Hippokrates und die „Heilige Krankheit“	22
Hirn oder Herz: Die zephalozentrische und die kardiozentrische These	25
Die zephalozentrische These Platons	25
Die kardiozentrische These des Aristoteles	28
Die aristotelische Erkenntnistheorie als heuristische Grundlage der Hirnforschung	30
Die Lehre vom Pneuma oder Spiritus animalis	33
Die Entdeckung der Nerven: Herophilos und Erasistratos	34
Das Ende der kardiozentrischen These: Galens Synthese von aristotelischer Pneumalehre und experimenteller Hirnforschung	37
3. Vom Mittelalter zur Neuzeit: Die Gehirnv ventrikel als Sitz der Seele	39
Die spekulative Zellenlehre des Mittelalters	39
Leonardo da Vincis anatomische Untersuchung der Hirnv entrikel	41
4. Hirnforschung im Zeichen der neuzeitlichen Naturwissenschaft	44
Das Ende der aristotelisch-scholastischen Ventrikeltheorie: Die Hirnanatomie des Vesalius und seiner Nachfolger	44
Die Renaissancephysiologie: Jean Fernel	47

Die Entdeckung des Blutkreislaufes durch Harvey und ihre Auswirkungen auf die Hirnforschung	49
Das mechanische Modell des Menschenhirns: Descartes	52
Die neue Lokalisationstheorie der Hirnfunktionen:	
Thomas Willis	58
Die materiellen Grundstoffe der Seele	59
Tierseele und Vernunftseele	60
Großhirn- und Kleinhirnfunktionen	62
Epilepsie und Hysterie als Nervenkrankheiten	64
Vergleichende Anatomie und Psychologie	66
Die Entwicklung der experimentellen Hirn- und Rückenmarkphysiologie: Von Steno zu Haller.	69
Kleinhirnexperimente	70
Großhirnexperimente	72
Versuche über die Funktionen der Medulla oblongata und des Rückenmarks	74
Das vorläufige Ende der Lokalisationstheorie:	
Hallers Äquipotenztheorie des gesamten Gehirns	75
Die Lehre von der Irritabilität und Sensibilität	76
Die Physiologie des Menschenhirns	79
Der Maschinenmensch: de La Mettrie	85
Die experimentelle Gehirnphysiologie in der Nachfolge Hallers	89
Tierische Elektrizität: Vom Zitterfisch zum Galvanismus	91
Die Wiedergeburt der alten Ventrikellehre:	
Soemmerings Seelenorgan	101
5. Die Erforschung der Architektur und Mechanik des Gehirns im 19. Jahrhundert	110
Die individualisierende Lokalisationstheorie Galls	110
Vergleichende Verhaltensforschung als Grundlage der Organologie	113
Von der Organologie zur Schädellehre	116
Galls Physiologie und Anatomie des Gehirns als Grundlage seiner Lokalisationstheorie	127
Die Äquipotenztheorie der Großhirnrinde: J. P. Flourens	130
Sensorische und motorische Nerven: Das Bell-Magendie-Gesetz	136
Hirngewichte und Hemisphärenwindungen als Maße für Geistesvermögen	138
Der Mythos von den großen Gehirnen:	
Tiedemann und Huschke	138

Die Gehirnwindungen des Mathematikers Gauß: Rudolph Wagners Physiologie des menschlichen Gehirns als Seelenorgan	143
Elitegehirne und mikrocephale Idioten	147
Die evolutionäre Begründung des Tier-Mensch-Vergleichs in der Hirnforschung: Darwin, Huxley und die Folgen	152
Sprachstörungen: Die Anfänge der Aphasieforschung	157
Die Entdeckung des motorischen Sprachzentrums: Bouillaud, Dax und Broca	157
Die Entdeckung des sensorischen Sprachzentrums: Meynert und Wernicke	160
Aphasieforschung in England: Bastians Organ des Geistes	165
Die Wiederentdeckung der tierischen Elektrizität und die Anfänge der Elektrophysiologie: du Bois-Reymond	168
Die elektrische Erregbarkeit des Großhirns: Fritsch und Hitzig	172
Vergleichende Hirnphysiologie als Grundlage der Lokalisations- theorie der höheren Hirnfunktionen: David Ferrier	177
Das Rückenmark als Reflexzentrum	178
Die Funktionen des Klein- und Mittelhirns	181
Die Hypothese vom reflektorischen Charakter des Ausdrucks der Gemütsbewegungen	185
Die Funktionen des Großhirns	187
Das Gehirn als Organ des Geistes	190
Der Hund ohne Großhirn: Friedrich Goltz' Experimente	194
Seelenblindheit und Rindenblindheit: Hermann Munk	199
Die Entdeckung der Assoziationszentren: Paul Flechsig	205
6. Hirnforschung und Neurowissenschaft im 20. Jahrhundert	212
Die elementaren Bausteine des Gehirns: Neuronen- und Synapsentheorie	212
Die Entdeckung der Nervenzellen	212
Vom Nervennetz zur Neuronentheorie: His, Forel und Ramón y Cajal	214
Die Entdeckung der Synapsen als Kontaktstellen zwischen den Neuronen: Sherrington	217
Die Theorie von den drei Arten der Gehirnrindenzentren: Ramón y Cajal	218
Schichtenstruktur und Zellaufbau der Großhirnrinde als Grundlage der Lokalisationstheorie	223
Die Hirnkarten von Brodmann und Economo	224

Lokalisation der Hirnfunktionen	
auf architektonischer Grundlage	229
Der sensomotorische „Homunculus“: Penfield und Rasmussen	230
Die übertriebene Lokalisation: K. Kleist	232
Ganzheit und Teilbarkeit des Gehirns. Der Holismus und	
die Rückkehr der Äquipotenztheorie:	
Head, Goldstein und Lashley	235
Linkes Hirn und rechtes Hirn: Die funktionale Asymmetrie	
der Großhirnhemisphären	237
Die verteilten Hirnfunktionen: Neuronale Netze	240
Die Entdeckung der Modularität: Zellverbände	
und neuronale Gruppen	244
Kognitive Neurowissenschaft: Der integrative Ansatz	250
Sprachverarbeitung im Gehirn	252
Lernen und Gedächtnis	254
Besonderheiten des weiblichen Gehirns	260
Die Entdeckung des Bereitschaftspotentials	261
Hirntod und Hirntransplantation	264
Literatur	271
Register	283
Namen	283
Sachen	287

Vorwort zur 2. Auflage

Bereits vor mehr als hundert Jahren hat der Wiener Medizinhistoriker Max Neuburger (1897) eine „kritische philosophische Betrachtung“ der Geschichte der Hirnforschung gefordert. Und auch heutzutage sind die meisten Vertreter der Neurowissenschaften davon überzeugt, dass die Befassung mit der mehr als zweitausendjährigen Geschichte dieser faszinierenden Wissenschaft für das Verständnis und die Bewertung ihres gegenwärtigen Forschungsstandes unerlässlich ist. Einen Beitrag zu dieser Zielsetzung will auch dieses Buch leisten. Die dabei angewandte Methode ist die einer wissenschaftstheoretischen Rekonstruktion, die von der Idee ausgeht, dass die Wissenschaft ein System darstellt, das in höchstem Maß die Fähigkeit der Selbstkorrektur besitzt. Das aber bedeutet, dass die historischen Fakten für sich selbst sprechen und daher auch in ihren Originalquellen aufgesucht werden müssen. Nur so lässt sich die innere Logik der Entwicklung dieses komplexen Gebietes der Hirnforschung erfassen, deren Fortschritte oft darin bestehen, viel mehr alte Irrtümer und Vorurteile einzureißen als neue Erkenntnisse aufzubauen. Entsprechend dieser Zielsetzung und Methodik stehen nicht die speziellen neurowissenschaftlichen Details im Vordergrund, die bereits von den Fachleuten der Neurowissenschaften selbst in bestimmten Teildisziplinen und für bestimmte Zeiträume behandelt worden sind, sondern es geht hier um die Entdeckung des menschlichen Gehirns als des „Organs der Seele“ oder des „Geistes“. Das heißt, es geht um die seit den Anfängen der Hirnforschung in der Antike immer wieder gestellte Frage, ob aus der Erkenntnis der Struktur und Funktion des Menschenhirns auch Schlüsse auf die Mechanismen von Wahrnehmung, Gedächtnis, Denken und Sprache gezogen werden können und somit auch der menschliche Geist auf diese verobjektivierende Weise naturwissenschaftlicher Erkenntnis erfassbar wäre. Darüber hinaus sind, seitdem sich das Herz als einfacher Muskel erwiesen hat, der den Pumpmechanismus des Blutkreislaufes besorgt und damit seine Bedeutung als Zentralorgan der Gefühle und Emotionen verloren hat, weitere Fragen entstanden. Sie betreffen sowohl die Wechselwirkungen zwischen emotionalen und kognitiven Fähigkeiten des Menschen, die beide ihre Grundlage im zentra-

len Nervensystem haben, als auch ihre Störungen, die über verschiedene Formen der Geisteskrankheiten bis zum Tode des Individuums reichen können. Auf all diese Fragen sind im Laufe der Geschichte der Hirnforschung sehr unterschiedliche Antworten gegeben worden, die auch heute noch aktuell sind. Denn sie zeigen die Möglichkeiten und Grenzen naturwissenschaftlicher Erkenntnis bei der Behandlung jener grundlegenden Fragen nach Sinn und Wesen menschlicher Existenz. Diese Fragen waren bisher fast ausschließlich spekulativer Metaphysik und normativer Ethik vorbehalten, können aber heutzutage bereits einem neuen Bereich der transdisziplinären Hirnforschung, der sog. „Neurophilosophie“, zugeordnet werden, die sich entsprechend den klassischen Disziplinen der Philosophie, angefangen mit der „Neurologik“ und „Neuroepistemologie“ bis zur „Neuroethik“ und „Neuroästhetik“, schon zu eigenen Teilbereichen weiterentwickelt hat. Da dieser Bereich von mir bereits in dem 2006 erschienenen Buch ›Das selbstbewusste Gehirn. Perspektiven der Neurophilosophie‹ behandelt worden ist, sind hier nur zwei Ergänzungen nötig. Die eine Ergänzung betrifft die lange in der Geschichte der Hirnforschung vernachlässigte Frage nach der Besonderheit des weiblichen Gehirns, während die andere Ergänzung sich mit der bereits historisch gewordenen Entdeckung des sog. „Bereitschaftspotentials“ beschäftigt, das jene bis zum heutigen Tag so kontrovers geführte Diskussion um die Willensfreiheit ausgelöst hat.

Wien im Juni 2009

Erhard Oeser

Einleitung

Die Hirnforschung ist eine der erfolgreichsten wissenschaftlichen Unternehmungen der Gegenwart. Weltweit wurde vor allem in den letzten Jahrzehnten mit großem personellen und materiellen Aufwand die Untersuchung des zentralen Nervensystems des Menschen vorangetrieben. Die Anzahl der einschlägigen wissenschaftlichen Publikationen, die jährlich in diesem Zeitraum erschienen sind und noch weiterhin erscheinen, gehen bereits in die Tausende und die daraus resultierenden Erfolge in Diagnose und Therapie von Hirnerkrankungen und Hirnverletzungen sind unübersehbar.

Die Bedeutung der Hirnforschung liegt aber nicht nur auf dem medizinisch-praktischen Gebiet, das allein schon diesen großen Aufwand rechtfertigen würde. Die vielleicht größte Herausforderung, die seit jeher mit der Erforschung der Funktion und Struktur des Gehirns verbunden war und ihr auch seit ihren Anfängen ihre einzigartige Dynamik verliehen hat, besteht vielmehr in der Hoffnung, dass auf diese Weise der menschliche Geist seine eigenen Voraussetzungen erfassen könnte. Daher war die Hirnforschung seit ihren Anfängen vor mehr als zweieinhalbtausend Jahren immer auch ein philosophisches Anliegen, das weit über die Grenzen der neurowissenschaftlichen Fachdisziplinen hinausreicht. Seitdem das Gehirn von den alten Griechen des klassischen Altertums als das Organ der Seele entdeckt worden ist und Platon mit seiner Lehre von der Dreiteilung der Seele eine Grundlage für weitere Spekulationen über den möglichen Sitz oder Ort der verschiedenen Seelenteile im menschlichen Körper geschaffen hat, ist die Diskussion um das Verhältnis von Leib und Seele nicht mehr unabhängig von der Erforschung des Gehirns behandelt worden. Und sogar Aristoteles, der das Herz als den Sitz der Seele betrachtete, hat einen wesentlichen Beitrag zur Entwicklung der Hirnforschung dadurch geliefert, dass er in subtiler Weise eine Theorie der höheren psychischen Funktionen ausgearbeitet hat, die noch in der gegenwärtigen Hirnforschung nach dem Zeugnis eines berühmten Hirnforschers (Sherrington) eine Rolle spielt.

Obwohl bereits Kants Kritik an der damaligen Hirnforschung der Suche nach einem räumlichen Ort oder Sitz der Seele in bestimmten Hirnteilen

ein Ende gesetzt hat und man heute erkannt hat, dass es sich hierbei um zwei unterschiedliche Beschreibungsebenen handelt, hat sich an der Vorstellung vom Gehirn als Organ des Geistes nichts geändert. Deutlicher als je zuvor ist klar geworden, dass alle Lebensumstände des Menschen, seine geistige Entwicklung von frühester Kindheit bis zum Alter, seine intellektuelle und körperliche Leistungsfähigkeit, seine Gemütsverfassungen, seine Krankheiten und sein Tod von den Funktionen des Gehirns abhängig sind. Daher wird auch der Hirnforschung in Zukunft eine noch größere Bedeutung in der Erforschung und Beurteilung menschlicher Verhaltensweisen zukommen, als sie sie bisher schon hatte. Denn das, was sich trotz aller offenen Probleme in der Hirnforschung bereits unabweisbar herausgestellt hat, ist das Faktum, dass das Menschenhirn jenes organische System ist, das an Komplexität und Dynamik alle anderen Systeme im Universum weit übertrifft. Es ist unser Stolz und Elend zugleich. Denn mit der Komplexität und Dynamik steigt auch die Störanfälligkeit dieses Systems und die Grenzen zwischen normal und krank beginnen undeutlich zu werden.

Bereits sehr früh wurde in der medizinischen Hirnforschung erkannt, dass Genie und Wahnsinn, Wohltat und Verbrechen eng beisammen liegen. Viele große geistige Leistungen – philosophische, wissenschaftliche und künstlerische – sind am Rande des geistigen und emotionalen Chaos entstanden. Die Geschichte der Menschheit ist voll von sozialen und politischen Entscheidungen, die sich später als die Wahnsinnstaten kranker Gehirne herausgestellt haben. Deshalb ist auch die Beschäftigung mit der Geschichte der Hirnforschung in höchstem Maße das, was der große französische Neurophysiologe Flourens in seiner Gedenkrede auf den Anatomen George Cuvier von der Historiographie der Wissenschaften ganz allgemein behauptet hat: Wer Wissenschaftsgeschichte betreibt, stellt eine experimentelle Theorie des menschlichen Geistes auf. In diesem Sinne versteht sich daher auch die vorliegende Darstellung der Geschichte der Hirnforschung als eine Rekonstruktion des naturwissenschaftlichen Weges der menschlichen Selbsterkenntnis, der keineswegs immer geradlinig verlaufen ist.

Bezahlt wurden die großen und tief gehenden Erfolge der Hirnforschung mit dem nun schon Jahrtausende andauernden Leiden und Sterben unzähliger Tiere, an denen seit der Antike bei lebendigem Leib grausame Experimente vorgenommen wurden. Dass es auch Vivisektionen am Menschen gegeben hat, wurde zwar ebenso oft behauptet als auch bestritten, doch sind sie nach der vorliegenden Quellenlage nicht gänzlich auszuschließen. Zumindest sind jene schrecklichen Experimente mit den abgeschlagenen Köpfen von zum Tode verurteilten Verbrechern ein gut belegtes historisches

Faktum menschlicher Wissbegierde, die sogar vor ihresgleichen nicht halt macht, abgesehen davon, dass seit jeher das umfangreichste menschliche Untersuchungsmaterial aus der sog. „natürlichen Vivisektion“ menschlicher Kampfhandlungen und Kriege stammt. Von den Gladiatorenkämpfen im antiken Rom bis zu den großen Weltkriegen des zwanzigsten Jahrhunderts gab es Hirnverletzungen aller Art, die zu den grundlegendsten Entdeckungen über die Lokalisation der Hirnfunktionen führten, die sonst auf keinen anderen Weg erreichbar gewesen wären. Deshalb kann man die Geschichte der Hirnforschung nicht nur als eine Geschichte der Erfolge und Fortschritte beschreiben, sondern sie muss auch als eine Geschichte der Irrtümer, Kontroversen und Grausamkeiten verstanden werden, die auf diesem Wege begangen wurden.

Die Ergebnisse der Hirnforschung wurden daher auch, wie ein bedeutender Hirnforscher unserer Tage bemerkt hat, nicht als eine Liste positiver Beiträge zum Selbstverständnis des Menschen angesehen, sondern vielmehr als eine „Liste schwerer Straftaten“ (Sperry). Aber man war sich darin einig, dass es besser ist, die enttäuschende Wahrheit zu kennen, statt mit illusorischen Werten zu leben. Bis ins 19. Jahrhundert beherrschten die Hirnforschung relativ einfache mechanistische Modelle. Das, was manche Philosophen schon lange befürchtet hatten, dass der Mensch nichts anderes ist als eine auf zwei Beinen stehende „emporgereckte Maschine“ (de La Mettrie), die sich sowohl in ihrer Struktur als auch in ihrer Funktion restlos aus ihren physikalisch-chemischen Bestandteilen und Eigenschaften erklären lässt, schien sich auf dramatische Weise zu bestätigen.

In den letzten Jahrzehnten hat sich jedoch unter den Hirnforschern eine neue Grundauffassung durchgesetzt, die in dem mechanistischen Materialismus nicht das letzte Wort sah. Ausschlaggebend war die Entwicklung einer verfeinerten Beobachtungstechnik, die einen immer tiefer gehenden Einblick in die erstaunliche Komplexität des menschlichen Gehirns lieferte und damit auch eine neue Grundlage für das Verständnis der Beziehungen zwischen dem physischen und mentalen Dasein des Menschen bieten konnte. In praktischer Hinsicht ergaben sich dadurch neue Wege zur Erklärung von Verhaltens- und Sprachstörungen wie auch neue Hoffnungen für die Behandlung von Geistes- und Gemüteskrankungen. Zugleich wurden auch die Grenzen einer rein empirisch vorgehenden Naturwissenschaft erkannt und der Zugang zu einer transdisziplinären Hirnforschung eröffnet, in der sich die alten Gegensätze von Natur- und Geisteswissenschaften aufheben. Denn die Einsicht, dass der menschliche Geist, der Schöpfer der menschlichen Gesellschaftsstruktur, Sprache und Kultur, in dieser Welt mit dem Gehirn untrennbar verbunden ist, verleiht der Hirnforschung eine zentrale

Stellung im System der Wissenschaften: Sie ist die einzige Naturwissenschaft, die eine direkte Verbindung zu den Geisteswissenschaften herstellen könnte, wenn es ihr jemals gelingen sollte, das Rätsel aller Rätsel – das Verhältnis von Leib und Seele – zu lösen.

1. Die Vorgeschichte der Hirnforschung: Schädelkult und Trepanation

Die Erkenntnis, dass unsere geistigen Kräfte vom Funktionieren unseres Gehirns abhängig sind, reicht bis in prähistorische Zeiten zurück. Darauf weist der uralte Schädelkult hin, der in frühen Zeiten wohl mit rituellen Kannibalismus verbunden war. So kann man bereits an Funden von Schädelbestattungen der Neandertaler erkennen, dass manchmal das Hinterhauptloch an der Basis des Schädels künstlich erweitert worden war. Die Annahme liegt daher nahe, dass nach der gewaltsamen Tötung und Enthauptung der Schädel aufgebrochen und das Gehirn entnommen worden war. Ob diese Entnahme des Gehirns Teil eines Bestattungsritus oder zerebraler Kannibalismus war, kann jedoch nicht eindeutig entschieden werden. Hier gehen die Meinungen der Prähistoriker und Anthropologen auseinander.

Die Mehrheit der Forscher allerdings sind auf Grund der vielen Funde aus verschiedenen Zeiten, bei denen immer wieder Schädelöffnungen nachzuweisen sind, zu Überzeugung gelangt, dass man bereits auf der Homo-erectus-Stufe der Hominidenevolution mit Kopfjagd und Kannibalismus rechnen muss. Unterstützt wird diese Annahme durch die Tatsache, dass bei einigen gegenwärtig lebenden Naturvölkern Indonesiens, Taiwans, Neuguineas, Hinterindiens, Südamerikas und Westafrikas noch immer die Kopfjagd üblich und zum Teil noch, wie in Süd-Neuguinea, mit Kannibalismus verbunden ist (vgl. Winkler u. Schweickhardt 1982, S.155).

Ein weiterer Hinweis für die Kenntnis von der Bedeutung des Gehirns für den Menschen ist die Verwendung von „Schädelbechern“ als Trinkgefäße. Sie ist bereits in den frühesten Stufen der Hominidenevolution bei den Australopithecinen, also vor fast zwei Millionen Jahren, nachzuweisen und reicht in Europa bis ins 19. Jahrhundert. Allerdings wird die Beziehung zwischen rituellem Kannibalismus und der Verwendung von Schädelbechern in der Geschichte der Zivilisation immer lockerer. Kann man für die eiszeitlichen Jäger und Sammler noch eine enge Verbindung dieser Phänomene annehmen, so dürfte sich in späterer Zeit zumindest in Europa die Sitte

des Schädeltrunks immer mehr von kannibalistischen Praktiken gelöst haben.

Für die Interpretation der urgeschichtlichen Funde von zum Teil kunstvoll hergerichteten Schädelbechern aus der Stein-, Bronze- und frühen Eisenzeit sind vor allem die Berichte der griechischen und römischen Ethnographen und Historiker von Bedeutung. So schreibt Herodot über die Skyten: „Den Hirnschädel sägen sie unter den Augenbrauen ab, und machen ihn rein. Die Armen überziehen ihn zum Gebrauche nur mit einer Rinds- haut. Die Reichen hingegen lassen ihn außerdem noch von innen vergolden und trinken dann daraus“ (Herodot Bd.2, S.163). Plutarch schreibt diese Sitte des Schädeltrunkes auch den Germanen zu, die sich auf diese Weise den persönlichen Mut ihres Gegners einzuverleiben hofften und Livius berichtet von den Kelten, dass sie den Kopf eines römischen Heerführers zu einer in Gold gefassten Opferschale verarbeitet haben. Auch das Christentum hat die heidnische Tradition des Trinkens aus Schädelbechern aufgenommen und weitergeführt. Klöster und Kirchen bewahren seit Jahrhunderten die Hirnschalen heiliger und besonders frommer Männer und Frauen in Form von kostbar geschmückten Reliquenschalen auf. Der Schädeltrunk verheißt den Gläubigen Gnade und Erlösung von Sünde und Krankheit. Ein besonders schönes Beispiel ist die im bayrischen Ebersberg aufbewahrte prächtig geschmückte, silberbeschlagene Hirnschale des heiligen Sebastian, die ursprünglich verwendet wurde, um sich durch einen Trunk Wein aus ihr vor der Pest zu schützen. Wie aus einer Chronik des Jahres 1590 hervorgeht, wurde jedoch dieser Brauch von einem Verwaltungsbeamten eingestellt, als dieser empört feststellen musste, dass die heilige Hirnschale zu profanen Zechgelagen missbraucht wurde. Im weltlichen Bereich hielt sich diese Sitte des Schädeltrunks noch länger. So schützt nach dem schottischen Volksglauben ein Trunk aus der Hirnschale eines armen Sünders vor Epilepsie und dem Dichter Lord Byron (1788–1824) wurde nachgesagt, dass auch er sich ein Trinkgefäß aus einem menschlichen Schädel habe anfertigen lassen (Winkler u. Schweikhardt 1982).

Bereits in den Bereich der medizinischen Hirnforschung reicht die schon in der Steinzeit ausgeübte Technik der „Trepanation“, d.h. das Aussägen von Knochenstücken aus dem Schädeldach, das sowohl bei Lebenden als auch bei Toten schon vor mehr als 10000 Jahren üblich war. Unterscheiden lässt sich die Trepanation am lebenden Leib von der an einem Toten vorgenommenen noch heute dadurch, dass beim Lebenden an den Rändern ein Knochenwachstum feststellbar ist. Ob nun die Trepanation aus religiös-kulturellen Zwecken an einem Toten vorgenommen wurde, um der Seele einen Ausgang zu verschaffen, oder beim lebenden Menschen aus medizinischen



Abb. 1: Die älteste schriftliche Darstellung des Begriffes „Gehirn“; Hieroglyphen aus dem Papyrus Smith (17. Jh. v. Chr.; aus Kandel, Schwartz u. Jessel 1986)

Gründen zur Heilung von Geisteskrankheiten oder Schädelverletzungen, in jedem Fall bedeutet sie einen Hinweis auf die Kenntnis des Zusammenhangs von Gehirn und Seele. Außerdem musste jede Art von schwerer Kopfverletzung, die der Träger überlebte, diesen Zusammenhang besonders deutlich werden lassen. Denn sowohl das intellektuelle als auch das emotionale Verhalten war dann meist drastisch gestört.

Die ersten direkten, schriftlich nachweisbaren Belege findet man bereits im alten Ägypten. Ein nach seinem Entdecker „Papyrus Smith“ benanntes medizinisches Schriftstück, das um das 17. Jahrhundert v. Chr. datiert wird, aber wahrscheinlich bis ins 3. Jahrtausend v. Chr. zurückreicht, enthält Schilderungen von Kopfverletzungen und chirurgischen Eingriffen, die sowohl die ersten bekannten Darstellungen der Gehirnfurchen und -windungen als auch Hinweise auf Funktionsstörungen enthalten. Wie Changeux (1984) mit Recht feststellt, muss man sich zwar davor hüten, mit dem neurobiologischen Wissen unseres Jahrhunderts zu viel in einen so fragmentarischen Text hineinzulesen, aber trotzdem geht aus diesem Dokument eindeutig hervor, dass die Zuständigkeit des Gehirns für die Bewegung, auch weit vom Kopf entfernt liegender Glieder und Organe bekannt war. Denn der Schreiber stellt ausdrücklich fest, dass „eine Verletzung, die im Schädel liegt“, dazu führt, dass der Betroffene „den Fuß beim Gehen nachzieht“. Neben diesen motorischen Beeinträchtigungen waren auch schon Sprachstörungen bekannt. So wird ein Verletzter beschrieben, dessen Schläfe eingedrückt war und der, wenn er angesprochen wurde, nicht antworten konnte, weil er der Sprache nicht mehr mächtig war. Im Papyrus Smith findet auch zum ersten Mal in der Geschichte der Menschheit der Begriff „Gehirn“ seinen schriftlichen Ausdruck.

Andererseits sind jedoch keine Hinweise aus dem alten Ägypten bekannt, dass dem Gehirn außerhalb der medizinisch-chirurgischen For-

schung eine besondere Bedeutung zugemessen wurde. Im religiös-kultischen Bereich wurde bei der Mumifizierung der Leichen das Gehirn im Unterschied zu den Eingeweiden des Brust- und Bauchraumes nicht beachtet. Wie alle leicht in Fäulnis übergehenden Weichteile musste es aus dem Körper entfernt werden. Während die inneren Organe und Eingeweide in einem eigenen Schrein unversehrt aufbewahrt wurden, musste das Gehirn bei der Entfernung notwendigerweise zerstückelt und zerstört werden. Denn es wurde gewöhnlich einfach mit einem Haken durch die Nasenlöcher herausgezogen und die Reste wurden herausgespült.

2. Die Anfänge der Hirnforschung in der Antike

Die ersten Hirnforscher: Alkmaion von Kroton, Diogenes von Apollonia und Demokrit

Die eigentliche Geschichte der wissenschaftlichen Hirnforschung beginnt erst bei den Griechen, und zwar schon im 6. Jahrhundert v. Chr., als Alkmaion von Kroton die zentrale Rolle des Gehirns für die menschliche Erkenntnis hervorhob: „Das Gehirn ist es, das die Wahrnehmungen des Hörens, Sehens und Riechens gestattet; aus diesen entstehen Gedächtnis und Vorstellung, aus Gedächtnis und Vorstellung aber, wenn sie sich gesetzt haben und zur Ruhe gekommen sind, bildet sich das Wissen“ (Capelle 1940, S. 111).

Alkmaion galt auch schon in der Antike als derjenige, „der es zuerst gewagt hat, eine Sektion vorzunehmen“. Auf diese Weise erkannte er bereits die „zwei schmalen Wege, die vom Gehirn aus, in dem die höchste und entscheidende Kraft der Seele wurzelt, zu den Höhlungen der Augen gehen, die ein natürliches Pneuma enthalten“. Die genaue Schilderung des Verlaufes dieser Wege, der Nervenstränge, die er selbst als „Poroï“, d. h. hohle Kanäle oder Röhren, ansah, zeigen deutlich seine anatomischen Kenntnisse: „Während diese Wege von ein und demselben Ursprung und derselben Wurzel (im Gehirn) ausgehen und im innersten Grunde der Stirn eine Weile verbunden sind, gelangen sie, nachdem sie sich gabelförmig voneinander getrennt haben, zu den Augenhöhlen, da wo sich die den Augenbrauen querliegenden Wege erstrecken, dort biegen sie um, indem der Schoß von Häuten die natürliche Feuchtigkeit aufnimmt und füllt Kugeln aus, die durch die Decke der Augenlider geschützt sind“ (Capelle 1940, S. 110f.). Und Alkmaion fügt hinzu, dass die Tatsache, dass diese Wege von ein und demselben Ursprung im Gehirn ausgehen, „durch die Sektion schlagend bewiesen“ wird. Dass Alkmaion diese Sektionen nicht nur an toten, sondern auch an lebenden Tieren durchgeführt hat, lässt sich nur vermuten (Wellmann 1929, S. 159; Hirschberg 1922, S. 19f.). Es zeigt sich jedenfalls damit schon die dunkle Schattenseite der Hirnforschung, die von nun an ihre gesamte historische Entwicklung begleitet.

Aber auch ohne Sektionen, die den Verlauf dieser Wege sichtbar machen, ist es klar, dass beide Wege einen gemeinsamen Ursprung haben müssen. Das ergibt sich schon daraus, „daß beide Augen nur zusammen bewegt werden und nicht das eine ohne das andere bewegt werden kann“ (Capelle 1940, S. 111). An der Beschreibung der Nervi optici samt dem Chiasma opticum durch Alkmaion kann daher kein Zweifel bestehen (vgl. Benedum 1988, S. 30). Der eigentliche Vorgang des Sehens wird von Alkmaion als eine Art von Widerspiegelung der Gegenstände angesehen, die durch die anatomische Struktur des Auges bestimmt wird: Die Substanz des Auges besteht selbst aus vier Häuten oder Hüllen von ungleicher Festigkeit. Diese Häute sind durchsichtig und mit diesem Durchsichtigen wird das Licht und alle hellen Gegenstände widergespiegelt. Das aber wird dadurch ermöglicht, dass in den Augen selbst Licht bzw. Feuer enthalten ist: „Denn wenn das Auge ein Schlag träfe, dann sprühe es Funken“ (Capelle 1940, S. 110).

In ähnlicher Weise erklärt Alkmaion, dass wir mit den Ohren hören, weil in ihnen ein Hohlraum vorhanden ist, der selbst tönt. Denn wir sprechen ja auch vermittels eines Hohlräumens. Mit der Nase riechen wir zugleich mit der Einatmung, indem wir den Atem bis zum Gehirn einziehen. Mit der Zunge unterscheiden wir die Geschmäcke. Denn sie ist warm und weich und bringt durch ihre Wärme die Geschmäcke zum Schmelzen. Infolge ihrer lockeren und zarten Natur nimmt die Zunge sie auf und leitet sie dem Gehirn weiter.

Daher ist es auch weder die Luft noch das Feuer, mit dem wir denken, sondern vielmehr das Gehirn, das die Tätigkeit des Hörens, Sehens und Riechens verleiht. Und daraus, argumentiert Alkmaion weiter, entsteht dann Gedächtnis und Meinung, und aus diesen entwickelt sich das Wissen, das sich sprachlich mitteilen lässt. Aber auch hier ist es das Gehirn, das den Verstand sprechen lässt. Und solange das Gehirn unversehrt ist, hat der Mensch auch Verstand. In Zusammenhang mit diesen Forschungen stellt Alkmaion auch einen fundamentalen Unterschied zwischen Mensch und Tier fest: „Der Mensch unterscheidet sich von den übrigen Lebewesen dadurch, daß er allein denkt, während die anderen Lebewesen zwar Sinneswahrnehmungen haben, aber nicht denken“ (Capelle 1940, S. 112).

Eine ähnliche Vorstellung wie Alkmaion hatte im letzten Drittel des vorchristlichen Jahrhunderts Diogenes von Apollonia entwickelt. Als Anhänger oder Epigone des Anaximenes, der die Luft als Weltprinzip annahm, versuchte Diogenes dieses Prinzip auf die Physiologie anzuwenden, insbesondere auf das Herstellen der Verbindung der Sinnesorgane mit dem Gehirn. Es besteht zwar eine grundsätzliche Übereinstimmung zwischen ihm und Alkmaion in der Rolle, die beide der Luft in der Funktion des Riechens

und Hörens zuschreiben, aber sie hat bei Diogenes eine noch viel weitergehende Bedeutung. Denn sie ist für ihn überhaupt der Träger des Lebens, der Sinneswahrnehmung, des Denkens und der Bewegung. Als Physiologe und Arzt war er im Unterschied zu seinem Vorbild Anaximenes mehr an der Frage der normalen und wirksamen Übertragung von Sinneseindrücken interessiert als an erkenntnistheoretischen oder metaphysischen Problemstellungen. Deswegen schreibt er auch der Seele keinen besonderen Sitz zu.

Das Organ des Denkens muss nicht mit dem Organ des Lebens identisch sein. Im Vordergrund steht vielmehr die Frage nach den Leitungen, welche die Sinnesorgane mit dem Gehirn und Herzen verbinden. Für Diogenes sind es die Blutgefäße, durch die sich auch die Luft bewegt. Das Blut selbst hat für ihn nur eine Hilfsfunktion und darf nicht den Durchgang der Luft verhindern. Denn die Übermittlung von Wahrnehmungen der Nase und des Ohres zum Gehirn erfolgt durch die Adern. Die Übertragung von Sinneseindrücken wird als ein „Mischen“ verstanden. Die Luft, die von außen in die Sinnesorgane kommt, vermischt sich mit der Luft, die „das Gehirn umgibt“ (Capelle 1940, S.331). Für das richtige Funktionieren sowohl der Übertragung der Sinneswahrnehmungen zum Gehirn als auch deren Verarbeitung ist auch die Beschaffenheit der Luft von entscheidender Bedeutung: „Denken läßt sich nur vermittels der reinen und trockenen Luft. Denn die Feuchtigkeit behindert das Denken. Deshalb haben wir im Schlaf, im Rausch und bei überladenen Magen weniger Denkfähigkeit“.

Eine konsequentere materialistische Erklärung der Übertragung der Sinneseindrücke hat Demokrit geliefert. In dieser Hinsicht kann man ihn auch als einen Vorläufer von Descartes und de La Mettrie ansehen. Die durch Theophrast überlieferte Zusammenfassung seiner Ansichten zeigt, dass Demokrit sich nicht nur mit den Vorgängen in den Sinnesorganen befasste, sondern dass er auch zu erklären versuchte, wie Wahrnehmungen „weitergegeben“ werden. Wo immer sich auch der vernunftbegabte Teil der Seele nach seiner Auffassung befinden mag, seine von Leukipp übernommene Lehre von den Atomen gibt jedenfalls eine Antwort auf die Frage über den Transport der Sinneseindrücke im Körper selbst. Denn die Grundidee seiner Atomistik besteht darin, dass alles aus Atomen und leeren Zwischenräumen besteht. Die Atome sind wegen ihrer Kugelgestalt immer in Bewegung und daher gibt es auch einen ständigen Strom von den Atomen der Wahrnehmungsgegenstände zu den Sinnesorganen. Da auch der menschliche Körper in allen seinen Bestandteilen aus Atomen und leeren Zwischenräumen besteht, können die durch die Sinnesorgane einströmenden Atome weit in den Körper eindringen und mit den im menschlichen Körper vorhandenen Seelenatomen in Berührung kommen.

Hippokrates und die „Heilige Krankheit“

Hippokrates, der Vater der Medizin, übernahm hundert Jahre später diese Lehre vom Primat des Gehirns, um jene berühmte Erklärung der Epilepsie zu liefern, mit der er der „Heiligen Krankheit“ ihre mystische Bedeutung nahm. Ausgangspunkt seiner Überlegungen waren detaillierte Beobachtungen des Verhaltens der Kranken verschiedenen Alters vor und während des Anfalls: „Die Kranken, die schon mit der Krankheit vertraut sind, merken vorher, wenn ein Anfall kommt, und fliehen aus der Gesellschaft der Menschen, und zwar, wenn ihr Haus in der Nähe ist, nach Hause, andernfalls an möglichst einsame Stellen, wo recht wenige sehen können, wie sie hinfallen, und sie verhüllen sich sofort. Das aber tun sie, weil sie sich ihres Leidens schämen, und nicht, wie die verbreitete Meinung ist, aus Furcht vor der Gottheit. Die kleinen Kinder aber fallen, weil sie noch nicht an die Krankheit gewöhnt sind, anfänglich hin, wo sie sich gerade befinden. Wenn sie aber häufig Anfälle gehabt haben, dann flüchten sie sich, wenn sie sie kommen fühlen, zu ihrer Mutter oder sonst einem guten Bekannten, wegen der Furcht und des Schreckens, die das Leiden ihnen einflößen“ (Hippokrates 1962, S.144).

Nach der Ansicht des Hippokrates ist jedoch diese sog. „Heilige Krankheit“ keineswegs göttlicher oder heiliger als die anderen Krankheiten. Wie alle Krankheiten, so hat auch sie eine natürliche Ursache, auch wenn sie schwer erkennbar ist. Diejenigen, die zuerst diese Krankheit für heilig erklärt haben, waren nach seiner Meinung „Menschen, wie sie auch jetzt noch als Zauberer, Entsühner, Bettelpriester und Schwindler herumlaufen“. Sie missbrauchten die göttliche Macht als Deckmantel für ihre eigene Ratlosigkeit, weil sie nicht wussten, wie sie den Kranken helfen sollten. Ihre obskuren Heilmethoden bestanden aus Besprechungen, Entsühnungsriten und Verboten, wie das Verbot Ziegenfleisch zu essen, auf Ziegenfellen zu schlafen oder sich in sie zu kleiden oder schwarze Kleider zu tragen, weil Schwarz die Farbe des Todes ist.

Alle diese Praktiken und Vorschriften dienen nach Hippokrates diesen Schwindlern nur dazu, dass sie für sich, wenn der Kranke gesund wird, den Ruhm ärztlicher Geschicklichkeit in Anspruch nehmen können. Wenn er aber stirbt, weisen sie die Schuld den Göttern zu, da sie dem Kranken weder feste noch flüssige Medizin gegeben, noch in warme Bäder gesteckt haben. Wenn es aber an Ziegenleder und Ziegenfleisch läge, sagt Hippokrates höhnisch, würde von den Afrikanern im Innern des Landes keiner gesund sein; denn diese haben keine Decken, kein Kleid und keine Schuhe, die nicht aus Ziegenleder gemacht wären, da sie kein anderes Vieh als Ziegen besitzen.

Die Epilepsie ist daher nach seiner Meinung eine Krankheit wie alle anderen und nicht weniger heilbar als sie, sofern sie nicht schon vor langer Zeit her eingewurzelt ist, sodass sie stärker ist als die Arzneien, die man den Kranken eingibt. Ihr natürlicher Ursprung liegt in der Vererbung und sie ist an eine bestimmte Konstitution gebunden.

Schuld aber an diesem Leiden ist das Gehirn, das bei Menschen mit angeborener schleimiger Konstitution durchnässt und feucht ist und vor Schleim, den es nicht mehr ausscheiden kann, überläuft. Am besten kann man das nach Hippokrates am Vieh erkennen, das auch von dieser Krankheit befallen werden kann, am häufigsten aber die Ziegen, was vielleicht das Verbot, Ziegenfleisch zu essen, rechtfertigen kann. Wenn man den Kopf einer Ziege seziert, sagt Hippokrates, der dies offensichtlich auch selbst getan hat, wird man finden, dass das Gehirn feucht, voll von Wasser und übel riechend ist. Daran kann man erkennen, dass nicht die Gottheit den Körper schädigt, sondern die Krankheit.

Sieht man von der bei Hippokrates alle medizinischen Überlegungen beherrschenden Lehre von den beiden Hauptsäften ab, so scheint er bereits deutlich die genetisch determinierte, primär generalisierte Epilepsie, die nach heutiger Auffassung subkortikal, d. h. in den tieferliegenden Teilen des Gehirns „gezündet“ wird, von der kortikal, in der Hirnrinde angeregten sekundären Epilepsie unterschieden zu haben. Denn er weist darauf hin, dass die Entstehung der Epilepsie bereits im Embryo beginnt und dass das so erkrankte Kind, wenn es heranwächst einen kranken Kopf haben wird, „der voll von Geräusch ist“ und weder Sonne und Kälte ertragen kann.

Aber es sind nicht so sehr die äußeren Ursachen die einen epileptischen Anfall auslösen. Die ersten Anlässe zu solchen Anfällen sind vielmehr dann gegeben, wenn das Kind erschrickt und wenn es sich fürchtet, weil jemand laut gerufen hatte, oder auch, wenn es mitten im Weinen nicht imstande ist, schnell wieder zu Atem zu kommen, wie es ja bei Kindern häufig vorkommt. In jedem Fall packt den Körper sogleich ein Kälteschauer, das Kind verliert die Sprache, vergisst das Atmen, die Atemluft kommt zum Stillstand und das Gehirn verfestigt sich. Diejenigen, die als kleine Kinder von dieser Krankheit befallen werden, werden größtenteils sterben. Wenn sie aber überleben, bleibt meist etwas zurück. Entweder bleibt der Mund verzogen oder ein Auge oder eine Hand oder der Hals. Für die Zukunft ist das meistens von Nutzen, denn das Kind wird nicht wieder von dieser Krankheit befallen, wenn es einmal in dieser Weise gezeichnet ist. Für diejenigen, die ohne Schaden davon gekommen sind, besteht dagegen die Gefahr, dass die Krankheit sich bei ihnen einnistet und mit ihnen wächst. Menschen aber, die mehr als zwanzig Jahre alt sind, werden von dieser Krankheit kaum noch

befallen, soweit der Kranke nicht seit seiner Kindheit an ihr gelitten hat. Die älteren Leute tötet diese Krankheit nicht, wenn sie auftritt, denn ihr Gehirn hat sich bereits konsolidiert und ist fest.

Die Analyse dieser Krankheit, aber auch anderer geistiger Erkrankungen und abnormer psychischer Zustände, führen Hippokrates zur Ansicht, dass alle Phänomene des Geistigen und seelischen Lebens, „Lust und Freude, Gelächter und Scherz und ebenso Schmerz und Leid, Unlust und Weinen vom Gehirn her über uns kommen. Mit ihm vor allem denken wir und haben Einsicht und sehen und hören und unterscheiden das Hässliche und das Schöne, das Schlechte und Gute, das Angenehme und Unangenehme. Eben dieses Gehirn ist für uns auch Ursache von Raserei und Wahnsinn, und durch seine Einwirkungen befallen uns Angst und Schrecken in der Nacht wie am Tage, Schlaflosigkeit, Mißgriffe, Irrtümer, unangebrachte Sorgen, mangelnde Einsicht in die tatsächliche Lage und Handeln gegen die Gewohnheit“ (Hippokrates 1962, S.146).

So großartig diese Intuition aus den Erfahrungen eines praktischen Arztes auch sein mag, die anatomische Struktur und Funktionsweise des Gehirns, war ihm jedoch noch weitgehend unbekannt. Er sah das Gehirn selbst nur als eine Drüse an: „Das Gehirn ist weiß und bröckelig und liegt in der geräumigen Kopfhöhle.“ Er erkannte aber bereits die Zweiteilung in die beiden Gehirnhemisphären: „Das menschliche Gehirn ist zweihälftig ... Eine zarte Haut zerteilt es in der Mitte. Wegen dieser Anordnung hat man nicht immer auf derselben Seite Kopfschmerzen, sondern bald links, bald rechts, bald im ganzen Kopf.“ Trotzdem war er der Meinung, dass „für alle Sinnesempfindungen allein das Gehirn verantwortlich ist. Die Augen, die Ohren, die Zunge, die Hände und die Füße führen nur das aus, was das Gehirn für richtig hält“. Aus diesen Gründen behauptete er auch, „daß das Gehirn den Verstand vermittelt“. Das Medium des Denkens aber war für Hippokrates nicht die „weiße, bröckelige“ Hirnmasse, sondern die Luft, die zuerst ins Gehirn kommt, wenn der Mensch den Atem einzieht, und von dort aus dann sich im ganzen Körper verbreitet, „wobei sie im Gehirn ihren besten Teil. d.h. das, was Denkfähigkeit und Einsicht hat, hinterläßt“ (a. a. O., S.147).

Hirn oder Herz: Die zephalozentrische und die kardiozentrische These

Von allen Anfang an standen sich jedoch in der Antike zwei einander widersprechende Thesen vom Sitz des Denkens im menschlichen Körper gegenüber, die sich zumindest in der Alltagsmeinung im Gegensatz von Herz und Hirn bis zum heutigen Tag erhalten haben, aber ohne ihren philosophischen Hintergrund nicht zu verstehen sind. Denn es waren die beiden größten Philosophen der Antike, Platon und Aristoteles, die diesen Gegensatz vertraten.

Die zephalozentrische These Platons

Der Bezug zwischen Denken und Gehirn wird von Platon hergestellt, der im ›Timaios‹ drei Seelenteile, den „erkennenden“, den „mutigen“ und den „begierigen“ Teil, unterscheidet, den erkennenden Teil im Gehirn lokalisiert (Timaios 69 d) und auf diese Weise dem Gehirn eine Führungs- und Kontrollfunktion zuschreibt. Doch handelt es sich bei ihm nicht so sehr wie bei Alkmaion und Hippokrates um eine Beziehung zwischen Körperteilen als vielmehr zwischen Seelenteilen (vgl. Solmsen 1971, S.220). Platon macht sich zwar die bereits vorhandenen physiologischen Kenntnisse zunutze, aber sein Hauptanliegen ist es, die Herrschaft des unsterblichen vernünftigen Seelenteiles im Kopf über die niedrigeren sterblichen Seelenteile in Brust und Unterleib zu erklären. Diese Kontrolle kann das Gehirn nur dann ausüben, wenn seine Befehle von jedem der niedrigen Seelenteile, die fähig sind auf die vernünftige Seele zu reagieren, mit ihr physisch verbunden sind. Wenn das sich selbst überlassene Herz, in dem der mutige Seelenteil haust, zu „kochen“ beginnt, kann das Gehirn, weil es, wie auch Aristoteles wusste, kühler ist als die Herzgegend, das „kochende“ Herz dadurch beruhigen, dass es Ströme kühlenden Stoffes herab sendet. Da der Kopf mit dem Rumpf eng mit Blutgefäßen verbunden ist, übernimmt ganz offensichtlich bei Platon das Blut die Rolle, die einst die Luft gespielt hat.

Blut ist für Platon auch der Träger aller Sinneseindrücke. Der Ton wird als ein Stoß definiert, der von der Luft hervorgerufen „durch Ohren, Gehirn und Blut zur Seele weitergegeben wird“ (67 b 2ff.). Der Geschmacksinn beruht auf den kleinen Blutgefäßen der Zunge. Blutgefäße dienen auch als Träger des Geruches (66 d 4). Nur beim Sehvermögen werden von Platon Blutgefäße nicht erwähnt. Für den Sehvorgang und für das Farbsehen findet Platon eine mechanistische Erklärung im Sinne der antiken Strahlenop-

tik. Denn das Sehen kommt nach seiner Meinung dadurch zustande, dass aus den „lichtvollen Augen“ ein dem Tageslicht verwandtes Feuer hervorströmt und mit dem von den Gegenständen ausgesandten Licht zusammentrifft. Sind die von den Gegenständen ausgehenden und auf den Sehstrahl fallenden Teilchen ebenso groß wie die des Sehstrahles selbst, dann sind sie durchsichtig und daher für uns nicht wahrnehmbar; sind sie aber kleiner oder größer, dann wirken sie auf den Sehstrahl entweder erweiternd oder zusammenziehend. Das den Sehstrahl erweiternde ist das Weiße, sein Gegenteil das Schwarze. Die Farben aber entstehen durch die Mischung dieser beiden Feuer – das eine, das wie ein Blitzstrahl aus dem Auge hervorspringt und das andere von außen entgegenkommende, das auf den Sehstrahl eindringt, ihn bis zum Auge hin erweitert und sich dann gewaltsam durch die Durchgänge des Auges hindurchdrängt und in der Feuchtigkeit des Auges erlischt.

Trotzdem bleibt der Eindruck, dass die Blutgefäße und das darin enthaltene Blut die Hauptträger der Vermittlung zwischen der vernünftigen Seele mit dem Rumpf und den darin enthaltenen sterblichen Teilen der Seele sind. Denn Platon weist ausdrücklich darauf hin, dass die beiden Hauptadern, die Kopf und Rumpf miteinander verbinden, in den Körper eingepflanzt sind, „damit die Wirkung von Sinneswahrnehmungen durch den ganzen Körper verbreitet werden kann“ (77 e 5). Als Blutgefäße sind daher auch jene „engen Kanäle“ zu verstehen, durch die nach Platons Auffassung alle mit Empfindung ausgestatteten Körperteile den Befehlen und Drohungen des besten und regierenden Teils der Seele gehorchen. Auf diese Weise verbindet Platon seine physiologische Kenntnis des Blutgefäßsystems, das nach seiner Auffassung das Herz als „Knotenpunkt aller Adern“ und als „Quelle des alle Glieder mächtig durchströmenden Blutes“ zum Zentrum hat, mit seiner philosophisch-erkenntnistheoretischen Ansicht, dass das Gehirn das Organ der vernünftigen Kontrolle im Kopf sein muss.

Für diese hervorragende Stellung des Kopfes gegenüber dem Rumpf und allen anderen Körperteilen liefert Platon auch eine entwicklungsgeschichtliche Erklärung: Ursprünglich wurde die unsterbliche Vernunftseele in einen der runden Gestalt des Weltganzen nachgebildeten kugelförmigen Körper eingepflanzt, den wir jetzt Kopf nennen. Damit aber der Kopf nicht hilflos auf dem unebenen Boden hin- und herrollt, sondern Höhen und Tiefen überwinden kann, dehnte er sich in die Länge und ließ vier ausgestreckte und biegsame Glieder mit Händen und Füßen aus sich hervorwachsen. In diesem sterblichen Leib, dem Fahrgestell der unsterblichen Vernunftseele, entstand eine andere Art der Seele, die sterbliche, in der sich mächtige und unabweisliche Leidenschaften regen. Damit aber die im Gehirn lokalisierte Vernunftseele nicht durch diese sterbliche Seele verunreinigt werden kann,

ist zwischen Kopf und Brustkorb das Genick als Grenzscheide eingefügt. Die sterbliche Seele zerfällt wiederum von Natur aus in einen besseren und in einen schlechteren Teil. Der mutige Teil befindet sich im Brustkorb zwischen Genick und Zwerchfell, damit er, entsprechend seinem Sitz näher dem Kopf, der Vernunft gehorsam den begierigen Teil der Seele, der an der Futterkrippe im Bauch wie ein wildes Tier angefesselt ist, in Zaum halten kann.

Wenngleich Platon den Tieren entsprechend ihrer niederen und höheren Organisation offensichtlich nur die sterblichen Seelenteile zubilligt, kennt er auch in diesem Bereich wesentliche Unterschiede. Niedere Tiere, wie Schnecken und Austern befinden sich in einem psychischen Dämmerzustand und sind nur dem Augenblicksreiz hingegeben. Aber auch die höchstorganisierten Tiere unterscheiden sich durch ihre zusammengedrückte Stirn, die dem Gehirn nur einen engen Raum anweist, vom Menschen. Nur bei den Hunden scheint Platon eine Ausnahme zu machen. Wie alle Griechen des Altertums war Platon ein großer Hundeliebhaber. In seiner Schrift über den Staat spricht er sogar von der „philosophischen Natur“ des Hundes, der Freund und Feind sehr genau unterscheiden kann und vergleicht die Hunde mit den Wächtern des Staatswesens. Platon ist daher noch weit entfernt vom cartesianischen Dualismus, der die Tiere als bloße Maschinen ansieht. Doch nimmt auch bei ihm die unsterbliche Vernunftseele des Menschen eine Sonderstellung ein, die sie im Christentum des Mittelalters nicht mehr hatte.

Nach Platons Auffassung kommt ihr nicht nur Unsterblichkeit nach dem Tod des Leibes zu, sondern auch eine Präexistenz. Das berühmte Höhlengleichnis und seine Lehre von der Wiedererinnerung beruhen auf dieser wohl aus dem asiatischen Raum stammenden Auffassung. Zur wahren Erkenntnis ist die Vernunftseele nur in ihrem reinen, vom Körper abgelösten Zustand fähig. Denn der Eintritt der Vernunftseele in den vergänglichen Leib verwirrt sie nur und behindert die direkte Schau der Ideen. Wie die Gefangenen in einer Höhle sehen wir nur die Schatten der Ideen, die sich an der Rückwand abmalen. Daher ist es das Beste für den Menschen, wenn er sich von den Fesseln des Leibes löst und durch das dunkle Tor des Todes aus der Höhle des irdischen Lebens ins lichte Reich der Ideen tritt.

Wie stark auch noch Aristoteles in seinen Frühschriften von diesen Lehren Platons beeinflusst war, zeigt ein Fragment aus seinem verloren gegangenen Dialog Eudemos. Der weltverneinende und diesseits abgewandte Grundzug der platonischen Todesmetaphysik erfährt hier durch folgenden Vergleich eine grausige Steigerung: „Es wurden manchmal diejenigen, wenn sie in die Hände der etruskischen Seeräuber gefallen waren, mit aus-

gesuchter Grausamkeit getötet. Ihre lebendigen Körper, mit den Erschlagenen Gesicht an Gesicht gefesselt, wurden so eng wie möglich miteinander zusammengebunden; so aber sind unsere Seelen mit dem Körper eins, wie die Lebenden mit den Toten zusammengefesselt sind“ (Augustinus: *Contra Julianum Pelagianum* 4, 15; vgl. Bernay 1863, S. 144).

Mehr als eine bloße Metapher oder Analogie ist jedoch die Berufung des Aristoteles auf die Medizin, wenn er sagt, dass unser irdisches, mit dem Leib behaftetes Leben einer entsetzlichen Krankheit gleicht, genauso wie das körperlose Leben der Gesundheit gleicht, weil es das eigentliche naturgemäße Leben der Seele ist, die nach Platon schon vor ihrem Eintritt in den Leib existierte. Deshalb haben wir auch, wie manche Menschen, die aus der Gesundheit in eine schwere Krankheit verfallen und dabei sogar die Buchstaben vergessen, die sie vorher gelernt haben, keine Erinnerung an das, was wir in diesem präexistenten Zustand geschaut haben. Das Beste wäre daher nach der Auffassung des frühen Aristoteles, überhaupt nicht geboren zu werden oder wenigstens so bald wie möglich nach der Geburt zu sterben (Aristoteles 1953, S. 5f.).

Die kardiozentrische These des Aristoteles

Ganz anders jedoch klingt die Seelenlehre des Aristoteles in seiner späteren Schrift ›*De Anima*‹. Dort vertritt er im Gegensatz zu Platon und seinen eigenen Frühschriften einen betonten Empirismus, der jedoch keineswegs wie in der Neuzeit zu einer Materialisierung der Seele führt. Auf diese Weise konnten die subtilen Differenzierungen, die Aristoteles an dem Begriff und den Eigenschaften und Fähigkeiten der Seele vorgenommen hat, zur Grundlage sowohl des naturwissenschaftlichen anatomisch-physiologischen als auch spekulativ-philosophischen Weges menschlicher Selbsterkenntnis bis weit in die Neuzeit werden. Seine Beschreibung der, wie Sherrington sagt, „biologischen Ausstattung des Bewußtseins“ wurde von der Hirnforschung übernommen und zum Paradigma für Jahrhunderte gemacht“ (Sherrington 1964). Deshalb ist es auch berechtigt, seine Seelenlehre als einen grundlegenden Beitrag zur Geschichte der Hirnforschung zu betrachten, obwohl er auf Grund von empirischen vergleichenden anatomischen Studien dem Gehirn jegliche empfindende oder kognitive Funktion abgesprochen hat und damit der „zephalozentrischen“ These Platons die „kardiozentrische“ These gegenübergestellt hat.

Sein Hauptargument ist, dass das freigelegte Gehirn nicht auf mechanische Reizungen anspricht. Was für das Gehirn übrig bleibt ist nur noch die

Funktion eines Kühlaggregates, die darin besteht, die Temperatur des mit Nahrung beladenen Blutes zu senken; daher bringt es auch den Schlaf. Das Herz ist zwar für Aristoteles ganz eindeutig das Zentralorgan, aber es gewinnt bei ihm keineswegs alles, was das Gehirn verloren hat. Denn er betrachtet es lediglich als den Wohnsitz der Ernährungs- und Wahrnehmungsseele (*Anima vegetativa* und *anima sensitiva*). Im Gegensatz zu seinem von Platon bestimmten Frühwerk Eudemos gibt es nun weder eine Präexistenz dieser Seele vor dem Leib, noch trennt sie sich im Tode von ihm. Es ist die Seele selbst, die stirbt und den Leib durch ihr Sterben zu einem toten Leib macht, der sich dann in der Verwesung zersetzt. Der Tod ist der Tod der Seele und nicht zu allererst der Tod des Leibes. In diesem Sinne muss daher auch Aristoteles die Unsterblichkeit der Seele leugnen. Doch macht er, wenn er vom Denken redet, vorbereitende Einschränkungen. Denn die höchste Funktion der Seele, die aktive Vernunft (*Intellectus agens*), bedarf nach seiner Auffassung für die Ausübung ihrer Tätigkeit keiner physiologischen Basis, d. h. keiner physiologischen Werkzeuge und keines physiologischen Prozesses. Das geht aus ihrer Fähigkeit hervor, die darin besteht, alles zu erkennen, während dagegen alle Wahrnehmungen an bestimmte Sinnesorgane gebunden sind, ohne die sie nie zustande kämen. Die menschliche denkende Geistseele, der eigentliche Ort der Ideen (*topos eidon*), hat daher auch keinen bestimmten Platz im Körper weder im Kopf noch im Herzen. Deswegen ist sie auch allein unsterblich und ewig, was im Sinne des griechischen Wortes „*aidos*“ nicht nur das zukünftige Sein einschließt, sondern auch die Vergangenheit. Wie bereits die arabischen Kommentatoren des Aristoteles (z. B. Averroes) vermuteten, konnte jedoch mit diesen Aussagen nicht die individuelle Unsterblichkeit, sondern vielmehr nur die Unsterblichkeit der allgemeinen oder göttlichen Vernunft gemeint sein, in die die menschliche Geistseele beim Tod des Leibes zurückkehrt. Denn die Materie ist das Individuationsprinzip und nur durch die an die Sinnesorgane gebundenen Wahrnehmungen kann die denkende Seele zu der ihr eigenen persönlichen Erfahrung und zum individuellen Selbstbewusstsein gelangen.

Bereits an diesen Aussagen lässt sich erkennen, dass bei Aristoteles drei unterschiedliche Bereiche zusammenkommen: der medizinisch-physiologische, der philosophisch-erkenntnistheoretische und der metaphysisch-theologische Bereich. Diese Verbindung bleibt jedoch bis weit in die Neuzeit für die Hirnforschung charakteristisch. Ohne ihre Berücksichtigung und ohne die Kenntnis des damit verbundenen aristotelischen Begriffsapparates erscheinen daher auch die frühen Aussagen, die in der neuzeitlichen Anatomie und experimentellen Physiologie des Gehirns und Rückenmarks gemacht wurden, seltsam widersprüchlich.

*Die aristotelische Erkenntnistheorie
als heuristische Grundlage der Hirnforschung*

Es war vor allem jener von Aristoteles in subtiler Weise ausgearbeitete Bereich zwischen Wahrnehmen und Denken, der bis weit in die Neuzeit für die Hirnforschung eine entscheidende Rolle spielte. Denn gerade die Fähigkeiten Sensus communis (Gemeinsinn), Phantasia (Einbildungskraft) und Memoria (Gedächtnis) waren es, die als höhere Hirnfunktionen entweder wie im Mittelalter in den Ventrikeln oder wie in der Neuzeit in bestimmten Teilen des Gehirns lokalisiert wurden.

Am wenigsten genau ist von Aristoteles der Sensus comunis beschrieben. Er ist aber eine notwendige Konsequenz seiner Wahrnehmungstheorie. Die Wahrnehmung ist, wie Aristoteles aus seiner Kenntnis der Physiologie und Medizin weiß, an die Differenzierung in die fünf Sinnesorgane gebunden, welchen wiederum jeweils die ihnen eigentümlichen Sinnesobjekte zukommen. Wenn Aristoteles in diesem Zusammenhang von der Unfehlbarkeit der Wahrnehmung spricht, dann meint er nur diese sinnesadäquate Wahrnehmung: Der Gesichtssinn sieht Farbe, Helligkeit oder Dunkelheit, der Gehörsinn hört Töne usw.

Es gibt daher für Aristoteles eine Unmittelbarkeit der sinnlichen Wahrnehmung, bei der Sinnesorgan und Gegenstand eine Einheit bilden, in der wir uns niemals täuschen können. Die Wahrnehmung ist einerseits im Organ als Empfindung des Gegenstandes und andererseits im Gegenstand als Reiz des Organs. Aber diese Wahrnehmung ist lediglich die Wahrnehmung der dem jeweiligen Sinnesorgan eigentümlichen Merkmale des Gegenstandes und nicht des Gegenstandes selbst als Träger dieser Eigenschaften: Darin, dass etwas weiß ist, täuscht man sich nach Aristoteles nie, ob es aber dieses Weiß, z. B. Schnee, oder ein anderes, z. B. Zucker, ist, darin kann man sich täuschen.

Das aber heißt, dass sich diese untrügliche Wahrnehmung gewissermaßen in ihre einzelne Sinnesobjekte zerschlagen würde, was zur Folge hätte, dass weder ein gemeinsames Objekt der Wahrnehmung zustande käme, noch dass der Wahrnehmungsgegenstand als solcher erkannt würde. Deshalb muss Aristoteles einen „gemeinsamen“, „einheitlichen“ oder „zentralen“ Sinn annehmen, über den er sich allerdings nur sehr spärlich äußert (De Anima 426 b 16 und 20, 431 b 5). Über die Frage, ob diesem Sensus communis ein körperliches Organ entspricht, das Herz oder überhaupt das Fleisch, darüber haben sich bereits die Aristoteleskommentatoren in der Antike gestritten. Dass Aristoteles selbst den Sitz dieses Zentralsinns nicht im Gehirn angenommen hat, geht bereits daraus hervor, dass er das Zusammentreffen

zweier Sinne im Schädel oder Gehirn ausdrücklich bestreitet (De Vita 469 a 21 f, De Part an. 656 a 17 ff.).

Aber wie bereits Sherrington hervorgehoben hat, zog er den für die Erklärung der menschlichen Erkenntnisfähigkeit so entscheidenden Schluss, „daß ein interner Versammlungsort der Sinneskanäle ein charakteristischer Zug des Organs des Bewußtseins sein müsse“. Und Sherrington fügt im Sinne der bereits von der Evolutionstheorie beeinflussten Hirnforschung hinzu:

„Nicht neue Sinne, sondern eine bessere Verbindung zwischen den alten Sinnen hat die Entwicklung des Nervensystems angestrebt“ (Sherrington 1964). Dass auch Aristoteles nicht einen besonderen Sinn über die Fünffzahl der Sinne hinaus angenommen hat, geht schon aus seinen eigenen Bemerkungen hervor, wenn er ausdrücklich sagt, „daß es außer den fünf Sinnen, Gesicht, Gehör, Geruch, Geschmack und Tastsinn, keine weiteren gibt“, weil uns sonst ja ein Sinneswerkzeug fehlen würde (424 b 22).

Der Sensus comunis liegt daher wie bereits der antike Kommentator des Aristoteles Philoponus festgestellt hat, auf einer anderen nicht direkt mit einem körperlichen Organ identischen Ebene, die zwischen der adäquaten Sinneswahrnehmung und dem Denken vermittelt, das ohne sinnliches Vorstellungsbild (Phantasma) nicht zustande kommen kann. Zu dieser Ebene gehören daher auch Einbildungskraft (Phantasia) und Gedächtnis (Memoria). Wenn Aristoteles von „Phantasia“ spricht, so meint er in erster Linie nicht die freie, willkürlich schöpferische, produktive Einbildungskraft im heutigen Sprachgebrauch des Wortes „Phantasie“, sondern die reproduktive, welche die Wahrnehmungsinhalte wieder hervorufen kann. Das „Phantasma“ ist somit die Vorstellung eines Wahrnehmungsgegenstandes in seiner Abwesenheit. Es bedarf daher des Gedächtnisses, um den Gegenstand ohne sein unmittelbares Vorhandensein wieder reproduzieren zu können. Das Bildhafte der Phantasmata drückt Aristoteles dadurch aus, dass er sagt, dass wir uns, wenn wir uns in der Phantasie etwas Schreckliches vorstellen, so verhalten, als ob wir es auf einem Gemälde betrachten. Da die Phantasie gerade dann auftritt, wenn die unmittelbare Bezogenheit auf die wirklichen Gegenstände fehlt, ersetzt sie die wirkliche Wahrnehmung und ist gleichsam „ein Sehen mit geschlossenen Augen“ (428 a 16). Je mehr die wirkliche Wahrnehmung zurücktritt, desto mehr kann die Einbildungskraft in Tätigkeit treten. Auf diese Weise ist die Einbildungskraft sowohl als ergänzender als auch als verfälschender Faktor an der Wahrnehmung beteiligt. Als ergänzender Faktor, der die adäquate Sinneswahrnehmung der einzelnen Merkmale zu einem einheitlichen Gegenstand verbindet, steht sie dem „Gemeinsinn“, dem Sensus communis nahe oder ist sogar mit ihm identisch.