

Narben in der Seele – Narben im Gehirn

<http://www.uni-muenster.de/Rektorat/exec/upm.php?rubrik=Alle&neu=0&monat=201112&nummer=15061>

Gewalterfahrungen in der Kindheit wirken sich auf Gehirnstrukturen aus.

Münstersche Forscher weisen Langzeitfolgen von Kindesmisshandlung mittels Magnetresonanztomografie nach

Münster (upm), 09. Dezember 2011

<http://jugendwerkhof-treffen.de>



Erstautor Dr. Dr. Udo Dannlowski

Menschen, die als Kind misshandelt wurden, leiden meist ihr Leben lang unter den seelischen Folgen. So haben Erwachsene, die als Kind Gewalt, Missbrauch oder Vernachlässigung ausgesetzt waren, ein erheblich höheres Risiko, an psychischen Erkrankungen wie Depression oder Angststörungen zu erkranken. Wissenschaftler vom interdisziplinären Otto-Creutzfeldt-Zentrum für kognitive - und Verhaltensneurowissenschaften der Universität Münster haben nun erstmals gezielt die Langzeitfolgen von Misshandlungserlebnissen mittels Magnetresonanztomografie (MRT) untersucht. Die Daten zeigen, dass die Folgen von Gewalterfahrungen im Kindesalter noch Jahrzehnte später in den Gehirnen der Betroffenen nachweisbar sind.

Die Forscher befragten eine große, repräsentative Stichprobe psychisch gesunder Erwachsener zu Gewalterfahrungen in ihrer Kindheit. Mittels MRT vermaßen sie zum einen Gehirnstrukturen der Probanden, also die Größe einzelner wichtiger Gehirnbereiche. Zum anderen zeichneten sie die Gehirnaktivität der Probanden während des Betrachtens wütender und furchtvoller Gesichter auf.

Die Ergebnisse zeigten ein eindeutiges Bild: Über je mehr Gewalterfahrungen oder Vernachlässigung die Probanden berichteten, desto kleiner waren wichtige Gehirnstrukturen wie zum Beispiel der für Lernen- und Gedächtnis wichtige Hippocampus oder der für die Emotionsregulation zuständige Stirnlappen. Außerdem zeigten Probanden mit Gewalterlebnissen eine deutliche Überaktivität des Mandelkerns, einer zentralen Struktur des Furchtnetzwerks im Gehirn.

Die Auffälligkeiten in den Gehirnen der als Kind misshandelten Probanden haben erhebliche Ähnlichkeiten mit jenen Veränderungen im Gehirn, die depressiv Erkrankte häufig aufweisen. Daher könnten diese Veränderungen das höhere Risiko für das Auftreten psychischer Störungen bei Menschen mit Gewalterfahrungen erklären, schlussfolgern die Forscher.

Die Studie ist online erschienen und wird demnächst in der Printausgabe der Fachzeitschrift "Biological Psychiatry" veröffentlicht. Sie wurde als "Priority Communication" eingestuft, also als besonders bedeutsame Veröffentlichung. Die Arbeit ist ein Kooperationsprojekt von Wissenschaftlern der Klinik und Poliklinik für Psychiatrie und Psychotherapie sowie dem Institut für Klinische Radiologie am Universitätsklinikum Münster unter der Leitung von Privatdozent Dr. Dr. Udo Dannowski und Dr. Harald Kugel. Sie wurde von der Deutschen Forschungsgemeinschaft, der Medizinischen Fakultät der Universität Münster und der Rolf-Dierichs-Stiftung gefördert.

Das "Otto Creutzfeldt Center for Cognitive and Behavioral Neuroscience" (OCC) ist ein Forschungszentrum der Westfälischen Wilhelms-Universität Münster, das von Wissenschaftlern aus Medizin, Biologie und Psychologie getragen wird. Die Forscher bearbeiten interdisziplinär aktuelle Fragestellungen aus den Verhaltensneurowissenschaften mit Methoden der modernen Bildgebung, der molekularen Genetik und der Neurophysiologie. Das OCC bietet Absolventinnen und Absolventen attraktive Promotionsmöglichkeiten. In diesem Jahr begeht es sein fünfjähriges Bestehen.

Bewusstseinsmodelle im Lichte der Philosophie, der Psychologie und den Neurowissenschaften

Bachelorarbeit von Mirijam Schmid, mit der Note 1 bewertet

(<http://www.hausarbeiten.de>)

5.2.1 Überblick über Strukturen und Funktionen des Gehirns

5.2.2 Informationsverarbeitung durch Neuronen

5.2.3 Systeme der Wahrnehmung

5.3 Die Suche nach den neuronalen Korrelaten

5.3.1 Christof Koch: spezifische Neuronengruppen

5.3.2 Susan A. Greenfield: Bewusstsein - Ausdruck holistischer Funktionen

5.4 Bewusstsein und Gedächtnis

5.4.1 Der „Sitz“ des Gedächtnisses

5.4.2 Die Formen der Gedächtnisspeicherung

5.4.2.1 Das Kurzzeitgedächtnis

5.4.2.2 Das Langzeitgedächtnis

5.5 Bewusstsein und Emotion

5.5.1 Antonio Damasio: Ich fühle, also bin ich

5.5.1.1 Somatische Marker

5.5.1.2 Die zwei Arten des Bewusstseins nach Damasio

5.6 Bewusstsein und Gene

5.6.1 Das flexible Gehirn

5.6.2 Das Genom - ein komprimiertes Informationspaket

6 SCHLUSSBEMERKUNGEN

Anhang 1 - 5

GLOSSAR

PERSONENVERZEICHNIS

LITERATURVERZEICHNIS

1 Einleitung

Im Jahre 2009 bewunderten rund 8,5 Millionen Besucher die Kunstschatze im *Louvre*, dem meistbesuchten Museum der Welt. Die Besucherzahl hat sich in den letzten Jahren um zwei

Drittel erhöht.¹Der „Sinn für Schönes“ lässt die Kassen klingeln. Dem *Musée de l'Orangerie* war das Geschäft mit den schönen Künsten 29 Millionen Euro Investition wert: In den Jahren

2000 - 2006 erweiterte es seine Ausstellungsfläche um fast das Doppelte.²Tag für Tag strömen Menschen aus allen Teilen der Welt in die Ausstellungshallen, um einen Blick auf Monets riesige „Seerosen“ zu werfen. Nicht wenige gönnen sich einen Moment Ruhe und tauchen mit all ihren Sinnen und Gedanken in diese gewaltige Bilderwelt ein. Während Wirtschaftswissenschaftler diese menschliche Eigenart kühl in Zahlen umsetzen und damit Umsatzkurven berechnen, ist der Blick, den Natur- und Geisteswissenschaftler darauf werfen, eher von Neugierde geprägt. Was genau macht den „Sinn für Schönes“ denn eigentlich aus? Woher „wissen“ wir, dass etwas schön ist? Was ist dieser geistige Zustand überhaupt, den wir Bewusstsein nennen und der uns befähigt, solche Empfindungen und Gedanken zu haben? Diese Fragestellung bildet die Grundlage der vorliegenden Bachelor-Arbeit. Sie hat zum Ziel, das Phänomen „Bewusstsein“ in folgenden drei Forschungsrichtungen zu untersuchen: der Philosophie, der Psychologie und den Neurowissenschaften. Dabei soll zunächst gezeigt werden, dass die Philosophie, die sich als erste wissenschaftliche Disziplin mit Bewusstsein auseinandergesetzt hat, die theoretische Grundlage bildet für die weiteren Entwicklungen in der modernen Bewusstseinsforschung. Daher widmet sich die erste Hälfte der vorliegenden Arbeit den geisteswissenschaftlichen Aspekten dieser Thematik. Es wird ein Überblick darüber gegeben, welche hauptsächlichen Bewusstseinsmodelle die sogenannte „Philosophie des Geistes“ vertritt, wobei in Kapitel 2 zunächst auf die Problematik eingegangen wird, die traditionell als das „Rätsel des Bewusstseins“ bekannt ist. In Kapitel 3 kommen dann Philosophen der Antike und des Mittelalters mit ihren Vorstellungen über die Seele zu Wort. Die anschließenden Kapitel widmen sich den kontroversen Standpunkten zweier moderner Philosophen **Daniel Dennett** und **Paul M. Churchland**. Es wird deutlich, dass ihre unterschiedlichen Positionen über das Bewusstsein einen starken Einfluss auf die heutige Diskussion der Bewusstseinsforschung ausüben. Kapitel 4 schlägt die Brücke von der Philosophie zur Psychologie, die sich später von der Philosophie emanzipieren sollte. Ihre eigenständige Entwicklung führte zu Ansichten über das Bewusstsein, die inhaltlich von der

¹Vgl. online: Schubert, Christian: *Der Abstauber des Louvre*.

²Vgl. online: Art-Port: *Paris blüht auf: Monets Seerosen*.

Sichtweise der Philosophie differieren. Als einer ihrer prominentesten Vertreter wird **Sigmund Freud** genannt, dessen These über das Ich und seiner Aufspaltung in das Bewusste und das Unbewusste eine ganze Generation bewegte und die Wissenschaft revolutionierte. Die Entwicklung der Neurowissenschaften wird in dem Kapitel 4.2 erläutert. Dieser Abschnitt soll auch als Überleitung zu dem zweiten Teil der vorliegenden Arbeit dienen, der den Fokus auf die neurowissenschaftliche Forschung legt. Da die Neurowissenschaften sich besonders auf die Erforschung des Gehirns konzentrieren, werden in Kapitel 5 zunächst ihre Methoden erläutert. Dann folgt der anatomische Aufbau des Gehirns mit seinen neuronalen Netzwerken, bevor in Kapitel 5.3 auf zwei unterschiedliche Bewusstseinsmodelle eingegangen wird, die von den Neurowissenschaftlern **Christof Koch** und **Susan A. Greenfield** entwickelt wurden. Kapitel 5.4 wendet sich dann dem Gedächtnis zu und untersucht die Rolle, die es bei der Bewusstseinsentwicklung spielt. Dabei werden die verschiedenen Gedächtnissysteme beschrieben und es wird anhand von Fallbeispielen gezeigt, wie ein Ausfall dieser Systeme Einfluss nimmt auf die Identität eines Menschen. In Kapitel 5.5 wird auf die Funktion der Emotionen aufmerksam gemacht. **Antonio Damasio** 'Theorie der somatischen Marker sowie seine zwei Bewusstseinsmodelle werden beschrieben. Inwieweit unser Bewusstsein durch Gene beeinflusst ist, wird schließlich in Kapitel 5.6 besprochen. Der Fokus liegt dabei auf dem Zusammenspiel von Genen und Umwelteinflüssen. Die Schlussbemerkungen in Kapitel 6 weisen schließlich auf die Grenzen der Hirnforschung hin und geben einen Ausblick auf die Forschungslandschaft der nahen Zukunft.

Da die Thematik sehr umfangreich ist und sich in unterschiedlichen Wissenschaftsbereichen bewegt, wurde zum besseren Verständnis ein Anhang mit alphabetisch geordnetem Glossar und Personenverzeichnis angefügt. Soweit nicht anders vermerkt finden Begriffe, die ich *kursiv* fettmarkiert habe, Eingang in das Glossar, während die Namen der wichtigsten Persönlichkeiten, die von mir fettmarkiert wurden, sich im Personenverzeichnis wiederfinden. Bezüglich der Zitierweise referiere ich auf die Regeln des MLA (Modern Language Association of America).³ Außerdem zitiere ich aus Webseiten, deren Erscheinungsdatum oder Verfasser entweder unbekannt ist oder die keine Seitenzahl angeben, wie beispielsweise **Daniel Dennetts** verfasster Artikel „Quining Qualia“. Auf Internetquellen wird daher einheitlich in einer Fußnote verwiesen, die den Autor bzw. den Träger der Webseite und den

³Jedoch befindet sich in meinem Literaturverzeichnis eine Quelle, die eine gesonderte Zitierweise erfordert. Dabei handelt es sich um die universitäre Vorlesung „Philosophie des Geistes“ von Prof. Dr. Thomas Metzinger, die als DVD erhältlich ist. Zitate daraus wurden von mir persönlich transkribiert. Um die Zitate auf der DVD zu finden, habe ich sie beispielsweise wie folgt zitiert: Metzinger_VL8:24 ff. „VL8“ steht hierbei für die Vorlesung Nr. 8, die Ziffern dahinter geben die Minutenanzahl an.

Namen des Artikels erwähnt.⁴Original Hervorhebungen kennzeichne ich mit „Hv. i. O.“, Hervorhebungen von mir werden mit „Hv. v. MS“ angezeigt. Einfügungen im Originaltext sind mit [..., MS] markiert, Auslassungen mit (...). Um das Verständnis des vorliegenden Textes zu erleichtern, schreibe ich manche Wörter zu Betonungs- oder Unterscheidungszwecken in *kursiv*.

Die Thematik „Gehirn und Bewusstsein“ bietet Stoff für Forschungen, die auch in den kommenden Jahrzehnten die Wissenschaft in Atem halten wird. Die vorliegende Arbeit kann daher keinen Anspruch auf Vollständigkeit erheben. Sie verfolgt jedoch das Ziel, einen Einblick in die faszinierende Welt unseres Gehirns zu gewähren. Vielleicht wird dadurch bei dem einen oder anderen Leser die Neugierde geweckt und er wird dazu angeregt, weitere Nachforschungen zu betreiben. Denn auch das ist ein Merkmal unseres Bewusstseins: die Neugierde, die uns dazu antreibt, unser Wissen zu erweitern.

2 Das Rätsel des Bewusstseins

Seit der Mensch über sich selbst nachdenkt, beschäftigen ihn vor allem drei elementare Rätsel, die um seine eigene Existenz kreisen: Wie konnte das Universum aus dem Nichts entstehen? Wie konnte aus toter und anorganischer Materie Leben entstehen? Und schließlich: Wie konnten Lebewesen plötzlich über sich selbst nachdenken und bewusst etwas fühlen? Die Suche nach Antworten bewegte Philosophen wie Naturwissenschaftler über die Jahrhunderte hinweg. (vgl. Koch 2007: 35) Mangels methodischer und technischer Möglichkeiten hatten es die Naturwissenschaften anfangs jedoch schwer, empirisch fundierte Antworten auf diese Fragen zu liefern. So legte die Philosophie mit ihren theoretischen Erklärungsmodellen die Grundlage für die heutige Bewusstseinsforschung. Eine Problematik, die sich dabei sehr schnell herauskristallisierte, betrifft den subjektiven Raum, in dem sich die Forschungen bewegen. Theorien, Erkenntnisse, Schlussfolgerungen, Ideen über geistige Prozesse entstehen im Bewusstsein selbst. Die Tatsache, dass über das Mentale oder phänomenologisch zu Erfassende reflektiert wird, ohne dabei den subjektiven Raum verlassen zu können, macht es nach Ansicht der Geisteswissenschaftler schwer, aus der nötigen Distanz heraus einen objektiven Blick auf das Bewusstsein zu werfen. Der Philosoph **Hans Goller** schreibt dazu:

„Die Erforschung des Bewusstseins unterscheidet sich von der Erforschung aller anderen Gegenstände dadurch, dass der Wissenschaftler selbst aus den Bewusstseinszuständen besteht, die er mit Hilfe eben dieser Zustände untersucht und erklärt. Bewusstseinsforschung ist ohne Bewusstsein nicht möglich.“ (Goller 2003: 141)

⁴Vgl. online: Dennett, Daniel C.: *Quining Qualia*.

Diese Erste-Person-Perspektive führt zu einer weiteren Problematik, die bis heute nicht gelöst worden ist und welche dadurch immer noch zur Rätselhaftigkeit des Bewusstseins beiträgt: dem Problem der *Qualia*.

2.1 Das Problem der Qualia

„*Qualia sind die Sorgenkinder der Bewusstseinsphilosophen.*“ (Goller 2003: 18)

In der Philosophie wird für geistige und psychische Phänomene allgemein der Ausdruck „das Mentale“ verwendet. Dazu gehören u. a. Sinnes- und Körperempfindungen, Meinungen und Gedanken, Wünsche und Gefühle. Für die qualitativen Empfindungen, die entstehen, wenn man z. B. das Fell eines Hundes streichelt, den Geruch von gerösteten Mandeln wahrnimmt oder eine heiße Herdplatte berührt, wird traditionell der Begriff „Qualia“ verwendet oder, synonym dazu, „Erlebnisqualitäten“. Um zu verstehen, warum sich an den Qualia so viele Debatten entzündeten, ist es notwendig, ihre Merkmale zu kennen. (vgl. Goller 2003: 18)

2.1.1 Qualia sind subjektiv und privat

Es war **Thomas Nagel**, der in seinem berühmt gewordenen Artikel „What is it like to be a bat?“ (1974) die Subjektivität der Qualia in den Mittelpunkt stellte. Er forderte darin seine Leser auf, sich vorzustellen, eine Fledermaus zu sein. Doch selbst wenn sie sich vorstellten, Flughäute zwischen den Beinen zu haben, nachts von der Decke zu hängen und sich mittels Echolotortung und Radar in der Umgebung zurecht zu finden, könnten sie sich nicht vorstellen, wie es für die Fledermaus selbst ist, eine Fledermaus zu sein. (vgl. Ravenscroft 2008: 323) Dieses Beispiel zeigt, dass Erlebnisqualitäten subjektiv sind. Wir können uns zwar in das Erleben von anderen Menschen oder Tieren hinein fühlen, doch wir vergessen dabei nicht, dass wir dabei nur so tun als ob. Zudem sind Qualia sprachlich schwer fassbar. Man kann einem Blinden nicht erklären, was Rot bedeutet. Deswegen wird das momentane Erleben oft nichtsprachlich zum Ausdruck gebracht. Die Körperhaltung oder Reaktionen wie Schwitzen, Blässe, Röte etc. helfen uns bis zu einem gewissen Grad, uns vorzustellen, was der Andere wohl gerade empfindet. Der direkte Zugang in sein Inneres, das *wie*,

fehlt uns jedoch. Nur er weiß, wie er gerade fühlt und denkt. Seine Erlebniswelt ist somit auch privat. (vgl. Goller 2003: 19-22)

2.1.2 Qualia sind an eine Perspektive gebunden

Es gibt zwei verschiedene Wege, um Wissen über Erleben und Bewusstsein zu erlangen: Man kann sich der *Introspektion* bedienen, also der Sicht nach Innen, oder man tritt von außen an die Sache heran und begibt sich in die Beobachterperspektive. Letztere ist die Methode, die die Wissenschaft anwendet. Ihr Ziel ist es, von subjektiven Standpunkten zu abstrahieren und ein möglichst objektives Bild zu geben. Diese Herangehensweise ist jedoch paradox: Da Qualia subjektiv sind, sind sie auch an die Erste-Person-Perspektive gebunden. Der objektive Standpunkt, die wissenschaftliche Dritte-Person-Perspektive, lässt sich hier gar nicht einnehmen. (vgl. Goller 2003: 23-25)

2.1.3 Qualia sind nicht räumlich

Wir leben in einer dreidimensionalen Welt mit einer zeitlichen Struktur. Wohin wir auch gehen, was wir auch sehen - unsere Augen oder unser Tastsinn messen unaufhörlich unsere Umgebung ab und helfen uns dadurch, uns zu orientieren. Ganz anders jedoch verhält es sich mit unseren Wahrnehmungen, Gedanken und Gefühlen. Es ist schlichtweg unsinnig, sie auf ihre Länge, ihre Höhe oder Breite auszumessen. Sie haben bestenfalls eine zeitliche Dimension. Unser Erleben ist also nicht räumlich. Es stellt sich nun die Frage, wie unser räumlich organisiertes Gehirn so etwas Nichträumliches wie das Bewusstsein hervorbringen konnte. Der britische Philosoph **Colin McGinn** gibt uns als Antwort einen Denkanstoß. McGinn stellt die These auf, dass das, was wir unter „Raum“ verstehen, möglicherweise nicht die ganze Wahrheit ist. Vielleicht besitzt der Raum noch weitere Eigenschaften, die wir gar nicht kennen, und Bewusstsein ist in Wirklichkeit räumlich. Nur erkennen wir das nicht, weil unsere gegenwärtige physikalische Weltsicht zu begrenzt ist: „Unser Geist steht einer korrekten Theorie des Raumes so ähnlich gegenüber wie der Geist eines Adlers der Relativitätstheorie“ (McGinn 2001: 155, zit. n. Goller 2003: 29).

2.1.4 Qualia - eine Herausforderung

Angesichts dieser Merkmale der Qualia ist es für die Wissenschaft eine große Herausforderung, empirische Forschungen über das Bewusstsein durchzuführen. Bis jetzt ist immer eine *Erklärungslücke* übrig geblieben: Selbst wenn Neurowissenschaftler und Philosophen größtenteils darin übereinstimmen, dass unser bewusstes Erleben aus Gehirnprozessen hervorgeht - wir haben keine endgültige Erklärung dafür, warum und wie das geschieht. Selbst wenn uns Gehirnforscher sagen könnten, „welche spezifischen

neuronalen Aktivitätsmuster mit dem Erleben von Freude einhergehen, wüssten wir ohne eigene Freudeerlebnisse trotzdem nicht, wie es ist, sich zu freuen“ (Goller 2003: 23 ff.). Lässt sich das „Rätsel des Bewusstseins“ dann überhaupt lösen? Viele Philosophen beantworten

diese Frage mit „Nein“. ⁵Naturwissenschaftler jedoch neigen zu einer anderen Antwort. Der Biologe Henning Engeln gibt zwar zu: „Niemand hat bislang den Sitz des Bewusstseins im Gehirn orten können - oder gar zu durchschauen vermocht, wie es zustande kommt“ (Engeln 2008: 80). Doch wird es nicht für unmöglich gehalten. Moderne bildgebende Verfahren ⁶machen das Gehirn immer durchschaubarer und entzaubern es dadurch Schritt für Schritt. Ob wir Gesichter erkennen, Vokabeln lernen oder Gedichte interpretieren - die Wissenschaft kann uns heute sagen, wo oder in welcher Hirnregion dies stattfindet. Christof Koch hält es daher für möglich, das „Rätsel des Bewusstseins“ doch noch zu lösen:

„Das Bewusstsein steht im Mittelpunkt des Leib-Seele-Problems. Es erscheint den Wissenschaftlern des 21. Jahrhunderts ebenso rätselhaft wie vor einigen Jahrtausenden, als sich Menschen erstmals deshalb Fragen zu stellen begannen. Dennoch sind die Wissenschaftler heute besser als je zuvor gerüstet, die physische Basis des Problems zu erforschen.“ (Koch 2007: 54)

Koch bezeichnet hier die Jahrhunderte alte Debatte über das *Leib-Seele-Problem* als die Grundlage für die heutige Bewusstseinsforschung. Tatsächlich existiert kein unter den Neurowissenschaftlern einheitlich anerkanntes Modell des Bewusstseins. Die unterschiedlichen Auffassungen haben ihren Ursprung in den theoretischen Bewusstseinsmodellen, die die Philosophie im Laufe der Jahrhunderte entwickelt hat. Um die verschiedenen Positionen der Neurowissenschaften zu verstehen, ist es deshalb notwendig, ihre philosophische Grundlage zu kennen.

3 Bewusstsein und Philosophie

“One of the values of philosophy is that throughout its history it has prefigured science.”

(Antonio Damasio 2004: 15)

Der sprachliche Begriff „Bewusstsein“ hat im Abendland eine lange Geschichte, die eng mit dem Gewissensbegriff zusammenhängt. In vielen Sprachen lässt sich dies etymologisch nachvollziehen. So besitzt z. B. das englische Wort „consciousness“ (Bewusstsein) den gleichen Wortstamm wie „conscious“ (Gewissen). Der Begriff des Gewissens wurde von Notker Teutonicus (950-1022), einem führenden Mönch in St. Gallen, in die deutsche

⁵Die Neurophilosophie vertritt eine davon abweichende Ansicht. Siehe dazu Kapitel 3.1.7.

⁶Siehe Kap. 5.1

Sprache eingeführt.⁷Das deutsche Wort „Gewissen“ ist eine Lehnübersetzung des lat. Begriffs „conscientia“, der Bewusstsein *und* Gewissen bedeutet. Nach der Orthodoxie in der Philosophiegeschichte war es der französische Philosoph und Naturwissenschaftler **René Descartes** (1596-1650), der schließlich den modernen Bewusstseinsbegriff neu konstituierte und das semantische Element des Gewissens davon ablöste. (vgl. Metzinger_VL1:20 ff.) Diese enger gefasste semantische Eingrenzung von „conscientia“ bedeutete jedoch keine endgültige Definition des Begriffs. Vielmehr lenkte sie den Fokus auf ein Phänomen, das in der Philosophie Gegenstand verschiedenster Erklärungsmodelle wurde, und sich noch heute in der gegenwärtigen Diskussion wiederfindet. Um die - wie es zunächst scheint - oft nicht zu vereinbarenden Positionen der modernen Bewusstseinsforschung zu verstehen, ist es daher notwendig, ihre philosophischen Vorläufer zu kennen.

Die folgenden Ausführungen erheben nicht den Anspruch auf Vollständigkeit. Es werden jedoch die wichtigsten philosophischen Strömungen, die das Leib-Seele-Problem als Erklärungsgegenstand haben, erläutert. Ziel dieser Ausführungen ist es, zu veranschaulichen, dass die Weltsicht, die sich in den verschiedenen philosophischen Theorien widerspiegelt, auch gegenwärtig noch Einfluss nimmt auf die Herangehensweise in der modernen Bewusstseinsforschung. Sie bestimmt dadurch nicht nur die Forschungsrichtung, sondern färbt subjektiv auch die Interpretation der Forschungsergebnisse ein. Im nächsten Kapitel wird zunächst auf die *aristotelisch-naturalistische* Position von **Aristoteles** und **Thomas von Aquin** eingegangen, die davon ausgeht, dass Körper und Seele eins sind. Erst dann wird die *dualistische* Sichtweise von **Platon** untersucht. Dies entspricht nicht ganz der geschichtlichen Chronologie, schließt sich aber inhaltlich homogen an die These von René Descartes an, der als

„die wichtigste Persönlichkeit in der Geschichte des *Körper-Geist-Problems*[gilt, MS]. (...) [Seine dualistische, MS] Deutung des Körper-Geist-Verhältnisses führte dazu, dass die Frage der kausalen Wechselwirkung von Körper und Geist die Leib-Seele-Debatte dominierte.“ (Goller 2003: 84)

Descartes Theorien werden heute noch stark debattiert, und in den Kapiteln 3.1.6 und 3.1.7 kommen schließlich noch zwei moderne Philosophen zu Wort, die zu unterschiedlichen Schlussfolgerungen gelangen.

⁷Vgl. online: Biller, Karlheinz: *Der Begriff der Verantwortung und des Gewissens*. S. 6.

3.1 Die aristotelisch-naturalistische Position

3.1.1 Aristoteles: Seele und Körper sind eins

Aristoteles (384-322 v. Chr.) gehört zusammen mit Platon und Sokrates zu den bedeutendsten Philosophen der Antike. Sein Einfluss lässt sich in den verschiedensten Disziplinen erkennen, u. a. in der Wissenschaftstheorie, Dichtungstheorie, Logik, Physik sowie in der Staatslehre. Das Hauptaugenmerk seiner Philosophie liegt jedoch in der Biologie, was vermutlich der Tatsache zuzuschreiben ist, dass sein Vater Arzt war.⁸Für Aristoteles ist der Mensch eine nicht trennbare, einheitliche Substanz aus Körper und Seele, wobei die Seele dem Organismus die Form gibt. Das bedeutet jedoch nicht, dass er mit dem Wort „Seele“ nur die äußere Gestalt eines Lebewesens bezeichnet. Für ihn ist die Seele ein Lebensprinzip, der Grund für das Lebendig sein schlechthin. Aristoteles erklärt mit der Seele auch bestimmte Arten der Bewegung. Nach der physikalischen Bewegungslehre werden Bewegungen von physikalischen Objekten durch äußere Ursachen erklärt. Ein Ball bewegt sich, weil er angestoßen wird oder ein Wind weht, etc. Doch warum bewegt sich der Mensch? Er benötigt kausal keine äußeren Umstände, um sich zu bewegen. Dies bedeutet, dass „Lebewesen (...) die Ursache ihrer Bewegung in sich tragen“ (Goller 2003: 77). Nach Aristoteles ist dies die Seele, das Sich-Selbst-Bewegende, der Ursprung der Körperbewegung. Jedoch übt auch die Umgebung Einfluss auf unseren Bewegungsdrang aus. Diese Gesamtheit aller biologischen und kognitiven Prozesse nennt Aristoteles „Seele“. Das eine existiert nicht ohne das andere, erst durch die Seele wird der Körper zum Menschen. Anhand eines Beispiels wird dieses untrennbare Geflecht veranschaulicht:

„Wenn nämlich das Auge ein Lebewesen wäre, so wäre seine Seele die Sehkraft; denn sie ist das Wesen des Auges dem Begriff nach. Das Auge aber ist die Materie der Sehkraft. (...) Wie aber die Pupille und die Sehkraft das Auge bilden, so bilden dort die Seele und der Körper das Lebewesen.“ (De Anima: 412-413, zit. n. Goller 2003: 78)

Aristoteles geht in seiner Definition der Seele jedoch noch weiter. Er unterscheidet zwischen dem „vegetativen Seelenvermögen“, das er schon den Pflanzen zuordnet und welches sich hauptsächlich auf biologische Prozesse wie Nahrungsaufnahme, Wachstum und Fortpflanzung beschränkt, dem „sensitiven Seelenvermögen“, das die Grundlage für Sinneswahrnehmungen darstellt, einschließlich Schmerz und das Gefühl für Angenehmes und Unangenehmes, und schließlich dem „rationalen Seelenvermögen“, welches nur der Mensch besitzt. Dies macht den Menschen zum „animal rationale“, ausgestattet mit Vernunft und

⁸Vgl. online: O'Connor J. J./Robertson, E. F.: *Aristotle*.

Denkkraft, welche ihn über das Tier stellen. Interessanterweise ist dieser Teil der Seele, den er auch als „tätige Vernunft“ bezeichnet, trennbar vom Körper. Während beim Tod die niederen Seelenteile und damit auch die fühlbaren Bewusstseinsinhalte zu existieren aufhören, ist die geistige Energie unvergänglich. Doch wie kann von einer Einheit von Seele und Körper ausgegangen werden, wenn ein Teil der Seele weiter existiert? Dieser Widerspruch wird von Aristoteles nicht aufgeklärt, und so wurde seine Seelenlehre Grundlage für viele unterschiedliche Erklärungsversuche darüber, was die Seele überhaupt ist. (vgl. ebd.: 80)

Ein berühmter Vertreter, der die naturalistische Sicht von Aristoteles annahm und weiter verbreitete, war der heilig gesprochene Dominikaner Thomas von Aquin. Er ging jedoch über Aristoteles' These hinaus und suchte nach einer Seelendeutung, die sowohl die christliche Lehre der Unsterblichkeit der Seele erlaubte als auch die Annahme, dass Seele und Körper eine Einheit bilden.

3.1.2 Thomas von Aquin: die Vervollständigung der Seele

Thomas von Aquin (1225-1274) war einer der einflussreichsten Philosophen und Theologen des Mittelalters. Er hinterließ eine gewaltige Menge an Schriften, und seinem Hauptsekretär zufolge beschäftigte er 3 oder 4 Sekretäre gleichzeitig. Geboren als jüngster Sohn eines Landadligen trat er 1244 gegen den Willen seiner Familie in den Dominikanerorden ein. Im Laufe seines Lebens machte er Karriere als Doktor und Studienpräfekt der *scholastischen Philosophie*. Er lehrte in Paris, Rom, Viterbo und Orvieto. 1248 wurde er Schüler von **Albertus Magnus** in Köln, Begründer der *christlichen Aristotelik*.⁹Wahrscheinlich ist dies auch der Grund, warum Thomas von Aquin in seiner Deutung des Körper-Geist-Verhältnisses auf Aristoteles' Seelenlehre zurückgreift. Auch für ihn ist der Mensch ein „animal rationale“, das sich von allen übrigen Lebewesen durch seinen Intellekt unterscheidet. Zudem betont er -wie Aristoteles die Einheit von Körper und Seele und weist darauf hin, dass die Seele dem Körper die Form gibt. Gäbe es keinen Körper, könnten wir den Menschen nicht als Individuum erkennen. Er wäre nur ein unpersönliches denkendes Etwas. Nur die Einheit von Seele und Körper macht den Menschen aus. Thomas von Aquin verteidigte jedoch auch die Auffassung von der Unsterblichkeit der Seele. Um diesen Widerspruch aufzulösen, schrieb er der menschlichen Seele gegenüber der Tier- und Pflanzenseele eine Sonderstellung zu. Dabei geht er davon aus, dass die „tätige Vernunft“ nicht auf den Körper angewiesen ist und folglich auch ohne den Körper existieren kann. Diese Vernunft wird durch die menschliche Seele

⁹Vgl. online: Art Directory: *Thomas von Aquin*.

realisiert. Zwar sind für Erkenntnis gewisse Sinneseindrücke nötig, aber am Erkenntnisakt selbst sind diese nicht beteiligt. Thomas von Aquin spricht daher von der „Nichtsinnlichkeit des Denkens“ (von Aquin, zit. n. Goller 2003: 82), das die Seele unabhängig macht von dem materiellen Zeitbegriff. Für ihn hat die Seele eine subsistierende und eine nichtsubsistierende Form, also etwas, das selbständig getrennt von Materie existieren kann und doch den Körper benötigt, um sich zu vervollständigen:

„Die *Subsistenz* und die *Nichtsubsistenz* der Seele werden also nicht unter derselben Hinsicht ausgesagt: Subsistenz hat sie bezüglich ihres Seins, insofern dies die Bedingung der Möglichkeit der unabhängigen Denktätigkeit ist; Nichtsubsistenz hat sie bezüglich ihrer Wesensvervollkommnung, da sie ohne das von den Sinnesdaten bereitgestellte Material diese unabhängige Denktätigkeit, die ihr Wesen ausmacht, nicht ausüben kann.“¹⁰[Hv.v.MS]

Obwohl Thomas von Aquin sich gegen die dualistische Auffassung Platons (siehe Kapitel 3.1.3) stellte und sich für die Einheit Körper-Geist ausspricht, besitzt seine Theorie dualistische Ansätze. Für ihn sind „physische Zustände notwendige, jedoch nicht hinreichende Bedingung für mentale Zustände“ (ebd.: 15). Kläden schlägt in seinem Aufsatz den Bogen von der thomanischen Konzeption zur modernen Hirnforschung. Er weist darauf hin, dass diese „sinnlich-intellektuelle Einheit“ (ebd.: 7), nämlich dass es ein und dasselbe Subjekt (der Mensch) ist, der wahrnimmt *und* erkennt, auch in den Ergebnissen der Hirnforschung zu sehen ist. Beide Zustände, Wahrnehmen und Erkennen, setzen ein funktionierendes Nervensystem voraus. Dies erklärt auch, warum in der Hirnforschung vornehmlich der aristotelisch-naturalistische Standpunkt vertreten wird. Jedoch gibt es auch naturwissenschaftliche Forschungsrichtungen, die eine dualistische Sichtweise voraussetzen. Grundlage für eine solche Weltordnung bildete die dualistische Philosophie Platons, dessen Definition der Seele nun veranschaulicht werden soll.

3.2 Die dualistische Position

3.2.1 Platon: Die Seele ist unsterblich

Platon (428-348/347 v. Chr.) war Aristoteles' Lehrer. Im Gegensatz zu seinem Schüler vertrat er nicht die Ansicht, dass die Seele und der Körper eins seien. Für ihn waren dies „zwei ontologisch eigenständige Wirklichkeiten“ (Goller 2003: 73) mit unterschiedlichen Schicksalen: Während der Körper dem Tod entgegen strebt, ist die Seele unsterblich. Wenn der Körper stirbt, verlässt die Seele den Körper. Die Seele existierte schon vor ihrer Verbindung

¹⁰Online: Kläden, Tobias: *Anima Forma Corporis*.^{S. 7.}

mit dem Körper und wird auch nach dem Tod weiter existieren. Platon begründete dies u. a. durch die Tatsache, dass der Mensch vieles weiß, obwohl er gar keine Erfahrung darüber sammeln konnte. Er kann sagen, dass zwei Dinge „gleich“ sind, oder dass etwas „schön“ ist oder „gerecht“:

„Dieses Wissen, das nicht aus der Erfahrung stammt, haben wir vor unserem Leben erworben. Folglich muss unsere Seele bereits vor der Geburt existiert haben. Platon spricht von der Präexistenz der Seele. Präexistenz meint, dass die Seele vor der Entstehung des Körpers existierte und im Reich der Ideen zum Beispiel die Idee des Gleichen, des Guten, des Schönen und des Gerechten schaute.“ (ebd.: 73)

Für Platon waren unsere Erfahrungen nur Abbilder von Ideen. Die Ideen waren in seinem Weltverständnis aber realer als ihre Abbilder. Die Seele selbst war für Platon Lebensprinzip oder Träger des Lebens: „So wie das Feuer allem, dem es innewohnt, Wärme gibt, so gibt die Seele allem, wovon sie Besitz ergreift, Leben“ (ebd.: 74 ff.). Ihre Präexistenz und ihre Unsterblichkeit stellen sie hierarchisch über den Körper, der sogar als „Gefängnis“ bezeichnet wird. Was für einen Sinn hat es dann überhaupt für die Seele, eine Zeit lang mit dem Körper verbunden zu sein? Während dieser Zeit kann sie selbst Erfahrungen machen wie Lust und Schmerz, und sie kann ihre Erkenntnis und Denkfähigkeit sowie ihre charakterliche Stärke ausbilden. Das erfolgreiche Streben nach einem guten Leben bestimmt letztendlich, ob die Seele wiedergeboren wird in einem „niederen“ Lebewesen oder einem „höheren“.

Platons Denken beeinflusste selbst das Christentum. Über die Jahrhunderte war die Abwertung des Körpers gegenüber der Seele omnipräsent. Sich den Begierden des Körpers zu entziehen und ein geistiges Leben anzustreben, galt als Idealbild. (vgl. ebd.: 76) Diese dualistische Sichtweise grub tiefe Wurzeln in das Weltbild der Menschen. Im späten Mittelalter wurde sie schließlich durch den wichtigsten Vertreter in der Geschichte des Körper-Geist-Problems aufgegriffen und verfeinert: René Descartes.

3.2.2 René Descartes: Ich denke, also bin ich

René Descartes (1596-1650), ein französischer Philosoph, Mathematiker und Naturwissenschaftler, gilt als Begründer des modernen, früh neuzeitlichen *Rationalismus*, seine Lehre wird auch als *Cartesianismus* bezeichnet. Nach Descartes lässt sich alles anzweifeln, selbst die Existenz des eigenen Körpers. Jedoch lässt sich nicht anzweifeln, dass *ich* es bin, der gerade denkt und zweifelt, was zu seinem berühmten Ausspruch führte „*cogito, ergo sum*“: Ich denke, also bin ich. Unter „Denken“ verstand Descartes das gesamte Erleben eines Menschen: „Ich bin ein denkendes Etwas, das zweifelt, empfindet und fühlt“ (Descartes, zit. n. Goller 2003: 84). Er unterscheidet zwischen Geist und Körper, zwischen Innenwelt und Außenwelt, wobei diese Welten eigenständige Substanzen oder Realitäten darstellen, die unabhängig voneinander existieren können. Der Körper ist wie eine Uhr, die geistlose Bewegungen ausführt. Deswegen kann die Wissenschaft ihn auch untersuchen, als sei er eine Maschine. Die Seele dagegen, mit all ihren Gedanken, Wahrnehmungen und Emotionen, lässt sich keinem bestimmten Körperteil zuordnen; sie ist mit allen Körperorganen verbunden und bestimmt deren Aktionen. Auffällig ist jedoch, dass Descartes der Seele einen

physischen Ort zuweist, durch den sie ihre Funktionen ausüben soll: der Zirbeldrüse, die sich im Zwischenhirn befindet. Warum gerade diese Drüse? Descartes beantwortet diese Frage wie folgt:

„Der Grund (...) liegt darin, dass alle anderen Teile unseres Gehirns doppelt vorhanden sind, so wie wir auch zwei Augen, zwei Hände, zwei Ohren haben, und überhaupt alle unsere äußeren Sinnesorgane doppelt vorhanden sind. Damit wir also nur einen einzigen und einfachen Gedanken (...) haben, ist es notwendig, dass es eine Stelle gibt, wo die zwei Bilder (...) sich zu einem verbinden können, bevor sie zur Seele gelangen, damit sie dieser nicht zwei anstatt einem Bild darbieten.“ (Descartes, zit. n. Goller 2003: 85-86)

Descartes' Unterscheidung des Menschen in ein denkendes Wesen einerseits und einen mechanischen Körper andererseits ließ die Einheit von Körper und Geist, wie sie von Aristoteles und Thomas von Aquin vertreten wurde, zerfallen. Seine Theorie gab auch neuen Fragen Raum, denen zunächst philosophisch, aber mehr und mehr auch naturwissenschaftlich begegnet wurde: Wie können Bewusstseinszustände Körperzustände verursachen bzw. umgekehrt? Gibt es eine kausale Wechselwirkung? Wenn ja, *wo* findet diese statt? Die Debatte über das Leib-Seele-Problem wurde durch Descartes engere semantische Eingrenzung des Begriffs ‚Bewusstsein‘ und durch seine substanzdualistische Theorie in eine neue Richtung gelenkt. Eine Erklärungslücke hatte sich aufgetan, und mit ihr eine fast unendliche Anzahl von möglichen Antworten. Eine der vielen philosophischen Strömungen, die aus dieser Fragestellung hervorgingen, war der *Funktionalismus*, der zurzeit die wohl populärste Deutung in der modernen Leib-Seele-Debatte darstellt, weswegen er im nächsten Kapitel näher erläutert wird.

3.3 Der Funktionalismus

Es war der Popularitätsverlust der sog. *Identitätstheorie*, die dem Funktionalismus zu seinem Aufstieg verhalf. Die Identitätstheorie, die von den Philosophen Ullin T. Place (1924-2000) und John J. C. Smart (* 1920) formuliert wurde, behauptete, dass mentale Zustände mit neuronalen Zuständen identisch seien. Diese Theorie stellte in den 1950er-Jahren die wichtigste Position in der analytischen Philosophie dar, wurde in den 1960er-Jahren jedoch weitestgehend wieder verworfen. Ein gewichtiges Argument gegen diese Position war der Einwand der „multiplen Realisierung“: Die Identitätstheorie postuliert, dass nur Geschöpfe mit der gleichen anatomischen Konstruktion mentale Zustände hervorbringen könnten. Jedoch sind auch Tiere dazu in der Lage, z. B. Schmerz zu empfinden, obwohl sie ganz andere Gehirne haben und somit auch andere neuronale Zustände. Der amerikanische Philosoph **Hilary Putnam**(* 1926) formulierte 1960 daher mit seiner funktionalen These einen Ausweg aus dieser Sackgasse. Nach Putnam sind mentale Zustände nichts anderes als funktionelle Zustände, die unabhängig von ihrer konkreten Realisierung sind. (vgl. Ravenscroft 2008: 106-109) Als Erklärungsbeispiel für dieses Modell dient die Zeitangabe, nach Putnam ebenfalls ein funktioneller Zustand. Zeitangaben können mit unterschiedlichen technischen Geräten gemacht werden, egal ob Sonnenuhr, Sanduhr etc. Aber alle arbeiten sie nach dem gleichen technischen Programm. Ebenso könnten mentale Zustände in unterschiedlichen Nervensystemen realisiert werden. Der Geist verhält sich zum Körper also so wie eine Software zur Hardware. Der Funktionalismus wurde dadurch „zum führenden Paradigma der Künstlichen-Intelligenz-Szene“ (Goller 2003: 125-126).

Allerdings scheiterte die sog. „Starke Künstliche Intelligenz“ bisher an ihrer philosophischen Fragestellung. Im Gegensatz zur „Schwachen Künstlichen Intelligenz“, die zum Ziel hat, Intelligenz zu *simulieren*, um Anwendungsprobleme durch Computerleistung zu lösen, will die Starke Künstliche Intelligenz Computer mit Bewusstsein und Emotionen *schaffen*. Die Erklärungslücke wäre dann geschlossen, aber bis jetzt wurden auf diesem Gebiet kaum Fortschritte erzielt:

„Bisher kennen wir nur Maschinen, die das psychologisch erklärte menschliche Verhalten, wenn überhaupt, dann durch interne Mechanismen zustande bringen. Diese internen Mechanismen ähneln psychischen Zuständen sehr wenig oder gar nicht.“ (ebd.: 126)

Der Funktionalismus reduziert Mentales also auf seine kausale Rolle, die dann physisch umgesetzt wird. Am Beispiel des Schmerzes würde dies bedeuten,

dass Schmerz einfach nur die kausale Rolle übernimmt für das folgende Schmerzverhalten. Nicht mehr und nicht

weniger. Die Schmerzfunktion erklärt jedoch nicht das Schmerzerleben. Dieser Gedanke führt zu einer Problematik, die unmittelbar mit der Erklärungslücke zu tun hat: Wenn das subjektive Erleben (Qualia) eines phänomenalen Zustandes nicht notwendig ist für das funktionelle Verhalten - warum existiert es dann überhaupt? Sowohl in der Philosophie als auch in den Neurowissenschaften wurde diese Frage oft debattiert. Im Folgenden wird auf die Sichtweise von Daniel Dennett und Paul Churchland eingegangen, die jeweils zu unterschiedlichen Lösungsansätzen gelangt sind.

3.4 Daniel Dennett: Bewusstsein als virtuelle Maschine

Daniel Dennett (* 1942) ist gegenwärtig Professor für Philosophie und Direktor des Zentrums für Kognitionswissenschaften an der *TUFTS University in Massachusetts/Boston*. Seine Werke beschäftigen sich u. a. mit dem freien Willen des Menschen, seinem Bewusstsein, und seiner Religiosität. Dabei offenbaren sie einen naturalistischen Blickwinkel auf den Menschen. Sein Buch „Consciousness explained“ (1991) sorgte in philosophischen wie auch in neurowissenschaftlichen Kreisen für viel Bewegung. Metzinger bezeichnet es sogar als „Initialzündung“ (Metzinger_VL8:08 ff.) für deren Interdisziplinarität der letzten Jahre. Um sich in Dennetts sehr umfangreicher Arbeit nicht zu verlieren, konzentriert sich die vorliegende Arbeit auf drei Aspekte: Seine Sichtweise über Qualia, seine Kritik am sogenannten „Cartesian Theatre“, und schließlich seine Vorstellung darüber, wie Bewusstsein funktioniert, dem „Multiple-Drafts-Model“.

3.4.1 „Quining Qualia“¹¹

Schon mit der Überschrift seines berühmten Aufsatzes deutet Dennett die Richtung seiner Argumentation an: „to quine“ ist ein Kunstwort, nach Dennetts Lehrer in Harvard, **W. V. O. Quine** (1908-2000), benannt. Es bedeutet so viel wie „To deny resolutely the existence or

importance of something real or significant“¹²leich in seiner Einleitung erkennt Dennett an, dass es ein Erleben gibt, dass sich dem radikalen Zweifel entzieht. Selbst wenn dieses Erleben an sich eine Fehlrepräsentation ist, wird nicht bezweifelt, dass sie sich auf eine bestimmte Weise anfühlt: „Descartes claimed to doubt everything that could be doubted, but he never doubted that his conscious experiences had qualia, the properties by which he knew or apprehended them“ (Dennett: *Qualia*). Allerdings möchte Dennett eine bestimmte

¹¹Online: Dennett, Daniel C.: *Quining Qualia*. Direkte Zitate daraus werden im Folgenden mit (Dennett: *Qualia*) gekennzeichnet.

¹²Vgl. online: Dennett, Daniel C.: *The Philosophical Lexicon*.

Vorstellung von Qualia auslöschen. Welche ist das? Da sich Qualia vor allem durch ihren subjektiven Charakter auszeichnen, ist eine endgültige Definition nicht gegeben. Doch wie bereits in Kapitel 2 dargelegt, wird über Qualia traditionell gesagt, dass sie unsagbar

(„ineffable“), intrinsisch, privat und direkt dem Bewusstsein zugänglich sind.¹³Die Faszination, die diese Definition in Menschen erweckt, ist für Dennett unverständlich:

“Qualia are supposed to be special properties, in some hard-to-define way. My claim - which can only come into focus as we proceed - is that conscious experience has no properties that are special in any of the ways qualia have been supposed to be special.” (Dennett: *Qualia*, Hv. i. O.)

Für ihn sind diese Eigenschaften einfach irrelevant, nicht wichtig genug, um darüber zu reden oder gar ein philosophisches Rätsel daraus zu machen. In der angelsächsischen Philosophie wird stark auf die Relevanz einer Diskussion geachtet: „Differences that make a difference“ (Metzinger VL8_37 ff.). Wenn irgendjemand begriffliche Unterscheidungen einführt, und man kann nicht beobachten, dass sie irgendeinen kausalen Unterschied in der Welt ausmachen, dann ist diese Diskussion nur leere Rhetorik. Dennett kommt daher zu der Schlussfolgerung:

“There is a strong temptation, I have found, to respond to my claims in this paper more or less as follows: ‘But after all is said and done, there is still something I know in a special way: I know *how it is with me right now*.’ But if absolutely nothing follows from this presumed knowledge (...) what is the point of asserting that one has it? Perhaps people just want to reaffirm their sense of proprietorship over their own conscious states.” (Dennett: *Qualia*, Hv. i. O.)

Anstatt sich also darin zu verzetteln, irgendwelchen Phantasmen („hallucinatory experiences“ nachzujagen, macht er den Vorschlag, die Berichte über Qualia aus der Erste-Person-Perspektive zwar in die Forschungen mit einfließen zu lassen, aber eben nur als Datensätze, denen noch keine besondere Bedeutung zukommt. Bewusstseinsforschung sollte nur aus der Dritte-Person-Perspektive geleistet werden. Nur aus dieser Perspektive heraus könnte man objektiv erkennen, wie die Dinge wirklich *sind*, unter Berücksichtigung aller Faktoren und äußeren Einflüssen, und muss sich nicht darauf verlassen, wie sie einer einzelnen Person *erscheinen*. Dennett prägte für diese Herangehensweise den Begriff „Heterophenomenology“, der sich von der traditionellen „Cartesian Phenomenology“ abgrenzt. Eine zentrale Idee in der zuletzt erwähnten Weltordnung ist das „Cartesianische Theater“ im Gehirn, das Dennett als „der am weitesten verbreitete Denkfehler in der aktuellen Bewusstseinsforschung“ (Metzinger_VL8:58 ff.) bezeichnet.

¹³Vgl. online: The Stanford Encyclopedia of Philosophy: *Qualia*.

3.4.2 Dennett und das „Cartesianische Theater“

Ein glücklicher oder unglücklicher Moment im Leben eines Menschen, der erste Kuss, ein Spaziergang am Strand, ein schrecklicher Autounfall, der Tod eines geliebten Menschen - Momente wie diese werden im Augenblick des Erlebens als *Szenen* mit all seinen Geräuschen, Gerüchen und Gefühlen in unserem Gedächtnis abgespeichert und bei Bedarf auch wieder hervorgeholt. Schon allein die Wortwahl dieses Phänomens zeigt, wie der Mensch im Allgemeinen seine Weltordnung sieht: Die äußere erlebte Welt wird projiziert in eine innere Welt, eine innere Leinwand, „a central (...) theatre where ,it all comes together“ (Dennett 1991: 107). An diesem *zentralen Ort* gibt es außerdem einen *Zeitpunkt*, an dem Bewusstsein in Erscheinung tritt, und auch ein *Selbst* (Homunculus), das die Szenen betrachtet. Dieses dreidimensionale Gefüge wird von Dennett als „Cartesian Materialism“ bezeichnet, den er folgendermaßen definiert:

“Cartesian Materialism is the view that there is a crucial finish line or boundary somewhere in the brain, marking a place where the order of arrival equals the order of "presentation" in experience because *what happens there* is what you are conscious of.” (Dennett, zit. n. Schneider 2007: 2, Hv. i. O.)

Die Idee einer geistigen zentralen Schaltstelle wurde schon von Descartes vertreten, der - wie in Kapitel 3.1.4 erwähnt - glaubte, dass „die Seele ihren Hauptsitz in der kleinen Drüse in der Mitte des Hirns hat“ (Descartes 1996: 57). Dennett beklagt sich, dass diese Grundidee, die er selbst vehement ablehnt, immer noch bei vielen Forschern der modernen Wissenschaft vorherrscht:

“Many theorists would insist that they have explicitly rejected such an obviously bad idea. But (...) the persuasive imagery of the Cartesian Theatre keeps coming back to haunt us - laypeople and scientists alike - even after its ghostly dualism has been denounced and exorcized.” (Dennett 1991:107)

Tatsächlich beinhaltet die Zielrichtung der Neurowissenschaften die Lokalisation von Bewusstsein, also *wie, wo* und *wann* Bewusstsein im Gehirn auftritt. Die „innere Bühne“ wäre dann die letzte

Stufe der Informationsverarbeitung im Gehirn, an der die Gesamtheit aller Bewusstseinsinhalte explizit repräsentiert wird. Spätestens hier wird deutlich, wie philosophische Weltanschauungen die Wissenschaft prägen. Wissenschaftler, die sich zum Beispiel der Suche nach dem neuronalen Korrelat der Repräsentationen verschrieben haben (siehe Kap. 5.3), setzen stillschweigend voraus, dass Bewusstsein zeitlich und physisch lokalisierbar gemacht werden kann. Dennett hält es prinzipiell jedoch für „unmöglich, *Ort und Zeitpunkt* des Auftretens von phänomenalem Erleben im Gehirn feststellen zu können“

(Metzinger_VL8:64 ff., Hv. v. MS). So bleibt die Frage: Wenn Dennett den cartesianischen Materialismus ablehnt, welches Bewusstseinsmodell schlägt er dann vor?

3.4.3 Das „Multiple Drafts“-Modell

Nach Dennett hat Bewusstsein keinen einzelnen Ursprung. Stattdessen gibt es mehrere Bewusstseinsströme, die im gesamten Gehirn aktiviert sind: „All varieties of perception indeed, all varieties of thought or mental activity - are accomplished in the brain by *parallel, multitrack processes of interpretation and elaboration of sensory inputs*“ (Dennett 1991: 111, Hv. v. MS). Diese parallele Informationsverarbeitung führt zu Unterscheidungen von Merkmalen oder Inhaltsfixierungen, das heißt im Gehirn existieren gleichzeitig mehrere Entwürfe („multiple drafts“) von Ereignissen, Gedanken und Plänen. Nur der Entwurf, der die größte Verarbeitungsaktivität im Gehirn aufweist, gelangt ins Bewusstsein.¹⁴ **Andrew Hunt** erklärt dies wie folgt:

„Stellen Sie sich diese verschiedenen Entwürfe wie unterschiedliche über das Gehirn verteilte Schwärme von Leuchtkäfern vor. Die meisten der unterschiedlichen Gruppen/Schwärme leuchten ungeordnet auf, ein paar wenige leuchten gemeinsam als ganzer Schwarm auf. Wenn mehrere der Schwärme synchron miteinander aufleuchten, übernehmen sie im Wesentlichen für einen kurzen Moment die Führung im Gehirn. Das ist Bewusstsein.“ (Hunt 2009: 202)

Nach Dennett wird Bewusstsein also in mehreren Arealen gebildet, die gerade (jetzt) aktiviert sind. Das macht es „zu einer induktiven, selbstorganisierenden, vielleicht sogar emergierenden Eigenschaft“ (Hunt 2009: 203). Der Entwurf ist dabei nicht die einzige Wahrheit, sondern ein Erzählstrang unter vielen, der es bis in das Bewusstsein geschafft hat: „Probing this stream at different places and times produces different effects, precipitates different narratives from the subject“ (Dennett 1991: 113). Die Inhalte dieses Bewusstseinsstroms werden ständig revidiert und neu fixiert. Einige erzielen gar keine Wirkung, andere hinterlassen Spuren im Gedächtnis. Dennett vergleicht dieses Verarbeitungssystem mit einer virtuellen Maschine, die Bewusstsein schafft: „Try thinking about the idea that what we have in our heads is software. It's a virtual machine, in the same way that a word processor is a virtual machine“ (Dennett, zit. n. Brockman 1995: 181). Die Frage ist nun: Welche Konsequenzen würde ein solches Bewusstseinsmodell für die Wissenschaft nach sich ziehen? Die Neurophilosophen Gerard O'Brien und Jonathan Opie kommentieren Dennetts Modell wie folgt: „Dennett

¹⁴In seinen späteren Werken (ab 1996) wechselte Dennett die „Multiple-Drafts“-Metapher aus gegen den Ausdruck „Fame in the brain“.

tacitly assumes the *dissociation thesis*, the view that it's not possible to identify conscious experience with the explicit representation of information in the brain.“ (O'Brien/Opie, zit. n. Metzinger_VL8:68 ff., Hv. i. O.). Tatsächlich betont auch Dennett selbst diese Schlussfolgerung:

“There is probably still a temptation to insist that there just has to be an answer to the question of whether or not the content in question ‘reached the level of consciousness’. Doesn't an objective science of consciousness have to discover a ‘neural correlate of consciousness’ or NCC (Koch 2004, and many others) that is either present or absent in such instances, or else concede defeat? No. Like the transition from night to day, the transition from unconscious to conscious can be temporally smeared, leaving us with no motivated, non-arbitrary way of drawing the called-for line. It can be objectively true that you were

conscious of an event (as subsequent events make manifest) without there being any objective truth about precisely when you became conscious of the event.”¹⁵

Ganze Forschungsrichtungen, wie z. B. die Suche nach den neuronalen Korrelaten des Bewusstseins, würden ins Leere laufen, da es sie nach Dennetts Modellgar nicht gibt. Diese Position wurde sowohl in neurowissenschaftlichen als auch in philosophischen Kreisen heftig diskutiert. Einer seiner Kritiker ist der Philosoph Paul Churchland, der einen extrem naturalistischen Blickwinkel vertritt.

3.5 Paul Churchland: Der eliminative Materialismus

Paul Churchland und seine Frau Pat¹⁶ haben sich zum Ziel gesetzt, die Philosophie mit den Neurowissenschaften zu verbinden, und ihre Ansichten gehören zu der extremsten Position, die Philosophen bezüglich der Bewusstseinsforschung einnehmen können. Ihre These ist unter dem Begriff „eliminativer Materialismus“ bekannt und gründet sich auf die Behauptung, dass es gar keine mentalen Zustände gibt, sondern dies nur eine verwirrte und auch falsche Idee der Alltagspsychologie ist, eingezwängt in einen Begriffsrahmen, der uns über die Jahrhunderte hinweg daran gehindert habe, über den Tellerrand hinaus zu blicken:

„Eliminative materialism is the thesis that our commonsense conception of psychological phenomena constitutes a radically false theory, a theory so fundamentally defective that both the principles and the ontology of that theory will eventually be displaced, rather than smoothly reduced, by completed neuroscience.” (Churchland 2000: 1)

Churchlands Kernthese besagt also, dass im Zuge des wissenschaftlichen Fortschritts die klassischen Kategorien der Alltagspsychologie eliminiert werden können, da mentalistische

¹⁵Online: Dennett/Akins: *Multiple Drafts Model*.

¹⁶Die folgenden Zitate beziehen sich ausschließlich auf Publikationen von Paul Churchland. Obwohl die Churchlands sich ihre Thesen gegenseitig testen und in manchen Werken sogar als eine Person zitiert werden, konzentriert sich Pat Churchland verstärkt auf die „Neuroethik“, die hier in der vorliegenden Arbeit nicht zur Sprache kommt.

Termini „nach und nach von Begriffen anderer Beschreibungssysteme - zum Beispiel der Neuro- und Kognitionswissenschaften - übernommen werden“ (Metzinger_VL9:34 ff.). Für Churchland ist die subjektive Perspektive in der Wahrnehmung kein Beweis für ihre geistige Beschaffenheit. In seinem Beitrag „Durchbruch zum Bewusstsein“ (Churchland 2007) bezieht auch er sich auf Thomas Nagels Artikel „What is it like to be a bat?“, der die Diskrepanz zwischen dem Mitempfinden und dem tatsächlichen Gefühl aufgreift (siehe Kapitel 2). Für Churchland stellt dies kein unlösbares Problem dar:

„Die Existenz eines eigenen subjektiven Zugangs zu irgendeinem Phänomen bedeutet nicht, dass dieses Phänomen nichtphysischer Natur sein muss. Es bedeutet nur, dass jemand [hier: die Fledermaus, MS] Informationen über dieses Phänomen via neuronaler Bahnen erhält, die sich von denjenigen außenstehender Beobachter unterscheiden, weil ihnen diese Bahnen fehlen.“ (Churchland 2007: 241)

Diese Bahnen nennt er „autokonnektive (selbstbezogene) Verbindungen“, die es möglich machen, seine eigenen internen Zustände zu kennen, „was für das Überleben eines jeden Lebewesens notwendig ist“ (ebd: 241, Klammern i. O.). Für Churchland haben diese internen Zustände oder Qualia nichts Mysterieses an sich. Seiner Ansicht nach sind Qualia nichts anderes als Diskriminationen oder Unterscheidungsleistungen, die man durch die sich ständig weiterentwickelnden Neurowissenschaften auf die kleinsten, einfachsten Bausteine reduzieren kann:

„Suppose we trained our native mechanism to make a new and more detailed set of discriminations, a set that corresponded not to the primitive psychological taxonomy of ordinary language, but to some more penetrating taxonomy of states drawn from a completed neuroscience.“ (Churchland 1985: 8)

Wenn wir also unsere angeborenen Mechanismen trainieren könnten, wenn unsere Innenschau feiner wäre, dann könnten wir auch detailliertere Unterscheidungen für uns zugänglich machen. Churchlands Vorschlag ist, die introspektiven Prädikate der Neurowissenschaft zu übernehmen, die der primitiven Taxonomie der Alltagspsychologie überlegen wären. Damit würde sich unser Innenleben bereichern, und Qualia würden ihre Rätselhaftigkeit verlieren. (vgl. Metzinger_VL9:57 ff.) Nach diesem Modell wäre eines der grundlegenden Probleme der Bewusstseinsforschung, nämlich die Frage nach den Qualia, eliminiert. Doch wie definiert Churchland denn nun den Begriff „Bewusstsein“? Seinen physikalisch-reduktionistischen Ansatz weiter verfolgend widerspricht er der Theorie von Daniel Dennett, der das Bewusstsein des Menschen als eine virtuelle Maschine bezeichnet. Für Churchland ist das Bewusstsein eine ausschließliche Hardware-Eigenschaft des Gehirns:

„I think Dennett is wrong to see human consciousness as the result of a unique form of ‘software’ that began running on the existing hardware of human brains some ten, or fifty, or a hundred thousand years ago. He is importantly wrong about the character of that background software process in the first place, and he is wrong again to see consciousness itself as the isolated result of its ‘installation’ in the human brain. Instead, (...) the phenomenon of consciousness is the result of the brain’s *basichardwarestructures*, (...).“ (Churchland 2007: 2, Hv. i. O.)

Um Bewusstsein entstehen zu lassen, müssen diese Hardware-Strukturen folgendes leisten können: Es muss gelingen, in dem überwältigenden Wirrwarr von sensorischem Input die *Aufmerksamkeit* auf eine ausgewählte Teilmenge zu fokussieren. Verschiedene *begriffliche Interpretationen* für diese Teilmenge werden nun ausprobiert. Die Ergebnisse dieser selektiven/interpretatorischen Aktivität werden zunächst im *Kurzzeitgedächtnis* gehalten, um schließlich eine zusammenhängende repräsentationale „Erzählung der-Welt-als-sich-in-der-Zeit-entfaltend“ (Metzger_VL9:70 ff.) zu aktualisieren, die im *Langzeitgedächtnis* landet. Diese narrative Struktur wird mit verschiedenen inneren Gegenwarten verkettet, einem inneren Kontext, der durch sogenannte „rekurrente *neuronale Netze*“ geschaffen wird:

„Die Idee ist, dass ein rekurrentes Netzwerk eine in sich dauernd rückkoppelnde Aktivität hat, die einen inneren Kontext schafft, und die sinnliche Wahrnehmung prallt sozusagen auf diesen inneren Kontext auf. Wenn Sie so ein System sind, dann beeinflusst Ihre frühere Lerngeschichte und Ihre andauernde Aktivität, was Sie überhaupt sehen können, was Sie überhaupt hören können, (...).“ (Metzinger_VL9:73 ff.)

Die Position von Churchland ist kompromisslos. Obwohl er zugibt, dass uns noch „Konzepte und theoretische Voraussetzungen [fehlen, MS], um das zu erkennen, was direkt vor unserer Nase liegt“ (Churchland 2007: 261), bezeichnet er den Dualismus als „mysteriös“ und lehnt die Behauptung, dass das Bewusstsein niemals verstehbar sei, kategorisch ab. Neurowissenschaften und Philosophie schließen sich darin nicht aus, jedoch finden Wissenschaften wie die Psychologie keinen Eingang in seine These. Er bezeichnet sie sogar als „verwirrt“ und „falsch“. Trotzdem gibt es auch andere Meinungen dazu. Eine Annäherung von Psychologie und Neurowissenschaften wird zum Beispiel von den Neurowissenschaftlern **Mark Solms** und **Oliver Turnbull** vertreten, deren Standpunkt im Folgenden besprochen wird.

4 Psychologie und Neurowissenschaften

4.1 Historischer Exkurs in die Psychologie

Die experimentelle Psychologie wurde 1875 von zwei unterschiedlichen Persönlichkeiten und an zwei unterschiedlichen Orten begründet: durch **Wilhelm Wundt** in Leipzig und **William James** in Harvard.¹⁷ Wundt (1832-1920) begann seine Karriere zunächst als Dozent für Physiologie an der Universität in Heidelberg. Dem Zeitgeist gemäß vertrat er **Spinozas Gedanken des psychophysischen Parallelismus**, der zwar den *Substanzdualismus* zugrunde legte, jedoch auch sagte, dass der immaterielle Geist und der materielle Körper keinen kausalen Einfluss aufeinander haben. Dennoch

entsprechen sich die geistigen und physischen Ereignisse: Für jedes physikalische Ereignis gibt es ein entsprechendes geistiges Ereignis und umgekehrt. Aus dieser Grundhaltung heraus entwickelte Wundt eine Art experimentelle Introspektion: „Der Forscher sollte ein einfaches Ereignis sorgfältig beobachten - ein Ereignis, das sich in Qualität, Intensität oder Dauer messen ließ - und seine Reaktionen auf Variationen dieses Ereignisses aufzeichnen“ (Boeree 3.8). Boeree weist darauf hin, dass in der zeitgenössischen deutschen Philosophie Gefühle für psychologische Ereignisse gehalten wurden, die *innerhalb* des Geistes lagen, obwohl sie sich auf etwas bezogen, das *außerhalb* des Geistes lag. Deswegen nannte Wundt das, was wir heute „Beobachtung“ nennen würden, „Introspektion“. Wundt nahm schließlich den Ruf als Philosophieprofessor an und lehrte fortan an der Universität Leipzig. Dort richtete er sich ein Labor ein, in dem er experimentell das Gefühl und insbesondere die visuelle Wahrnehmung erforschte. Dies zeigt, wie eng die Philosophie und die Psychologie miteinander verknüpft waren. Die Psychologie fügte der Philosophie eine empirisch-methodische Komponente hinzu, wobei sie sich weniger um die *Inhalte* der Philosophie kümmerte als mehr um die naturwissenschaftliche *Erforschung* ihrer Gegenstandsbereiche. Ihre deutliche Abgrenzung von der Philosophie fand sie erst später, mit Beginn des 20. Jahrhunderts, als die philosophischen Erforschungen des Geistes mehr und mehr ersetzt wurden durch die empirischen Untersuchungen und sich so die Psychologie als eigenständige Disziplin etablierte. (vgl. Kandel/Squire 2007: 184)

Auch Wundts amerikanischer Kollege William James (1842-1910) lehrte jahrelang an der Universität Harvard als Professor für Philosophie *und* Psychologie. Allerdings wechselte er auf eigenen Wunsch später vollständig in die Philosophie. 1875, im selben Jahr, in dem Wundt sein Labor eröffnete, gab James seine erste Vorlesung in der experimentellen

¹⁷Vgl. online: Boeree, C. George: *Geschichte der Psychologie*.^{3,8}

Psychologie. Sein Werk „The Principles of Psychology“ (1890) gilt heute noch als Standardwerk und beinhaltet damals schon einige Grundideen der *Gestaltpsychologie* und des *Behaviorismus*.¹⁸Nach und nach begann man auch, psychische Störungen nicht als Teufelswerk zu betrachten, sondern als Krankheiten, die einer Behandlung der Psyche und des Geistes bedurften. Maßgeblich daran beteiligt waren u. a. **Philipp Pinel** (1745-1826) und **Jean-Martin Charcot** (1825-1893), der auch als der „Vater der Neurologie“ bezeichnet wird.¹⁹Im Bereich der Psychologie wurde Charcot besonders dadurch bekannt, dass er Frauen, die unter Hysterie litten, erfolgreich mit Hypnose behandelte. Charcot war der erste Neurologe, der die Symptome bei Hysterie nicht als „erfunden“ einstufte, sondern zu fragen wagte, ob und wie geistig-seelische Ursachen für diese Krankheit vorliegen könnten. Ein junger Nervenarzt, der fasziniert die theatralischen Vorführungen von Charcot beobachtete, sollte Charcot später an Popularität und Berühmtheit noch übertreffen: Sigmund Freud (1856-1939). Der Einfluss, den Charcot auf Freud ausübte, drückte Freud selbst wie folgt aus: „Charcot, der einer der größten Ärzte, ein genial nüchterner Mensch ist, reißt meine Ansichten und Absichten einfach um“ (Lakotta 2007: 61). Freud ist fasziniert von dem Gedanken, dass neurotische Symptome geistig-seelische Ursachen haben könnten. Gleichzeitig ist er jedoch davon überzeugt, dass die „Psyche irgendwie im Hirngewebe repräsentiert sein müsse. Als einer der Ersten trägt er die Idee vor, das Gehirn bestehe aus untereinander verknüpften Neuronen, die Nervennetze bilden“ (ebd.: 61). Doch Freud muss angesichts der mageren technischen Möglichkeiten, die der Medizin damals zur Verfügung standen, kapitulieren. Es war einfach unmöglich, neuronale Korrelate mit Skalpell und Mikroskop nachzuweisen. Seine Schlussfolgerung ebnet den Weg zur Psychoanalyse: „Vorläufig steht uns nichts Besseres zu Gebote als die psychoanalytische Technik, und darum sollte man sie trotz ihrer Beschränkungen nicht verachten“ (ebd.: 62). Die erhoffte Zusammenarbeit zwischen Psychologie und Naturwissenschaften war damit zunächst einmal auf Eis gelegt. Im Laufe der Zeit entwickelten sich beide Wissenschaften in unterschiedliche Richtungen. Der Graben zwischen ihnen wurde immer tiefer, je prominenter ihre

Vertreter waren und auch je dogmatischer sie auftraten. Zum besseren Verständnis soll daher zunächst

¹⁸W. James Einfluss war selbst in der Literatur spürbar. Er „prägte in seinem Werk „The Principles of Psychology“ (...) mit Bezug auf É. Dujardins Roman ‚Les lauriers sont coupés‘ (1888) die Bezeichnung ‚Stream of Consciousness‘ [dt. ‚Bewusstseinsstrom‘, MS]. Der Begriff steht für eine Erzähltechnik, die anstatt äußeren, in sich geschlossenen Geschehens die scheinbar unmittelbaren, unkontrollierten, sprunghaften und assoziativen Bewusstseinsvorgänge von Romanfiguren wiedergibt, ohne dass diese auf einen bestimmten Handlungszusammenhang ausgerichtet sind. Diese Darstellungstechnik wurde bestimmend für die Struktur der Arbeiten von u. a. Alfred Döblin, William Faulkner, James Joyce und Virginia Woolf.“ (Kandel/Squire 2007: 196)

¹⁹Vgl. online: Boeree, C. George: *Geschichte der Psychologie*:4.2.

auf die geschichtliche Entwicklung der Neurowissenschaften eingegangen werden, bevor moderne Bemühungen von Wissenschaftlern erwähnt werden, die diesen Graben wieder schließen wollen.

4.2 Die Entwicklung der Neurowissenschaften

Es war der englische Arzt **Thomas Willis** (1621-1675), der den Begriff „Neurologie“ einführte. (vgl. Holdorff 2000: 40) In einer Zeit, in der Geisteskranke noch als „vom Teufel besessen“ angesehen wurden und Priester diese behandelten, erkannte Willis die Ursache in einer organischen Krankheit. Willis löste sich von Descartes, der den Sitz der geistigen Funktionen in den *Ventrikeln* vermutete, und rückte die Hirnsubstanz in den Mittelpunkt. Sein Hauptwerk „Cerebri anatome“ (1664) wurde zum Standardwerk des Nervensystems und

der cerebralen Blutgefäße.²⁰ Mehr als 100 Jahre später entdeckte der italienische Arzt **Luigi Galvani** (1737-1798), dass Nerven elektrische Impulse übertragen.²¹ Dadurch wurde die bisherige Ansicht, dass Handlungen durch *Pneuma* oder einer hydraulischen Flüssigkeit verursacht würden, verdrängt. Schließlich war es der deutsche Anatom **Franz Joseph Gall**, der die Idee der „funktionellen Lokalisation“ popularisierte und die *Phrenologie* als Vorläuferin der modernen Neurologie begründete. (vgl. Solms 2009: 8) Gall vertrat die These, dass die Wölbungen auf der Schädeldecke eines Menschen Rückschlüsse auf dessen Charakter zuließen. Diese Idee, dass die Großhirnrinde funktionell gegliedert sei und die verschiedenen Hirnareale bestimmte Funktionen repräsentieren, entwickelte sich zu einer

„Modeströmung. Phrenologie wurde populär, weil sie ein ‚wissenschaftliches‘ Bild vom Menschen vermittelte (...). Sie war etwas, das man messen konnte und das keine schwierigen und abstrakten Vorstellungen erforderte, wie das Konzept einer Seele.“ (Greenfield 2007: 6)

Allerdings stand Galls Methodik auf tönernen Füßen. Es stellte sich heraus, dass funktionelle Gehirnzentren zwar existierten, diese jedoch nicht jene Eigenschaften repräsentierten, die die Phrenologie im Hirn verortet hatte: „Vor allem besteht kein Zusammenhang zwischen Schädelform und Charakter“ (Eberle 2008: 51). Schon Mitte des 19. Jahrhunderts hatte Galls Phrenologie weitestgehend an Einfluss verloren. Holistische Theorien kamen auf, die davon ausgingen, dass Sinneseindrücke und Fähigkeiten auf das *gesamte* Gehirn verteilt sind. Wie später noch weiter ausgeführt wird (siehe Kapitel 5.3), gibt es auch heute noch unterschiedliche Auffassungen und Modelle darüber, wie das Gehirn funktioniert. Erst durch die Entdeckung des sogenannten „Broca-Areals“ erhielt die Lokalisationstheorie wieder

²⁰Vgl. online: Jay, Venita: *A portrait in history: Dr Thomas Willis*.

²¹Vgl. online: Leifiphysik: *Luigi Galvani*.

Aufwind. **Paul Broca** (1824-1880), ein französischer Arzt und Anthropologe, hatte postmortal das Gehirn eines Patienten untersucht, den er „Monsieur Tan“ nannte. „Tan“ war das einzige Wort

gewesen, dass dieser zu Lebzeiten noch sprechen konnte. Broca entdeckte eine Läsion zwischen dem Frontallappen und dem Temporallappen. Dieser Präzedenzfall lokalisierte den neurologischen Ort im Gehirn, der für die Sprachproduktion zuständig war:

das Broca-Areal. Die Lokalisationstheorie war damit wieder salonfähig.²²Von nun an ging es Schlag auf Schlag: Der Engländer **John Hughlings Jackson**(1835-1911) erkannte dass die rechte Hemisphäre das Wiedererkennen von Menschen und die räumliche Wahrnehmung steuert. **Carl Wernicke**(1848-1905) entdeckte im linken Temporallappen das „Wernicke-Zentrum“, in dem das Sprachverstehen lokalisiert ist. Der spektakuläre Fall des **Phineas Gage**²³ ließ darauf schließen, dass Verletzungen im Frontalhirn das Verhalten beeinflussen. Weitere kortikale Lokalisationen folgten, meist entdeckt durch Tierversuche oder postmortal ausgeführte Autopsien von hirnverletzten Patienten. Mit dem Aufkommen von neuen Techniken entstand eine immer detailliertere Karte des Gehirns. Dabei entfernten sich die Naturwissenschaften immer mehr von dem, was die Psychologie als Beitrag zur Hirnforschung gab.

Wie tief die Kluft zwischen diesen beiden Disziplinen war, macht die Vergabe des Nobelpreises für Physiologie oder Medizin im Jahre 1949 deutlich. Er wurde an zwei Forscher vergeben: dem schweizer Physiologen **Walter Rudolf Hess**(1881-1973), der ihn für die Entdeckung der funktionalen Organisation des Zwischenhirns erhielt, und dem portugiesischen Neurologen und Politiker **Antônio Egas Moniz**(1874-1955) für dessen Anwendung der *Lobotomie*.²⁴Die Vergabe an Moniz ist bis heute umstritten, da seine Methodik brachial auf die Psyche der Patienten einwirkte. Bei seinen Versuchen bohrte er zwei Löcher in das Schädeldach von Gemütskranken und drang mit einer Kanüle zu den Stirnlappen vor. Seiner Ansicht nach waren die unzähligen Nervenfasern, die die Stirnlappen miteinander verbanden, „erstarrt“ und hatten sich zu fixen Ideen oder Wahnvorstellungen verfestigt. Er durchtrennte diese Fasern mit einer Stahlschlinge und wollte so das Gehirn zwingen, neue, gesündere Nervenbahnen zu knüpfen. Die Folgen dieser Behandlungsmethode waren oft grausam: Viele Patienten wirkten danach desorientiert und apathisch oder litten an Gesichtstarre und Fieber. Manche hatten nach einer Lobotomie nur noch den Verstand eines

²²Vgl. online: Wozniak, Robert H:*Mind and Body: Rene Descartes to William James*.

²³Siehe Anhang 1

²⁴Vgl. online: Nobelprize:1949.

Kindes.²⁵Trotzdem wirkte die Preisvergabe wie ein Gütesiegel: „Wurden bis dahin weltweit etwa 5000 Lobotomien vorgenommen, so sind es in den ersten vier Jahren nach der Preisvergabe allein in den USA 20 000“ (Berhorst 2008: 127-130). Anfang der 1950er-Jahre war die Praxis der Lobotomie Standard für die Behandlung von Gemütskranken, und man schätzt, dass rund 100 000 Menschen lobotomisiert worden sind.²⁶Zum gleichen Zeitpunkt etwa kam das Denkmal von Sigmund Freud ins Wanken. Psychoanalytische Praxen waren bis zu dieser Entwicklung noch erfolgreich. Die Psychoanalyse besaß bis dato das Hoheitsrecht in den psychiatrischen Kliniken. Fast alle Schlüsselpositionen waren besetzt von „Freudianern“, und wer etwas werden wollte in der Psychiatrie, kam um die Paradigmen von Freud nicht herum. (vgl. Lakotta 2007: 62) Doch die Erfolge in der Neurobiologie wendeten das Blatt. Psychochirurgie und die Wirkungsweise von neuen Medikamenten eröffneten den Medizinern und Psychiatern einen ganz neuen Zugang zum Gehirn. Der Psychologe **Hans Eysenck**(1916-1997) veröffentlichte 1952 eine Studie, die aussagte, dass die Psychoanalyse die Genesung der Patienten sogar verhindere. Der Nobelpreisträger **Peter Medawar**(1915-1987) bezeichnete die Psychoanalyse in den 1970er-Jahren als „horrendeste Bauernfängerei des Jahrhunderts“ (ebd.: 63), und eine ganze Generation verspottete die Ideen Freuds als Mythenzählung über Vätermord, Inzest und Penisneid. Die Kluft zwischen diesen beiden

Disziplinen hätte nicht größer sein können. Doch die Euphorie über die Erfolge in den Naturwissenschaften ebte schnell wieder ab. Obwohl namhafte Wissenschaftler wie z. B. **Francis Crick**, der für die Entdeckung der Doppelhelixstruktur der DNS den Nobelpreis erhielt, sich sicher waren, dass man über kurz oder lang die neuronale Struktur von all unseren Empfindungen und Willensakten entschlüsseln würde, konnte bis heute keine eindeutige Antwort gegeben werden, wie oder ob überhaupt menschliche Erfahrungen und Gefühle im Gehirn tatsächlich neuronal repräsentiert sind. Der New Yorker Neurologe **Oliver Sacks** nennt einen möglichen Grund: „Die Neuropsychologie ist etwas Großartiges, (...) aber sie ignoriert die Psyche“ (ebd.: 63). Sacks und andere Wissenschaftler versuchen nun, die fast unüberbrückbaren Differenzen zwischen der Psychologie und den Neurowissenschaften zu glätten. Ihre Wissenschaft nennt sich Neuropsychologie.

²⁵Prominentestes Opfer: Rosemary Kennedy, die Schwester des späteren US-Präsidenten. Nach ihrer Lobotomie im Jahre 1941 verbrachte sie die restlichen 63 Jahre ihres Lebens in Anstalten. (vgl. Berhorst 2008: 128 ff.)

²⁶Die unerwünschten Nebenfolgen und die Erkenntnis, dass das Netzwerk im Gehirn weitaus komplexer ist, rückte die Lobotomie in immer zweifelhafteres Licht. 1978 erließ das US-Gesundheitsministerium strenge Restriktionen gegen jegliche Psychochirurgie, in Japan, Australien und Deutschland war die Lobotomie schon vorher verboten worden. (vgl. Berhorst 2008: 129 ff.)

4.3 Die Neuropsychologie

Die ersten Ansätze für diese Wissenschaft hat Freud selbst nie erlebt. Es war der russische Neurologe **A. R. Lurija** (1902-1877), der während des Zweiten Weltkriegs „die klinische Neurologie auf eine ganz neue Ebene hob und dadurch ihrer wechselseitigen Ergänzung mit der Psychoanalyse ihren Weg bahnte“ (Solms 2009: 8). Im Jahre 1947 erschien sein Werk „Traumatische Aphasie“, das er in Anlehnung an Freuds Abhandlung „Zur Auffassung der Aphasien“ so nannte. Einige Jahrzehnte später versuchen Forscher wie Mark Solms (* 1961) der sowohl eine fundierte neurowissenschaftliche als auch psychoanalytische Ausbildung besitzt, diese beiden Ansätze miteinander zu verbinden. In Kapstadt arbeitet er mit Patienten, die aufgrund einer Hirnverletzung unter bizarren Bewusstseinsstörungen leiden: Blinden, die überzeugt sind zu sehen, Menschen, die gelähmt sind und das nicht wahrnehmen, usw. Solms untersucht diese Fälle mit hochdifferenzierten neuropsychologischen Methoden und wendet anschließend ein psychoanalytisches Modell an. Somit schafft er eine Verbindung zwischen den neurologischen Gehirnmechanismen und der inneren Welt der Patienten. (vgl. Solms 2009: 9) Auch die Leiterin des *Sigmund-Freud-Instituts* in Frankfurt, **Marianne Leuzinger-Bohleber**, verfolgt diesen Ansatz:

„Psychoanalyse und Neurowissenschaften beschäftigen sich mit ähnlichen Fragen. (...) Unsere Modelle psychischer Funktionen, die aus der klinischen Beobachtung entstanden sind, dürfen nicht im Widerspruch zum Erkenntnisstand von Neurobiologie oder Kognitionspsychologie stehen.“ (Leuzinger-Bohleber, zit. n. Lakotta 2007: 64)

Der indische Hirnforscher **Vilayanur Ramachandran**(* 1951) verwendete in seinen Forschungsergebnissen sogar einen Freudschen Begriff, der unter Neurologen geradezu verpönt war: „Verdrängung“. Ramachandran beschäftigte sich mit einer Patientin, die unter *Agnosognosie* litt. Er stimulierte ihre geschädigte rechte Hirnhemisphäre, indem er Eiswasser in ihr rechtes Ohr träufelte. Wenige Augenblicke später realisierte die Frau, dass sie gelähmt war. Als die Wirkung des Eiswassers nachließ, kehrte auch ihre Bewusstseinsstörung zurück. Auf Nachfragen hin konnte sie sich zwar an das Experiment erinnern, jedoch nicht an die Tatsache, dass sie sich ihrer Lähmung bewusst gewesen war. Ramachandran schloss daraus, dass diese Patientin ihr Erinnerungsvermögen *selektiv* unterdrückte: „Diese Patienten überzeugten mich zum ersten Mal davon, dass an dem Phänomen der Verdrängung etwas dran sein muss“ (Ramachandran, zit. n. Lakotta 2007: 64). Doch es gibt auch andere Stimmen. **J. Allan Hobson**(* 1933), Professor für Psychiatrie an der *Harvard Medical School*, warnt vor soviel „neurobiologische Flickschusterei“ und hält es für ein nutzloses

Unterfangen, neue Daten in ein altes theoretisches Korsett zu zwängen: „Erforderlich wäre eine derart radikale Generalüberholung, dass viele Neurowissenschaftler lieber ein von Grund auf neues neurokognitives Modell der Psyche entwickeln möchten“ (Hobson, zit. n. ebd.: 64). Dabei hatte Hobson selbst einen Rückschlag in seiner Kritik an Freud hinnehmen müssen. In den 1970er-Jahren war Hobson davon überzeugt gewesen, im *REM-Schlaf* das physische Korrelat des Traums gefunden zu haben. Für ihn waren die Augenbewegungen nichts Anderes als zufällige Entladungen unseres Gehirns. Freuds Traumtheorie, die besagt, dass darin unbewusste Motivationen in unseren Träumen verarbeitet werden, war damit der Lächerlichkeit preisgegeben. Doch vor einigen Jahren führten Mark Solms Forschungen zu dem Ergebnis, dass Patienten im REM-Schlaf sehr wohl träumten. Dadurch wurde dem REM-Schlaf wieder *Inhalt* gegeben. Solms geht es jedoch nicht darum, zu zeigen, dass Freud recht hatte: „Freud hat versucht, eine Sprache und eine Methode für die Wissenschaft vom Innenleben zu finden. Er hat eine Art Basis-Topografie der Seele und ihrer grundlegenden Bestandteile geschaffen“ (Solms, zit. n. ebd.: 69). Tatsächlich werden einige Konzepte von Freud von der modernen Neurowissenschaft bestätigt, wie z. B. die Bedeutung der frühen Kindheit. Die neuronalen Bahnen, die in diesem Alter gelegt werden, sind eng verknüpft mit dem limbischen System und werden auch durch spätere Erfahrungen kaum verändert. Ein weiteres Beispiel ist die Tatsache, dass wir uns kaum an Dinge erinnern können, die in der frühesten Kindheit geschehen sind. Freud nennt diesen Umstand „Infantile Amnesie“. Forschungen haben gezeigt, dass unsere neuronalen Bahnen zu diesem Zeitpunkt tatsächlich noch nicht vollständig sind, und wir diese Erinnerungen nur in unserem impliziten (unbewussten) Gedächtnis abspeichern. (vgl. Solms 2003: 61-62) Trotz all dieser Gemeinsamkeiten zwischen Psychologie und Neurologie lässt sich die mehr als 100 Jahre bestehende Feindseligkeit zwischen diesen beiden Disziplinen nicht so einfach beenden. Solms ist jedoch optimistisch. Er glaubt, dass im Zuge der weiteren Erkenntnisse, die die Neurowissenschaften über Gehirn und Bewusstsein noch sammeln werden, auch die noch bestehenden Differenzen beigelegt werden können:

„Welche ‚ungeahnte‘ therapeutische Möglichkeiten auch immer die Zukunft bergen mag, es scheint gewiss, dass die Psychiatrie des 21. Jahrhundert Behandlungen bereit halten wird, die sowohl fest auf dem Boden der experimentellen Neurowissenschaft stehen als auch psychologisch so differenziert sein werden, dass sie Hirnchemie und Anatomie mit allen komplexen Einflüssen von Entwicklung, Um- und Mitwelt in Beziehung setzen können (...).“ (Solms 2003: 62)

Angesichts dieser optimistischen Voraussage stellt sich natürlich die Frage, inwieweit der Forschungsstand der Naturwissenschaften tatsächlich Fortschritte gemacht hat. Die folgenden Kapitel beschäftigen sich daher vornehmlich mit neurowissenschaftlichen Forschungen.

5 Bewusstsein und Neurowissenschaften

5.1 Methoden der Hirnforschung

Die Wissenschaft sah sich in den zuvor erwähnten Präzedenzfällen wie Phineas Gage und Monsieur Tan einem Problem gegenüber, das sich durch die technische Weiterentwicklung der Verfahren lösen ließ. Untersuchungen konnten damals nur am Gehirn eines Toten gemacht werden oder während eines neurochirurgischen Eingriffs, bei dem man Hirnregionen punktuell elektrisch stimulierte, um die dadurch ausgelösten Effekte zu beobachten. Die ungeklärte Frage dabei war, ob die funktionelle Bedeutung einer Hirnregion bei *Gesunden* mit denen von Erkrankten übereinstimmte. Eine Antwort ermöglichten schließlich nichtinvasive Verfahren, die es gestatteten, alle Verlaufsstadien der gestörten neuronalen Mechanismen bei Erkrankungen sowie die Funktions-Struktur bei gesunden Menschen aufzuklären. (vgl. Zilles 2003: 2) Eines der ersten angewandten Verfahren ist die in den 1970er-Jahren entwickelte *Computertomographie*(CT), eine Methode, die sich Röntgenstrahlen zunutze macht. Im Gegensatz jedoch zu normalen Röntgenbildern, die ca. 20 - 30 Graustufen unterscheiden können, ermöglicht die CT 200 Abstufungen. Zudem wird statt einer Fotoplatte ein Sensor verwendet, der sich automatisch um den Kopf des Patienten dreht und viel empfindlicher ist

als die Fotoplatte. Aus den unterschiedlichen Schnittbildern, die daraus entstehen, wird dann ein dreidimensionales Bild des Gehirns konstruiert. (vgl. Greenfield 2007: 22) Dieses Verfahren gibt wertvolle Hinweise auf eine eventuell bestehende physische Anomalie, wie beispielsweise ein Tumor oder eine Läsion. Auch bei Untersuchungen der Alzheimer-Krankheit, die gekennzeichnet ist durch schwere Verwirrtheit und Gedächtnisverlust, war die CT bahnbrechend. Man fand heraus, dass eine bestimmte Hirnregion der Alzheimer-Patienten auf etwa die Hälfte der normalen Größe schrumpft. Diese Erkenntnis ermöglichte präventive Diagnosen und zielgerichtete Therapien. (vgl. Greenfield 2007: 23) Die Grenzen der CT liegen jedoch darin, dass sie zwar *anatomische* Anomalien abbildet, jedoch nichts über die *funktionellen* Störungen der Gehirnregionen aussagen kann.

Das erste bildgebende Verfahren, das neuronale Funktionen sichtbar machte, war die *Positronen-Emissions-Tomographie* (PET). Diese Technik nutzt die Tatsache, dass die

Nervenzellen einer aktivierten Hirnregion ihren Stoffwechsel erhöhen müssen, um den erweiterten Aufgabenbereich zu bewältigen. Das heißt, die Aufnahme von Sauerstoff und Glukose aus dem Blutkreislauf wird dabei verstärkt. Bei der PET wird durch Positronenemitter radioaktiv markierte Glukose in den Blutkreislauf injiziert. Die Positronen treffen nun auf Elektronen, was eine Ausschüttung von Gamma-Strahlen bewirkt. Der Ort, an dem diese Strahlung auftritt, wird durch Detektoren im PET-Scanner lokalisiert und dadurch als die Region identifiziert, in der eine erhöhte neuronale Aktivität stattfindet. (vgl. Zilles 2003: 3) Diese Methode ist so genau, dass sich auch dann noch unterschiedliche Hirnaktivitäten registrieren lassen, wenn jemand Wörter liest oder Wörter ausspricht. (vgl. Greenfield 2007: 25) Die Problematik hierbei ist, dass man nicht genau feststellen kann, *wann* der injizierte Marker das Gehirn erreicht.

Neure Forschungen wenden sich daher einer Technik zu, die keine Injektionen benötigt: der funktionellen *Kernspintomographie* (MRT, engl.: *functional magnetic resonance imaging*). Diese Technik misst den veränderten Sauerstoffgehalt des Blutes, das die Gehirnareale versorgt, die aktiver sind als andere. Transportiert wird der Sauerstoff von dem Protein Hämoglobin, das auch magnetische Eigenschaften besitzt. Die tatsächlich vorhandene Menge des Sauerstoffs beeinflusst diese magnetischen Eigenschaften, die sich in Gegenwart eines magnetischen Feldes registrieren lassen. Durch dieses Magnetfeld werden die Atomkerne dazu gezwungen, sich so anzuordnen, als wären sie Miniaturmagneten. Nun werden sie mit Radiowellen beschossen und aus ihrer Orientierung gebracht. Wenn sie dann wieder zu ihrer ursprünglichen Formation zurückzuschwingen, senden sie Radiosignale aus, die allein von der Menge des Sauerstoffs abhängen, die vom Hämoglobin im untersuchten Bereich transportiert wird. Die *räumliche* Bildauflösung ist dabei sehr genau: Areale von ein bis zwei Millimeter Größe lassen sich dadurch lokalisieren. Schwachpunkt an dieser Methode ist jedoch die *zeitliche* Auflösung. Ereignisse lassen sich mit dem MRT „nur“ im Sekundenbereich messen. (vgl. Greenfield 2007: 26)

Aus diesem Grund wird als zusätzliches Forschungsmedium noch das *Elektroenzephalogramm* (EEG) verwendet, das im Bereich der Millisekunden Unterschiede registriert. Bei diesen Untersuchungen werden den Probanden Elektroden auf die Kopfhaut angebracht und deren Hirnströme gemessen. Die zu untersuchenden Bedingungen werden mehrmals wiederholt und „gemittelt“. Die dabei entstehende graphische Kurve nennt man *ereigniskorreliertes Potential* (EKP). (vgl. Herrmann 2002: 6) Beide Techniken, sowohl die MRT als auch das EEG, werden oft in Kombination miteinander angewendet. **Angela D.**

Friederici, die am *Max-Planck-Institut Leipzig* die Gehirnaktivitäten der Sprache untersucht, bemerkt dazu: „Mit der Kombination beider Verfahren können wir die mit der Sprachverarbeitung verbundene Hirnaktivität räumlich und zeitlich recht genau beschreiben“ (Friederici 2002: 3). Doch führt diese genaue Beschreibung auch zu einem *einheitlichen* Bild über die Funktionsweise des Gehirns? Nach einem Überblick über die anatomischen Grundstrukturen des Gehirns und einer

Zusammenfassung, wie das Gehirn Information weiterleitet, kommen in Kapitel 5.3 zwei Wissenschaftler zu Wort, die zu ganz unterschiedlichen Schlussfolgerungen gelangen.

5.2 Die Architektur des Gehirns

Man geht davon aus, dass das Gehirn aus ca. hundert Milliarden bis eine Billion Nervenzellen besteht. Der Aufbau und die Funktionsweisen dieser Zellen sind so komplex, dass eine detaillierte Aufzählung den Rahmen dieser Arbeit sprengen würde. Der Nobelpreisträger **Gerald Maurice Edelman** und der Neurobiologe **Giulio Tononi** betonen die Komplexität:

„[Allein die] evolutionsgeschichtlich jüngste, stark gefurchte äußere Hülle des menschlichen Gehirns, die Großhirnrinde, enthält über 30 Milliarden Neurone und 1 Milliarde neuronale Verknüpfungen oder Synapsen. Wollten wir pro Sekunde eine Synapse zählen, so wären wir erst in 32 Millionen Jahren mit dem Zählen fertig.“ (Edelman/Tononi 2002: 58) Die

folgenden Ausführungen beschränken sich daher vor allem auf die Bereiche, die für die Entschlüsselung des Bewusstseins relevant sein könnten.

5.2.1 Überblick über Strukturen und Funktionen des Gehirns

Man teilt das Gehirn grob in sechs Regionen auf: das Großhirn, bestehend aus den *Basalganglien*, dem *limbischen System* und dem *Neokortex*, den *Hippocampus*, den *Thalamus*, das *Kleinhirn* und den *Hirnstamm*. (vgl. Edelman/ Tononi 2002: 58. s. Abb.)

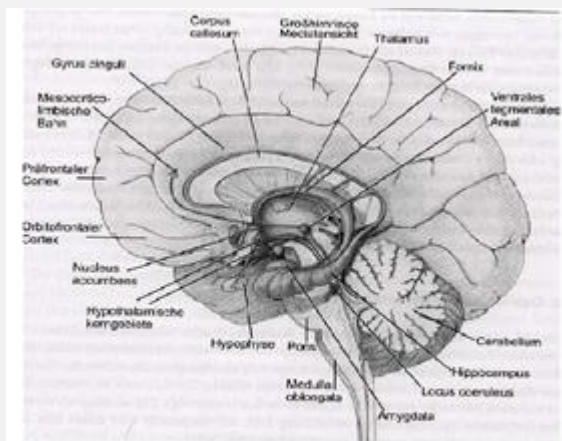


Abb. 1: (Herrmann 2006: 52) – Das Gehirn des Menschen

Der Hirnstamm (lat. *Truncus cerebri*) besteht im Wesentlichen aus dem verlängerten Rückenmark und dem Rautenhirn. Dieses Rautenhirn setzt sich fort durch das Kleinhirn und der sog. „Brücke“ (lat. *Pons*). Der Hirnstamm hat jedoch ein besonders interessantes Merkmal: In ihm ist auch die sog. *Formatio reticularis* lokalisiert, ein Netzwerk aus Fasern und Nervenzellen, „das sich vom Rückenmark bis zum Mittelhirn erstreckt. (...) Die *Formatio reticularis* ist mit entscheidend für das Vorkommen und Auftreten von Bewusstsein“ (Lenk 2001: 3). Sie ist permanent aktiv und ein „Zentrum, das ständig die anderen Teile des Gehirns ‚in Gang‘ hält“ (ebd.: 27).

Die Großhirnrinde (Neokortex), die „nur zwei bis fünf Millimeter dick ist und eine Fläche von ungefähr zwei Quadratmetern einnimmt“ (ebd.: 5), spielt ebenfalls eine wichtige Rolle in bewussten Vorgängen. Kognitive Prozesse, planvolles Handeln und willkürliche Ausführungen von Bewegungen werden dort verarbeitet. Der Neokortex hat eine besonders starke Verbindung zum Thalamus, der den größten Teil des Zwischenhirns bildet. Die sogenannten „afferenten“ Nervenzellen leiten Informationen aus dem Körper oder von Sinnesorganen an den Thalamus. Dieser leitet die Informationen an die Großhirnrinde, wo diese dann in das Bewusstsein treten. Der Thalamus dient also als Informationsfilter und wird

deshalb auch oft als „Tor zum Bewusstsein“ bezeichnet.²⁷

Bei den Basalganglien handelt es sich um eine Gruppe von Endhirn- und Zwischenendhirnkernen, die unter der Großhirnrinde lokalisiert sind. Sie sind besonders für

²⁷Vgl. online: Frings, Stephan: *Grundvorlesung Tierphysiologie SS 2004*.

die Ausgestaltung von Bewegungsabläufen zuständig, erfüllen aber auch kognitive und limbische Funktionen. Der Hippocampus zählt zu den evolutionär ältesten Strukturen des Gehirns. Er dient als Schaltstelle des sogenannten „limbischen Systems“ und erhält Informationen von allen Sinnessystemen. Aus diesen Informationen erstellt das limbische System ein Gesamtbild über Stimmungen und Affekte wie Freude, Glücksgefühle, Trauer,

Angst und Wut.²⁸

Das Kleinhirn (lat. *Cerebellum*) besitzt eine höhere Zelldichte und ist besonders für die Steuerung der Motorik wichtig. Automatisierte Bewegungsabläufe wie z. B. Klavierspielen oder Tanzen werden im Kleinhirn abgespeichert. Allerdings zeigen neuere Forschungen, dass das Kleinhirn auch an affektiven und höheren geistigen Prozessen beteiligt ist. (vgl. Bower/Parsons 2003: 60 ff.)

Obige Ausführungen zeigen nur einen Bruchteil der möglichen Funktionen, die das Gehirn leistet. Es wird jedoch deutlich, dass das *gesamte* Gehirn beteiligt ist an dem Konstrukt Bewusstsein. Entscheidend dabei ist,

„sich nicht auf einzelne Gehirnareale, sondern auf die Abläufe zu konzentrieren, die zur Entstehung von Bewusstsein beitragen, und hier insbesondere auf jene neuronalen Abläufe, die für die grundlegendsten Eigenschaften von Bewusstsein wirklich verantwortlich sein können“ (Edelman/Tononi 2002: 34).

Auf diese neuronalen Abläufe wird im nächsten Kapitel näher eingegangen.

5.2.2 Informationsverarbeitung durch Neuronen

Als Grundbausteine des Gehirns werden neben den *Gliazellen*, die bei der Regeneration von geschädigtem Nervengewebe und als Stütz- und Leitgerüst eine Rolle spielen, auch die *Nervenzellen* und die daraus aufbauenden Zellverbände angesehen. Sie lassen sich grob nach ihrer Form differenzieren. Man unterscheidet *unipolare Zellen*, die nur ein Axon (Nervenfaser) besitzen, *bipolare Zellen* mit einem Axon und einem Dendriten, *multipolare Zellen* mit einem Axon und mehreren Dendriten, und *pseudounipolare Zellen*, bei denen Axon und Dendriten aus einem Fortsatz entspringen. Während die Dendriten, die stark verästelten Fortsätze, die dem Zellkörper entspringen, Eingangssignale aufnehmen, leitet das Axon elektrische Nervenimpulse weiter. Die sog. *Synapsen* (Endknöpfchen), die sich an den Enden der Axone bilden, stellen auf *elektrischem* oder *chemischem* Weg den Kontakt zu anderen Nervenzellen her. Die elektrischen Synapsen ermöglichen eine direkte Erregungsübertragung durch engen Zellkontakt. Die chemischen Synapsen dagegen brauchen

²⁸Vgl. online: Mayer, Karl: *Glossar Psychiatrie/Psychosomatik/Psychotherapie/Neurologie/Neuropsychologie*.

die Hilfe von *Neurotransmittern*, chemischen Botenstoffen. Diese werden durch elektrische Nervenimpulse in den synaptischen Spalt diffundiert, wo sie auf Rezeptoren der Nachfolgezellen treffen und sich an sie binden. Dadurch wird das elektrische Potenzial dieser Nachfolgezellen verändert. Wird dabei ein gewisser Schwellenwert überschritten, entsteht an der Basis des Axons ein elektrischer Impuls, der zur nachfolgenden Zelle wandert. (vgl. Pospeschill 2004: 31-32) Die Axone

der meisten Nervenzellen sind sehr dynamisch und bilden zahlreiche Nebenäste mit den Synapsen. Dadurch kann eine Nervenzelle zu „Tausenden von anderen Nervenzellen hinführen und Tausende von Axonen empfangen“ (Gadonne 1996: 137). Die meisten Neuronen empfangen dabei Informationen von anderen Neuronen. Jedoch gibt es auch Nervenzellen, die direkt Informationen oder Reize von den Rezeptoren, den Sinneszellen, empfangen, „die auf Einflüsse aus der Umwelt reagieren, z. B. auf Licht, Schall, Wärme und Kälte, oder auf Vorgänge im Organismus, etwa Muskeldehnung und Blutdruck“ (ebd.: 137). Die Reizcharakteristika ändern sich also, sobald das Individuum sich bewegt oder sich die Umgebung ändert. Trotzdem erhält ein Mensch dabei unveränderte Wahrnehmungen. Er kann ein gleichbleibendes Objekt sehen, obwohl die Lichtsensationen ständig wechseln, eine einheitliche Schallquelle wahrnehmen trotz Änderung des Lauteindrucks etc. Daher stellt sich die Frage: „Wie kann ein Beobachter (Mensch oder Tier) trotzdem stabile Wahrnehmungen in seinem täglichen Leben haben, obwohl die Ausgangsbasis dieser Wahrnehmungen ständig sich ändernde Sinneseindrücke sein sollen?“ (Gibson 1982: 20). Zur Beantwortung dieser Frage stellt Gibson eine These auf, die im nächsten Kapitel vorgestellt wird.

5.2.3 Systeme der Wahrnehmung

Die Bedingungen und Grenzen der Reizbarkeit sind von Psychologen und Neurowissenschaftlern lange unter dem Gesichtspunkt erforscht worden, dass die Sinnesorgane lediglich Kanäle für die Auslösung von Empfindungen sind. Dadurch bleiben die Rezeptoren in einer *passiven* Rolle. Sie *empfangen* Information. Diese Ausgangslage lässt jedoch die oben aufgestellte Frage, wie trotz Reizänderungen die Wahrnehmung Konstanten herausfiltert, unbeantwortet. Gibson lenkt den Fokus daher auf die *aktive* Rolle, die die Wahrnehmungssysteme wie Sehen, Riechen, Schmecken, Tasten und Hören ausfüllen. Sie werden sowohl zur Orientierung eingesetzt als auch um etwas aufzuspüren und zu erforschen: „Insofern sie sich in dieser Weise aktiv betätigen, können sie nicht einfach nur passive Sinneswerkzeuge oder Kanäle für Sensationen sein. Im Gegenteil, sie sind ‚Aufmerker‘ für alles, was in den wechselnden Reizsituationen konstant bleibt“ (Gibson 1982: 21). Das

bedeutet auch, dass das Gehirn seine Informationen nicht nur aus den empfangenen Empfindungen rekonstruiert, sondern auch die Orientierungsbewegungen der Wahrnehmungsorgane leitet. Hier ist also ein „ganzes System mit Eingang und Ausgang am Werk“ (ebd.: 22), das in ständigem Kontakt mit der Information von außen ist. Gibson zieht daraus die Schlussfolgerung, dass das Gehirn nicht nur sensorische Eingänge verarbeitet und Nachrichten interpretiert, sondern die Wahrnehmungssysteme mit Einschluss der Nervenzentren im Gehirn Einrichtungen sind, die ständig aktiv auf der Suche nach Informationen über die Umgebung sind. Für die Forschung ist diese Unterscheidung richtungsweisend. Fasst man die Sinne als Wahrnehmungssysteme auf, dann „heißt die Frage nicht mehr, wie Rezeptoren oder Nervenzellen arbeiten, oder wohin einzelne Impulse in den Nerven laufen, sondern - wie ein solches System als Ganzes funktioniert“ (ebd.: 23 ff.).

Gibson schlägt dabei folgende Klassifizierung der Wahrnehmungssysteme vor: Das grundlegende *Orientierungssystem*, das die Richtung der Gravitation ortet und das Körpergleichgewicht hält, das *Gehörsystem*, das auf die Art und Lokalisation der Schallereignisse achtet, das *Haptische System*, das den Kontakt mit dem Boden regelt, mechanische Eigenschaften besitzt, Formen erkennt etc., das *Geruch- und Geschmackssystem*, das die Art der Geruchsquelle definiert und den Nährwert und Bekömmlichkeit untersucht, und das *visuelle System*, das sich mit allem beschäftigt, was „sich in der Struktur des umgebenden Lichtes ausdrückt“ (ebd.: 75). Diese Systeme sollten jedoch nicht gegeneinander abgegrenzt werden, sondern in ihrer funktionalen Tätigkeit als Netzwerke betrachtet werden, die wechselseitig miteinander in Verbindung stehen. (vgl. ebd.: 72)

Diese Wechselseitigkeit ist jedoch nicht nur ein Merkmal der obengenannten sensorisch-motorischen Netzwerke, sondern auch all der anderen neuronalen Netze, die zusätzlich bestehen, wie z. B. das emotionale und das motivationale Netzwerk. (vgl. Herrmann 2006: 147) Und auch diese agieren

untereinander und verknüpfen sensorische Reize mit den emotionalen und motivationalen Informationen zu komplexen Erfahrungen. Dabei geht man davon aus, dass die kognitiven Funktionen der Wahrnehmung auf Flächen des Kortex beruhen. Der Kortex koordiniert die zeitliche Abfolge der eingehenden Informationen. Lange Faserbündel verbinden den hinteren Teil des Kortex, in dem die sensorischen Informationen verarbeitet werden, mit dem präfrontalen Kortex, der höher verarbeitet: „Auf diese Weise werden neue Informationen immer mehr mit verschiedensten anderen Informationen (...) assoziiert und zu vielfältigen Netzwerken verknüpft, die über das gesamte Gehirn verteilt

sind“ (ebd.: 147). Das Gehirn organisiert sich also selbst. Doch liefert die Erkenntnis über die neuronalen Abläufe im Gehirn auch eine Antwort auf die Frage, wie Bewusstsein entsteht?

Mit dieser Frage beschäftigen sich u. a. auch die Neurowissenschaftler Christof Koch und Susan A. Greenfield. Beide haben es sich zum Ziel gesetzt, zu den subjektiven Erfahrungen, die der Mensch macht, das jeweilige physiologische Gegenstück zu finden, das sogenannte „neuronale Korrelat“. Dabei betonen sie, dass sie ihre „Ansichten hauptsächlich aus der Neurowissenschaft, weniger aus der Philosophie“ (Koch/Greenfield 2008: 43) beziehen. Trotzdem sei hier angemerkt, dass ihre Forschungen die aristotelisch-naturalistische Grundannahme (nämlich dass Körper und Geist eins sind) voraussetzen, da beide davon ausgehen, dass man physiologische Vorgänge mit Bewusstsein in Beziehung setzen kann. Ihre Sichtweisen, die sich inhaltlich sehr voneinander unterscheiden, sollen hier nun erläutert werden.

5.3 Die Suche nach den neuronalen Korrelaten

5.3.1 Christof Koch: Spezifische Neuronengruppen

„Bei jedem Bewusstseins Erlebnis feuert jeweils eine bestimmte, hierfür einzigartige Gruppierung von Nervenzellen aus festliegenden Hirnbereichen auf kennzeichnende Weise.“

(Koch/Greenfield 2008: 42)

Christof Kochs obengenanntes Bewusstseinsmodell gründet auf Experimenten, die vor allem die visuelle Wahrnehmung untersuchen. So rückte er z. B. gemeinsam mit dem Psychologen Naotsugu Tsuchiya ein kleines stehendes Bild ins Sichtfeld eines Auges der Probanden, während gleichzeitig auf das andere Auge ein Lichtblitzgewitter mit ständig wechselnden Farben niederprasselte. Obwohl Zellen in der Sehrinde im Hinterkopf gesteigerte Aktivität anzeigten, nahmen die Probanden das kleine Bild nicht wahr. Erst wenn sie das andere Auge zukniffen, drang das Bild in ihr Bewusstsein. Koch erklärt dies damit, dass ein Verbund von sogenannten „Pyramidenzellen“ (wegen ihrer Form und Größe so genannt), die in der Großhirnrinde liegen, über weite Strecken hinweg miteinander synchron agieren: „Die Teilnahme reicht von Zellen der hinteren Hirnrinde, wo visuelle Reize zuerst verarbeitet werden, bis zur vorderen Rinde, die das Gesehene zuordnet und Handlungen plant“ (ebd.: 44). Aber nur wenn man das Gesehene auch beachtet, ihm *Aufmerksamkeit* schenkt, kräftigt sich der Zellverband, der „Gleichklang“ der Zellen wird stärker und das Gesehene dringt ins Bewusstsein. Konkurrierende Zellverbände werden solange unterdrückt, bis ein neuer, stärkerer Reiz die Aufmerksamkeit auf sich zieht und neue, *spezifische* Zellverbände

aktiviert werden. Hirnforscher sprechen dabei von „Aktivierungssystemen“: Hirnstamm und Thalamus lassen ständig Erregungssignale aufkommen und stimulieren dadurch die Hirnrinde. Befindet sich ein Mensch im Tiefschlaf oder unter Narkose, weisen diese Erregungssysteme keine Aktivität auf - und der Mensch hat dann kein Bewusstsein. Den Schwachpunkt dieses Bewusstseinsmodells erwähnt Koch selbst:

„Es sagt nichts über Kriterien für Bewusstsein, also *welche* Systeme ein bewusstes Erleben haben. Uns fehlt noch eine Theorie, mit der wir gestützt auf physiologische Daten vorhersagen können, wo solches Erleben womöglich auch auftritt: bei Fliegen, Hunden, Ungeborenen, nicht ansprechbaren Alzheimerpatienten oder gar dem World Wide Web?“ (ebd.: 46, Hv.v.MS)

Koch ist jedoch davon überzeugt, dass die Wissenschaft bald fähig sein wird, zu lokalisieren, welche Zellpopulation für welchen Bewusstseinszustand verantwortlich ist. Holistische Sichtweisen, die Bewusstsein als eine Eigenschaft des *Gesamtgehirns* sehen, lehnt er ab. Für ihn hängt Bewusstsein nicht von der Menge (Quantität) der mitwirkenden Neuronen ab, sondern von der Komplexität des Informationsgehalts (Qualität). Susan A. Greenfield bezeichnet Kochs Auffassung als „moderne Phrenologie“ (ebd.: 47), und auf ihr Gegenmodell soll nun näher eingegangen werden.

5.3.2 Susan A. Greenfield: Bewusstsein - Ausdruck holistischer Funktionen

„Bei jedem Bewusstseins Erlebnis feuern weit übers Gehirn verteilte Nervenzellen synchron in koordinierten Verbänden, die sich anschließend wieder auflösen.“

(Koch/Greenfield 2008: 42)

Greenfields Blickwinkel auf die obengenannten Versuche von Christof Koch ist sehr kritisch. Sie bemängelt, dass die Versuchspersonen von Koch immer bei Bewusstsein waren. Folglich wurde nicht das Bewusstsein selbst sondern nur dessen Inhalt manipuliert: „Solche Experimente untersuchen (...) höchstens die Aufmerksamkeit, nicht das Bewusstsein“ (Koch/Greenfield 2008: 47). Im Gegensatz zu Koch sucht Greenfield daher nicht nach einer spezifischen Neuronengruppe, sondern nach einem speziellen Prozess, der u. a. den Unterschied zwischen wach sein und träumen erklären kann, oder der den Kontrast zwischen menschlichem und tierischem Bewusstsein deutlich macht. Dabei betrachtet sie die Hirnfunktionen als holistische Prozesse und lenkt ihren Fokus mehr auf die Quantität als auf die Qualität der neuralen Aktivitäten: „Bewusstsein wächst, wenn das Gehirn an Größe gewinnt.“ (ebd.: 47). In diesem Modell lassen sich Bewusstseinsgrade definieren, die sich jeden Augenblick ändern. Der Grad ist abhängig von der Anzahl der Neuronen, die gerade im Ensemble feuern.

Der Neurophysiologe **Wolf Singer** hat bei Forschungen im *Max-Planck-Institut Frankfurt* entdeckt, dass eine große Anzahl Neuronen, die über das gesamte Gehirn verteilt sind, für ein paar kurze Augenblicke gleichzeitig mit einer Frequenz von 40 Hz synchron feuern. Dies allein bringt jedoch noch kein Bewusstsein hervor. Der kolumbianische Neurowissenschaftler **Rodolfo Llinas** konzentriert sich daher auf die Wirkung, die dieses synchrone Feuern hat. Seine These besagt, dass die kurze synchrone Aktivität zwei sich ergänzende Schleifen zwischen Thalamus und Rinde aufbaut, die die Grundlage für das Bewusstsein bilden: „ein ‚spezifisches‘ System für den Inhalt, ein ‚unspezifisches‘ für Wachsein und Aufmerksamkeit“ (ebd.: 48). Wenn man schläft und träumt, ist nur die erste Schleife aktiv. Die zweite Schleife erhält zu wenig Reiz von außen. Wenn dann z. B. der Wecker klingelt, also ein Reiz von außen die zweite Schleife aktiviert, dann feuern dabei auch größere Zellverbände und man wird wach, was einem anderen Bewusstseinsgrad entspricht. Bei einem Gehirn von ausreichender Größe und genügend komplexen Verschaltungen im Neuronennetz entsteht auch Selbstbewusstsein. In Greenfields Modell stellen die unterschiedlichen Areale im Gehirn also keine „autonomen Miniergehirne“ (Greenfield 2007: 26) dar, sondern bilden ein zusammenhängendes integriertes System, das bis dato auf noch unbekannte Weise organisiert ist. Dabei betont Greenfield, dass weder sie noch Christof Koch die Frage zu beantworten suchen, wie körperliche Phänomene subjektives Erleben *bewirken*. Dieses „harte Problem“, wie der australische Philosoph **David Chalmers** es nannte, wird dabei ausgeklammert. Beide Neurowissenschaftler suchen vielmehr „nur“ nach einem Korrelat, also nach Hirnphänomenen, die man *in Beziehung setzen* kann zu Erleben. (vgl. Koch/Greenfield 2008: 48)

Das subjektive Erleben wiederum hat nur dann eine Bedeutung für uns Menschen, wenn wir uns daran erinnern können und unser Selbst durch mentale Zeitreisen in die Vergangenheit und Zukunft geformt wird. Ein Faktor, der dabei immer größere Bedeutung gewinnt, ist das Gedächtnis:

„Das Gedächtnis bündelt die zahllosen Phänomene unserer Existenz zu einem einzigen Ganzen. (...) Gäbe es nicht die bindende und einigende Kraft des Gedächtnisses, unser Bewusstsein würde in ebensoviele Einzelteile zerfallen, wie wir Sekunden gelebt haben.“ (Ewald Hering, zit. n. Kandel/Squire 2007: 181)

Die nächsten Kapitel werden sich daher mit dem Gedächtnis und seiner elementaren Rolle im Bewusstsein beschäftigen.

5.4 Bewusstsein und Gedächtnis

Zu den intensivsten Erinnerungen des Gedächtnisforschers und Nobelpreisträgers **Eric Kandel** gehören die Szenen kurz nach seinem 9. Geburtstag, als er und seine Eltern in der „Reichskristallnacht“ aus ihrer Wiener Wohnung vertrieben wurden: „Als wir Tage später zurückkamen, waren die Zimmer leer, und das Spielzeug, das ich zum Geburtstag geschenkt bekommen hatte, war weg“ (Grolle/Traufetter 2003: 73). Seine Familie wanderte rechtzeitig vor dem Holocaust aus, und seine erste Doktorarbeit, die Kandel später an der *Harvard University* schrieb, beschäftigte sich mit dem Verhalten österreichischer und deutscher Intellektueller während des Dritten Reiches. Auf die Frage, ob die vielfältige Literatur über das Dritte Reich seine Erinnerung gereift oder sogar verfälscht hätte, antwortet er gelassen: „Nennen Sie es, wie Sie wollen. Sicher ist jedenfalls, dass Erfahrungen und Erinnerungen lebenslang interagieren“ (Grolle/Traufetter 2003: 73). Diese Ansicht teilt er mit vielen seiner Kollegen. Die Gedächtnisforscher **Harald Welzer** und **Hans J. Markowitsch** stellten fest, dass sich Erinnerung in den unterschiedlichen Lebensphasen verändert und ein Produkt der Familie und der Erwartungen der Gesellschaft ist. Dabei setzen autobiografische Erinnerungen erst ab dem dritten Lebensjahr ein. Bis dahin fallen alle Erlebnisse unter die sogenannte „infantile Amnesie“ (Erinnerungsmangel für das frühkindliche Erleben). Erst mit der Entwicklung des Gedächtnisses formt sich die eigene Identität, und der Mensch wird sich seiner persönlichen Geschichte bewusst. (vgl. Schumacher 2007: 29)

Eine Problematik, die daraus erwächst, betrifft die „false memories“. In den 1990er-Jahren wurde die Debatte darüber in Gang gebracht, als Erwachsene ihre Eltern beschuldigten, sie in ihrer frühen Kindheit sexuell missbraucht zu haben. Die Therapeuten der Kläger waren sich sicher, dass frühkindliche traumatische Erlebnisse im Gehirn unbewusst abgespeichert werden und zu psychischen Störungen führen. Kritiker dieser These, darunter auch Psychologen, bemängelten, dass die moderne Gedächtnisforschung diese „Erinnerungen“ nicht stützt. Aus Sicht der Entwicklungspsychologie entwickelt sich das Gefühl für das Selbst und für die Zeit erst spät. Erinnerungen, die sich auf die ersten drei Lebensjahre beziehen, wären daher implantiert. (vgl. Siegel 2006: 37 ff.)

Dass sich die Erinnerung mit der Zeit immer mehr von den Tatsachen entfernt, wird zwischenzeitlich als gesicherte Erkenntnis der Gedächtnisforschung angesehen. Markowitsch vergleicht Erinnerung mit einem digitalen Urlaubsfoto, das man bei jedem Aufruf im Computer mittels „Photoshop“ verändert. Der Himmel wird blauer und die ausgewählten

Eindrücke intensiver. Die Auswahl hängt dabei weniger von den objektiven Lebensdaten ab als mehr von den *Gefühlen*, die man bei den Erlebnissen verspürt hat. Das erklärt auch, warum man sich im Alter an Erlebnisse, die man zwischen dem 15. und dem 25. Lebensjahr gemacht hat, besser erinnert als an Geschehnisse, die sich in jüngerer Vergangenheit zugetragen haben. Erlebnisse in jungen Jahren haben oft den Charakter einer emotional wichtigen Lebensphase, die den Lauf des restlichen Lebens bestimmt. Im Gedächtnis ragen diese Geschehnisse als sog. "reminiscence bumps" (Erinnerungsberge) heraus und werden vornehmlich von der rechten Gehirnhälfte verarbeitet. Kernspinuntersuchungen bei älteren Menschen haben dagegen gezeigt, dass Erlebnisse aus ihrer jüngeren Vergangenheit als Faktenwissen in der linken Gehirnhälfte verarbeitet werden, also als Wissen, das an keine Emotion gebunden ist. (vgl. Schumacher 2007: 29 ff.)

Gedächtnis ist jedoch nicht nur ein individueller, sondern auch ein kollektiver Prozess. Durch Umwelt und Medien bilden sich Erinnerungsgemeinschaften heraus. Berichte werden miteinander verglichen und ausgetauscht und die Inhalte der Erinnerung gleichen sich immer mehr an, ohne dass dies als Manipulation wahrgenommen wird. Der Historiker Helmut Schwarz berichtete von einem Vortrag über die Bombardierung Dresdens, in dem er bewies, dass die Hatz auf Menschen durch Tiefflieger, die damals stattgefunden haben soll, eine Legende ist. Das Flammeninferno hatte jeden Tiefflug technisch unmöglich gemacht. Bei den Zuhörern brach daraufhin ein Tumult aus. Viele ältere Personen glaubten sich sogar an den Typus der Tiefflieger zu erinnern. Angesichts dieser verfälschenden Aussagen, die trotz allem von den Personen als „wahr“ empfunden werden, ist es verständlich, wenn Historiker die gesamte Geschichtsschreibung in Frage stellen. So schlussfolgert der Mediävist Johannes Fried, dass die Geschichte, angefangen von Herodot bis Mommsen, im Lichte der Hirnforschung neu geschrieben werden müsse. (vgl. Schumacher 2007: 31 ff.)

Um überhaupt etwas Struktur in diesem Wirrwarr von sich verändernden Erinnerungen zu gewinnen, ist die Wissenschaft dazu übergegangen, die traditionelle Unterscheidung von

Kurzzeitgedächtnis²⁹ und Langzeitgedächtnis zu verfeinern und weitere Gedächtnisformen zu differenzieren. Dabei wird die Forschung auf zwei Ebenen durchgeführt: die *zellulären* und

29Der Begriff „Kurzzeitgedächtnis“ wird in der modernen Gedächtnisforschung mehr und mehr verdrängt durch die Bezeichnung „Arbeitsgedächtnis“. Beide Begriffe bezeichnen die gleiche Gedächtnisform. Der Unterschied besteht jedoch darin, dass man in modernen Theorien davon ausgeht, dass das „Arbeitsgedächtnis“ kein *einheitliches System* der Kurzspeicherung ist, sondern eine *Ansammlung interagierender Subsysteme*, die uns u. a. dazu befähigen, Informationen bereitzuhalten, obwohl wir gleichzeitig mit einer anderen Aufgabe beschäftigt sind (z. B. das Behalten von Zwischensummen beim Kopfrechnen bei gleichzeitiger Bildung neuer Zwischensummen). Das Arbeitsgedächtnis wird daher auch als „Notizzettel des Verstandes“ bezeichnet. (vgl. Greenfield 2007: 16)

molekularen Mechanismen werden auf der Ebene der Nervenzellen und deren Moleküle erforscht, während die *neuronalen Systeme des Gehirns* auf der Ebene von Hirnstrukturen, Schaltkreisen und Verhalten untersucht werden. Die Suche nach dem „Ort des Gedächtnisses“ führte beide Forschungsrichtungen auf eine Reise durch das gesamte Gehirn. Ihre Ergebnisse sollen nun im folgenden Kapitel näher betrachtet werden, bevor die unterschiedlichen Gedächtnisformen erläutert werden. (vgl. Kandel/Squire 2007: 190)

5.4.1 Der „Sitz“ des Gedächtnisses

In den 1920er-Jahren trainierte Karl Lashley, damals Professor für Psychologie an der *Harvard University* Ratten darauf, durch ein einfaches Labyrinth zu laufen. Danach entfernte er Teile ihres Gehirns. Ziel seiner Forschungen war es, den Ort der Gedächtnisinhalte ausfindig zu machen. Seine Erkenntnisse fasste er so zusammen: „Diese Versuchsreihe hat eine Menge Informationen darüber geliefert, was und wo die Gedächtnisspur nicht ist“ (Lashley, zit. n. Kandel/Squire 2007: 191). Trotz der mageren Ergebnisse ist es ihm zumindest gelungen, nachzuweisen, dass es keinen *einzelnen* Ort im Gehirn gibt, in dem sich die Gedächtnisfunktion befindet, sondern dass *viele* Teile des Gehirns beteiligt sein müssen. Licht in das Dunkel brachte schließlich der Psychologe **Donald O. Hebb** von der *McGill University* in Montreal. Seine These besagte, dass über große Hirnbereiche verteilte Zellverbände Information speichern. Selbst bei einer Läsion würden genügend verknüpfte Neuronen überleben, um sicherzustellen, dass die Information nicht verloren geht. Diese These gilt heute als Schlüsselprinzip der Informationsspeicherung. Kandel betont jedoch, dass diese Vorstellung nicht der holistischen Sichtweise über die Struktur des Gehirns entspricht:

„Inzwischen realisieren wir, dass die Vorstellung einer weit verstreuten Informationsspeicherung nicht dasselbe ist wie die Vorstellung, alle involvierten Hirnregionen seien gleichermaßen an der Speicherung von Gedächtnisinhalten beteiligt. Nach moderner Anschauung ist das Gedächtnis weit über das ganze Gehirn verstreut, doch verschiedene *Areale* speichern verschiedene Aspekte des Ganzen.“ (Kandel/Squire 2007: 193, H.v. v. MS) Der Fall des Patienten **H. M.**³⁰ lieferte schließlich einen entscheidenden Hinweis. Die Neuropsychologin **Brenda Milner** verfolgte den Fall über vierzig Jahre lang. Ihre Untersuchungen führten zu der Erkenntnis, dass Läsionen der medialen

Temporallappen einschließlich des Hippocampus das Kurzzeit- vom Langzeitgedächtnis trennen und dass es mehr als nur ein Gedächtnissystem gibt. (vgl. Kandel/Squire 2007: 193 ff.) Welche?

³⁰Siehe Anhang 2

5.4.2 Die Formen der Gedächtnisspeicherung

Milner ließ in einer Versuchsreihe den Patienten H. M. vor einen Spiegel setzen. Hinter H. M. wurde ein „Stern“ platziert. H. M.s Aufgabe war es nun, die Konturen des Sterns, den er im Spiegel sah, nachzuzeichnen. Obwohl er sich nie an das Erlebnis erinnern konnte, den Stern schon einmal gezeichnet zu haben, verbesserten sich seine motorischen Fähigkeiten mit jedem weiteren Versuch und die Zeichnung wurde besser. H. M. *lernte*. Ein Vergleich mit anderen Amnestikern, die trotz ihres Gedächtnisverlusts in der Lage waren, automatische Abläufe zu lernen, führte zu der Erkenntnis, dass es eine Form des Lernens und des Gedächtnisses gibt, die unabhängig von der Erinnerung Information speichert und nicht ins Bewusstsein dringt. Ein einheitlicher Terminus für diese Unterscheidung der Speicherform existiert nicht, jedoch werden am häufigsten die Begriffe „explizites“ oder „deklaratives“ Gedächtnis für jene Form des Gedächtnisses verwendet, die bewusst Tatsachen, Vorstellungen und Ereignisse abrufen. Dagegen ist die Fähigkeit, motorische Fertigkeiten zu lernen, nicht an das Erinnern und somit auch nicht an das Bewusstsein gebunden. Diese wird meist als „implizites“ oder „nichtdeklaratives“ Gedächtnis bezeichnet.³¹Man geht davon aus, dass vor allem das Kleinhirn und der Mandelkern (Amygdala) an dieser Form des Gedächtnisses beteiligt sind. (vgl. Kandel/Squire 2007: 198)

Diese zwei grundlegenden Systeme der Informationsspeicherung sind jedoch nicht die einzigen Unterscheidungen, die in der Wissenschaft gemacht werden. Das gesamte Erleben eines Menschen wird permanent und unbewusst abgespeichert. Dies geschieht durch ein Zusammenspiel von fünf aufeinander aufbauenden Systemen, die das Langzeitgedächtnis ausmachen. Bevor Informationen es jedoch überhaupt schaffen, in das Langzeitgedächtnis zu gelangen, werden sie im Kurzzeitgedächtnis selektiert. Gedächtnisinhalte durchlaufen somit verschiedene Stationen, bevor sie als solche dauerhaft abgespeichert werden. Ihr Weg wird in den nächsten Kapiteln erörtert. (vgl. Schüle/Schneider 2008: 61)

5.4.2.1 Das Kurzzeitgedächtnis

Die australischen Aborigines verwenden in ihrer Sprache Zahlenwörter von „eins“ bis „sieben“. Alles, was darüber hinaus geht, wird als „viel“ bezeichnet. Tatsächlich haben Untersuchungen gezeigt, dass sich der Mensch im Durchschnitt lediglich eine Zahlenfolge von bis zu sieben Ziffern merken kann. Werden die Ziffern nicht mehrmals wiederholt, so ist

³¹In der vorliegenden Arbeit werden die Begriffe „implizit“ und „explizit“ verwendet.

ihre Lebensdauer im Gedächtnis nur wenige Minuten lang. Danach verschwinden sie wieder aus dem Gedächtnis und neue Informationen werden erfasst und verarbeitet. Den Ort, an dem diese Informationsverarbeitung stattfindet, haben Wissenschaftler im präfrontalen Kortex lokalisiert. Die Synapsen der dort befindlichen Nervenzellen schütten vermehrt Botenstoffe aus und bilden einen Informationspfad, der minutenlang, in seltenen Fällen sogar stundenlang, verstärkt befeuert wird. Damit eine Information jedoch an das Langzeitgedächtnis weitergereicht wird und damit dauerhaft bestehen bleibt, müssen neue Synapsen wachsen und dadurch eine Veränderung der Struktur bewirken. (vgl. Schüle/Schneider 2008: 61) Kandels Forschungen an der Meeresschnecke „Aplysia“ zeigen, dass nur eine Stunde ausreicht, um neue Synapsen im Gehirn wachsen zu lassen. Doch was gibt den Ausschlag, dass ein Gedanke im Gehirn haften bleibt, und der andere nicht? Die Antwort von Kandel bezieht sich hauptsächlich auf die Art und Weise, *wie* die Selektion stattfindet. Seine

Forschungen haben gezeigt, dass ein Molekül die Informationen blockiert und diese somit nicht vom Kurzzeit- in das Langzeitgedächtnis weitergeleitet werden. Nur wenn dieses Molekül unterdrückt wird, ist für neue Inhalte der Weg in das Langzeitgedächtnis geöffnet. Kandel betont die positive Wirkung dieses molekularen Schalters. Wäre er nicht wirksam, so wäre unser Kopf voll mit „Müll (...), der die ganze Kreativität des Geistes zuschüttet“ (Grolle/Traufetter 2003: 75). Harald Welzer lenkt den Fokus dagegen darauf, *warum* es eine bestimmte Information schafft weiterzukommen und eine andere nicht: „alles, was bedeutsam ist und positiv oder negativ

konnotiert ist, wird vom Kurzzeitgedächtnis in das Langzeitgedächtnis überführt.“³² Was zählt, ist also die *emotionale* Bedeutung. Diese Komponente wird durch das limbische System, zu dem der Mandelkern im Schläfenlappen gehört, geliefert. Der Mandelkern prüft die Information auf emotionale Anteile. Danach starten große Zellverbände eine Suche nach vergleichbaren Nervenmustern. Finden sie in gespeicherten Informationen die gleiche Frequenz, werden sie als deckungsgleich erkannt und „erinnert“. Die dazugehörige Sachinformation holt sich das Gehirn aus dem Hippocampus. Beide Hirnregionen organisieren also Erinnerung und legen fest, welche Gedächtnisinhalte wo und wie abgespeichert werden. (vgl. Schüle C./Schneider C. 2008: 61; Schüle 2008: 59) Was geschieht nun mit einer Information, wenn sie in das Langzeitgedächtnis eintritt? Dies soll im nächsten Kapitel erörtert werden.

³²Online: Welzer, Harald: *Zum Zusammenhang von Gehirnentwicklung, Lernen und Emotionen*.

5.4.2.2 Das Langzeitgedächtnis

Die Wissenschaft unterscheidet beim Langzeitgedächtnis mehrere Arten von Gedächtnisarchiven, die aufeinander aufbauen. In welches eine Information gespeichert wird, hängt davon ab, mit welchen Sinnesorganen sie gewonnen wurden und von welcher *Art* die Information ist. Das entscheidet auch, ob sie vom impliziten oder vom expliziten Gedächtnissystem aufgenommen werden. Zum Beispiel waren im Falle von H. M. die *motorischen* Fähigkeiten, die er erlernte und im Gedächtnis behielt, im sog. „Priming-Gedächtnis“ verwahrt, das zum impliziten Gedächtnissystem gehört: „Mit den Sinnesorganen aufgenommene (sensorische) Informationen werden unterhalb der Bewusstseinsschwelle gespeichert und lassen sich so später leicht wiedererkennen“ (Schüle C./Schneider, C. 2008: 61). Hochgradig *automatisierte* Abläufe wie Autofahren oder Schwimmen sind im „prozeduralen“ Gedächtnis gespeichert. Die Erinnerung an diese Bewegungsabläufe ist ebenfalls unbewusst und benötigt daher keine gerichtete Aufmerksamkeit. Auch das sog. „perzeptuelle“ Gedächtnis arbeitet unbewusst und sorgt dafür, dass wir unser Umfeld oder Gegenstände *wahrnehmen* und richtig *kategorisieren*. Dadurch können wir uns orientieren, selbst wenn sich die Struktur unserer Umgebung verändert. Die Jahreszeiten lassen unser Umfeld unterschiedlich erscheinen, doch wir erkennen und identifizieren es als „unser Zuhause“ oder „unseren Arbeitsplatz“ etc. Unser VW Golf mag anders aussehen als der BMW unseres Nachbarn. Trotzdem nehmen wir beide Gebilde als „Auto“ wahr und sind dazu in der Lage, sie entsprechend zu bedienen. Ohne perzeptuelles Gedächtnis wäre unsere Welt ein unbegehbare Chaos. Die unbewussten mentalen Modelle, die wir dabei schaffen und als Generalisierung verwenden, funktionieren auch im emotionalen Bereich. Frühe emotionale Erfahrungen graben sich als Schemata in unser implizites Gedächtnis ein und beeinflussen unser Verhalten. **Daniel J. Siegel** spricht von der „prospektiven *Erinnerung*“ (Siegel 2006: 27, Hv. i. O.), d. h. unser Gehirn versucht, auf der Grundlage vergangener Ereignisse die Zukunft zu antizipieren und dementsprechend zu reagieren.

All diese Vorgänge sind auf Gehirnstrukturen angewiesen, die schon bei der Geburt vorhanden sind. Sie werden von Schaltkreisen im Gehirn gesteuert und benötigen weder die medialen Schläfenlappen noch den Hippocampus. Anders verhält es sich dagegen bei dem expliziten Gedächtnis, das eine hippocampale Verarbeitung erfordert. Es beruht auf bewusstem Einspeichern und ist von einem

subjektiven Gefühl des Sich-Erinnerns begleitet. Die Wissenschaft unterscheidet dabei das „semantische“ Gedächtnis vom „episodischen“

Gedächtnis, das in manchen Fachbüchern auch als „autobiografisches“ Gedächtnis bezeichnet wird. (vgl. ebd.: 25)

Das semantische Gedächtnis ist ein riesiges Archiv, das unser Wissen über die Welt abspeichert. Dieses Wissen (Noesis) ist gegenwartsorientiert, erlaubt jedoch auch einen Zugriff in Ereignisse, die in der Vergangenheit stattgefunden haben. Dabei werden lediglich Fakten abgerufen. Das subjektive phänomenale Erleben, das diese Ereignisse begleitet hat, erfordert jedoch das episodische Gedächtnis, das die Fähigkeit zum Wissen um sich selbst (Autonoesis) besitzt:

„Das autooetische Bewusstsein ermöglicht ‚mentale Zeitreisen‘, das subjektive Gefühl, sich an das, was man zu bestimmten Zeitpunkten in der Vergangenheit getan hat, zu erinnern, ein Gefühl für sein gegenwärtiges Selbst und für diejenige Person, die man in der antizipierten Zukunft sein könnte.“ (ebd.: 29-30)

Diese Fähigkeit entwickelt sich im Laufe des zweiten Lebensjahres. Maßgeblich daran beteiligt ist wiederum der Hippocampus, der es möglich macht, über die Zeit hinweg ein Gefühl für die Welt zu entwickeln. Dabei dominiert beim semantischen Erinnern die linke hippocampale Aktivierung über die rechte, während autobiografisches Erinnern vornehmlich in der rechten Gehirnhälfte verarbeitet wird. (vgl. ebd.: 34) Die Intensität der Erinnerung ist dabei abhängig von den Emotionen: „Sie filtern, bewerten und heben heraus, was erinnert und an die bestehenden Erinnerungen angebunden werden soll“ (Markowitsch, zit. n. Schumacher 2007: 30). Da Emotionen in Gehirnprozessen eine solch zentrale Rolle einnehmen, wird im nächsten Kapitel das Zusammenspiel zwischen Bewusstsein und Emotion näher erläutert.

5.5 Bewusstsein und Emotion

Die Emotionsforschung erhält erst seit den 1980er-Jahren eine verstärkte Beachtung. Lange Zeit galt die dualistische Trennung von Denken und Fühlen als unantastbar, wobei der Vernunft eine übergeordnete Stellung zugesprochen wurde. Schon in der antiken Philosophie wurden das Gefühl und der Affekt auf einer niederen Ebene angesiedelt, die der höheren geistigen Ebene des Verstandes schaden könnte. So betrachtete der griechische Philosoph Chrysippos Affekte als „Krankheiten der Seele“ und schlussfolgerte: „Der Weise ist ohne Affekte.“ (Chrysippos, zit. n. Schwarz-Friesel 2007: 90) Auch Descartes berühmter Satz „Ich denke, also bin ich“ charakterisiert den Menschen als vernunftbegabtes Wesen, als „animal rationale“. Die Vervollkommnung des Menschen lag darin, seinen Leidenschaften zu widerstehen und somit die rationale Bewältigung der Umwelt zu ermöglichen. Philosophen der Aufklärung wie Emmanuel Kant oder Gottfried Wilhelm Leibniz betrachteten die

Vernunft als oberstes moralisches Prinzip. Menschen, die sich von ihren Gefühlen leiten ließen, wurden als gemütskrank eingestuft. (vgl. ebd.: 89 ff.; Kast 2008: 38)

Die Ansicht, dass Emotionen einen störenden Einfluss auf den Geist ausüben oder bestenfalls nur marginale Nebeneffekte sind, hielt sich hartnäckig.³³ Selbst als die moderne Kognitionswissenschaft begann, sich zu etablieren und ihren Fokus auf die mentalen Repräsentationen und Prozeduren menschlicher Kenntnissysteme zu legen, blieb die dualistische Sichtweise über Kognition und Emotion erhalten:

„Die ‚kognitive Wende‘ hat ein paradoxes Menschenbild geschaffen. Einerseits wird das Bewusstsein voll rehabilitiert (...); andererseits und gleichzeitig wird die Person-Umwelt-Beziehung um eine wesentliche Dimension beschnitten, nämlich die (...) des Erlebens von Gefühlen.“ (Dieter Ulich, zit. n. Schwarz-Friesel 2007: 93)

Seit einigen Jahren jedoch haben die Forschungsergebnisse der kognitiven Neurobiologie dazu beigetragen, dass sich das Bild über den rational bestimmten Menschen relativiert. Emotionen sind keine irrelevanten Begleiterscheinungen mehr, sondern sie werden als die „Fäden, die das mentale Geschehen zusammenhalten“ (LeDoux 1998: 14, zit. n. Schwarz-Friesel 2007: 122) angesehen. Eine „emotionale Wende“ zeichnet sich ab. Einer der führenden Sprecher dieser Entwicklung ist der amerikanische Neurologe **Antonio R. Damasio**, der den Zusammenhang zwischen Gefühlen und Gedächtnis untersucht. Seine Forschungen werden nun im nächsten Kapitel betrachtet.

5.5.1 Antonio Damasio: Ich fühle, also bin ich

Das tägliche Leben besteht aus Entscheidungen. Welchen Beruf soll man ergreifen? Wer ist der richtige Lebenspartner? Welches Studienfach soll man studieren? Würde jede Möglichkeit sich genauso anfühlen wie eine andere, so fiel eine sinnvolle Entscheidung schwer. Der Mensch benötigt ein Wertesystem, um sich in dem Wirrwarr der vielen möglichen Alternativen zu entscheiden. Die Grundlage für dieses Wertesystem sind Gefühle. Besitzt eine Wahlalternative eine positive Gefühlsqualität, so wird man sich höchstwahrscheinlich für diese Möglichkeit entscheiden. (vgl. Goller 2003: 52)

Emotionen dienen also dazu, eine günstig erscheinende Vorauswahl für die Zukunft zu treffen. Was passiert, wenn diese Emotionen fehlen, erklärt Damasio an dem Fallbeispiel des

33Die Aussagen von Vertretern der Romantik (1798-1835) können hier als Ausnahme gelten. Das Gefühl hatte für sie einen sehr hohen Stellenwert. Goethe drückte dies z. B. in seinem Werk „Faust“ wie folgt aus: „Wenn ihr's nicht fühlt, ihr werdet's nicht erjagen.“ (Goethe, zit. n. Schwarz-Friesel 2007: 91 Fn.)

Patienten mit dem Decknamen Elliot.³⁴Damasios Erklärung für dessen Lebensuntüchtigkeit war die Gefühllosigkeit seines Denkens, die Elliot daran hinderte, seinen Handlungen unterschiedliche Werte zuzuordnen. Seine Entscheidungslandschaft flachte ab und sein Leben geriet aus den Fugen. (vgl. Kast 2008: 37-38) Damasio's Schlussfolgerung zeigt, dass Descartes' Dualismus von Körper und Geist für ihn ein Trugschluss ist: „Offenbar ist vernünftiges Denken ohne den Einfluss der Emotion nicht möglich. (...) Emotionen am richtigen Ort und im richtigen Maße scheinen ein Hilffsystem zu sein, ohne dass unser Vernunftgebäude ins Wanken gerät.“ (Damasio 2009: 57) Davon ausgehend entwickelte Damasio die Theorie der „somatischen Marker“, die das Zusammenspiel von körperlichen Emotionen und geistigen Prozessen in den Mittelpunkt stellt.

5.5.1.1 Somatische Marker

Damasio unterscheidet die Begriffe „Emotion“ und „Gefühl“. Emotionen werden durch Körperreaktionen und Veränderungen im Gehirn identifiziert, während Gefühle lediglich die Wahrnehmungen dieser Veränderungen sind. (vgl. Damasio 2006: 270) Dabei werden auch die Emotionen unterteilt. Zu den sog. „primären Emotionen“ zählen Freude, Trauer, Furcht, Ärger, Überraschung oder Ekel. Sie sind angeboren und können schon kurz nach der Geburt erlebt werden. Tritt in einem bestimmten Situationskontext eine bestimmte primäre Emotion immer wieder auf, so entsteht Erfahrung, die im präfrontalen Kortex repräsentiert wird. Diese mentalen Vorstellungsbilder besitzen einen kognitiven Inhalt. Damasio nennt sie „images“, und sie sind die Auslöser für die sogenannten „sekundären [erlernten, MS] Emotionen“ wie Verlegenheit, Eifersucht, Schuld oder Stolz. Sie verursachen Reaktionen im subkortikalen und motorischen Bereich. (vgl. Damasio 2006: 108 ff.) Gefühle entstehen dann, wenn diese somatischen Veränderungen wahrgenommen und interpretiert werden. Diese Interpretationen sind die Grundlage zur Bewertung der kognitiven Inhalte, die durch sie als „gut“ oder „schlecht“ markiert werden. Ein „somatischer Marker“ ist also ein körperlicher Zustand, der gemeinsam mit einer Vorstellung wahrgenommen wird. Sie geben eine durch Erfahrung bestimmte emotionale Rückmeldung, und die möglichen Handlungsvarianten werden zuerst bewertet, bevor eine Entscheidung getroffen wird. (vgl. Goller 2003: 48) Dieser

Prozess beschreibt allerdings nur, wie ein Organismus Emotion *erlebt* und sie zum Ausdruck bringt. Er erklärt aber nicht, wie der Organismus *erkennt*, dass er ein Gefühl hat - d. h. sich dessen

³⁴Siehe Anhang 3

bewusst wird. Im folgenden Kapitel wird deshalb dargelegt, wie Damasio Bewusstsein definiert.

5.5.1.2 Die zwei Arten des Bewusstseins nach Damasio

Damasio unterscheidet zwei Arten von Bewusstsein: das fundamentale „Kernbewusstsein“, das auch Tiere besitzen, und das einem Organismus hilft, den Überlebenstrieb zu steuern und sich in seiner Umgebung zurecht zu finden, und das „erweiterte Bewusstsein“, das Wahrnehmungen eines Organismus mit seiner individuellen Geschichte verknüpft. Voraussetzung für diese Art von Bewusstsein ist ein gut funktionierendes Gedächtnis.

Damasio nimmt das Schicksal seines Patienten David³⁵ als Anlass, seine These zu stützen. Davids Gedächtnisverlust macht sich in Funktionen, die das Kernbewusstsein betreffen, kaum bemerkbar. Er spielt ausgezeichnet Schach, obwohl er sich weder an den Namen des Spiels noch an seine Regeln erinnern kann. Sein spontanes Verhalten ist zielgerichtet, er wählt einen bequemen Sessel, er weiß, was er essen und trinken möchte, und er sucht sich sein Fernsehprogramm selbst aus. Seine Aufmerksamkeit und sein Selbst-Sinn sind also vorhanden:

„Sein Geist ist insofern wie der unsere, dass er Vorstellungen in verschiedenen Sinnesmodalitäten hat, dass diese Vorstellungen in koordinierten und logisch miteinander verknüpften Gruppen auftreten, dass diese Gruppen sich im Fortgang der Zeit verändern und

dass neue Gruppen die vorangehenden ersetzen. David verfügt über einen Strom³⁶ solcher Gruppen von Vorstellungen.“ (Damasio 2009: 146-147)

Was Davids Geist von unserem jedoch unterscheidet, ist der *Inhalt* der Vorstellungen in seinem Bewusstseinsstrom. Er kann sich keine *spezifischen* Eigenschaften von Orten, Dingen oder Personen vergegenwärtigen. Sein Geist bewegt sich immer im Allgemeinen. So weiß er z. B., dass er Frau und Kinder hat, aber auf Fotos erkennt er sie nicht. Er erinnert sich nicht daran, wie sie aussehen oder wie ihre Stimmen klingen. Dieser Mangel an spezifischen Inhalten beeinträchtigt seine Fähigkeit, besondere Augenblicke zu erkennen und mit einer Autobiografie in Beziehung zu setzen. Dadurch ist er unfähig, voraus zu planen, da er sich seine Vergangenheit nicht vorstellen und dadurch auch auf keine Erfahrung zurückgreifen kann. Dies sind alles Fähigkeiten, die ein erweitertes Bewusstsein bewirken. (vgl. Damasio 2009: 144 ff.) Durch das erweiterte Bewusstsein wird also das autobiografische „Selbst“ geboren, das einen freien Blick auf seine innere Landschaft erhält, die nicht nur aus dem

³⁵Siehe Anhang 4

³⁶Damasio bezieht sich hierbei auf den Ausdruck „stream of consciousness“, der von William James geprägt wurde. Siehe hierzu Kap. 4.1 Fn.

Kernbewusstsein besteht, sondern flankiert wird von einer Vergangenheit und von einer antizipierten Zukunft. Der Moment, in dem das Gehirn beginnt, das Wechselspiel zwischen Kopf und Körper zu dokumentieren und das Selbst seinen Platz in der inneren Landschaft findet, ohne dies in Worte zu fassen, ist für Damasio auch die Geburt des Bewusstseins. (vgl. Damasio 2009: 374 ff.) Damasio sieht in dem „Selbst“ einen entscheidenden evolutionären Vorteil und beantwortet dadurch gleichzeitig auch die Frage, warum der Mensch das erweiterte Bewusstsein überhaupt entwickelt hat:

„Auf seiner einfachsten und grundlegendsten Ebene vermittelt uns Bewusstsein den unwiderstehlichen Drang, am Leben zu bleiben und ein Interesse am Selbst zu entwickeln. Auf einer hohen und komplexen Ebene hilft uns das Bewusstsein, Interesse am Selbst anderer zu

entwickeln und die Kunst des Lebens zu verfeinern.“³⁷

Bewusstsein verbessert also das Leben des Organismus und macht sich dadurch nützlich, indem es ein Eigeninteresse aufbaut und die Verbindung zu der Umwelt, in der wir leben, aufrecht erhält. Wird diese Verbindung unterbrochen, so ist es einem Organismus nicht mehr möglich, seine lebenserhaltenden Körperfunktionen in Gang zu halten: er stirbt. (vgl. Damasio 2009: 362 ff)

Wenn jedoch das Überleben eines Organismus einer der Hauptgründe ist, warum sich Bewusstsein entwickelt hat, stellt sich die Frage: Liegt der Schlüssel zur Entstehung von Bewusstsein vielleicht in der genetischen Ausstattung des Menschen? Hat die Evolution durch genetische Auswahl sicher gestellt, dass Bewusstsein entsteht?

5.6 Bewusstsein und Gene

Die Frage, ob Gene unser Dasein bestimmen oder zumindest beeinflussen, hat eine breite öffentliche Debatte ausgelöst, die bis heute anhält. Der Gedanke, dass der Mensch durch Gene programmiert ist und sein Schicksal nicht selbst in die Hand nehmen kann, steht in starkem Gegensatz zu dem Bild, das der Mensch über sich selbst gerne hat: dem vernunftbegabten, vielleicht auch emotionalen Menschen, der frei über die Gestaltung seines Lebens entscheidet. Aus diesem Konflikt heraus haben sich zwei Positionen gebildet, die auf den ersten Blick unvereinbar erscheinen: das nativistische Erklärungsmodell besagt, dass ausschließlich Gene für die Entstehung des Geistes verantwortlich sind. Sie bestimmen die neuronale Struktur des Gehirns und üben einen Einfluss auf unsere Persönlichkeit und unser Temperament aus. Antinativistische Modelle besagen dagegen, dass bei der Geburt das Gehirn einer *tabula rasa* gleicht und erst durch Erfahrung und Umwelteinflüsse die neuronalen Bahnen im Gehirn

³⁷Online: Damasio, zit. n. Schnabel, Ulrich: *Die Frage, die nie gestellt wurde*.

gelegt werden. (vgl. Marcus 2005: 47) Aber ähnlich wie bei der Körper-Geist-Frage zielen moderne Forschungen darauf ab, beide gegensätzliche Positionen zu vereinen:

„Zu fragen, ob der Anlage oder der Umwelt mehr Bedeutung zukommt, ist ähnlich sinnvoll wie die Frage, welches Geschlecht, Männer oder Frauen, wichtiger ist. Im Wechselspiel von Anlage und Umwelt ist keine von beiden ‚besser‘. Wir sollten nicht fragen, was Vorrang hat, sondern das Wie betrachten: Wie wirken Gene mit der Umwelt zusammen, sodass der menschliche Geist entsteht?“ (ebd.: 17)

Bei der Beantwortung dieser Frage stößt die Wissenschaft auf zwei Herausforderungen. Die erste betrifft die neuronale Flexibilität des Gehirns. Studien ergaben zwar, dass Neugeborene viele Aspekte der Welt erfassen können, andererseits verändert sich ihre Gehirnstruktur stetig. Wie kann der Geist so komplex und gleichzeitig so flexibel sein? Die zweite Herausforderung bezieht sich auf die „Genknappheit“. Der Mensch verfügt über ungefähr 30 000 Gene, während die Zahl der Hirnzellen sich um die 100 Milliarden bewegt. **Paul Ehrlich**, Biologe an der *Stanford University*, folgert daraus: „Angesichts dieses Zahlenverhältnisses (...) müssten Gene ein gewaltiges Kunststück vollbringen, um aufs Ganze gesehen mehr als nur die allgemeinsten Aspekte des menschlichen Verhaltens zu steuern“ (Ehrlich, zit. n. Marcus 2005: 11). In den folgenden Kapiteln soll auf diese beiden herausfordernden Fragestellungen eingegangen werden.

5.6.1 Das flexible Gehirn

Um herauszufinden, inwieweit die Struktur des Gehirns schon bei der Geburt vorgegeben ist, operierten die Neurobiologen Larry Katz und Justin Crowley an der *Duke University* in Durham die Augen aus neugeborenen Frettchen. Damit nahmen sie ihnen jede Möglichkeit einer visuellen Erfahrung. Einige Monate später untersuchten sie, ob die sogenannten „Augendominanzsäulen“³⁸ sich entwickelt haben. Tatsächlich hatten sich die neuronalen Säulen in dem visuellen Kortex gebildet, obwohl die üblichen Signale von der Außenwelt fehlten. Andere Forscher, wie z. B. das Team um **Thomas Südhof** an der *Stanford University*, gingen noch weiter. Sie schufen gentechnisch veränderte Mäuse, deren synaptische Kommunikation lahmgelegt war. Die Mäuse starben kurz nach der Geburt, da ihre Synapsen die Information der Atmung nicht weiter leiteten. Doch eine Untersuchung ihres Gehirns ergab, dass es keine Unterschiede zu den Gehirnen von gesunden Mäusen gab. Bis zum Zeitpunkt ihrer Geburt hatte die Mutation keine Auswirkungen. Die grundlegende Struktur

³⁸Bezeichnung für Bereich im visuellen Kortex. Informationen aus dem rechten und linken Auge konvergieren in diesem Bereich, und zwar in einem Muster alternierender Schichten oder „Säulen“ aus Neuronen. (vgl. online: Spektrum der Wissenschaft: *Lexikon der Neurowissenschaft*.)

des Gehirns war also schon vorgegeben und unabhängig von Erfahrung. (vgl. Marcus 2005: 47 ff.)

Der Untersuchungsgegenstand anderer Versuche war die Plastizität des Gehirns. Dazu verpflanzte Dennis O’Leary von der *University of California* in San Diego Neuronen aus dem somatosensorischen Kortex von Ratten in deren visuellen Kortex. Die somatosensorischen Zellen nahmen eine völlig neue Identität an und verhielten sich so, also wenn sie schon immer visuelle Neuronen gewesen wären. Neuronen sind bei ihrer Entstehung in ihrer Funktion also nicht festgelegt. Die Flexibilität des Gehirns lässt sich auch zeigen, wenn Neuerschaltungen der neuronalen Bahnen nötig sind. Die visuellen Bereiche bei Kätzchen, deren Augen zugenäht worden sind, sprachen später auf akustische Reize an. (vgl. ebd.: 52 ff.) Auch bei Menschen sind ähnliche Umstrukturierungen möglich. Die achtjährige Christina Santhouse litt bis zu 150-mal am Tag an epileptischen Anfällen. Ihre Ärzte beschlossen schließlich, ihr das halbe Gehirn zu entfernen. Trotz dieses Verlustes kann sie heute ein normales Leben führen. (vgl. Schäfer 2008: 3) Für die Kognitionswissenschaftlerin **Elizabeth Bates** von der *University of California* in San Diego sind solche Neuverdrahtungen und Umstrukturierungen des Gehirns ein Beweis gegen das nativistische Modell:

„[D]ie meisten Neurobiologen, die auf Entwicklungsaspekte spezialisiert sind, [haben] den Schluss gezogen, dass Ausdifferenzierung des Kortex und funktionale Spezialisierung weitgehend von den Inputs bestimmt werden, die der Kortex empfängt. (...) Die alte Vorstellung, dass das Gehirn nach überwiegend im Voraus festgelegten, bereichsspezifischen Fähigkeiten gegliedert ist, wird ernsthaft in Frage gestellt.“ (Bates, zit. n. Marcus 2005: 55-56)

Gary Marcus von der *New York University* gibt jedoch zu bedenken, dass die Umorientierung von Zellen nicht zwangsmäßig auf einen Lernprozess hindeutet. Die meisten Körperzellen werden mit einem kompletten Satz von Anweisungen geboren, die zeigen, wie sie sich als Magen- oder Augenzelle etc. verhalten sollen. Welche Funktion sie dann tatsächlich einnehmen, hängt von ihrer Nachbarschaft ab. Eine junge Zelle, die von Augenzellen umringt ist, wird sich höchstwahrscheinlich wie eine Augenzelle verhalten, usw. Dabei ist die Fähigkeit zur neuronalen Anpassung nicht immer vorhanden. Zum Beispiel konnte ein erfolgreicher Austausch von Gewebe zwischen nichtsensorischen Arealen noch nicht nachgewiesen werden. Entscheidend ist auch, wie ähnlich sich Spender- und Zielorganismus sind. Der Biologe **Evan Balaban** pflanzte Teile des Mittelhirns von Wachteln in Hühnerembryonen. Die Chimären, die daraus erwachsen, hatten einen Gang wie ein Huhn, gaben aber Laute von sich wie eine Wachtel. Auch die Tatsache, dass sich das Gehirn weitestgehend selbst reparieren kann, lässt die Genetik nicht außen vor. Bei Christina

Santhouse hat es glücklicherweise geklappt, bei dem Patienten H. M. jedoch, dem „nur“ der Hippocampus und angrenzende Bereiche entfernt wurden, nicht. Marcus gibt hierzu folgenden Erklärungsansatz: „Ich vermute, dass die Plastizität des Nervensystems vor allem dann an ihre Grenzen kommt, wenn die Störung genetisch bedingt ist und nicht von einem Trauma herrührt“

(ebd.: 62). Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die genetischen Entwicklungsprogramme die neuronale Struktur zwar aufbauen, *bevor* der Organismus Erfahrungen macht, sie sind aber auch flexibel genug, diese Struktur an ungewöhnliche Bedingungen anzupassen. Die Flexibilität des Gehirns ist also nicht notwendigerweise ein Argument gegen die genetische Grundausstattung des Geistes. Wie sieht es aber mit dem Argument der Genknappheit aus?

5.6.2 Das Genom - ein komprimiertes Informationspaket

Im Jahre 1995 trat die *National Library of Medicine* mit den Daten des „Human Visible Project“ an die Öffentlichkeit. Es war eine Serie von hochaufgelösten digitalen Fotos des in Scheiben geschnittenen Körpers von Joseph Paul Jernigan³⁹. Die Datenmenge dieser Fotos (die keine einzelnen Zellen abbildeten) würde etwa 100 CD-ROMs füllen. Die Informationsmenge des menschlichen Genoms dagegen macht weniger als zwei Drittel eines Gigabytes aus und hat auf einer einzigen CD-ROM Platz. Diese Genknappheit bezeichnet Marcus als Scheinproblem, und er führt dafür vier Argumente ins Feld. Erstens sind im Genom die Körperstrukturen nicht als Blaupause mit vollständiger Beschreibung hinterlegt, sondern als eine Art Prozess. Das Genom legt sozusagen das allgemeine Verfahren für den Aufbau eines Organismus fest, ohne das fertige Abbild zu definieren. Dadurch bleibt der Aufbau flexibel und kann sich an Umwelteinflüsse anpassen. Zweitens arbeiten Gene nicht nur isoliert, sondern auch in Gruppen. Mit jedem Gruppentyp verändern sich auch die Gestaltungsmöglichkeiten eines Gens. Außerdem würde der Zuwachs an Gestaltungsmöglichkeiten dadurch nicht linear, sondern exponentiell verlaufen. Drittens ist ein Genom erweiterbar. Es komprimiert Informationen eines Aufbaus, fügt nach Belieben neue Informationen hinzu, und wendet dieselben Grundmuster wieder an, wenn sie benötigt werden. Es benötigt also nicht für jede Rippe oder jedes Auge einen eigenen Satz an Instruktionen, sondern ruft denselben Aufbauprozess immer wieder ab. Viertens besitzt nicht jede Zelle ein eigenes Gen, sondern jedes Gen ist zuständig für den Aufbau von zahlreichen Zellen. Dabei wirkt es wie ein sich selbst regulierendes Rezept mit genügend Spielraum, sich

39Siehe Anhang 5

den jeweiligen Einflüssen anzupassen. Dieses Rezept - und damit auch die Gene - werden immer wieder flexibel eingesetzt. Die Anzahl der Gene ist damit nicht mehr ausschlaggebend. (vgl. ebd.: 189 ff.) Wenn man die Gene allerdings als flexibles Rezept betrachtet und nicht als Blaupause, dann bedeutet das gleichzeitig auch, dass die Umwelt ebenfalls eine Rolle spielt. Marcus kommt zu dem Schluss:

„Gene sind keine Garantie dafür, dass die Entwicklung eines Organismus an ein ganz bestimmtes Ziel gelangt, sondern eröffnen Optionen: Jedes Gen enthält ein WENN, und zu diesem WENN gehört eine Option. Die Entscheidung für eine solche Option fällt aber in vielen Fällen aufgrund von Umweltreizen. Dies ist der Hauptgrund, warum die Lösung des Anlage-Umwelt-Problems lautet: Nicht die Anlage *oder* die Umwelt ist entscheidend, sondern die beiden wirken zusammen.“ (Marcus 2005: 209, Hv. i. O.)

Das macht das „Rätsel des Bewusstseins“ nicht leichter. Wäre unser Geist das Produkt einer genetischen Blaupause, so könnte man seine Entstehung leichter verstehen. Man könnte in ihnen lesen, als wären sie eine mentale Landkarte. Aber da dem nicht so ist, jagt die Wissenschaft immer noch der Lösung des Rätsels hinterher.

6 Schlussbemerkungen

Könnte man das Gehirn eines Museumsbesuchers, der vor Monets „Seerosen“ meditiert, scannen, dann würde man das Bild darin nicht finden. Man könnte auch nicht sagen, an was der Besucher gerade denkt geschweige denn, ob er überhaupt an etwas denkt. Vielleicht könnte man aber feststellen, dass seine Atmung ruhiger und flacher geworden ist, seine Körpertemperatur gesunken

und seine Aufmerksamkeit eingeschränkt ist. Man könnte also die körperlichen Reaktionen auf seinen geistigen Zustand verfolgen. Wie in der vorliegenden Arbeit gezeigt wurde, hat diese offensichtliche Verbindung zwischen Körper und Geist viele Neurowissenschaftler, aber auch Philosophen wie z. B. Churchland, dazu veranlasst, an eine Zukunft zu glauben, in der sich geistige Strukturen neurobiologisch erklären lassen. Aber ist der Mensch tatsächlich nur eine biologische Maschine, die Entscheidungen nach Zustandsanalysen von Neuronenverbänden trifft? Sind Erfahrungen des menschlichen Lebens nichts anderes als Ergebnisse von Gehirnfunktionen? Ein „Ja“ als Antwort wäre für die meisten Menschen nicht wünschenswert. Wer will schon nur deshalb von seinem Partner geliebt werden, weil dessen Neuronen den Befehl dazu geben? Das dabei empfundene Unbehagen mag ein Grund dafür sein, warum Platons dualistische Sichtweise so lange das Weltbild der Menschen geprägt hat. Der Dualismus eröffnete Wissenschaften wie der Philosophie und der Psychologie die Möglichkeit, ihren Fokus ganz auf die Erforschung des Geistes zu legen, ohne die Materie mit einbeziehen zu müssen. Aber mit dem Fortschritt der Technologie änderten sich die Zeiten. Manche Hirnforscher sind davon überzeugt, dass die Neurowissenschaften die Geisteswissenschaften in Zukunft vollständig ersetzen werden. (vgl. Schwarz-Friesel 2007: 123)

Im Jahre 2004 äußerten sich in einem „Manifest“ elf namhafte Neurowissenschaftler⁴⁰ über die Aussichten der Hirnforschung. Für sie liegt die Lösung des Körper-Geist-Problems in naher Zukunft:

„Wir haben herausgefunden, dass im menschlichen Gehirn neuronale Prozesse und bewusst erlebte geistig-psychische Zustände auf Engste miteinander zusammenhängen (...). Geist und Bewusstsein - wie einzigartig sie von uns auch empfunden werden - fügen sich also in das Naturgeschehen ein und übersteigen es nicht. Und: Geist und Bewusstsein sind nicht vom Himmel gefallen, sondern haben sich in der Evolution der Nervensysteme allmählich herausgebildet. Das ist vielleicht die wichtigste Erkenntnis der modernen Neurowissenschaften.“ (Elger et al. 2004: 33)

40Prof. Dr. Christian E. Elger; Prof. Dr. Angela D. Friederici; Prof. Dr. Christof Koch; Prof. Dr. Heiko Luhmann; Prof. Dr. Christoph von der Malsburg; Prof. Dr. Randolph Menzel; Prof. Dr. Hannah Monyer; Prof. Dr. Frank Rösler; Prof. Dr. Dr. Gerhard Roth; Prof. Dr. Henning Scheich; Prof. Dr. Wolf Singer.

Die elf Wissenschaftler kommen zu dem Schluss, dass unser Menschenbild beträchtliche Erschütterungen erfahren wird. Sowohl die Geisteswissenschaften als auch die Neurowissenschaften sollten nun in einen intensiven Dialog treten, um gemeinsam ein neues Menschenbild zu entwerfen. (vgl. Elger et al. 2004: 37)

Wolfgang Prinz, Direktor am *Max-Planck-Institut* für Kognitions- und Neurowissenschaften in München, widerspricht ihnen:

„[E]benso wenig, wie sich Gehirnfunktionen auf Physik und Chemie reduzieren lassen, lassen sich soziale und kulturelle Phänomene auf Hirnphysiologie zurückführen. Dass also ‚unserem‘ Menschenbild beträchtliche Erschütterungen ins Haus stehen und wir deshalb ein ganz neues brauchen, halte ich noch längst nicht für ausgemacht.“ (Prinz 2004: 35) Er erwähnt daraufhin die „Bach’schen Fugen“ und dass niemand auf die Idee kommen würde, ihre Schönheit weg zu reduzieren. Die Antwort der elf Hirnforscher spiegelt auch meine persönliche Ansicht wider und soll daher als Schlusswort für die vorliegende Arbeit dienen. Sie legt dar, dass bei der Erforschung der menschlichen Natur nicht alles erklärt werden *muss*:

„Denn auch eine Fuge von Bach verliert nichts von ihrer Faszination, wenn man genau verstanden hat, wie sie aufgebaut ist. Die Hirnforschung wird klar unterscheiden müssen, was sie sagen kann und was außerhalb ihres Zuständigkeitsbereichs liegt, so wie die Musikwissenschaft - um bei diesem Beispiel zu bleiben - zu Bachs Fuge einiges zu sagen hat,

„zur Erklärung ihrer einzigartigen Schönheit aber schweigen muss“

Eger et al. 2004: 37

Anhang 1 - Der Fall Phineas Gage:

„Ein berühmter Unfall

(...) Phineas Gage war Vorarbeiter eines Schienenarbeitertrupps, und es war seine Aufgabe, Bohrlöcher mit Dynamit zu füllen, um alle Hindernisse aus dem Weg zu räumen, die die Verlegung der Schienentrasse blockierten. Um das Dynamit in die dafür vorgesehenen Löcher zu stopfen, benutzte Phineas eine Eisenstange, einen sogenannten Besetzstempel, der in diesem Fall etwa einen Meter lang und drei Zentimeter dick war.

Eines Tages, als Phineas wie üblich Dynamit mit seinem Besetzstempel in das Bohrloch stieß, kam es zu einem tragischen Unfall. Das Dynamit wurde durch einen Funken vorzeitig gezündet und explodierte. Obgleich die Explosion sehr heftig war, überlebte Phineas, wenn auch nicht unverletzt. Er hatte seinen Kopf etwas seitlich geneigt gehalten, sodass der Besetzstempel durch die rechte Wange eindrang und den Schädel im linken Stirnbereich verließ, wobei er seinen präfrontalen Kortex (Stirnappen) schwer verletzte. Erstaunlicherweise schien Phineas nach kurzer Bewusstlosigkeit durch den dramatischen Verlauf der Ereignisse bemerkenswert wenig beeinträchtigt. Sobald die Infektion abgeklungen war, funktionierten seine Sensorik und Motorik so, als sei nie etwas passiert.

Aber im Laufe der Zeit begannen die Menschen um ihn herum Unterschiede festzustellen. War Phineas vor dem Unfall ein kooperativer und umgänglicher Mensch gewesen, so wurde er nun anmaßend, unbeständig, überheblich, starrsinnig und rücksichtslos. Nach einer Weile gab er seinen Job bei der Eisenbahn auf und endete schließlich als Rummelplatzattraktion.“ (Greenfield 2007: 14-15)

Anhang 2 - Der Fall H. M.

„Verlust des expliziten Gedächtnisses

(...) Dieser junge Mann litt unter schwerer Epilepsie mit Krampfanfällen und Bewusstlosigkeit. Seine epileptischen Anfälle wurden so häufig, dass er kein normales Leben mehr führen konnte.

1953, im Alter von 27 Jahren, unterzog sich H. M. einem chirurgischen Eingriff, bei dem ein Teil seines Gehirns [die Innenfläche des Temporallappens einschließlich des Hippocampus, MS] entfernt wurde, um die epileptischen Anfälle in den Griff zu bekommen. Obwohl die Operation in dieser Hinsicht erfolgreich war, ist sie wegen ihrer schrecklichen Folgen seitdem nie wieder durchgeführt worden: H. M. konnte sich nur noch an Ereignisse vor seiner Operation erinnern - bis etwa zwei Jahre davor. Seit der Operation ist er ständig in der Gegenwart gefangen.

Man kann sich H. M.s Geisteszustand nur sehr schwer vorstellen. Freunde und Nachbarn, die er nach seiner Operation kennenlernte, erkennt er nicht wieder. Wenn er auch sein Geburtsdatum angeben kann, kennt er sein korrektes Alter nicht und hält sich stets für jünger, als er eigentlich ist. Nachts kann es passieren, dass er die Krankenschwester fragt, wer er ist und warum er hier ist. Er kann sich nicht an den Ablauf des vorherigen Tages erinnern. Er meint dazu: „Jeder Tag steht für sich allein, was auch immer er mir an Freude, was auch immer er mir an Kummer gebracht hat.“ Für H. M. gibt es kein Gestern.“ (Greenfield 2007: 70)

Anhang 3 - Der Fall Elliot

„Damasio (...) berichtet von einem Patienten mit dem Decknamen Elliot, der eine seltsame Unfähigkeit beim Treffen von Entscheidungen zeigte. Bei ihm musste ein Tumor im Bereich des rechten und linken Stirnlappens entfernt werden. Die Schädigung beschränkte sich auf den

Präfrontalkortex. In der Zeit nach der Operation veränderte sich Elliots Persönlichkeit. Elliot war nicht mehr Elliot. Seine Intelligenz, sein Denken, sein sprachlicher Ausdruck und seine Motorik waren zwar intakt, aber er war nicht mehr fähig, vernünftige Entscheidungen zu treffen oder einen Zeitplan einzuhalten. Sein Verhalten im Alltag veränderte sich bis zur Lebensuntüchtigkeit. Am Arbeitsplatz erging er sich in Nebensächlichkeiten, er stürzte sich in geschäftliche Abenteuer, schlug Warnungen von Freunden in den Wind und verlor seine Ersparnisse. Niemand verstand, wie ein Mann mit seiner reichen Geschäftserfahrung derart ruinöse finanzielle Risiken eingehen konnte. Elliot trennte sich von seiner Frau und seinen Kindern, ging noch eine kurze zweite Ehe ein und ließ sich dann endgültig treiben. Er hatte kein Einkommen mehr.

In den Untersuchungen hatte man sich zu sehr mit Elliots Intelligenz befasst und seinen Emotionen zu wenig Aufmerksamkeit geschenkt. Elliot wirkte emotional verarmt und ungewöhnlich distanziert. Von der Tragödie seines Lebens erzählte er mit einer Distanz, die in keinem Verhältnis zur Bedeutung der Ereignisse stand. Er verlor nie die Beherrschung und beschrieb seine Situation aus der Sicht eines unbeteiligten Zuschauers. Später erwähnte er, dass seine Gefühle sich seit seiner Erkrankung verändert hätten. Damasio meint, Elliots Situation lasse sich als ‚Wissen ohne zu fühlen‘ beschreiben.“ (Goller 2003: 52-53)

Anhang 4 - Der Fall David

„(...) David hat eine der gravierendsten Gedächtnisstörungen, die je dokumentiert wurden. Davids Gedächtnis war vollkommen normal bis zu dem Tag, an dem ihn eine schlimme Enzephalitis [Gehirnentzündung, MS] ereilte. (...) David war sechsundvierzig, als er die Krankheit bekam. Sie richtete großen Schaden in Davids linkem und rechtem Schläfenlappen an. Als der eigentliche Krankheitsprozess nach einigen Wochen abgeklungen war, stellte sich heraus, dass David nicht mehr in der Lage war, neue Fakten zu lernen. (...) Sein Gedächtnis war auf einen zeitlichen Ausschnitt von weniger als einer Minute eingeschränkt. (...) Davids Gedächtnisstörung ist umfassender als H.M.s, da er nicht nur keine neuen Fakten, sondern auch viele ältere Sachverhalte nicht abrufen kann. Detailliert und spezifisch kann er sich praktisch an keine Sache, keinen Menschen und kein Ereignis in seinem Leben erinnern. Der Gedächtnisverlust reicht fast bis zu seiner Geburt zurück.“ (Damasio 2009: 142-143)

Anhang 5 - Der Fall Joseph Paul Jernigan

„Joseph Paul Jernigan war 39 Jahre alt, als man ihn am 5. August 1993 in Huntsville, Texas, hinrichtete. Zwölf Jahre zuvor war er für den Mord am 76-jährigen Edward Hale verurteilt worden, für einen sinnlosen Mord, begangen beim Raub eines Mikrowellengrills. Der Prozess dauerte eineinhalb Tage. Jernigans Mordabsicht bejahten die Geschworenen in 15 Minuten, seine zukünftige Gefährlichkeit in sechs Minuten.

Für die Wissenschaft war Joseph Paul Jernigan die Rettung. Zwei Jahre lang hatte die *National Library of Medicine* nach einer perfekten Leiche gesucht - für das Human Visible Project, ein Projekt des 21. Jahrhunderts.

Jernigans Körper ist noch warm, als ihn die Wissenschaftler in Texas in Empfang nehmen und nach Colorado überführen. Er wird mit CT-Scannern vermessen, dann in kobaltblaue Gelatine eingegossen und auf minus siebzig Grad hinunter gefroren. Es geht um die Herstellung des ersten digitalen Anatomieatlasses. Millimeter für Millimeter wird Jernigan abgehobelt und digital fotografiert. Die Mahlerei dauert Monate. Bis nichts als blauer Staub übrig bleibt. 1995 tritt die National Library of Medicine erstmals mit den Daten des „Human Visible Projects“ an die Öffentlichkeit. Die Anatomie ist in ein neues Zeitalter eingetreten: Forschung, Lehre und chirurgische Simulation am unzerstörbaren, virtuellen und dennoch realen Körper, davon hat die

Wissenschaft bisher nur geträumt. Die Daten des Visible Man benötigen 15 Gigabytes und entsprechen 8 Millionen Buchseiten. Sie werden in über 850 Universitäten weltweit genutzt.

BLUE END ist die Geschichte einer digitalen Wiederauferstehung. Es ist die Joseph Paul Jernigans, der nicht ahnte, wie Wissenschaftler und Justiz mit Leuten wie ihm umgehen.“

Offizielle Inhaltsangabe der Berlinale 2000 über den Dokumentarfilms BLUE END, der die Geschichte von Joseph Paul Jernigan zeigt.⁴¹

⁴¹Online: Berlinale: *Blue End*.

GLOSSAR

ANOSOGNOSIE: das eigenartige Phänomen, dass manche Patienten ihre eigenen, teilweise gravierenden funktionalen Störungen nicht erkennen und auch auf Nachfrage und gegen alle Evidenzen daran festhalten, mit ihnen sei alles in Ordnung. Es gibt verschiedene Arten von Anosognosien: Die Unfähigkeit, bestimmte Aphasien oder sogar die eigene Blindheit wahrzunehmen etwa. (...) In schweren Fällen sind die Patienten linksseitig gelähmt und leugnen trotzdem, daß irgendetwas nicht normal ist. (...) Anosognosie tritt nur bei der Schädigung einer bestimmten rechtshemisphärischen Hirnregion auf (...); die Verleugnung der eigenen Krankheit beruht auf dem Verlust bestimmter kognitiver Funktionen.“ (Siebert 1998: 166)

ALLTAGSPSYCHOLOGIE: die Art und Weise, wie wir im Alltag mittels mentaler Begriffe wie Bedürfnisse, Absichten, Wünsche, Überzeugungen und Meinungen das Verhalten und Handeln unserer Mitmenschen erklären und vorhersagen.“ (Goller 2003: 151) **AMYGDALA (Mandelkern):** „an der medialen Fläche des Schläfenlappen gelegene Struktur des *Æ Limbischen Systems*; spielt eine zentrale Rolle bei der Verarbeitung von Emotionen, vor allem bei der Verarbeitung negativer, angstbesetzter oder furchteinflößender Reize. Die Zerstörung der Amygdala führt bei Tier und Mensch zum Verlust der Fähigkeit, furchteinflößende Situationen zu erkennen. Die A. moduliert und bewertet einkommende Informationen und trägt so in hohem Maße zu ihrer Speicherung oder Nichtspeicherung bei.“ (Goller 2003: 152)

ARISTOTELISMUS: die sich auf Aristoteles stützende Art des Philosophierens. Der A. wurde (...) bes. von den Arabern (...) und Juden (...) gepflegt und beherrschte seit dem 13. Jahrh. Das philosoph. Denken des Abendlandes, vermittelt insbes. durch Albert d. Gr. Und Thomas von Aquino, allerdings mit wesentlichen, durch das Christentum bedingten Änderungen. Dieser A. wurde die philosophische Grundlage der kath. Neuscholastik der Gegenwart.“ (Schmidt, H./Schischkoff, G. 1969: 35, Abkürz. i. O.) **BEHAVIORISMUS:** [von engl. *behaviour* (amerikanisch *behavior*)= Verhalten], (...) Bezeichnung für eine in den USA entwickelte Schule der objektiven Psychologie. Jede Form der Selbstbeobachtung wird hierbei abgelehnt, und subjektive Begriffe wie Empfindung, Denken, Ziel und - in der extremen Form - auch Gedächtnis und Antrieb werden aus der Psychologie verbannt. Beschrieben wird lediglich der Zusammenhang des beobachtbaren Verhaltens des Menschen mit den einwirkenden Umweltreizen (Reiz-Reaktions-Schema).“ (Koch 2007: 41)

CARTESIANISMUS: die Philosophie weniger des Descartes (lat. *Cartesius*) als die seiner Anhänger und Fortbildner; gekennzeichnet durch den Ausgang von der Selbstgewissheit des Bewusstseins (*cogito ergo sum*), durch den strengen Dualismus von Leib und Seele und durch die rationalistische math. Methode.“ (Schmidt H./Schischkoff, G. 1969: 84, Abkürz. i. O.) **„COGITO, ERGO SUM“:** „(...) René Descartes (1596-1650) fasste in seinem 1644 erschienenen Hauptwerk „*Principia philosophiae*“ die Ergebnisse seines Denkens und Forschens in der Aussage zusammen: *Haec cognitio: ego cogito, ergo sum, est omnium prima et certissima* („Diese Erkenntnis: ich denke, also bin ich, ist von allen die erste und zuverlässigste“). Bereits 1637 hatte er diesen Satz in seinem

anonym erschienenen „Discours de la méthode“ kurz und prägnant französisch formuliert: *Je pense, donc je suis*. Populär

wurde die lateinische verkürzte Form *Cogito, ergo sum* und die Übersetzung „Ich denke, also bin ich“. (Koch 2007: 37)

DUALISMUS: Lehre, dass alles aus jeweils zwei gegensätzlichen Prinzipien besteht. Nach der These des ontologischen Dualismus besteht die Wirklichkeit aus zwei exklusiven Gegebenheiten, aus Materie und Geist, Körper und Seele der Lebewesen.“ (Goller 2003: 153) **ERKLÄRUNGSLÜCKE:** das Fehlen einer vollständigen Erklärung trotz der Verwendung einer Theorie, welche die Vorgänge beschreibt. Der Ausdruck E. wird vor allem im Zusammenhang mit Erklärungen der Erlebnisqualitäten (Qualia) durch Gehirnprozesse verwendet. Erlebnisqualitäten lassen sich nicht durch einen Verweis auf ihre neuronalen Korrelate oder ihre kausale Rolle vollständig erklären.“ (Goller 2003: 155)

FUNKTIONALISMUS: Erklärungsmodell für das Körper-Geist Problem, nach dem sich der Geist zum Gehirn wie die Software zur Hardware in einem Computer verhält. Der F. betrachtet geistige Zustände als abstrakte funktionale Zustände, die materiell auf verschiedene Weise realisiert werden können, und identifiziert sie mit ihrer kausalen Rolle, die sie im Gesamtsystem einnehmen.“ (Goller 2003: 156)

GESTALTPSYCHOLOGIE: Eine Forschungsdisziplin der Psychologie, die sich vor allem mit der visuellen Wahrnehmung beschäftigt und mit Nachdruck die Auffassung vertrat, dass Wahrnehmung eine Rekonstruktion der sensorischen Information im Gehirn sei, die auf einer Analyse der Beziehung zwischen einem Objekt und seiner Umgebung beruht.“ (Kandel 2009: 465)

HOMUNCULUS (,Menschlein‘): topographische, gegenüber der Wirklichkeit in ihren Proportionen verzerrte Abbildung des menschlichen Körpers auf der Hirnrinde oder in anderen Bereichen (Kernen) des Gehirns.“ (Goller 2003: 157) **HOMUNCULUS-VORSTELLUNG:** die Vorstellung, dass es im Gehirn eine Zentralinstanz gibt, einen Homunkulus, der alle Fäden in der Hand hält und der für Wahrnehmen, Denken, Entscheiden und Handeln zuständig ist; nicht zu verwechseln mit der Abbildung des menschlichen Körpers auf der Hirnrinde.“ (Goller 2003: 157)

IDENTITÄTSTHEORIE: Lehre, nach der Erscheinungen scheinbar verschiedener Art genau dasselbe sind. Als Erklärungsmodell für das Körper-Geist-Problem besagt die materialistische I., dass alle geistigen Zustände mit neuronalen Zuständen identisch sind. Erleben und Bewusstsein sind genau dasselbe und nichts anderes als neurobiologische oder physikalische Vorgänge.“ (Goller 2003: 158) wörtl. Insichhineinsehen, syn. Selbstbeobachtung, **INTROSPEKTION:**

Erlebnisbeobachtung.“ (Dorsch 1987: 319)

KÖRPER-GEIST-PROBLEM (Leib-Seele-Problem): die Frage, wie der Körper auf den Geist und der Geist auf den Körper einwirkt bzw. in welchem Verhältnis beide überhaupt zueinander stehen.“ (Goller 2003: 159)

LEIB-SEELE-PROBLEM (Körper-Geist-Problem): die Frage nach dem Zusammenhang zwischen Leib (Körper) und Seele (Geist, Bewusstsein) des Menschen und anderer höherer Lebewesen.“ (Goller 2003: 160)

LIMBISCHES SYSTEM: Miteinander eng verknüpfte Strukturen des Gehirns, darunter *Æ Hippocampus* und *Æ Mandelkern (Amygdala)*, die maßgeblich an der Entstehung und

Kontrolle von emotionalem Verhalten (Angst, Wut, Sexualität, Aggression), an Lernprozessen und an der Gedächtnisbildung beteiligt sind.“ (Witte./Süssemilch 2008: 151) **LOBOTOMIE:** Durchschneiden von Nervenbahnen im Frontallappenbereich des Gehirns bei schwerer Schizophrenie und Zwangszuständen.“ (Dorsch 1987: 393) **NICHTSUBSISTENZ DER SEELE:** siehe Subsistenz

PHRRENOLOGIE: die Lehre, aus der Schädelform den Charakter bzw. die Begabung des Menschen erweisen zu können. Auch gelegentlich Kraniologie bzw. Kranioskopie (Schädelschau) genannt.“ (Dorsch 1987: 490)

PNEUMA: (griech.), Hauch, ätherisches Feuer; Seele, Lebenskraft, Geist. In der christlichen Theologie der Heilige Geist (pneuma hagion). Die Entwicklung des P.-Begriffes ist wichtig für den Werdegang des Geist-Begriffes. - Pneumatologie, die Lehre vom Geist.“ (Schmidt, H./Schischkoff, G. 1969: 480)

PRIMING: versteht man die verbesserte Fähigkeit zur Verarbeitung, Wahrnehmung oder Identifikation eines Reizes, die darauf beruht, dass der Reiz kurz zuvor verarbeitet worden ist.“ (Kandel E./Squire L. 2007: 197)

PSYCHOPHYSISCHER PARALLELISMUS: Erklärungsmodell für das Körper-Geist-Problem. Der psychophysische P. leugnet jede kausale Wechselwirkung zwischen Körper und Geist. Sowohl der Bereich des Körperlichen als auch der Bereich des Geistigen sind in sich kausal geschlossen. Körperliche und geistige Vorgänge laufen parallel ab, so wie zwei unverbundene Uhren, die von Gott bei der Erschaffung der Welt synchronisiert wurden. Körper und Geist liegt eine gemeinsame Wirklichkeit zugrunde, die selbst weder körperlicher noch geistiger Natur ist.“ (Goller 2003: 162)

QUALIA: (Einzahl Quale; von lat.:*qualis*= wie beschaffen).“ (Koch 2007: 36)

„Qualitative Bewusstseinszustände (Erlebnisqualitäten) wie z. B. Gefühle (Freude, Trauer, Wut, Ärger, Scham, Ekel), Körperempfindungen (Schmerzen, Hunger, Durst, Wärme, Kälte) und Sinnesqualitäten (Farben, Töne, Gerüche). Q. besitzen einen spezifischen phänomenalen Gehalt: Es fühlt sich auf eine bestimmte Art und Weise an, sie zu haben. Q. setzen ein erlebnisfähiges Subjekt voraus.“ (Goller 2003: 163)

RATIONALISMUS: (lat.), Verstandes- bzw. Vernunftsstandpunkt, Gesamtheit der philos. Richtungen, die irgendwie die Vernunft (ratio), das Denken (...) in den Mittelpunkt ihrer Betrachtungen stellen. (...) Der R. ist die Denkweise der Aufklärung und teilt deren Optimismus, insofern er an eine unbegrenzte menschl. Erkenntniskraft glaubt, die sich über kurz oder lang alles Seienden geistig bemächtigen wird. Für den R. gibt es nur vorläufig, nicht aber grundsätzlich unlösbare Probleme.“ (Schmidt, H./Schischkoff, G. 1969: 501, Abkürz. i.O.)

REKURRENTES NEURONALES NETZ: [von lat.*recurre*= zurückkehren], ein künstliches neuronales Netz, welches Rückkopplungen enthält. In den Anwendungen von künstlichen neuronalen Netzen sind rekurrente Netze nicht so verbreitet wie vorwärtsgekoppelte Netze, dies vor allem auch, weil rekurrente Netze schwer zu analysieren sind. Anwendungen rekurrenter Netze sind hauptsächlich im Bereich der Optimierung zu finden.“ (Churchland 2007: 252)

REM-SCHLAF (Rapid-Eye-Movement-Schlaf): Zusammen mit dem Tiefschlaf Teil des normalen Schlafzyklus. REM-Schlaf ist durch rasche Augenbewegungen, Lähmungen der Willkürmuskulatur sowie häufige und lebhaft Traumaaktivität charakterisiert.“ (Koch 2005: 379)

SCHOLASTISCHE PHILOSOPHIE, SCHOLASTIK: (lat. *scholasticus*= zur Schule gehörig, Schüler und Lehrer) nennt man die Philosophie des Mittelalters, besonders von Scotus Erigena bis zur Reformation (9. - 16. Jahrh.). Die Scholastik steht im Dienste der Kirche (*ancilla theologiae*), deren Dogmen sie zu verteidigen und logisch zu begründen sucht. Sie bedient sich dabei der Reste der antiken Philosophie. Jede ihrer Untersuchungen verwandelt sich in eine Kontroverse, welche die notwendige Folge des Widerstreits zwischen Vernunft und Offenbarung ist.“⁴²

SOMATISCHE MARKER: nach Damasio angenehme oder unangenehme Körpersignale (somatische Zustände) wie zum Beispiel ein ‚komisches Gefühl im Bauch‘ oder eine unangenehme Empfindung in der Magengegend, die gemeinsam mit einer Vorstellung wahrgenommen werden bzw. diese ‚markieren‘. Sie erhöhen die Schnelligkeit und Genauigkeit von Entscheidungsprozessen, indem sie uns helfen, gefährliche oder ungünstige Wahlmöglichkeiten ins rechte Licht zu rücken und rasch aus allen weiteren Überlegungen auszuklammern.“ (Goller 2003: 165)

SUBSISTENZ DER SEELE: (vom lat. *subsistere*, „standhalten“), das Substanzsein, das Bestehen durch sich selbst.“ (Schmidt, H./Schischkoff, G. 1969: 596) [Bezüglich der Seele ist damit gemeint, dass sie sich selbst erhalten kann und dafür keinen Träger (Körper) benötigt. Die gleichzeitige „Nichtsubstanz“ der Seele ist also auch nicht als Widerspruch zu sehen, sondern der Begriff wird im Sinne von „wird durch den Körper vollkommen gemacht“ verwendet, MS.]

SUBSTANZDUALISMUS: die These, wonach der Geist ein nichtphysischer, der Körper dagegen ein physischer Gegenstand ist.“ (Ravenscroft 2008: 347) **TABULA RASA:** „(lat.), unbeschriebene Tafel, nannten die Stoiker und später die Empiristen und Sensualisten die Seele, wie sie bei der Geburt des Menschen ist. Sie verglichen sie also einer unbeschriebenen Schreibtafel, weil sie noch leer von Vorstellungen ist, und erst in der Entwicklung des Lebens sich mit den Vorstellungen erfüllt.“⁴³

VENTRIKEL: „[lat. *ventriculus*...], Ausbuchtung im Gehirn. Gehirnkammer.“ (Dorsch 1987: 724)

⁴²Online: Kirchner: *Wörterbuch der philosophischen Grundbegriffe*.

⁴³Ebd.

PERSONENVERZEICHNIS

AQUIN von, Thomas: (1224/25-1274), Kirchenlehrer, Theologe und Philosoph, beeinflusste nachhaltig bis heute Theologie und Kirche insbesondere im katholischen Bereich.

ARISTOTELES: (384-322 v. Chr.), griechischer Philosoph. Zusammen mit Platon und Sokrates gehört er zu den berühmtesten und bedeutendsten Philosophen des Altertums.

BALABAN, Evan: Associate Professor im Behavioral Neurosciences Program & Psychology Department an der *McGill University* in Montreal.

BATES, Elizabeth: (1947-2003), Professorin für Psychologie und Kognitionswissenschaften an der *University of California, San Diego*.

BROCA, Paul: (1824-1880), französischer Anthropologe und Chirurg, entwickelte zahlreiche anthropologische Messinstrumente, so auch zur Schädelmessung. Anfang der 1860er-Jahre des 19. Jahrhunderts stellte er fest, dass bei bestimmten Sprachstörungen (motorische Aphasie) regelmäßig eine Läsion in der dritten linken Hirnwindung bei der Sektion zu beobachten war. Er schloss daraus, dass an dieser Stelle der Hirnrinde ein Sprachzentrum vorhanden sein müsse. [„Broca-Areal“, MS].

CHALMERS, David: (* 1966) ist ein australischer Philosoph. Nach längerer Lehrtätigkeit an der *University of Arizona* in Tucson forscht Chalmers heute halbjährlich an der *New York University* und halbjährlich an der *Australian National University* (Canberra) und ist Direktor des dortigen *Centre for Consciousness*. Seine Hauptarbeitsgebiete liegen im Bereich der Sprachphilosophie und der Philosophie des Geistes. Dort gilt er als einer der wichtigsten Vertreter des (Eigenschafts-) Dualismus.

CHARCOT, Jean-Martin: (1825-1893) wurde bekannt als französischer Psychiater und Hypnotiseur, der wichtige Entdeckungen auf dem Gebiet der Pathologie des Nervensystems machte. Berühmtheit erlangte er auch als er hysterische Anfälle unter Hypnose demonstrierte. Er war der Meinung dass der Zustand der Hypnose, den Charcot für eine auslösbare künstliche Neurose hielt, nur hysterischen Menschen gelingt. Die Empfänglichkeit für Hypnose wurde von ihm als ein hysterisches Symptom bewertet. Der berühmteste Schüler von Charcot war *Æ Sigmund Freud*. Freud`s Studienaufenthalt bei Charcot 1885/1886 wurde für ihn zum Schlüsselerlebnis.

CHURCHLAND, Paul M.: (* 1942) ist ein an der *University of California* (San Diego) lehrender kanadischer Philosoph. Er ist Ehemann der Philosophin Patricia Churchland. Sein Hauptarbeitsgebiet liegt in der Philosophie des Geistes und der Neurophilosophie. **CRICK, Francis:** (1916-2004) britischer Biochemiker, ab 1977 Professor am *Salk Institute* in La Jolla; entdeckte durch Röntgenstrukturanalyse zusammen mit J. D. Watson die Doppel-Helix-Struktur der DNS, wofür beide 1962 den Nobelpreis für Medizin erhielten. Am *Salk Institute* beschäftigte Crick sich dann auch mit Grundfragen der Neurobiologie, insbesondere mit der Systematisierung der unterschiedlichen hierarchischen Ebenen des Nervensystems und der Erarbeitung von Gehirnmodellen zum Verständnis der unterschiedlichen neuronalen Netzwerkschaltungen.

CROWLEY, Justin: Assistant Professor, Department of Biological Sciences, *Carnegie Mellon University* in Pittsburgh.

DAMASIO, Antonio R: Professor für Neurologie und Leiter des Department of Neurology an der *University of Iowa*. Mit seinen Forschungen zur Neuropsychologie gilt er als international anerkannte Autorität. Damasio ist Träger des Beaumont- und des Ipsen-Preises sowie (zusammen mit seiner Frau, der Neurologin Hanna Damasio) des Pessoa-Preises. **DESCARTES, René:** (1596-1650), französischer Philosoph, Mathematiker und Physiker. Gilt als Begründer des modernen Rationalismus. Er lehrte die Befreiung vom Dogmatismus und die Anwendung der Ratio. Er führte die mathematische Weise in die Philosophie ein und befreite sie vom Glauben.

DENNETT, Daniel C.: (* 1942), Direktor des *Center for Cognitive Studies* und *Distinguished Professor of Arts Sciences*. Er ist einer der bekanntesten Gegenwartsautoren in der Philosophie des Geistes und hat eine große Anzahl von Büchern und Aufsätzen zu Themen dieses Bereichs veröffentlicht. Dennett ist Mitglied in einer Vielzahl akademischer Organisationen und als Herausgeber einer Reihe von Fachzeitschriften aktiv. **EDELMANN, Gerald Maurice:** Biochemiker und Mediziner, 1972 ausgezeichnet mit dem Nobelpreis für Medizin. Er begründete das *Neurosciences Institute* in San Diego, Kalifornien, eines der gegenwärtig besonders renommierten Einrichtungen der Hirn- und Bewusstseinsforschung, und leitet derzeit die neurobiologische Abteilung des *Scripps Research Institute* in La Jolla.

EHRlich, Paul: (1854-1915), war ein deutscher Chemiker, Arzt, Serologe und Immunologe. Er gilt mit seinen Forschungen als Begründer der Chemotherapie und entwickelte als erster eine medikamentöse Behandlung gegen Syphilis. Außerdem war er beteiligt an der Entwicklung des Serums gegen Diphtherie. 1908 erhielt er zusammen mit Ilja Iljitsch Metschnikow den Nobelpreis für Physiologie oder Medizin für die Begründung der Immunologie.

EYSENCK, Hans: (1916-1997), war ein deutsch-britischer Psychologe, der besonders mit seinen Forschungen zur menschlichen Intelligenz und Persönlichkeit bekannt wurde. **FREUD, Sigmund:** (1856-1939), österreichischer Neurologe und Begründer der Psychoanalyse. Lebte vom 4. Lebensjahr an in Wien. Nach seinem Medizinstudium arbeitete er an der Erforschung von Gehirn- und Rückenmarkserkrankungen. Nach einem Studienaufenthalt in Paris eröffnete Freud 1886 eine Privatpraxis für Psychiatrie in Wien. Hier beschäftigte er sich zunehmend mit Fragen der Hysterie und der Wirkung von Hypnose und Suggestion bei psychischen Störungen. Freud räumte den psychischen Prozessen des neurotischen Erlebens einen immer größeren Raum ein und entwickelte darüber seine Theorie der Psychoanalyse, deren theoretische Basis um 1905 weitgehend ausgearbeitet war. Dabei sprach er dem Unbewussten und insbesondere den sexuellen Erlebnissen eine besondere Bedeutung zu, was immer wieder kontrovers diskutiert wurde. Nach dem Einrücken der Nationalsozialisten in Wien 1938 emigrierte Freud nach England. **FRIEDERICI, Angela D.:** (* 1952), Direktorin am *Max-Planck-Institut für Kognitions- und Neurowissenschaften* in Leipzig. International anerkannt als Expertin auf dem Gebiet Neuropsychologie und Neurolinguistik.

GALL, Franz Joseph: (1758-1828), deutscher Arzt und Anatom; begründete die stark umstrittene Lehre von der Phrenologie.

GALVANI, Luigi: (1737-1798), italienischer Arzt, Anatom und Biophysiker. **GOLLER, Hans:** (* 1942), Studium der Philosophie, Psychologie und Theologie. Seit 2000 Universitätsprofessor für Christliche Philosophie an der *Universität Innsbruck*. **GREENFIELD, Susan A.:** (* 1950), Professorin für Pharmakologie an der *Oxford University* und eine der einflussreichsten Frauen in der britischen Wissenschaft. 1994 hielt sie als erste Frau die berühmten „Christmas Lectures“ der *Royal Institution* - nach 165 Jahren männlicher Dominanz auf dem Katheder. Inzwischen zur Baroness geadelt - Mitglied im *House of Lords*, Autorin von acht Bestsellern über das Gehirn und mehr als 170 Fachaufsätzen. Hat Psychologie und Philosophie studiert, bevor sie sich den Neurowissenschaften zuwandte.

HEBB, Donald O.: (1904-1985), wird als Vater der kognitiven Psychobiologie angesehen. Er war Professor für Psychologie an der *McGill University* in Montreal, Kanada. **HESS, Walter Rudolf:** (1881-1973), 1949 erhielten er und *Æ António Egas Moniz* gemeinsam den Nobelpreis für Physiologie oder Medizin: Hess für die „Entdeckung der funktionalen Organisation des Zwischenhirns für die Koordination der Tätigkeit von inneren Organen“, und Moniz „für die Entdeckung des therapeutischen Wertes der präfrontalen Leukotomie bei gewissen Psychosen“.

HOBSON, J. Allan: (* 1933), emeritierter Professor für Psychiatrie an der *Harvard Medical School*, Cambridge, Massachusetts. Er ist bekannt für seine Untersuchungen zum REM-Schlaf.

JACKSON, John Hughlings: (1835-1911) britischer Neurologe, Mitbegründer der modernen Neurologie. Jackson arbeitet u. a über die Ursachen der Aphasie und verschiedener motorischer Störungen; seine Erklärungen gehen von einem prinzipiell zweistufigen, hierarchisch gegliederten der Sensomotorik aus. Bei Gehirnverletzungen sind demnach die auftretenden Symptome meist Ausdruck der Dysfunktion tieferer Zentren, die in den höheren infolge der Läsion nicht mehr kontrolliert werden können. **JAMES, William:** (1842-1910) amerikanischer Neuropsychologe, ab 1880 Professor für Physiologie, dann Philosophie und Psychologie an der *Harvard University* in Cambridge. Er prägte die Bezeichnung „stream of consciousness“ und bereitete den Boden für den psychologischen Funktionalismus. Seine Theorie der Gefühle wurde unter dem Namen „James-Lange-Theorie der Emotionen“ bekannt und kehrte die Annahme, Emotionen erzeuge Verhalten, um.

KANDEL, Eric R.: (* 1929), ist einer der bedeutendsten Neurowissenschaftler des 20. Jahrhunderts. Er emigrierte 1939 in die USA, studierte Geschichte und Literatur an der *Harvard University* und danach Medizin an der *New York University*. Seit 1974 ist Kandel Professor an der *Columbia*

University in New York. Für seine Forschung, darunter die Entdeckung eines Proteins, das eine Schlüsselrolle beim Lernen und Erinnern spielt und als ‚E = mc² des Geistes‘ (DIE ZEIT) bezeichnet worden ist, erhielt er im Jahr 2000 den Nobelpreis für Medizin.

KOCH, Christof: Der im Mittleren Westen der USA geborene Forscher wuchs in den Niederlanden, Deutschland, Kanada und Marokko auf. Er studierte Physik und Philosophie an der *Universität Tübingen* und promovierte am dortigen *Max-Planck-Institut* für Biokybernetik. Heute ist er Professor für Kognitive Biologie und Verhaltensbiologie am *California Institute of Technology* in Pasadena. Von 1989 bis zu dessen Tod im Jahr 2004

arbeitete Koch mit dem Medizin-Nobelpreisträger Æ Francis Crick eng zusammen. Die beiden Forscher einte der Ehrgeiz, die neurobiologischen Grundlagen des Bewusstseins aufzuklären.

LEUZINGER-BOHLEBER, Marianne: (* 1947), schweizer Psychoanalytikerin, seit 2002 Direktorin des *Sigmund-Freund-Instituts* in Frankfurt.

LLINAS, Rodolfo: (* 1934), kolumbianisch-US-amerikanischer Professor der Neurowissenschaft, medizinische Fakultät der *University of New York*. **LURIJA, A. R.:** (1902-1977), russischer Neuropsychologe, Mitbegründer der kulturhistorischen Schule für Psychologie. Bahnbrechende Arbeiten zur Aphasie und zur Rolle der Sprache in der geistigen Entwicklung des Kindes.

MARKOWITSCH, Hans Joachim: (* 1949), Professor für Physiologische Psychologie an der *Universität Bielefeld*. Er studierte Psychologie und Biologie an der *Universität Konstanz*, hatte Professuren für Biopsychologie und Physiologische Psychologie an den Universitäten von Konstanz, Bochum und Bielefeld inne und erhielt Rufe auf Professuren für Psychologie und Neurowissenschaften an australische und kanadische Universitäten. Er kooperiert mit Wissenschaftlern an in- und ausländischen Universitäten und Max-Planck-Instituten. Seine Forschungsgebiete sind in den Bereichen von Gedächtnis und Gedächtnisstörungen, sowie Wechselwirkungen zwischen Gedächtnis und Emotion.

MAGNUS, Albertus: (1200-1280), war ein deutscher Gelehrter und Bischof, der wegbereitend für den christlichen Aristotelismus des hohen Mittelalters war. Im Jahr 1622 wurde er selig und am 16. Dezember 1931 von Papst Pius XI. heilig gesprochen und zum Kirchenlehrer erklärt.

MARCUS, Gary: (* 1970), lehrt und forscht als außerordentlicher Professor für Psychologie an der *University of New York* und ist Direktor des *NYU Infant Language Center*. **MCGINN, Colin:** (* 1950), ist ein britischer Philosoph, der lange Zeit an der *Rutgers University* in New Jersey gelehrt hat; seit 2006 hat er eine Professur für Philosophie an der *University of Miami* inne. Seine Hauptarbeitsgebiete sind Philosophie des Geistes und Metaphysik.

MEDAWAR, Peter: (1915-1987), war ein englischer Biologe, Zoologe und Anatom. Im Jahr 1960 erhielt er zusammen mit Frank M. Burnet den Nobelpreis für Physiologie oder Medizin „für ihre Entdeckung der erworbenen immunologischen Toleranz“. **METZINGER, Thomas:** (* 1958), seit 2000 Professor an der *Johannes Gutenberg-Universität Mainz*, wo er den Arbeitsbereich Theoretische Philosophie leitet. Seine Arbeitsschwerpunkte sind die analytische Philosophie des Geistes, Wissenschaftstheorie und philosophische Probleme der Neuro- und Kognitionswissenschaften sowie der Künstliche-Intelligenz-Forschung, außerdem Verbindungen zwischen Ethik, Philosophie des Geistes und Anthropologie. Seit 1995 *Board Member* der *Association for the Scientific Study of Consciousness*.

MILNER, Brenda: (* 1918), ist Mitbegründerin und Pionierin der kognitiven Neurowissenschaften, einer Disziplin, die die Erforschung des Gehirns mit dem Verstehen mentaler Prozesse verbindet.

Milner studierte erst Mathematik, dann Psychologie und wanderte Ende der Vierzigerjahre mit ihrem Mann nach Kanada aus. Durch den Fall H. M.

hat Brenda Milner die wichtige Rolle des Schläfenlappens und insbesondere des Hippocampus für das Lernen und Erinnern aufgedeckt.

MONIZ, Antònio Egas: (1874-1955) portugiesischer Neurologe, Neurochirurg und Politiker. Langjährige Tätigkeit als Abgeordneter, Außenminister und Gesandter. Er entwickelte eine Röntgenmethode zur Untersuchung der Hirndurchblutung beim lebenden Menschen mittels Kontrastmittelinjektion (cerebrale Angiographie). 1935 durchtrennte er erstmalig bei Patienten mit schwerer Psychose die Nervenfasern zwischen Frontallappen und den tieferen Hirnregionen (Leukotomie) und begründete damit die Psychochirurgie. 1949 erhielt er zusammen mit W. R. Hess den Nobelpreis für Medizin.

NAGEL, Thomas: (* 1937), ist ein amerikanischer Philosoph, der an der *New York University School of Law* lehrt.

PINEL, Philipp: (1745-1826), war ein französischer Psychiater und seit 1794 leitender Arzt am *Hôpital Salpêtrière* und setzte dort zuerst eine ärztliche Behandlung ohne Zwangsmaßnahmen durch. Um die Ausbildung der Psychiatrie zur Wissenschaft erwarb er sich große Verdienste, darüber hinaus auch um die gesamte Auffassung vom biologischpathologischen Geschehen.

PLATON: (427-347 v. Chr.), der erste große Meilenstein in der Geschichte der Philosophie. Philosophen gab es auch vor ihm schon, aber ein solch umfangreiches und der Nachwelt erhalten gebliebenes philosophisches System bzw. literarisches Werk hat vor ihm kein anderer Mensch geschaffen. Zusammen mit seinem Schüler Aristoteles - der später vielfach andere Positionen vertrat als sein Lehrer - gilt er als einer der zwei größten Philosophen des Altertums und als einer der größten Philosophen aller Zeiten.

PUTNAM, Hilary: (* 1926), amerikanischer Philosoph. Er gilt als eine der Schlüsselfiguren der Sprachphilosophie und der Philosophie des Geistes im 20. Jahrhundert.

QUINE, W. V. O.: (1908-2000), war ein US-amerikanischer Philosoph und Logiker. Quine gilt als bedeutender Vertreter der Analytischen Philosophie und des philosophischen Naturalismus.

RAMACHANDRAN, Vilayanur: (* 1951), ist ein indischer, in den USA arbeitender Neurologe. Seit 1998 hat er eine Professur am Lehrstuhl für Psychologie und Neurowissenschaft der *University of California*, San Diego, inne, wo er auch am *Salk Institute* von Nobelpreisträger Francis Crick lehrt. Zudem leitet er *das Center for Brain and Cognition*. **SACKS, Oliver:** Professor für Neurologie und Psychiatrie am *Columbia University Medical Center*. Gemeinsam mit dem russischen Neuropsychologen Alexander R. Lurija greift er auf die medizinisch-literarische Tradition des 19. Jahrhunderts zurück, die bei der wissenschaftlichen Betrachtung den kranken Menschen in den Mittelpunkt stellte. Lurija nannte dies eine „romantische“ Wissenschaft.

SIEGEL, Daniel J.: ist Klinischer Professor für Psychiatrie an der *University of California* in Los Angeles. Dort ist er Mitglied des *Center of Culture, Brain and Development* der medizinischen Fakultät. Er ist auch Direktor des *Mindsight Institute*, das sich der Frage widmet, wie die Entwicklung von Einsicht und Empathie von Individuen, Familien und Gemeinschaften verbessert werden kann, indem man die Nahtstellen zwischen menschlichen Beziehungen und grundlegenden Prozessen untersucht.

SINGER, Wolf: Seit 1981 Direktor am *Max-Planck-Institut* für Hirnforschung in Frankfurt/Main. Seine Forschung ist der Aufklärung der neuronalen Grundlagen kognitiver Funktionen gewidmet. Heute befassen sich die meisten Projekte mit dem sogenannten Bindungsproblem. Kognitive Funktionen beruhen auf der gleichzeitigen Verarbeitung einer Vielzahl unterschiedlicher Sinnessignale in weit verteilten Regionen der Hirnrinde. Wie die Teilprozesse zusammengebunden werden, um kohärente Wahrnehmungen zu ermöglichen, ist eines der zentralen Forschungsthemen.

SOLMS, Mark: (* 1961), Neurowissenschaftler, Psychoanalytiker, Leiter der Abteilung für Neuropsychologie am *Groote Schuur Hospital* in Kapstadt sowie seit 2005 Professor für Psychiatrie am *Mount Sinai Hospital* in New York, sowie Herausgeber und Übersetzer der „Complete Neuroscientific Works“ (Gesammelten Neurowissenschaftlichen Werke) von Sigmund Freud. Solms strebt eine Synthese aus Neurologie und Psychoanalyse an und war Gründungsherausgeber der Zeitschrift „Neuro-Psychoanalysis“, deren Beirat Hirnforscher wie Antonio Damasio oder Wolf Singer angehören.

SPINOZA: (1632-1677), niederländischer Philosoph mit sephardischen (iberisch-jüdischen) Vorfahren. Er wird dem Rationalismus zugeordnet und gilt als einer der Begründer der modernen Bibelkritik.

SÜDHOF, Thomas: (* 1955), deutscher Biochemiker. Professor für molekulare und zelluläre Physiologie, Psychiatrie und Neurologie an der medizinischen Fakultät in der *Stanford University*.

SQUIRE, Larry R.: Professor für Psychiatrie, Neurowissenschaften und Psychologie an der *University of California* in San Diego.

TONONI, Giulio: Professor für Psychiatrie an der *University of Wisconsin*, Madison, und Senior Fellow für Theoretische und Experimentelle Neurobiologie am *Neurosciences Institute*. Er arbeitet hauptsächlich auf dem Gebiet der Schlaf- und Bewusstseinsforschung. **TURNBULL, Oliver:** Neuropsychologe, zurzeit forscht er am *Center for Cognitive Neuroscience* der *University of Wales*.

WELZER, Harald: (* 1958), Direktor des *Center for Interdisciplinary Memory Research* am *Kulturwissenschaftlichen Institut Essen* und Forschungsprofessor für Sozialpsychologie an der *Universität Witten/Herdecke*. Seine Forschungsschwerpunkte liegen in den Bereichen der Erinnerungs- und Gedächtnisforschung, der Gewaltforschung und der Methodologie. **WERNICKE, Carl:** (1848-1905) deutscher Psychiater, 1895-1900 Professor in Berlin, danach in Breslau, ab 1904 in Halle. Entdecker des sensorischen Sprachzentrums (Wernicke-Zentrum) im Gehirn.

WILLIS, Thomas: (1621-1675), war ein englischer Arzt und gilt als einer der Begründer der Anatomie des Nervensystems. Er entdeckte unter anderem den nach ihm benannten Arterienring zur Blutversorgung des Gehirns

WUNDT, Wilhelm: (1832-1920), war Physiologe, Philosoph (v. a. Logik und Erkenntnistheorie) und Psychologe. Wundt gilt als Begründer der Psychologie als eigenständiger Wissenschaft und als Mitbegründer der Völkerpsychologie.

LITERATURVERZEICHNIS

MONOGRAPHIEN

Aristoteles. (1995). *De anima. Über die Seele*. Hamburg: Meiner. Brockman, John. (1995). *The Third Culture: Beyond the Scientific Revolution*. New York: Simon & Schuster.

- Churchland, P. M. (2000). *A Neurocomputational perspective: the nature of mind and the structure of science*. Massachusetts: MIT Press.
- Churchland, P. M. (2007). *Neurophilosophy at Work*. Cambridge/UK, New York: Cambridge University Press.
- Damasio, Antonio R. (2004). *Looking for Spinoza*. London: Vintage.
- Damasio, Antonio R. (2006). *Descartes' error: Emotion, reason and the human brain*. London: Vintage.
- Damasio, Antonio R. (2009). *Ich fühle, also bin ich. Die Entschlüsselung des Bewusstseins*. Berlin: List.
- Descartes, R. (1996). *Die Leidenschaften der Seele*. Hamburg: Meiner.
- Dennett, Daniel. C. (1991). *Consciousness explained*. Boston/Toronto/London: Little, Brown and Company.
- Dorsch, Friedrich (Hrsg.). (1987). *Psychologisches Wörterbuch*. Bern/Stuttgart/Toronto: Hans Huber.
- Edelman M./Tononi G. (2002). *Wie aus Materie Bewusstsein entsteht*. München: C. H. Beck.
- Gadenne, Volker. (1996). *Bewusstsein, Kognition und Gehirn - Einführung in die Psychologie des Bewusstseins*. Bern: Hans Huber.
- Gibson, James J. (1982). *Die Sinne und der Prozess der Wahrnehmung*. Bern: Hans Huber. Goller, Hans. (2003). *Das Rätsel von Körper und Geist*. Darmstadt: Wissenschaftliche Buchgesellschaft.
- Herrmann, Ulrich (Hrsg.). (2006). *Neurodidaktik - Grundlagen und Vorschläge für gehirngerechtes Lehren und Lernen*. Weinheim/Basel: Beltz.
- Hunt, Andrew. (2009). *Pragmatisches Denken und Lernen: refactor your wetware!* München: Carl Hanser.
- Kandel, Eric. (2009). *Auf der Suche nach dem Gedächtnis*. München: Wilhelm Goldmann.
- Koch, Christof. (2005). *Bewusstsein. Ein neurobiologisches Rätsel*. München: Spektrum Akademischer Verlag.
- LeDoux, J. E. (1998). *Das Netz der Gefühle: wie Emotionen entstehen*. München: dtv.
- Lenk, Hans. (2001). *Kleine Philosophie des Gehirns*. Darmstadt: Wissenschaftliche Buchgesellschaft.
- Marcus, Gary. (2005). *Der Ursprung des Geistes. Wie Gene unser Denken prägen*. Darmstadt: Wissenschaftliche Buchgesellschaft.
- McGinn, C. (2001). *Wie kommt der Geist in die Materie? Das Rätsel des bewussten Erlebens*. München: Beck.
- Pospeschill, Markus. (2004). *Konnektionismus und Kognition - Eine Einführung*. Stuttgart: W. Kohlhammer.

Ravenscroft, Ian. (2008). *Philosophie des Geistes. Eine Einführung*. Stuttgart: Reclam.

Schmidt, Heinrich/Schischkoff, Georgi. (1969). 18. Auflage. *Philosophisches Wörterbuch*. Stuttgart: Alfred Kröner.

Schneider, S. (2007). *Daniel Dennett on the Nature of Consciousness*. For: Blackwell Companion to Consciousness. University of Pennsylvania.

Schwarz-Friesel, Monika. (2007). *Sprache und Emotion*. Tübingen: Narr Francke Attempto. Solms, Mark/Turnbull, Oliver. (2009). *Das Gehirn und die innere Welt. Neurowissenschaft und Psychoanalyse*. 3. Auflage. Düsseldorf: Patmos.

VORLESUNG AUF DVD

Metzinger, Thomas. (2009). *Philosophie des Bewusstseins*. DVD 1-5. Ulrich, Bernd (Hrsg.). Jokers Edition. Müllheim: Auditorium-Netzwerk.

ZEITSCHRIFTENARTIKEL

Elger, E., Christian et al. (2004). *Das Manifest*. In: Gehirn und Geist Nr. 6, 30-37. Heidelberg: Spektrum.

Berhorst, Ralf. (2008). *Operation mit dem Eisenpickel*. In: GEO kompakt Nr. 15, 126-131. Hamburg: Gruner & Jahr KG.

Bower, James M./Parsons, Lawrence M. (2003). *Rätsel Kleinhirn*. In: Spektrum der Wissenschaft Nr. 11/2003, 60-68. Heidelberg: Spektrum.

Churchland, P. M. (Jan. 1985). *Reduction, Qualia, and the Direct Introspection of Brain States*. In: The Journal of Philosophy, Vol. 82, Issue 1, 8-28. New York.

Eberle, Ute. (2008). *Kartograph des Schädels*. In: GEO kompakt Nr. 15, 50-51. Hamburg: Gruner & Jahr KG.

Engeln, Henning. (2008). *Die Erfindung des Ich*. In: GEO kompakt Nr. 15, 78-89. Hamburg: Gruner & Jahr KG.

Grolle, J./Traufetter, G. (2003). „*Hirne verändern sich*“. In: Spiegel Special Nr. 4, 72-75. Hamburg: Spiegel.

Kast, Bas. (2008). *Ich fühle, also bin ich*. In: GEO kompakt Nr. 15, 37-41. Hamburg: Gruner & Jahr KG.

Koch, Christof/Greenfield, Susan A. (2008). *Wie geschieht Bewusstsein?* In: Spektrum der Wissenschaft Nr. 01, 42-49. Heidelberg: Spektrum.

Lakotta, Beate. (2007). *Die Natur der Seele*. In: Spiegel Special Nr. 6, 58-70. Hamburg: Spiegel.

Nagel, Thomas. (1974). *What is it like to be a bat?* In: The Philosophical Review LXXXIII, 4 (October 1974), 435-50. New York: Cornell University Press.

Prinz, Wolfgang. (2004). *Neue Ideen tun Not*. In: Gehirn und Geist Nr. 6, 35. Heidelberg: Spektrum.

Schäfer, Michael. (2008). *Editorial*. In: GEO kompakt Nr. 15, 3. Hamburg: Gruner & Jahr KG

Schüle, Christian. (2008). *Die Archive im Kopf*. In: GEO kompakt Nr. 15, 54-60. Hamburg: Gruner & Jahr KG.

Schüle, Christian/Schneider, Christof. (2008). *Wie das Gedächtnis funktioniert*. In: GEO kompakt Nr. 15, 61. Hamburg: Gruner & Jahr KG.

Solms, Mark. (2003). *Was bleibt von Freud?* In: Spiegel Special Nr. 4, 60-62. Hamburg: Spiegel.

Twomey, Steve. (2010). *Phineas Gage: Neuroscience's Most Famous Patient*. In: Smithsonian Magazin 01 (p.1). Washington: Smithsonian Institution.

Witte, Sebastian/Süssemilch, Bettina. (2008). *Kompakt erklärt*. In: GEO kompakt Nr. 15, 150-153. Hamburg: Gruner & Jahr KG.

DOKTORARBEITEN

Siebert, Carsten. (1998). *Qualia. Das Phänomenale als Problem philosophischer und empirischer Bewusstseinstheorien*. Dissertation. Philosophische Fakultät I. Berlin: Humboldt-Universität.

SAMMELBAND

Holdorff, B/Winau, R. (Hrsg.). (2000). *Geschichte der Neurologie in Berlin*. Berlin: De Gruyter.

BEITRÄGE AUS EINEM SAMMELBAND

Churchland, P. M. (2007). *Durchbruch zum Bewusstsein*. In: Rätsel Ich. Gehirn, Gefühl, Bewusstsein. Sentker, A./Wigger, F. (Hrsg.), 233-261. Berlin/Heidelberg: Springer/Spektrum. Kandel, Eric R./Squire, Larry R. (2007). *Vom Geist zum Molekül*. In: Rätsel Ich. Gehirn, Gefühl, Bewusstsein. Sentker, A./Wigger, F. (Hrsg.), 181-201. Berlin/Heidelberg: Springer/ Spektrum.

Koch, Christof. (2007). *Das Rätsel des Bewusstseins*. In: Rätsel Ich. Gehirn, Gefühl, Bewusstsein. Sentker, A./Wigger, F. (Hrsg.), 35-55. Berlin/Heidelberg: Springer/Spektrum. Greenfield, Susan A. (2007). *Das erstaunlichste Organ der Welt*. In: Rätsel Ich. Gehirn, Gefühl, Bewusstsein. Sentker, A./Wigger, F. (Hrsg.), 1-26. Berlin/Heidelberg: Springer/Spektrum.

Greenfield, Susan A. (2007). *Das Ich und seine Geschichte*. In: Rätsel Ich. Gehirn, Gefühl, Bewusstsein. Sentker, A./Wigger, F. (Hrsg.), 65-88. Berlin/Heidelberg: Springer/Spektrum.

Schumacher, Andrea. (2007). *Das betrogene Ich*. In: Rätsel Ich. Gehirn, Gefühl, Bewusstsein. Sentker, A./Wigger, F. (Hrsg.), 27-34. Berlin/Heidelberg: Springer/Spektrum. Sentker, Andreas/Wigger, Frank (Hrsg.). (2007). *Vorwort*. In: Rätsel Ich. Gehirn, Gefühl, Bewusstsein. Berlin/Heidelberg: Springer/Spektrum.

Siegel, Daniel J. (2006). *Entwicklungspsychologische, interpersonelle und neurologische Dimensionen des Gedächtnisses. Ein Überblick*. In: Warum Menschen sich erinnern können. Welzer, Harald/Markowitsch, Hans J. (Hrsg.), 19-49. Stuttgart: Klett-Cotta.

Tulving, Endel. (2006). *Das episodische Gedächtnis: Vom Geist zum Gehirn*. In: Warum Menschen sich erinnern können. Welzer, Harald/Markowitsch, Hans J. (Hrsg.), 50-77. Stuttgart: Klett-Cotta.

INTERNETQUELLEN

Biller, Karlheinz. (Erscheinungsjahr unbekannt). *Der Begriff der Verantwortung und des Gewissens*. Institut für Logotherapie und Existenzanalyse: Tübingen/Wien.
<http://www.logotherapie.net/Kap8.pdf> [Online: 05.11.2010]

Boeree, C. George (10. Juni 2007): *Geschichte der Psychologie: 3.8 Wilhelm Wundt und William James*. Social psychology. Ebooks. Shippensburg University: USA. <http://www.social-psychology.de/sp/h1/3.8> [Online: 05.11.2010]

Boeree, C. George. (09. Juni 2007): *Geschichte der Psychologie: 4.2 Vorläufer der Psychoanalyse*. Social psychology. Ebooks. Shippensburg University: USA. <http://www.social-psychology.de/sp/h1/4.2> [Online: 05.11.2010]

Dennett, Daniel C. (1988) *Quining Qualia*. In: Marcel, A. & Bisiach, E. (eds.) *Consciousness in Modern Science*. Oxford University Press. <http://cogprints.org/254/1/quinqual.htm> [Online: 29.10.2010]

Dennett, Daniel C./Akins, Kathleen. (2008). *Multiple Drafts Model*. Scholarpedia, 3(4):4321. http://www.scholarpedia.org/article/Multiple_drafts_model [Online: 03.11.2010]

Dennett, Daniel C./Steglich-Petersen, Asbjørn. (2008). *The Philosophical Lexicon*. Department of Philosophy: Aarhus University. <http://www.philosophicallexicon.com/> [Online: 03.11.2010]

Friederici, Angela D. (2002). *Wie wir Sprache verstehen. Neuronale Präzision in Raum und Zeit*. In: Jahrbuch 2002. Max-Planck-Institut für neuropsychologische Forschung: Leipzig.
http://www.mpg.de/pdf/jahrbuch_2002/jahrbuch2002_043_054.pdf [Online: 06.11.2010]

Frings, Stephan. (2003). *Grundvorlesung Tierphysiologie SS 2004*. Ruprecht-Karls-Universität Heidelberg.

<http://www.sinnesphysiologie.de/gruvo03/zns/thalam.htm> [Online: 07.11.2010] Herrmann, Christoph S. (2002). *Neurowissenschaftliche Beiträge zur Bewusstseinsforschung*. Otto-von-Guericke Universität: Magdeburg.

<http://www-e.uni-magdeburg.de/cherrman/pdfs/HerrmannSchuster2002.pdf> [Online: 6.11.2010]

James, William. (1890). *The Principles of Psychology*. Classics of the History of Psychology. Green, Christopher D. (eds.). Toronto, Ontario: York University.
<http://psychclassics.yorku.ca/James/Principles/> [Online: 03.11.2010]

Jay, Venita. (1999). *A portrait in history: Dr Thomas Willis*. In: Archives of Pathology & Laboratory Medicine. May 1999, Vol. 123, No. 5, pp. 377-377. Toronto/Ontario.
<http://www.archivesofpathology.org/doi/pdf/10.1043/0003-9985%281999%29123%3C0377%3ADTW%3E2.0.CO%3B2> [Online: 05.11.2010]

Kläden, Tobias. (Erscheinungsjahr unbekannt). *Anima Forma Corporis. Zur Aktualität der nichtdualistischen Sicht des Menschen bei Thomas von Aquin*. KAMP. Katholische Arbeitsstelle für missionarische Pastoral. Erfurt.

http://www.kamp-erfurt.de/level9_cms/download_user/Gesellschaft/Anima%20forma%20corporis.pdf [Online: 07.10.2010]

Kirchner, Friedrich. (1907). *Wörterbuch der philosophischen Grundbegriffe*. In: Textlog. Historische Texte und Wörterbücher. Berlin. <http://www.textlog.de/2111.html> [Online: 10.12.2010]

Mayer, Karl C.: *Glossar Psychiatrie/Psychosomatik/Psychotherapie/Neurologie/Neuropsychologie*. Facharzt für Psychotherapeutische Medizin: Heidelberg. http://www.neuro24.de/show_glossar.php?id=238 [Online: 07.11.2010]

McDonald Ross, George: *Hobbes on what it is to be human*. Delivered at the Northern Philosophical Society conference: The Social and Metaphysical Philosophy of Thomas Hobbes, Lose Hill Hall, Castleton, 14-16 September 1987. <http://www.philosophy.leeds.ac.uk/GMR/articles/hobhuman.html> [Online: 30.11.2010]

Möller, Peter. (Erscheinungsjahr unbekannt). *Philolex - Ein Computerlexikon zur Philosophie*: Berlin.

<http://www.philolex.de/philolex.htm> [Online: 06.11.2010]

O'Connor, J./Robertson, E. (Erscheinungsjahr unbekannt). *Aristotle*. School of Mathematical and Computational Sciences: University of St. Andrews.

<http://www-groups.dcs.st-and.ac.uk/~history/Biographies/Aristotle.html> [Online: 03.11.2010]

Schubert, Christian. (2010). *Der Abstauber des Louvre*. 30. Oktober. FAZ.Net.: Frankfurt. <http://www.faz.net/s/Rub2309A3DB4F3C4474B93AA8610A24AE0A/Doc~E0DA8318AC29546EFB30901504BA74A66~ATpl~Ecommon~Scontent.html> [Online: 05.11.2010] Schnabel, Ulrich. (2000). *Die Frage, die nie gestellt wurde*. In: DIE ZEIT online 2000/43. http://www.zeit.de/2000/43/200043_st-damasio-neu.xml [Online: 03.12.2010]

Verfasser unbekannt: (2010). *Paris blüht auf: Monets Seerosen*. Art-port GmbH: Wien. http://www.art-port.cc/artikel/paris_bluht_auf-_monets_seerosen/ [Online: 05.11.2010] Verfasser unbekannt. (Erscheinungsdatum unbekannt). *Luigi Galvani. (1737-1798)*. LEIFI Physik Portal. Finckh, Ulrich: München.

http://www.leifiphysik.de/web_ph10/geschichte/03galvani/galvani.htm [Online 06.11.2010] Verfasser unbekannt. (2007). *Qualia*. The Stanford Encyclopedia of Philosophy. Michael Tye (Hrsg): Stanford University.

<http://plato.stanford.edu/entries/qualia/#Bib> [Online: 06.11.2010] Verfasser unbekannt. (Erscheinungsjahr unbekannt). *Lexikon der Neurowissenschaft*. Heidelberg: Spektrum.

<http://www.wissenschaft-online.de/abo/lexikon/neuro/1097> [Online: 08.12.2010] Verfasser unbekannt. (Erscheinungsjahr unbekannt). *Thomas von Aquin*. Art Directory - das Informationsportal für Kunst und Kultur: München. <http://www.aquin-von-thomas.de/> [Online: 06.11.2010] Verfasser unbekannt. (2010). *The Nobel Prize in Physiology or Medicine 1949*. Nobelprize.org.

http://nobelprize.org/nobel_prizes/medicine/laureates/1949/ [Online: 06.11.2010] Verfasser unbekannt. (2001). *Blue End*. Filmarchiv Berlinale: Berlin.

http://www.berlinale.de/external/de/filmarchiv/doku_pdf/20010164.pdf [Online: 10.12.2010] Welzer, Harald. (2005). Vortrag: *Zum Zusammenhang von Gehirnentwicklung, Lernen und Emotionen*. Fachtagung „Lustvoll Lernen“: Salzburg.

http://www.lvr.de/jugend/kindergarten/arbeitshilfen/emotionen_als_basis_des_lernens.pdf [Online: 23.11.2010]

Wozniak, Robert H. (1995). *Mind and Body: Rene Descartes to William James*. Bryn Mawr College: Serendip.

<http://serendip.brynmawr.edu/Mind/> [Online: 06.11.2010]

Zilles, Karl. (2003). *Bildgebende Verfahren: Neue Perspektiven in der Hirnforschung*. Jahrbuch der Heinrich-Heine-Universität: Düsseldorf.

<http://www.uni-duesseldorf.de/home/Jahrbuch/2003/PDF/Zilles.pdf> [Online: 06.11.2010]

Zusammengestellt für das Jugendwerkhof Portal:

<http://jugendwerkhof-treffen.de>