



John Martin Littlejohn

# Psychophysiologie

Aus dem Amerikanischen übersetzt von Dr. Martin Pöttner



© 2009, JOLANDOS  
Am Gasteig 6 – 82396 Pähl  
info@jolandos.de

**Bestellung**

HEROLD Service und Lieferung GmbH  
Raiffeisenallee 10 – 82041 Oberhaching  
tel+49.8808.924.588, fax+49.8808.924.589  
order@jolandos.de

**Herausgegeben und bearbeitet von**

Christian Hartmann

**Übersetzung**

Dr. Martin Pöttner

**Umschlaggestaltung**

Christian Hartmann

**Lektorat**

Elisabeth Melachroinakes

**Satz**

post scriptum  
www.post-scriptum.biz

**Druck**

Buchproduktion Ebertin  
Uhldingen, Deutschland

Jede Verwertung von Auszügen dieser deutschen Ausgabe ist ohne Zustimmung von JOLANDOS unzulässig und strafbar. Dies gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Mikroverfilmungen und Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Medien.



ISBN 978-3-936679-44-1

John Martin Littlejohn

# Psychophysiologie

(1899)

Aus dem Amerikanischen  
übersetzt von  
Dr. Martin Pöttner



# Inhaltsverzeichnis<sup>1</sup>

John Martin Littlejohn – eine Kurzbiografie .....	VII
Anmerkungen zur »Psychophysiologie« (Martin Pöttner) .....	X

## John Martin Littlejohn Psychophysiologie

Einleitung .....	3
<i>Methode</i> .....	19
<i>Bewusstsein</i> .....	23

### Teil I:

<b>Die physiologische Grundlage der mentalen Phänomene im Nervensystem</b> .....	27
--	----

<i>Nervenmechanismus</i> .....	29
--------------------------------	----

Systematische Kombination der primären Nervelemente .....	39
---	----

Die Endorgane und ihre Funktionen .....	48
---	----

(1) <i>Geruchssinn</i> .....	48
------------------------------	----

(2) <i>Geschmackssinn</i> .....	49
---------------------------------	----

(3) <i>Die taktilen Sinnesempfindungen</i> .....	49
--	----

(4) <i>Hörsinn</i> .....	50
--------------------------	----

(5) <i>Sehsinn</i> .....	53
--------------------------	----

<sup>1</sup> Anm. d. Hrsg.: Der Originaltext weist keine Gliederung auf. Diese verdanken wir dem Übersetzer, Herrn Dr. Martin Pöttner.

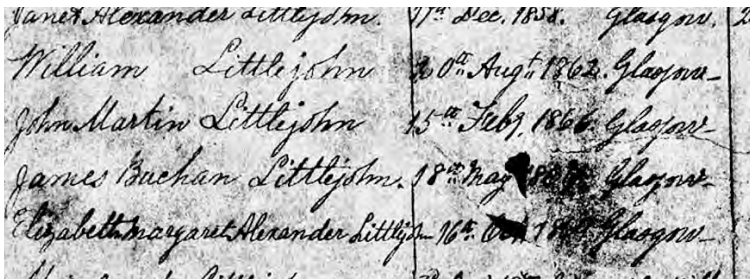
Die Nervenleitungen .....	57
Das Zentrale Nervensystem .....	62
(1) <i>Der sensitive Gehirnbereich</i> .....	64
(2) <i>Die zerebralen Hemisphären</i> .....	65
 <b>Teil II:</b>	
<b>Die Korrelationen zwischen den physiologischen und psychischen Prozessen</b> .....	87
1. Analytische Korrelationen aus der Sicht neuromentaler Prozesse .....	109
(a) <i>Geruchssinn</i> .....	111
(b) <i>Geschmacksinn</i> .....	112
(c) <i>Sinnesempfindungen der Haut und der Muskeln</i> .....	113
(d) <i>Hörsinn</i> .....	116
(e) <i>Sehsinn</i> .....	119
<i>Die Quantität der Sinnesempfindungen</i> .....	124
<i>Sinneswahrnehmung</i> .....	129
<i>Das Element der Zeit bei Sinnesempfindung und Wahrnehmung</i> .....	147
<i>Die niedrigeren und höheren psychischen Funktionen</i> .....	153
2. Die synthetischen Korrelationen der physiologischen und psychischen Phänomene aus der Perspektive der Evolution des mentalen Lebens .....	184
 <b>Teil III:</b>	
<b>Der Geist als die Einheit in den mentalen Phänomenen und psychischen Korrelationen</b> .....	203

# John Martin Littlejohn (1865–1947)

## eine Kurzbiografie

### Ein glänzender Intellekt

John Martin Littlejohn wurde am 15. 02. 1866 in Glasgow als Pfarrerssohn geboren. Er war ein hochintelligenter und wissbegieriger aber auch kränklicher junger Mann. Trotz bitterster Armut war das Elternhaus vom geisteswissenschaftlichem Studium erfüllt, und so begann seine sprachwissenschaftliche Ausbildung bereits mit 16 Jahren an der Akademie Colrairie in Nordirland. Nach dem Studium der Theologie an der Universität in Glasgow ging er 1886 als Pfarrer nach Nordirland, um schon bald darauf wieder nach Glasgow zurückzukehren. Dort erwarb er mehrere Abschlüsse und Auszeichnungen in Jura, Theologie, Medizin, Philosophie und Soziologie und hielt 1886/87 seine ersten Vorlesungen.



AUSZUG AUS DER FAMILIENBIBEL DER LITTLEJOHNS (1865)

Hier ist das Geburtsjahr Littlejohns auf 1865 datiert. Laut Martin Collins, einem der renommiertesten Littlejohn-Kenner, dürfte es sich aber hier um einen Fehler in der Bibel handeln, da mehrere Originaldokumente jener Zeit das Geburtsjahr auf 1866 festlegen.

Das raue Klima und seine Konstitution hatten ihn zu einem ebenso introvertierten wie brillanten und vielseitig gebildeten Analytiker geformt. Nach einem Unfall in der Universität, bei der er sich eine Schädelfraktur zugezogen hatte, litt

Littlejohn an mehrfach täglich rezidivierenden Blutungen im Hals, die ihn zum Klimawechsel zwangen. Eine große Universitätskarriere fand damit ihr jähes Ende.

## Amerika

1892 siedelte er mit seinen Brüdern James und William nach Amerika über und setzte seine Studien an der *Columbia University* in New York fort. Aufgrund seiner hervorragenden Leistungen übernahm er schon bald die Leitung des *Amity College* in College Springs, Iowa. Seine Beschwerden besserten sich allerdings nicht und so kam es 1895 in Kirksville zur schicksalhaften Begegnung mit Dr. Still. Bereits wenige Behandlungen führten zur deutlichen Linderung. Da Still dringend qualifizierte Lehrer an seiner 1892 gegründeten *American School of Osteopathy* benötigte, bot er Littlejohn einen Posten in seiner Fakultät an. Tief beeindruckt von Stills Naturkonzept der Osteopathie willigte er ein, begann 1898 seine Arbeit, schrieb sich im gleichen Jahr später als Student ein und wurde bereits 1899 zum Präsident der Schule gewählt.

Innerhalb der Fakultät gab es jedoch schon bald einen tiefen Konflikt: Stills Anhänger galt der anatomische Zugang zur Osteopathie als heilig (*lesionists*). Littlejohn und seinen Brüdern schien dies zu einfach; sie betrachteten die komplexere Physiologie als Kern der Osteopathie und befürworteten auch Therapien, die den osteopathsichen Prinzipien und den Prinzipien der Natur entsprachen (*broadists*). Aber es ging auch um einen zeitlosen Konflikt: Die analytisch orientierten Akademiker in der Fakultät standen den der Intuition vertrauenden Nichtakademikern gegenüber. Nach massiven Intrigen entschlossen sich die Littlejohn-Brüder schließlich Kirksville bereits 1900 wieder zu verlassen, um in Chicago das *Chicago College (School) of Osteopathy* zu gründen. Die Einrichtung entwickelte sich rasch zum Wissenschaftszentrum der Osteopathie.

Man vermutet, dass der inzwischen verheiratete Littlejohn mit seinem feinen Gespür für politische Entwicklungen die verheerenden Folgen des von der *American Medical Association* initiierten *Flexner-Reports* zur Eradikation der immer stärker werdenden Osteopathie, Chiropraktik und Homöopathie, voraussah und daher möglicherweise sein weiteres Glück in England vorzog. Auch der schwindende Einfluss in seiner eigenen Schule mag dazu beigetragen haben.

## England

1913 zog die inzwischen achtköpfige Familie Littlejohn nach Bagger Hall nahe London und John Martin begann noch während der Kriegsjahre mit Krankenhausarbeit und ›Unterweisungen‹. 1917 gründete er die *British School of Osteopathy* in London und mit dem *Journal of Osteopathy* legte er endgültig das osteopathische Fundament Europas. Aber auch in England hatte er sich schon bald den Angriffen der *British Osteopathic Association* und der *British Medical Association* zu erwehren. Ähnlich den Folgen des *Flexner-Reports* führte eine Kampagne der *BMA* 1935 zum ›*Parliamentary Bill*‹. Der Osteopathie wurde die Anerkennung verweigert und Littlejohn zu Unrecht als unehrenhaft bezeichnet. Der Zweite Weltkrieg tat sein übriges und die *BSO* schrumpfte schon bald auf eine kleine Klinik zusammen. Schließlich verstarb der neben Still wohl wichtigste Vertreter der Osteopathie 1947 in Bagger Hall.



# Anmerkungen zur »Psychophysiologie«

(Dr. Martin Pöttner)

Die Vorlesung von John Martin Littlejohn zum Thema »Psychologie oder Psychophysiologie« führte das Thema Psychologie in die medizinische Ausbildung der *American School of Osteopathy* ein. Dies geschah 1899 mit Andrew Taylor Stills Zustimmung. Die grundlegend »ganzheitliche« Auffassung der Osteopathie erforderte dringend eine Auseinandersetzung mit diesem Thema, damit die Studierenden für ihre Praxis hinreichend vorbereitet waren. Es musste ja klar werden, wie bestimmte Still'sche Standpunkte, etwa die medikamentenfreie Medizin und die Interaktion von Körper, Seele (Geist) und Verstand, wissenschaftlich und philosophisch zu begründen sind – was ja auch Stills geäußerte Absicht war. Littlejohn versucht entsprechend in seiner Vorlesung darzulegen, warum der osteopathische Ansatz im allgemeinen Kontext des wissenschaftlichen und philosophischen Denkens sinnvoll ist. Dazu gehört eine gründliche anatomische, physiologische, psychologische und ansatzweise metaphysisch-philosophische Auslegung des Verhältnisses von Körper und Geist. Dieses Verhältnis ist für das eigentliche medizinische Problem, nämlich den Gegensatz von Krankheit und Gesundheit, ausschlaggebend.

*»Genau das macht die Psychologie im medizinischen Bereich so wertvoll. In der Vergangenheit haben Physiologie und Medizin unterstellt, der Körper sei etwas ganz Anderes als der Geist. Und auch die Psychologie vertrat diese Anschauung. Moderne Psychologie und Physiologie betrachten den Menschen dagegen als Einheit von Geist und Körper. Der Körper gilt als Instrument und Medium der mentalen Offenbarung<sup>1</sup>, sodass eine der Grundbedingungen für Gesundheit in einem Geist und einem Bewusstsein besteht, die den Körperzustand bestimmen. Der Körper ist zwar eine Maschine, jedoch keine die, einmal aufgezogen, über Jahre hinweg gänzlich unter äußerem Einfluss funktionieren kann. Seine Formung und Gestaltung geschehen vielmehr von innen. Mentale Funktion ist die Basis jeder physischen Funktion. Hinter den*

<sup>1</sup> Anm. d. Übers.: Wie bei Herbert Spencer kann bei Littlejohn *manifestation* mit »Offenbarung« wiedergegeben werden, weil sich phänomenal etwas zeigt, was nicht mit den sich zeigenden Phänomenen identisch ist.

*physischen Vorgängen Verdauung, Atmung und Blutkreislauf gibt es einen mentalen Zustand, der den Körperzustand bestimmt. Es ist eine bekannte Tatsache, dass die Zivilisation Krankheit und Körperschwäche Vorschub leistet, weil mit ihr eine mentale Erregung einhergeht, die der körperlichen Gesundheit nicht förderlich ist. Sie bringt eine stärkere mentale Anstrengung und einen größeren Selbstbehauptungskampf mit sich, die dazu führen, dass die normale Entwicklung von Geist und Körper vernachlässigt wird. Daraus resultieren zahllose gestörte Zustände und Krankheiten. Wir stimmen nicht den Ruf an: Zurück zum Leben der Wilden! Doch wir sagen: Zurück zu dem Zustand, der eine niedrigere Ebene repräsentiert – nämlich: die Abwesenheit mental störender Zustände, die körperliche Wracks erzeugen, neuronale Verwirrung verstärken und Krankheit oder Tod bewirken. Indem wir das osteopathische Prinzip anerkennen, dass Medikamente unnatürlich und alle Heilmittel der Natur im menschlichen System gespeichert sind, haben wir das psychische Gesetz der Vorherrschaft des Geistes. Und will man es zum Beseitigen jener krankhaften Zustände anwenden, muss im Innern begonnen werden. Die Anpassung muss durch den Geist geschehen und der mentale Zustand muss zunächst an die Körperzustände vollkommener Gesundheit angepasst werden. Da gibt es nur ein Rezept: Pflege und ständige Aufrechterhaltung des mentalen Gleichgewichts.«*

Damit formuliert Littlejohn nicht nur den Kontext seiner Vorlesung genau, sondern auch eine bestimmte Interpretation des osteopathischen Programms. Er nimmt bestimmte Metaphern und Visionen Stills auf und formuliert sie im Kontext der zeitgenössischen wissenschaftlichen und philosophischen Debatte gedanklich kontrolliert. Der praktische Ansatz der Medizin muss »innen« geschehen, es geht um die relative Stabilisierung eines mentalen Gleichgewichtes – und dies besagt, die osteopathische »Anpassung« beginnt beim Geist, beim »mentalen Zustand«, worin dann auch die Verantwortung und Eigeninitiative der Patient/inn/en liegt. Aus der Vorlesung wird daher ganz deutlich, dass Littlejohn eine psychophysiologische Fundierung der Osteopathie anstrebt. Littlejohn sieht wie die späteren Vertreter der Psychosomatischen Medizin keinen empirischen oder haltbaren gedanklichen Grund, die Fragen des Geistes, der Psyche, des Lebenskontextes aus der Medizin auszuklamern. Dazu bedarf es aber genauer und subtiler Kenntnisse und nicht zuletzt auch der Beherrschung der Kunst des Argumentierens – wovon der Text zeugt.

Die recht dichte und anspruchsvolle Vorlesung steht im Kontext der zeitgenössischen Debatte. Kirksville ist in ihr durchaus zum »Athen der Osteopathie« (Still) geworden. Der grundlegende Ansatz der Vorlesung besteht in einer Kombination

der Wissenschaften der Physiologie und Psychologie – vor einem durchscheinenden philosophischen Hintergrund. Dieser ist durch die deutsche Philosophie inspiriert, freilich wie sie im angelsächsischen Horizont verstanden wurde. Hinzu kommt aber der nordamerikanische Kontext, der ganz klar präsent ist – nicht zuletzt im Bezug auf Coleridge und Emerson. Wer bislang im Zweifel war über den kulturgeschichtlichen Hintergrund, vor dem die Osteopathie entstanden ist, wird von Littlejohn hier ansprechend eingeführt. Schon aus diesem Grund ist sein Text ein zeitgeschichtlich aufschlussreiches Dokument. Der Bezug zur deutschen Philosophie ist über die Auswanderung nicht zuletzt seit der Vormärzphase vermittelt und der Kontext ist dann der Amerikanische Transzendentalismus, der sich u. a. um Ralph Waldo Emerson gruppiert. Ebenso wird der Kontext der evolutionären Philosophie erwähnt, die in den Vereinigten Staaten insbesondere durch die Rezeption Herbert Spencers<sup>2</sup> erfolgte. Diese Gedanken werden von Littlejohn als allgemeiner Hintergrund verwendet, um das Hauptproblem der Vorlesung anzugehen, nämlich das Verhältnis von Geist und Körper zu klären. Dies tut er gründlich und geht entsprechend ausführlich auf alle wesentlichen Probleme der Sinneswahrnehmung, der Erkenntnis, der Sittlichkeit, der Empfindungs- bzw. Gefühlstheorie ein. Schon damals konnte eine solche Überlegung physiologisch nicht anders als in einer ausgeführten Theorie des Vegetativen und Zentralen Nervensystems geschehen, die als Medien zwischen Außenwelt, Körper, Psyche und Geist fungieren. Psychologisch schließt sich Littlejohn insbesondere an die deutsche psychologisch argumentierende Philosophie von Lotze und Wundt an – es geht in der Psychologie um das genaue Verständnis des Bewusstseins. Und schon damals stand die Frage im Vordergrund, ob eine hinreichende komplexe physiologische Theorie der verschiedenen Aspekte des Nervensystems nicht die Psychologie ersetzen könne. Littlejohns sehr ausführlich begründete Antwort hierzu lautet: Nein! Alle osteopathischen Versuche der »Anpassung« wären im Sinne Littlejohns gegenstandslos, wenn die Antwort »Ja« lauten würde, denn dann gäbe es keine »Heilmittel« »innen« – eben jene Anpassung der mentalen Zustände, die »hinter« jedem körperlichen Zustand stehen.

Littlejohn verteidigt in seiner Vorlesung das Erbe der humanen europäischen und nordamerikanischen Aufklärung und Romantik. Dies muss aber unter den Bedingungen der entwickelten »exakten« Wissenschaften geschehen. Durch beide

<sup>2</sup> Anm. d. Hrsg.: Insbesondere durch sein 1861 erschienenes Kapitalwerk *First Principles*, mit der er die Evolutionstheorie begründet und in dem er auch als Erster den berühmten Satz *survival of the fittests* prägt. (Herbert Spencer: *Die ersten Prinzipien der Philosophie*, 2. A., 2008, Pähl, JOLANDOS).

Elemente ist Littlejohns Vorlesung geprägt. Gegenüber der vereinfachenden Tendenz der Wissenschaften, alle Sachverhalte möglichst zu atomisieren und zu isolieren, weist er daraufhin, dass sowohl die Tatsachen des Bewusstseins als auch diejenigen der verschiedenen Aspekte des Nervensystems zwar einzeln analysiert werden können, ihre volle Erkenntnis wird aber nur dadurch möglich, dass ihr Zusammenhang jeweils synthetisch erfasst wird. Dabei legt Littlejohn Wert darauf nachzuweisen, dass die einzelnen Elemente von sich aus auf diesen Zusammenhang angewiesen sind. Dies versucht er in aller Ruhe an den durch äußere Stimuli der »Organe am Ende der Nervenbahn« (*terminal organs*) erregten »Sinnesempfindungen« (*sensations*) nachzuweisen. Diese besitzen zwar eine gewisse physiologisch erzeugte Tendenz zur raumzeitlichen Vereinheitlichung, aber diese ist tatsächlich nur durch eine psychische Interpretation möglich, sodass die Orientierung des einzelnen Menschen im Blick auf die eigene Situation in der Wirklichkeit letztlich »psychisch« bestimmt wird. Sowohl die physiologischen als auch die psychischen Aspekte sind also stets aufeinander und wechselseitig bezogen – und darauf beruht die Möglichkeit einer wissenschaftlich gerechtfertigten »ganzheitlichen« Osteopathie.

Littlejohns Ansatz ist hierbei optimistisch. Weil es keine unter ernsthaften Bedingungen kontrollierbaren Theorien des Unbewussten geben kann, da diese Theorien nur in bewusstem Zustand entwickelt werden können, setzt er auf die Verbesserung des bewussten Zustandes im Sinne der durchdachten und willensbestimmten Selbstkontrolle. Die irritierenden Phänomene demgegenüber schreibt er nicht dem Unbewussten zu (dass uns ja nur in hypothetischen Theorien erschlossen sein kann), sondern den Affektionen und insbesondere den Leidenschaften. Sofern vor allem letztere auf Dauer gestellt sind, haben sie eine Verwirrung des Geistes zur Folge, die schließlich auch körperlich wirksam wird. Mit Wundt u. a. hält er daher auch eine kritische Rekonstruktion der alten Temperamententheorie für möglich, in der es um sanguinische, choleriche, phlegmatische und melancholische Stimmungen geht, die das gesamte psychische und körperliche Leben prägen.

Den Leser/innen liegt ein Werk vor, das sowohl zu seiner Zeit als auch heute Anregungen zu geben vermag. Der Originaltext ist weitestgehend sicher, obgleich eine Reihe von Druckfehlern vorliegen, die aber nicht ins Gewicht fallen. Wer mit den neueren anatomischen und physiologischen Auffassungen vertraut ist, wird sehen, dass die Geschichte weitergegangen ist und z. T. auch Fortschritte erzielt worden sind. Das ist insbesondere bei der Erfassung der elementaren Prozesse im Gehirn der Fall. Doch man wird gewiss fair sein: Die neuere »naturwissenschaftliche« Sicht

der Sachverhalte ist zwar im Detail genauer, in der Gesamtsicht aber zweifellos nicht. Viele Probleme sind seit über 100 Jahren schlicht gleich geblieben.

### Zur Terminologie »Nerv(en)«

Häufig stand im Originaltext lediglich *nerve(s)*, obgleich es sich im Kontext um definierte Bestandteile einer Nervenzelle handelt. Bei der Übersetzung und dem anschließenden Lektorat wurde darauf geachtet, hier eine klare Unterscheidung zu treffen, um auch histologisch nicht so versierten Behandlern ein besseres Verständnis des ohnehin schon äußerst komplexen Textes zu ermöglichen. Folgende Terminologie wurde festgelegt:

*Nervenelemente* = Zellkörper, Axon und/oder Dendriten

*Nervenausläufer* = Axone oder Dendriten

*Nervenzellen* = Gesamtheit aus Zellkörper, Axon und Dendriten

*Nervenfaser* = Bündel einzelner Axonen

*Nervenbahn* = Bündel einzelner Nervenfasern

*Nervensystem* = Vegetatives und/oder Zentrales Nervensystem (kontextbezogen)

*»Es liegt eine ganz eigene Heiligkeit in der Wissenschaft und Kunst der Heilung. Sie müssen sich den erschütterndsten Szenen stellen, die Sterbliche jemals zu sehen bekommen, und das große Vertrauen empfangen, das Menschen geben können.*

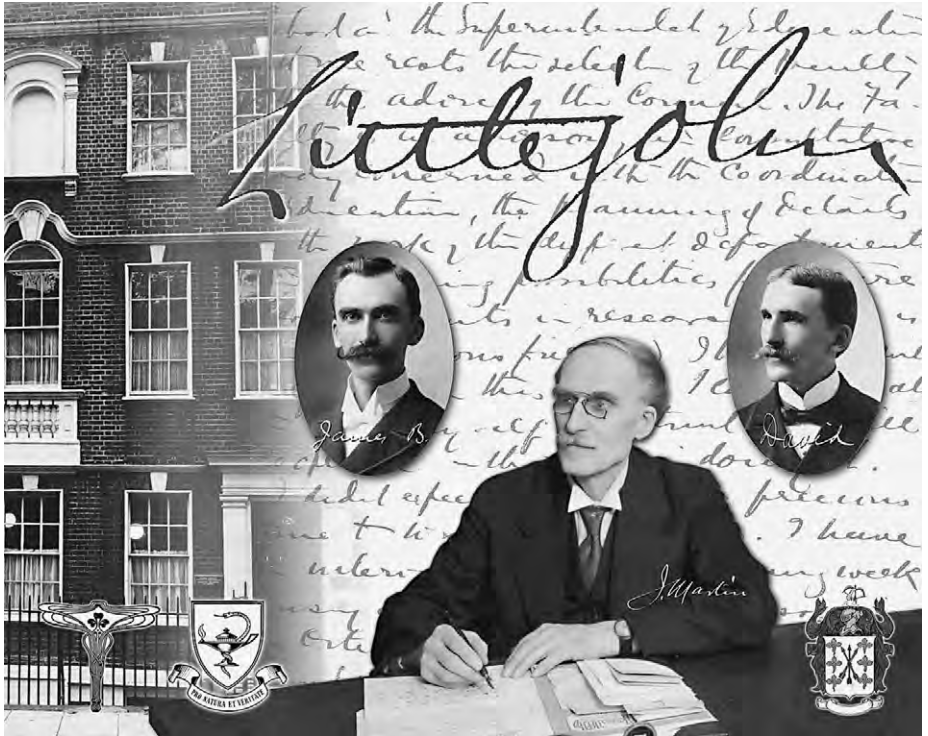
*Können Sie sagen, woher das Leben kommt, wohin es geht und welchem Zweck es dient? Wenn Sie Ihre Hände auf einen Kranken legen, dann tun Sie das so ehrfürchtig, als würden Sie den Urmechanismus von Erde und Himmel berühren, den Körper des Menschen, die vollkommenste Verkörperung göttlicher Weisheit.«*

John Martin Littlejohn<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Littlejohn JM, aus der Abschlussrede zur Oktoberklasse 1899, Kirksville, in *Das große Littlejohn-Kompendium*, Art. 3, JOLANDOS, Pähl, 2009, S. 25. Original in *Journal of Osteopathy* (V), 1898, S. 325–330.

John Martin Littlejohn

# Psychophysiologie



### BRITISH SCHOOL OF OSTEOPATHY

Littlejohn wollte nach seiner Rückkehr 1914 die erste Osteopathieschule des Vereinigten Königreichs und damit auch Europas gründen, was durch den Ausbruch des Ersten Weltkriegs verhindert wurde. So fällt das Gründungsdatum ins Jahr 1918 und mit der noch heute bestehenden *British School of Osteopathy* (BSO) in London legte Littlejohn zugleich das Fundament der europäischen Osteopathie.



# Einleitung

Dass wir heute zum ersten Mal in unserer Institution mit einem Kurs über Psychologie beginnen, markiert einen bedeutenden Aufbruch im Studienplan medizinischer Schulen. Obgleich man sich nur in sehr wenigen medizinischen Ausbildungsstätten hierzulande oder anderswo mit diesem Lehrfach befasst, handelt es sich um ein äußerst wichtiges Wissensgebiet. Seine Einführung steht für die Anerkennung der Einheit des Menschen als dreifach differenziertes Wesen aus Körper, Seele und Geist.<sup>1</sup> Wenn die Medizin – ich benutze diesen Begriff in jenem weiten Sinn, wie er in den Anfängen der Physiologie festgelegt wurde – es als ihre Aufgabe sieht, Gesundheit und Leben des Menschen zu bewahren und krankhafte Zustände zu heilen, die sein Leben und seine Gesundheit zu zerstören drohen, dann muss sie begreifen, dass die *Materia medica* der medizinischen Wissenschaft nicht nur auf die rein körperlichen und materiellen Elemente des Lebens anzuwenden ist, sondern auch auf jenen anderen, nicht weniger bedeutenden Teil des menschlichen Systems: das psychische Wesen. Aus der Erkenntnis heraus, dass die Osteopathie eine ebenso vollkommene wie exakte Wissenschaft sein will, führen wir in unseren Lehrplan nun auch das Studium des Geistes, der mentalen Zustände, Vorgänge und Phänomene ein, weil diese eine erhebliche Auswirkung auf Gesundheit und Lebensfreude haben.

Die moderne Psychologie wurde hauptsächlich in Großbritannien, Deutschland und den Vereinigten Staaten entwickelt. Diese Entwicklung verlief auf drei Linien:

- auf der empirischen Linie, die sich auf die sogenannte Erfahrung stützt,
- auf der vorwiegend in Deutschland verfolgten spekulativen Linie, deren Ursprung in der Philosophie Kants liegt, der die Vernunft zum zentralen Element der Psychologie erklärte und dessen Vernunftkonzept sein Zentrum im dem von der Vernunft gesetzten kategorischen Imperativ hat – der Basis aller intellektuellen und moralischen Entwicklung,
- auf der die neue Bewegung in der Psychologie repräsentierenden wissenschaft-

<sup>1</sup> Anm. d. Übers.: Littlejohn zitiert hier die übliche Formel: *body, soul, and spirit*. In der Folge ist freilich nur von einer zweifach differenzierten Einheit von *body and mind* die Rede. In der Übersetzung werden *spirit* und *mind* jeweils mit »Geist« wiedergegeben. Littlejohn versteht *mind* in der Folge als funktional differenzierte Einheit, wodurch diese Übersetzung gerechtfertigt erscheint. Von beiden Auffassungen ist im Übrigen die Position A. T. Stills unterschieden, der von *body, soul (spirit), mind* spricht.

lichen Linie, die ihren ersten und hauptsächlichsten Anstoß von der Schule der Evolutionsphilosophie erhielt.

Die englische Psychologie bestand zumeist in einer analytischen Betrachtung des Bewusstseins, wie dessen Phänomene sich in der Erfahrung zeigen. Dagegen war die deutsche Psychologie vor Herbart hauptsächlich eine Analyse spekulativer Zustände, verbunden mit einer semimythischen Vernunft. Sie gipfelte im Hegelianismus, dem Höhepunkt der Spekulation. Kant erörterte die Fähigkeit zur Vernunft in Bezug auf Erkenntnisse, die von Erfahrung unabhängig sind. Hegel zufolge ist das Selbst-Bewusstsein die ideale Einheit, auf die bezogen die gesamte Welt erklärt werden muss, wobei Gedanken wie Dinge Teile eines Ganzen sind und Stufen in einem Prozess repräsentieren. Tatsächlich ist das Denken selbst dieser Prozess.

Herbart, dessen Werk jeder Wissenschaftler kannte, löste eine Revolution im deutschen Denken aus, weil er die Spekulation beiseiteließ und das erfahrungsbezogene Denken einführte. Damit legte er in der wissenschaftlichen Schule das Fundament für die Vereinigung des englischen und des deutschen Denkens. Er repräsentierte den Geist der erfahrungsbezogenen Forschung, der die deutsche Philosophie in diesem Jahrhundert belebt hat. Dabei versuchte er selbst, eine Geistespsychologie aufzubauen, die auf mechanischen und statischen Betrachtungsweisen beruhte. Deshalb gebührt Deutschland die Ehre, den Geist erstmals aus einer wahrhaft experimentellen Sicht betrachtet zu haben.

In Amerika wurde die Psychologie bis in die jüngste Zeit durch zwei Strömungen des Denkens bestimmt: die theologische und die bildungsbezogene.

Nachdem der Kampf um Selbstbestimmung schließlich zur politischen Unabhängigkeit Amerikas geführt hatte, begann sich die Philosophie zu behaupten, war jedoch mit der Theologie vermählt. John Edwards Idee vom freien Willen bestimmte lange Zeit die Psychologie ebenso wie die Theologie. Zunächst war der pädagogische Einfluss ganz einfach eine Hilfe für die Theologie, hauptsächlich wegen der konfessionellen Arbeit in der Erziehung, vor allem im puritanischen Konzept der engen Beziehung von Kirche und Schule. Dass die Philosophie, die diese Zustände erzeugte, sehr der schottischen Schule des Realismus ähnelte, war auf den religiösen Einfluss und vor allem auf die herausragende Position des Princeton College zurückzuführen, das immerhin zwei seiner Präsidenten, Witherspoon und McCosh, aus Schottland berief. Die von Reid und Hamilton in Schottland gelehrt realistische Philosophie basierte auf dem Beobachten der Zustände des Bewusstseins. Durch die aposteriorische, also verfahrenende Methode, werden apriorische Prinzipien entdeckt, wobei

Beobachtung den Bereich des Bewusstseins ebenso einnimmt wie den der Sinneswahrnehmung und die Tatsachen der Erfahrung in beiden Bereichen koordiniert. Der Realismus, wie er in Amerika übernommen wurde, führte zur Anerkennung der mentalen Realität und baute das Bewusstsein auf, indem er den Geist mit einer realistischen Konzeption versah, die dem Bewusstsein einen Stellenwert verschaffte, der fast dem einer Gottheit gleichkam. Dies führte zu Hamiltons Idee des Absoluten als dem Unbekannten und dem Unerkennbaren. Die deutsche Philosophie nahm dann hauptsächlich durch die Schriften von Coleridge und Emerson ihren Weg nach Amerika. Im Religiösen legte Channing, im Philosophischen aber Emerson das Fundament mentaler Aktivität tief im Bewusstsein. »*Der Geist ist die einzige Realität, die der Mensch und andere Wesen besser oder schlechter reflektieren.*«<sup>2</sup> Die Welt wird in das Bewusstsein übertragen, denn »*Natur, Literatur, Geschichte sind ausschließlich subjektive Phänomene*«. Alle Dinge werden im Geist geschaut, denn sie sind alle im Intellekt. Emerson machte den Geist real und war darin der Vorläufer der modernen Psychologie. Damit half er, die Psychologie von Theologie und Erziehung zu befreien und sie unabhängig zu machen.

Seit 1880 ist die Psychologie von Metaphysik, Theologie und Pädagogik getrennt und diese Scheidung hatte – soweit es die psychologische Entwicklung betrifft – erfreuliche Auswirkungen. Nach Herbart erkannte man, dass neben anderen Fragen des Seins, der Unsterblichkeit und der Erziehung auch die Gegebenheiten des Bewusstseinslebens von Bedeutung waren. In Deutschland begann man nun, eine Frage zu erörtern, die Locke, Descartes und Reid schon vorweggenommen hatten: die nach dem Zusammenhang von Geist und Gehirn nämlich. Man stellte die Frage, ob sich Geist und Gehirn einer Modifikation unterwerfen lassen. Die Modifikation des Gehirns, so schlossen die Deutschen, führe zu einer Modifikation des Geistes. Sie sahen hier die Möglichkeit, beim Erforschen des Geistes die wissenschaftliche Methode, das Experiment, anzuwenden. Es war Lotze, der sich in seinem Werk *Medizinische Psychologie oder Physiologie der Seele* (1852) als Erster mit dieser Frage beschäftigte, indem er einen experimentellen Plan entwarf. Und es war Wundt, der ihm als Erster eine bestimmte Form gab, indem er intensiv experimentierte und für alle Zeiten den Zusammenhang von Geist und Gehirn festlegte, einen Standpunkt, den er in seiner Schrift *Grundzüge der Physiologischen Psychologie* (1874) geschickt verteidigte. Kurz nach Lotze verschaffte Fechner in seinem Buch *Elemente der Psychophysik* (1860) der neuen wissenschaftlichen Methode und den Ergebnissen um-

<sup>2</sup> Anm. d. Hrsg.: Leider gibt es zu den Zitaten in der Originalschrift keine Quellenangaben.

fangreicher Experimente in Bezug auf Zustände der Sinnesempfindung<sup>3</sup> öffentliche Aufmerksamkeit. Das war die erste große Revolution in der Psychologie. Sie brachte ihr eine feste Basis in der Physiologie und bereitete den Weg für ihre Anwendung im Bereich der medizinischen Ausbildung und Praxis. Die gesamte Basis der Psychologie hat sich damit verändert, sodass sie jetzt den Begriff *wissenschaftlich* verdient. Ihre zweite große Revolutionierung kam aus England, der Heimat der evolutionären Philosophie, wo Spencer ihr in seinen psychologischen Arbeiten eine neue Richtung gab.

Beide Strömungen wurden in Amerika übernommen. So wie in der Bevölkerung von Amerika aus ethnischer Sicht die Mischung der besten Elemente Europas repräsentiert ist, finden wir auf dem Gebiet der Psychologie eine klare Verbreitung dieser zwei Revolutionslinien. Die in Amerika heute angewandte Psychologie lässt sich – verglichen mit der, die vor zehn Jahren aktuell war – anhand zweier Besonderheiten umreißen:

- (1) Sie ist funktional, das heißt, sie betrachtet die mentalen Funktionen und nicht mehr wie früher die mentalen Fähigkeiten.
- (2) Unter dem Einfluss der Evolutionstheorie hält man diese Geistesfunktionen für etwas, das sich entwickelt hat und sich weiterhin entwickelt und nicht, wie man früher glaubte, vorgefertigt existiert.

Anstelle eines intuitiven Bewusstseins bilden sich die Funktionen des Geistes heraus. Solange man jeden mentalen Vorgang als eine mentale Fähigkeit betrachtete, war jede Fähigkeit unabhängig von allen anderen, sodass im alten System das Gedächtnis ebenso eine Fähigkeit oder Kraft des Geistes war wie die Einbildungskraft, das Denken usw. Jetzt gilt der Geist als Einheit und man versteht ihn so, dass er innerhalb des Leistungsvermögens dieser Einheit agiert, indem er sich durch Anpassung an die ihm vorliegende Materie an funktionale Aktivität anpasst. Der Geist ist Eines. Ein geistiger Akt ist ein psychophysischer bzw. physiologischer Prozess. Es gibt keine getrennten und verschiedenartigen Fähigkeiten mehr, denn der Geist ist ungeteilt und unteilbar. Im Zusammenhang mit seiner Anpassung an die wechselnden Bedingungen, unter denen er arbeitet, hat der einzelne Geist jedoch verschiedene Funktionen. Außerdem hat er sich in zweierlei Hinsicht zu seinem jetzigen Zustand entwickelt:

<sup>3</sup> Anm. d. Übers.: *Sensation* ist wie etwa bei William James, *The Principles of Psychology*, 2 Bände, 1890, II, S. 76 ff., bei Littlejohn von *perception* unterschieden. In der Übersetzung wird für *sensation* »Sinnesempfindung« gewählt, für *perception* »Wahrnehmung« bzw. »Sinneswahrnehmung«.

individuell gesehen von der Kindheit zur Reife und zivilisationsgeschichtlich gesehen vom Niedrigeren zum Höheren. Um mentale Gegebenheiten zu verstehen, müssen stets beide Aspekte im Auge behalten werden. Dieser Standpunkt der Psychologie geht auf Lotze zurück, denn er war es, der zuerst von »den neuronalen Gegebenheiten der mentalen Prozesse« sprach. Fechner setzte diesen Gedanken um, indem er die funktionale Idee psychologisch und physiologisch angewandt in Übereinstimmung brachte. Wundt arbeitete diese Ideen durch Anwendung auf die mentalen Phänomene weiter aus und gründete 1879 in Leipzig ein psychologisches Labor, um solche Phänomene experimentell besser erforschen zu können.

In Amerika wurde die Evolutionsphilosophie hauptsächlich durch die Arbeiten von Spencer eingeführt. Einer der ersten und fähigsten Interpreten der Evolutionstheorie war Fiske. Er vertrat die Anschauung, der kosmische Prozess bilde die Grundlage des intellektuellen, sittlichen und religiösen Seins des Menschen, wobei er jedoch Weismanns Idee der Selektion und der Präformation für die Umwelt sowie die u. a. von Spencer vertretene Epigenese bevorzugte. Die amerikanische Schule der Biologie unterstützte dies unter Führung von Edward Cope, demzufolge alle modifizierten Formen des animalischen Lebens durch das Wachstumsprinzip und die ererbten Auswirkungen von Gewohnheit und Anstrengung zu erklären sind. Seiner Ansicht nach gibt es eine Entwicklungskraft, die die Entwicklungslinie bestimmt. Dadurch erhält das Psychische, das sich im dem universalen animalischen Begehren und Bemühen zu leben zeigt, Vorrang vor dem rein Physischen. Zu den Vorreitern und originellsten amerikanischen Denkern gehört George T. Ladd. Er war in Amerika der Erste, der auf dem Gebiet der experimentellen und physiologischen Psychologie forschte und lehrte. Ihm zufolge bildet die Wissenschaft vom mentalen Leben die einzige mögliche Erklärung für alle Probleme des Lebens. Mit dieser neuen Psychologie sind auch Cattell, Baldwin und Sanford verbunden, deren Laborarbeit der Psychologie eine ganz neue Form gegeben hat, die wir in den folgenden Vorlesungen erörtern werden.

Die Trennlinie in der modernen Psychologie entsteht im Zusammenhang mit der Bedeutung der mentalen Funktion – wobei eine Seite behauptet, sie sei schlicht eine Form des kosmischen Prozesses, während die andere meint, sie entspräche dem Spiel der Kräfte in der physischen Welt. Bei der Lösung dieses Problems und anderer Fragen der Psychologie hat der Physiologe ebenso viel beizutragen wie der Psychologe. Zu den herausragenden Ideen gehört das Anwenden von Messungen auf den Geist, soweit es um das Bestimmen von Zeit und Quantität geht. Dies impliziert selbstverständlich Experimente am Nervensystem und an den Veränderungen, die

das Bewusstsein betreffen. Descartes unternahm schon vor Langem Experimente in Bezug auf die Emotionen, um zu beweisen, dass man sich dem Geist durch den Körper nähern kann. Doch dies erwies sich so lange als unmöglich, bis die Physiologie das Nervensystem und dessen über das Gehirn laufende Verbindungen zum Geist erschlossen hatte. Im Zuge dieses Fortschritts in der Physiologie des Nervensystems nahm die Psychologie an, dass die mentalen Phänomene stets von Nervenveränderungen begleitet sind. Die Beziehung zwischen Geist und Körper hängt von dieser Annahme ab. Die physischen und mentalen Veränderungen, die stets Hand in Hand gehen, werden mit Hilfe von Messwerten interpretiert. Man geht davon aus, dass diese zwischen Geist und Körper unzweifelhaft bestehende Verbindung einheitlich ist, womit man eine Grundlage hat, um Experimente in Bezug auf das mentale Leben durchzuführen.

Da wir diese Beziehung also festgestellt haben und von ihrer Einheitlichkeit ausgehen, können wir die Gegebenheiten des Bewusstseins analysieren, die Gegebenheiten bei neuronalen Veränderungen messen und die Modifikationen wahrnehmen, die sich in den Gegebenheiten des Bewusstseins korrelativ zu den Veränderungen in der Nervenstimulation vollziehen. Mit Hilfe des Experiments können wir den Unterschied zwischen natürlichen und willkürlichen Zuständen ebenso entdecken, wie wir herausfinden, dass die Modifikation der Nervenzellen äußerlicher Stimulation des Nervensystems oder anormalen Zuständen im Organismus zuzuschreiben ist. So stoßen wir auf jene Krankheitszustände des Nervensystems, die charakteristisch sind für bestimmte zerebrale Zustände und mentale Veränderungen, die mit organischen Veränderungen der Nervenzellen einhergehen. Und genau hier kommen mentale Krankheiten in Betracht. Das ist physiologische Psychologie und Pathologie. Die experimentelle Psychologie zeigt die Ergebnisse von Experimenten im Zusammenhang mit der Stimulation jener Organe, die das Nervensystem als das Medium mentaler Aktivität beeinflussen, [und bestimmt,] ob sie sich auf die normalen oder anormalen Zustände von Geist und Nervensystem beziehen. In diesem Semester werden wir die Psychophysiologie erörtern und im nächsten die Psychopathologie und die Psychiatrie.<sup>4</sup>

Um Psychologie zu verstehen, müssen wir tief in die Biologie graben, und um das Fachgebiet zu umfassen, müssen wir Physiologie, Neurologie, Physik und Chemie

<sup>4</sup> Anm. d. Hrsg.: Eine Übersetzung dieser Texte hätte den Rahmen des vorliegenden Kompendiums gesprengt, deshalb wurde darauf verzichtet, wobei insbesondere die Psychopathologie eine durchaus lesenswerte Lektüre darstellt, um Littlejohns psychophysiologisches Konzept noch tiefer zu durchdringen.

erforschen. Die Methode, die wir dabei verwenden, ist Beobachtung, unterstützt durch Experimente. Auf diese Weise hoffen wir, eine Wissenschaft zu entdecken und aufzubauen, die aus bestimmten Prinzipien besteht und bestimmte Probleme betrachtet. Sie findet ihre Grundlage oder ihr Wirkungsfeld im menschlichen Körper, insbesondere im Nervensystem. Eine Aktivität erzeugt über die Sinnesorgane einen Eindruck im Gehirn. Die Impulse werden durch den motorischen Apparat in Verbindung mit den Muskeln und Knochen ausgeführt. Die Psychologie legt zwei Axiome fest:

- Jedes mentale Phänomen beruht auf einer Aktivität des Gehirns.
- Der Geist besitzt von Natur aus keinerlei Begriff von Zahl, Qualität oder Raum.

Es ist also nicht so, dass mit der mentalen Existenz zugleich auch eine Vorstellung von diesen Phänomenen existiert. Doch markieren alle Vorstellungen, Einschätzungen und Unterscheidungen das mentale Wachstum. Das Gehirn entwickelt sich und ebenso der Geist und beide Entwicklungen sind untrennbar miteinander verbunden. Um den gegenwärtigen mentalen Status zu verstehen, müssen wir seinen Entstehungsprozess von der einfachsten Form an nachverfolgen. Wir müssen das Wachstum studieren, um an die Ordnung der mentalen Entwicklung heranzukommen, an diese Gesetze, die den mentalen Fortschritt darstellen, der sich im Einklang mit der gesamten natürlichen Evolution befindet. Vom Tier an aufwärts finden wir diese fortschreitende Entwicklung. Der Instinkt des Kükens zeigt sich am dritten Lebens- tag, sodass das Küken instinktiv jedem sich bewegenden Objekt folgt und danach an seinem Führer festhält, wer oder was immer das auch sein mag, während jedes andere sich bewegende Objekt Beunruhigung hervorruft und Furcht erzeugt. Wird diese Phase instinktiver Entwicklung unterdrückt oder versäumt, kann sie sich später nie mehr entfalten. Dass es für die angemessene Entwicklung des psychischen Wesens eine Reihenfolge und einen bestimmten Zeitraum gibt, ist ein wichtiges psychisches Prinzip. Beim Menschen finden wir mehr Instinkte als bei jedem anderen Tier und sie entwickeln sich alle in richtiger Reihenfolge. Diese Instinkte und die mit ihnen verbundenen Emotionen stellen die mächtigsten Einflüsse der Natur dar.

Es gibt verschiedene Typen menschlichen Denkens und Assoziierens. Die Menschen denken und bilden auf unterschiedliche Arten mentale Erinnerungsbilder. Dabei sind die Typen individuell, die Fähigkeit aber ist allgemein. Veranschaulicht wird dies durch die Art und Weise des visuellen Beobachtens, der stimmlichen Äußerung und des inneren Sprechens. Manche Menschen visualisieren, andere drücken

sich verbal aus, während wieder andere all ihren Gedanken mittels innerer Äußerungen Ausdruck verleihen. Das sind die drei Typen mentaler Verkörperung in der Geistestätigkeit. Offenbar basiert dies auf Nachahmung, die beim Menschen ebenso instinktiv ist wie bei den niederen Tieren. Um nachzuahmen, muss im Geist ein bestimmtes Konzept gebildet werden und es muss eine Antriebskraft geben, um das Konzept auszuführen. Auf diese Weise entwirft der Geist seine Pläne und mit Hilfe des Gehirns, des Nervensystems und des Körpers bringt er sie zur Ausführung.

Dieselbe Idee von der Verbindung zwischen Gehirn und Geist finden wir auch in einer anderen Richtung, nämlich im Sprechen. Im Gehirn gibt es zwei Lappen, wovon jeder die jeweils entgegengesetzte Hälfte des Körpers reguliert. Die rechte Hand wird vom linken Bereich des Gehirns gesteuert und dort finden wir nahe an dem für die Hand zuständigen Bereich das Sprechzentrum. Anthropologie und die Philologie früherer Zeugen haben bewiesen, dass die Hand-Sprache bzw. die Zeichensprache vor der stimmlich geäußerten Sprache existiert hat. Bei der Hand-Sprache dient die rechte Hand als Hauptinstrument. Das stimmt mit der Feststellung überein, dass Rechtshändigkeit und Sprechen bei im Vergleich zum Menschen niederen Lebewesen nicht vorkommen.

Dementsprechend ist die Entwicklung des tierischen Gehirns bestimmungsgemäß und die beiden Gehirnlappen weichen nicht voneinander ab. Das zeigt, dass die Sprechorgane, die überwiegende Verwendung der rechten Hand und das, wofür sie stehen (nämlich die Gehirnzentren im selben Bereich und Lappen des Gehirns), in enger Beziehung zueinander stehen. Die Frage, ob diese Beziehung natürlich ist oder erworben, also ererbt, wurde im Licht der Entwicklung von Geist und Gehirn erörtert. Dies weist zumindest darauf hin, dass es im menschlichen Gehirn eine feste und klar umrissene Grundlage für Geist und mentale Aktivität gibt und dass ein enger Zusammenhang besteht zwischen Geist und Körper, die sich beide voneinander abhängig entwickeln und sich dabei gegenseitig beeinflussen.

Genau das macht die Psychologie im medizinischen Bereich so wertvoll. In der Vergangenheit haben Physiologie und Medizin unterstellt, der Körper sei etwas ganz Anderes als der Geist. Und auch die Psychologie vertrat diese Anschauung. Moderne Psychologie und Physiologie betrachten den Menschen dagegen als Einheit von Geist und Körper. Der Körper gilt als Instrument und Medium der mentalen Offenbarung<sup>5</sup>, sodass eine der Grundbedingungen für Gesundheit in einem Geist und einem

<sup>5</sup> Anm. d. Übers.: Wie bei Herbert Spencer kann bei Littlejohn *manifestation* mit »Offenbarung« wiedergegeben werden, weil sich phänomenal etwas zeigt, was nicht mit den sich zugehörigen Phänomenen identisch ist.



Bewusstsein besteht, die den Körperzustand bestimmen. Der Körper ist zwar eine Maschine, jedoch keine die, einmal aufgezogen, über Jahre hinweg gänzlich unter äußerem Einfluss funktionieren kann. Seine Formung und Gestaltung geschehen vielmehr von innen. Mentale Funktion ist die Basis jeder physischen Funktion. Hinter den physischen Vorgängen Verdauung, Atmung und Blutkreislauf gibt es einen mentalen Zustand, der den Körperzustand bestimmt. Es ist eine bekannte Tatsache, dass die Zivilisation Krankheit und Körperschwäche Vorschub leistet, weil mit ihr eine mentale Erregung einhergeht, die der körperlichen Gesundheit nicht förderlich ist. Sie bringt eine stärkere mentale Anstrengung und einen größeren Selbstbehauptungskampf mit sich, die dazu führen, dass die normale Entwicklung von Geist und Körper vernachlässigt wird. Daraus resultieren zahllose gestörte Zustände und Krankheiten. Wir stimmen nicht den Ruf an: Zurück zum Leben der Wilden! Doch wir sagen: Zurück zu dem Zustand, der eine niedrigere Ebene repräsentiert – nämlich: die Abwesenheit mental störender Zustände, die körperliche Wracks erzeugen, neuronale Verwirrung verstärken und Krankheit oder Tod bewirken. Indem wir das osteopathische Prinzip anerkennen, dass Medikamente unnatürlich und alle Heilmittel der Natur im menschlichen System gespeichert sind, haben wir das psychische Gesetz der Vorherrschaft des Geistes. Und will man es zum Beseitigen jener krankhaften Zustände anwenden, muss im Innern begonnen werden. Die Anpassung muss durch den Geist geschehen und der mentale Zustand muss zunächst an die Körperzustände vollkommener Gesundheit angepasst werden. Da gibt es nur ein Rezept: Pflege und ständige Aufrechterhaltung des mentalen Gleichgewichts. Wie wir wissen, beeinflussen plötzliche Emotionen den Blutkreislauf, den Herzrhythmus, die Atmung, sie zerstören die Sekretionen, beeinträchtigen die Verdauung und verursachen sogar den Tod. Werden solche Emotionen chronisch, wie ist es dann möglich, das System nutritiv vollständig zu versorgen? Die physiologische Chemie hat belegt, dass ein derartiger chronischer Zustand toxische Substanzen produziert, die jeden normalen körperlichen Prozess beeinträchtigen. Solange diese Substanzen da sind, ist Gesundheit unmöglich. Und es kann keine physische Immunität gegen Krankheit geben, weil das System für alle Arten von Keimen offen steht. Derartige vererbte oder erworbene Zustände bilden die Grundlage für jede Art von physischer und mentaler Erkrankung bzw. Schwäche. Von diesem Standpunkt aus dringt Krankheit in ein physisches und mentales Lebewesen ein, das immun sein sollte, dies aber nur sein kann, wenn es gut ausbalanciert bzw. ausgeglichen ist. Den Geist zu heilen und ihm im menschlichen System jene günstige Ausgangsposition zu verschaffen, von der aus er den Körper erhebt, statt ihn niederzudrücken, ihn kräftiger macht, statt ihn zu

erschöpfen, ihn vor allen möglichen verheerenden Auswirkungen von Krankheit bewahrt, statt ihn schutzlos preiszugeben – das ist die Absicht der Psychologie, sobald sie den Bereich der Medizin betritt.

Die moderne Psychologie ist in hohem Maße anderen Wissenschaften verpflichtet. Ebenso wie die Physiologie dadurch revolutioniert wurde, dass man sie im Lichte physischer und chemischer Prozesse erklärte, schuldet die Psychologie der Physiologie, der Physik und sogar der Astronomie Dank. Helmholtz hat vor nahezu einem halben Jahrhundert die Geschwindigkeit der Nervenimpulse gemessen. Die peripheren Nervenzellen stellen jedoch nur einen Teil des Nervensystems dar, während das Gehirn das besondere Medium mentaler Manifestation bildet. Mit der mentalen Aktivität gehen bestimmte Prozesse im Gehirn einher. Und weil das Individuum seine Erfahrung im Zusammenhang mit bestimmten Stimuli kennt, hat man verschiedene Körperteile stimuliert, sodass die für eine Muskelreaktion erforderliche Zeit gemessen werden konnte. Eng verbunden mit diesen Untersuchungen waren Forschungen zu den Nervenfunktionen im Zusammenhang mit den Endorganen, sodass heute die Beziehungen zwischen sensorischen Funktionen und mentalen Aktionen klar verstanden werden. Jede Erfahrung basiert auf irgendeiner physischen Grundlage, und hier zeigt die Physik, dass es möglich ist, Sinnesempfindung, Emotion und Volition<sup>6</sup> mit äußeren, den physikalischen Gesetzen unterliegenden Objekten zu verbinden. Diese physikalischen Wissenschaften haben also den Weg für die psychische Betrachtung des Geistes aus einer physiologischen Perspektive eröffnet. Psychologie beginnt mit dem Nervensystem, stellt Korrelationen zwischen Geist und Gehirn her und öffnet einen Weg, um psychologische Gesetzmäßigkeiten wahrzunehmen. Das Gehirn erfordert Differenzierung, die Nervenbahnen müssen verfolgt werden und die molekulare Aktion und Interaktion der Nervenlemente müssen eindeutig bekannt sein. Das Studium des Zentralen Nervensystems ist hier von großer Bedeutung, denn nur hier kann Psychologie ihre Vervollkommnung finden.

Platon war der Ansicht, die Gottheit habe aus dem göttlichen Wesen sublunare Geschöpfe gebildet, die wiederum den animalischen Körper geschaffen und ihm diesen göttlichen Anteil als unsterbliches Element weitergegeben hätten. In der Seele finden wir Platon zufolge den Geist als Sitz der Intelligenz sowie den animalischen und materiellen Anteil als Sitz der Leidenschaft einschließlich Mut und auch als

<sup>6</sup> Anm. d. Übers.: Für das Willenselement verwendet Littlejohn oft die Fachausdrücke *volition* und *conation*. Sie wurden mit Volition und Konation übersetzt.

Sitz des Triebes. Der Geist wohnt im Gehirn, die Leidenschaft im Herzen und die Triebe samt Begierden in den unteren Körperteilen. Bei Aristoteles werden die psychischen Vorgänge als Einbildungskraft, Urteil und Sinnesempfindung klassifiziert. Bei ihm sitzt der mentale Aspekt im Herzen, das Gehirn übernimmt die Aufgabe, das Herz zu kühlen. Erasistratos identifizierte als Erster das Nervensystem als klar umrissenes System, auf das er das Funktionieren mentaler Phänomene zurückführte. Er betrachtete die Luft als die Lebenskraft und verfolgte ihren Weg in die Lungen, durch das Herz und schließlich zum Gehirn, wo sie ihm zufolge zum vitalen bzw. animalischen Geist wird. Auf diese Weise wurden Geist und Körper eng verbunden, die mentalen Phänomene hingen untrennbar mit den Nervenfunktionen zusammen. Galen wiederum sagte, nachdem er entdeckt hatte, dass das Blut essenziell für das Leben ist, der animalische Geist müsse im Blut sein. Und doch betrachtete er das Gehirn als die grundlegende Nervenstruktur sowie als Sitz von Volition und Sinnesempfindung, das rein physische Körpersystem mit seinem muskulären Mechanismus hingegen als völlig abhängig vom Nervensystem. Damit ist der Wissensstand bis in neuere Zeiten markiert. Dem Engländer Willis gebührt die Ehre, vor mehr als 200 Jahren die modernen Ideen hervorgebracht zu haben. Er hielt das Gehirn für den Sitz der menschlichen Seele, für die Haupt-Antriebskraft im animalischen Mechanismus, für die Quelle aller Bewegung und allen begrifflichen Erfassens. Die Gehirnwindungen waren für ihn Zellen oder Speicher, die die Grenzen der Bewegungen des animalischen Geistes markieren. Der Kortex galt ihm als Sitz der Gedanken und als zentrales Organ<sup>7</sup> für Bewegung und Vorstellungskraft. Newton ergänzte diese Entdeckung aus physikalischer Sicht, indem er erklärte, dass die Reize entlang der Nervenbahnen als Schwingungen verbreitet werden. Dazu kommt die Tatsache, auf die schon Willis hingewiesen hat: dass nämlich das Nervensystem die Grundlage der Reflexhandlung darstellt. Mit dieser Ergänzung der Neurologie bezüglich der Differenzierung und Lokalisierung der Funktion haben wir dank der Forschungen von Männern wie Bell oder Ferrier die Basis psychologischer Aktivität

<sup>7</sup> Anm. d. Hrsg.: Der Autor verwendet den Begriff *central organs* nicht nur im Sinne funktioneller Einheiten des Nervensystems (Nervenzentren), sondern auch für strukturelle Ansammlungen von Nervenzellen ohne definierten Bezug (Grenzstrangganglien), größere Areale des Nervensystems (Zerebellum) und sogar in Hinblick auf das gesamte Nervensystem als einheitliches Organ (Vegetatives Nervensystem). Um dem ganzheitlichen Charakter dieses Terminus in seinen Ausführungen zum Nervensystem gerecht zu werden, wurde auf eine interpretierende Übersetzung verzichtet.

im Zusammenhang mit dem Gehirn und dem Nervensystem. So sind wir im Verlauf der Geschichte also schrittweise zu unserem gegenwärtigen Wissensstand gelangt.

Obgleich das Nervensystem Basis und Medium für mentale Vorgänge ist, dürfen wir nicht vergessen, dass im höheren Bereich der Psychophysiologie der Geist die bestimmende Kraft darstellt und dass in einem physiologisch gesunden Leben kaum etwas anderes als ein gesunder Geist den von allen so erwünschten kräftigen Körperzustand sowie Gesundheit, Lebensfreude und Glück sicherstellen kann. Die Physiologen haben ihre Forschungen im Wesentlichen auf die einzelnen Teile des Zentralen Nervensystems begrenzt, ohne zu versuchen, Modelle einer systematischen Aktivität des Gesamtsystems zu entwerfen. Das hat in der Physiologie zu der Tendenz geführt, die Bedeutung der Funktionsspezialisierung zu überschätzen. Dabei wird jedoch die Tatsache übersehen, dass es in der Aktivität des Gesamtsystems einen Zusammenhalt und eine Einigkeit gibt. Es ist wahrscheinlich, dass jeder aktive Vorgang im Nervensystem das gesamte menschliche System beeinflusst. Demnach muss es eine ständige Aktivität seitens der Nervenzellen geben, begleitet von kontinuierlichen Impulsen, die in die Zellen eindringen und sie verlassen. Dies bildet die Basis für »die Kontinuität bewusster Erfahrung«. Hinter dem Bewusstsein liegt – zumindest aus morphologischer Sicht – die anatomische Struktur des Nervensystems. Allerdings ist es bisher noch keinem gelungen, das Problem ihrer Zusammenhänge zu lösen. Der Bereich des Bewusstseins wanderte mit der Entwicklung der physiologischen Theorien allmählich nach oben, bis er – wie ein Physiologe es ausdrückte – seine letzte Zuflucht in dem nach der Lokalisierung der sensorischen und motorischen Bereiche einzig noch verbleibenden Bereich nehmen musste: im anterioren Anteil der grauen Substanz des Kortex nämlich.

Die antiken Philosophen begrenzten den Geist nicht auf das Gehirn. Mit dem Beginn der modernen Psychologie wurde das Zentrum der bewussten mentalen, emotionalen und volitionalen Phänomene mit der Medulla verbunden, in jüngerer Zeit lokalisierte man es im frontalen Bereich des Kortex, und zwar hauptsächlich deswegen, weil dies der einzige noch freie Ort im Gehirn war. Sogar dann, wenn wir alle Veränderungen, die in diesem Bereich stattfinden, verstehen könnten, würde es uns wohl nicht gelingen, die Kluft zwischen dem rein Subjektiven und dem Objektiven zu überbrücken. Noch weniger dürften wir dazu in der Lage sein, mentale Phänomene in die ihnen vorausgehenden Ursachen aufzulösen.

Die Physiologie hat sich hauptsächlich in zwei Schulen gespalten, wovon die eine die mentalen Phänomene verkörperlicht, indem sie sie ausschließlich auf physiologische und physische Ursachen zurückführt, während die andere sie idealisiert,

indem sie ihnen bildhafte Namen gibt, die aber eigentlich keine Erklärung der Phänomene liefern. Durch die Kombination beider Anschauungen haben wir eine grundlegende physische und physiologische Basis für die ideale Interpretation dieser Phänomene. Sobald wir den Bereich des Transzendenten betreten und hinter all diesen physischen oder mentalen Phänomenen die Existenz einer metaphysischen Essenz voraussetzen, wird die Erklärung deutlicher, denn dann erweisen sich diese geistigen und körperlichen Phänomene schlicht als Offenbarungen jener inneren, tieferen und wahren Existenz. Die Schwierigkeit dabei ist aber, dass ein derartiges Wesen, das die Metaphysiker als Seele identifizieren würden, in keiner Weise durch die Wissenschaft bewiesen werden kann. Im besten Fall handelt es sich einfach um eine metaphysische Konzeption.

Wir versuchen nicht, diese Frage zu lösen. Doch es bleibt eine bedeutende physiologische Frage: Hat die Physiologie irgendeine Begründung dafür, dass sie das Bewusstsein und die gesamten psychischen Phänomene im frontalen Bereich des Gehirns lokalisiert? Sofern wir die Fakten der vergleichenden Physiologie richtig interpretieren, gründet diese Theorie nicht auf Tatsachen. Die Physiologen lokalisieren im Gehirn die Sinnesempfindungen, womit gemeint ist, dass dort all jene Impulse enden, die in Bewusstsein resultieren. Doch die anderen Anteile des Nervensystems, die die Impulse zu diesem Sensorium übertragen, können ebenso viel mit Bewusstsein zu tun haben wie das Sensorium selbst. Auch bei den niederen Tieren, deren Gehirnentwicklung relativ einfach ist und die keine der charakteristischen kortikalen Gehirnwindungen besitzen, die man beim Menschen mit mentalen Phänomenen in Verbindung bringt, finden wir Bewusstsein. Diese auf der vollkommenen Einheit des Körpers und insbesondere des Nervensystems basierende Sichtweise überwindet die von der modernen Physiologie betonte Schwierigkeit einer perfekten Lokalisierung der verschiedenen Funktionen.

In den frühesten Zuständen der Zellentwicklung erkennen wir, dass die einzelne Zelle der Stimulation unterliegt und bestimmte molekulare Veränderungen durchmacht. Diese Veränderungen senden Impulse an andere Zellen und ebenso entlang der Nervenbahnen bis zur Oberfläche des Körpers. Wird die erste Zelle, die aufgrund ihrer Fähigkeit, Impulse zu empfangen und zu übermitteln, funktionell mehr oder weniger differenziert ist, durch kontinuierliche Stimulation stärker spezialisiert, sodass ihre Veränderungen an diese besondere Art der Stimulation angepasst werden und auf derartige äußere Stimuli gewohnheitsmäßig reagieren, dann sind das die ersten Anfänge von Bewusstsein und Gedächtnis. Sogar hier ist aber Bewusstsein nicht das Produkt von Veränderungen, die in den Zellen stattfinden,

denn selbst eine Kenntnis aller inneren Veränderungen würde kein Bewusstsein zur Folge haben, weil das Bewusstsein nur in Verbindung mit äußeren Manifestationen entsteht. Einige haben dies mit der Vermutung zu erklären versucht, dass mit Materie ein Bewusstsein verbunden ist. Das kann jedoch nicht der Fall sein, denn wir finden keine Verbindungslinie zwischen physischer Materie und psychischem Bewusstsein. Folglich finden wir zwei anscheinende Gegensätze, die einander nicht verursachen. Manche haben diese Verbindung dadurch vervollständigt, dass sie irgendeine Art von Energie mit dem Verursachen von Bewusstsein gleichsetzen. Energie ist aber eine physische Eigenschaft, aufgrund derer eine bestimmte Materie oder bestimmte Materien die Fähigkeit zu agieren besitzen. Dieses Agieren hängt von den aktiven Veränderungen ab, die in den einzelnen Elementen stattfinden. Bilden diese Veränderungen, die in den Zellen vermutlich auf der Basis molekularer Aktivität geschehen, die Grundlage des Bewusstseins, dann muss Bewusstsein eine materielle und keine psychische Qualität sein. Denn das Ergebnis kann nicht mehr enthalten als die Ursache. Bewusstsein lässt sich also nicht anhand einfacher Substanzveränderungen oder Materiebewegungen erklären und ist daher unerklärbar – es sei denn, wir stellen für das Psychische wie für das Physiologische die Hypothese auf, dass jedes in seiner eigenen Sphäre die Basis seiner eigenen charakteristischen Aktivität bildet. Betrachten wir das Nervensystem als komplexes Gebilde aus Nervenmechanismen, wobei jeder Mechanismus in seiner einfachen Form eine Aktivität erzeugt, in der es Bewusstsein gibt, dann ist das gesamte Nervensystem aus psychischer Sicht eine komplexe Serie bewusster Zustände. Bewusstsein kann dann nicht nur im ganzen Gehirn existieren, sondern auch in allen Zellen, die das komplexe Gehirn konstituieren. Wird ein sensorischer Teil des Körpers stimuliert, kommt es zur Übertragung des Eindrucks in das Zentrale Nervensystem und löst irgendeine Reflexbewegung aus. Dies bezeichnet eine Reflexhandlung, die, zumindest vom Gehirnzentrum her, ohne Volition vor sich geht. Und doch gibt es ein Bewusstsein der Veränderungen, die im Zusammenhang mit dem Empfangen und Verteilen der Impulse stattfinden. Das Zentrum der Reflexreaktion außerhalb des Gehirns besitzt eine enge Verbindung mit den Zellen der grauen Substanz im Gehirn, sodass jeder sensorische Bereich des Körpers eine Verbindung mit einem Gehirnbereich besitzt. Eindrücke können von diesen zerebralen Zentren reflektorisch nach außen zu anderen Zentren verlaufen, woraus unwillkürliche Bewegungen entstehen. Es können aber auch Impulse von den sensorischen Zentren im Kortex zu den Zentren der volitionalen Impulse passieren, woraus willkürliche Bewegungen entstehen. Jeder willkürliche Vorgang ist jedoch im Wesentlichen eine Reflexreaktion, abhängig

von einer afferenten Stimulation, die beim Hervorrufen des Vorgangs oder schon zu einem früheren Zeitpunkt erfolgt.

Die Eindrücke in den Zellen oder Zellen-Kombinationen bleiben erhalten und bilden das Gedächtnis, sodass die Volition bei einer Erregung der Impulse eine Basis hat, auf der sie agieren kann. Hinzu kommt, dass beim Sehvorgang ein auf der Retina geformtes Bild vom Nervus opticus zu den koordinierenden Corpora quadrigemina<sup>8</sup> und von dort weiter zum optischen Bereich im Kortex übermittelt wird. Dieses Bild erzeugt, wenn es sich den Zellen einprägt, ein Erinnerungsbild, das unter dem Einfluss von Impulsen im Bewusstsein geweckt werden kann, um eine Aktivität hervorzurufen. Solche sensorischen Eindrücke können jedoch nicht nur Bewusstsein im Zerebrum erregen, sondern auch im Zerebellum, in welchem die Koordination stattfindet. Es ist wahrscheinlich, dass es sensorische Bereiche sowohl im Zerebrum als auch im Zerebellum gibt. Verhält es sich so, dann stellen die Gehirnwindungen des Zerebrums und den Sitz der regulären rhythmischen, von Volition unabhängigen Bewegungen dar und die des Zerebellums das willkürliche Element in allen Bewegungen. Werden aufgrund der Aktivität eines Objekts bzw. von Objekten verschiedene Sinnesempfindungen als Stimuli auf verschiedene Teile der sensorischen Fläche hervorgehoben, beginnen in verschiedenen kortikalen Bereichen molekulare Veränderungen. Diese Bereiche sind durch die Assoziationsfasern so miteinander verbunden, dass das Bewusstsein, sobald es die verschiedenen Eindrücke empfängt, sie zu einer einzigen Anschauung kombinieren kann. Anstatt zu einem mentalen Bild zusammengefasst zu werden, können diese kombinierten Impulse jedoch auch Muskelbewegungen hervorrufen, wobei die Bewegungen weitestgehend von den stimulierenden Ursachen abhängen. Sind die Stimuli stark, laufen die Impulse zu den Nervenzellen im Gehirn, wo sie aufgrund ihrer Stärke einen lebhaften Eindruck hinterlassen, der auch bei abgeblasster Stimulation verbleibt und sich durch eine leichte äußere oder innere Stimulation wieder abrufen lässt.

Hier haben wir die physiologische Basis der Gedankenassoziation, die in der Psychologie einen herausragenden Platz einnimmt, und ebenso die Basis von Gedächtnis und Erinnerung. Durch andauernde Wiederholung dieser Prozesse werden die Eindrücke so eng mit dem Zellkörper verbunden, dass sie schließlich inhärenter Teil des Zelllebens sind, somit durch Vererbung von Generation zu Generation weitergegeben werden und die physiologische Grundlage mentaler Intuitionen bilden. Derartige Intuitionen repräsentieren Modifikationen des Gehirns unter dem Ein-

<sup>8</sup> Anm. d. Hrsg.: Genauer gesagt zu den Colliculi inferiores der Corpora quadrigemina.

fluss der mentalen Entwicklung, wobei jedes Gehirn seine eigene Entwicklungsstufe in der Evolution darstellt. Wo es eine große Anzahl und Vielfalt von Eindrücken gibt, finden wir auch große Variationen in den Zellveränderungen und auch eine entsprechende Vielfalt bei den mentalen Phänomenen. Sind diese Eindrücke im Gehirn derart festgelegt, dass ein Stimulus aus einem anderen Bereich des Gehirns eine Reaktion hervorrufen kann, dann liegt ein voll entwickelter Geisteszustand vor. Auf diese Weise lassen sich Bilder von Szenen, die vom Sehsinn erfasst werden, oder Objekte, die in Kontakt mit dem Tastsinn kommen, in den Gehirnzellen speichern, um dann durch einen mentalen Stimulus wachgerufen zu werden.

Manche Physiologen behaupten, sie ließen sich spontan erwecken, was aber vermutlich nicht richtig ist, weil die dem Anschein nach spontanen Aufrufe eben doch von einer schwachen, oft indirekten Stimulation abhängen. Der Anblick eines Objekts kann Eindrücke abrufen, die zuvor mit einem derartigen oder einem analogen Objekt verbunden waren. Ein einfacher Abruf genügt, um schlummernde Eindrücke zu wecken. Phänomene, die zunächst rein willkürlich zu sein scheinen, werden dann zu reinen Reflexen oder sind zumindest nicht mehr mit bewusstem Wollen verbunden. Ein Kind etwa wird durch beharrliches Bemühen fähig, willentlich zu laufen. Nach der Kindheit können diese Bewegungen aber auch gänzlich unbewusst ausgeführt werden. Auf dieselbe Weise können mentale Phänomene so vollständig unbewusst werden, dass man bestimmte Handlungen oft als rein instinktiv bezeichnet.

Man stimmt allgemein darin überein, dass es unbewusste mentale Aktivität geben kann, deren Ergebnis später bewusst wird. Geistige Entwicklung setzt einen aufnahmefähigen Zustand der Nervenzellen ebenso voraus wie ein aktives Mitarbeiten dieser Zellen bei den zur molekularen Entwicklung gehörenden Veränderungen. Reguliert wird dies gewissermaßen durch die Selektionsfähigkeit, die im Falle verschiedener Eindrücke eine Konzentration auf bestimmte Eindrücke bei gleichzeitigem Ausschließen anderer erlaubt, sowie durch die Zellenaktivität im Zusammenhang mit speziellen Eindrücken und durch die Fähigkeit, diese Eindrücke zu assoziieren. Jedes dieser Elemente hat eine physiologische Grundlage im Zentralen Nervensystem und kann durch Übung stabiler werden, denn die Gehirnentwicklung hängt weitestgehend von geeignetem Training ab. Das bedeutet, dass sich Individuen in Bezug auf die Grundbeschaffenheit ihres Nervensystems voneinander unterscheiden, was wiederum die Grundlage für graduell unterschiedliche Intelligenz und Entschlusskraft bildet. Allerdings basieren diese primär auf erblich Erworbenem, das zusammen mit dem System selbst von den Vorfahren weitergegeben wurde.



So erhält jeder durch die Geburt nicht nur einen Körper, sondern auch einen Geist – die Basis mentaler Eigenart und Entwicklung. Während der Mensch nun von diesem Anfangspunkt seiner geistigen Entwicklung ausgehend beginnt, wird diese Entwicklung hauptsächlich durch Umweltgegebenheiten und Erziehungsprozesse bestimmt. Die Willensstärke lässt sich ebenfalls durch Übung steigern, sodass die hemmende Kraft weitestgehend von denselben Erziehungseinflüssen abhängt. Das meinen wir, wenn wir vom Geist als einer Einheit sprechen, die aus bestimmten, die Stufe der mentalen Entwicklung kennzeichnenden Handlungsfunktionen besteht. Die Fähigkeit zu weiterer Entwicklung ist das Charakteristikum jedes normalen Geistes.

### Methode

Da Physiologie und Psychologie wie gesagt miteinander verbunden sind, muss die Vorgehensweise auf zweierlei Art erfolgen. Physiologie ist dabei das Mittel zum Aufbau der Wissenschaft von der Psyche. Mit anderen Worten: Es geht um Psychologie mit physiologischer Methode. Die ältere Definition von Psychologie bezieht sich auf die Wissenschaft von der menschlichen Seele. Manche drücken es noch spezifischer aus, indem sie die Seele auf den subjektiven Geist begrenzen, so wie es Erdmann allein dadurch tut, dass er behauptet, es handle sich um die Grundlage des spirituellen Lebens. Wir nehmen die Existenz einer metaphysischen Entität als gegeben an, obwohl wir keinerlei Möglichkeiten haben, sie nachzuweisen. Da wir erkennen, dass es schwierig ist, eine Wissenschaft, insbesondere eine neue, zu definieren, dürfen wir nicht den Fehler machen, eine ideale Definition zu akzeptieren und dann zu versuchen, die Tatsachen mit dieser Definition in Übereinstimmung zu bringen. Deshalb sollten wir Psychologie eher beschreiben als definieren – nämlich als jenen Wissenschaftszweig, der die Phänomene des menschlichen Bewusstseins anhand physiologischer Methoden aus psychophysiologischer Perspektive erforscht. Denn wir haben es hier mit Daten zu tun, die nicht definiert werden können: nämlich mit dem Bewusstsein und seinen Phänomene.

Wenn wir die Phänomene richtig verstehen, können wir sie mit den Fachbegriffen »psychische« oder »bewusste Zustände« bezeichnen. Da allein Erfahrung solche Phänomene entdecken kann, ist der Versuch, sie zu beschreiben, wie sie sind, und ihre Zusammenhänge, die Art und Weise ihres Entstehens und ihres Miteinanderverbundenseins aufzuzeigen, Gegenstand unserer gegenwärtigen Untersuchung.

Phänomene implizieren selbstverständlich, dass hinter ihnen ein Urgrund steckt. Daher können wir sie nicht erforschen, ohne die Existenz eines empfindenden Wesens vorauszusetzen, das »ego« oder »ich« sagen kann. Worin aber besteht nun dieses Ego?

Rein theoretisch sagen wir, dass es sich um die Seele handelt, doch es existiert und empfindet praktisch im Körper. Für den Menschen ist nun wiederum reiner Materialismus unmöglich, denn für ihn gibt es nur eine einzig reale Welt: die Welt des Denkens. Das Denken und der Gedanke erschaffen ihre eigenen Umgebungen. Der Mensch baut sich seine objektiven Verhältnisse aus der subjektiven Perspektive auf, sodass die Materie, ob sie nun aus dem pflanzlichen oder tierischen Bereich stammt, nach dem Abbild der Seele und durch die Seelenkraft der Person selbst geformt wird. Durch diese konstruktive Kraft der Erfahrung baut der Mensch für sich selbst seine personale Identität auf, wobei die Erinnerung an dieses Gleichsetzen von Sein mit einer Person das verbindende Glied in seinen sich stets verändernden Lebenserfahrungen bildet. Dies führt den Menschen zu der Schlussfolgerung, dass es innen ein Subjekt geben muss, das allen Phänomenen des Bewusstseins zugrunde liegt. In diesem Licht betrachtet der Mensch seine Erfahrungen als sein eigenen, seine Verantwortlichkeit als seine eigene und nicht als die eines anderen, empfindet diese Identität oder dieses Selbstsein als zu ihm gehörend und setzt sie von Tag zu Tag fort. Das Wort Geist oder Seele wird daher als gleichbedeutend mit dem Subjekt bewusster Phänomene verwendet. Wir bevorzugen das Wort Geist, weil es in gewissem Sinn von den mit dem Begriff *Seele* verbundenen Vorurteilen frei ist und keine besonders kompromittierenden Bezüge auf das soziale oder religiöse Leben hat. Demnach ist physiologische Psychologie eine Wissenschaft, die den menschlichen Geist aus der Perspektive seiner physischen und psychologischen Zusammenhänge erforscht.

Physiologie als Wissenschaft beschäftigt sich mit jenen Funktionen des Lebens, die wir im physischen Organismus verkörpert finden. In der Psychologie haben wir es dagegen mit den Phänomenen des Bewusstseins zu tun, wie sie in Verbindung mit dem Nervensystem und den körperlichen Bewegungen und Vorgängen auftreten. Daher müssen wir uns mit Relationen und Korrelationen befassen, die zwischen der Struktur und den Funktionen des Nervensystems und des Körpermechanismus sowie den Phänomenen des Bewusstseins bestehen. Das Nervensystem wird als Mechanismus betrachtet, der enge Beziehungen zum gesamten Körpersystem hat und es über diese Beziehungen steuert. Die Psychologie betrachtet die Physiologie des Nervenmechanismus in seinem Ursprung und seiner Struktur, bestehend aus materiellen Teilchen, die einer mit benachbarten Teilchen zusammenhängenden

inneren Stimulation, aber auch einer mit externen Formen zusammenhängenden äußeren Stimulation unterworfen sind. Folglich konstituiert das Agieren und Interagieren der Moleküle die lebende Substanz und stellt bestimmte Beziehungen und Einflüsse dar – und zwar nicht nur physiologische Funktionen, sondern auch psychische Phänomene.

Was die Methode anbelangt, haben wir bereits festgestellt, dass sie zweifach sein muss. Beim Verbinden zweier Wissenschaften müssen beide wissenschaftlichen Methoden übernommen werden. Die einzige Methode, die sich in Bezug auf das Bewusstsein und dessen Phänomene anwenden lässt, ist Selbstbeobachtung. Beobachtung und Experiment stellen dagegen die geeignete physiologische Methode dar, um sich mit Struktur, Funktionen und Entwicklung zu befassen. Da es sich um zwei Reihen von Tatsachen handelt, müssen beide Methoden befolgt werden. Das einzig [brauchbare] wissenschaftliche Verfahren zum Aufbauen einer Wissenschaft setzt bei einzelnen Fakten an oder verwendet die induktive Methode. Daher müssen wir

- (1) die mit dem Bewusstsein verbundenen Phänomene entdecken und erörtern,
- (2) versuchen, sie in bestimmte Beziehungen und Zusammenhänge zu bringen, um die Gesetze herauszufinden, die das Hervorbringen von Phänomenen steuern, und
- (3) von den Phänomenen und den Prinzipien, die deren Beziehungen regeln, emporsteigen zum Wesen des denkenden Subjekts, das den Phänomenen zugrunde liegt.

Hier ist die Methode deshalb zweifach, weil es zwei Reihen von Phänomenen gibt und weil die Gesetze, die diese beiden Reihen bestimmen, verschiedener Ordnung sind oder zumindest im Physischen und im Psychischen unterschiedlich angewendet werden müssen. Die eine Ordnung unterliegt den Zwängen materieller Gegebenheiten, während die andere von einem freien Geist bestimmt ist. Nicht Beziehungen, sondern Wechselbeziehungen zwischen den beiden Ordnungen der Phänomene sind es, die wir hier herstellen müssen, indem wir sie zusammenbringen und enthüllen, worin das Geheimnis harmonischer Korrelation zwischen dem Physischen und dem Psychischen liegt. Gelingt uns das, dann haben wir eine psychophysische Basis, um den Geist darauf zu stützen, und einen psychophysischen Standpunkt, von dem aus wir sein Wesen, seinen Ursprung, seine Bestimmung sowie seine Ansprüche auf permanente Existenz erörtern können.

Da Wissenschaft aus Wissen besteht und eine wissenschaftliche Methode das rationalste Mittel zum Erwerben dieses Wissens ist, kann nichts geheim oder mysteriös bleiben. Juvenal sagte: »*Aus dem Himmel erhielten wir das Gebot: Erkenne dich selbst!*« Bewusstsein und bewusste Methoden werden vernünftig eingesetzt, um die grundlegenden Tatsachen bewussten Lebens zu finden, diese Tatsachen in ihre Faktoren aufzulösen, ihre Entwicklung vom Einfachen zum Komplexen ebenso nachzuverfolgen wie ihre Zusammenhänge und dabei nie aus dem Auge zu verlieren, dass der Mensch eine lebendige Einheit darstellt. Der Mensch ist kein verkörperter Geist (spirit) oder ein geistloser Mechanismus materieller Teilchen. Die Methode der Introspektion ins Bewusstsein bedeutet, »*in den eigenen Geist schauen*«. Herbart hat gegen diese Methode eingewendet, dass beim Anschauen dieser Phänomene die Tatsachen aus ihren unverzichtbaren Zusammenhängen gerissen und zu Abstraktionen werden. Comte zufolge ist der Geist sowohl beobachtendes Subjekt als auch beobachtetes Objekt. Beides tendiert dazu, das jeweils andere aufzuheben, denn das Beobachten der eigenen Aktivität muss aufhören – und damit löscht man aus, was man beobachten möchte. Dabei wird jedoch vergessen, dass in der modernen Psychologie das Nervensystem die Bedingung und das Medium für mentale Aktivität darstellt, sodass wir beim Beobachten von Phänomenen beobachten, wie sich das mentale Leben selbst ausdrückt oder wie die mentalen Phänomene »*sich auf die allgemeineren Offenbarungen des physischen Lebens aufpfropfen*«. Selbstbeobachtung (Introspektion) führt einen Irrtum in die Beobachtung ein, doch dies ist bei allen Beobachtungen der Fall. Will ich meine Beobachtung auf eine Tatsache konzentrieren, muss ich diese aus ihren notwendigen Zusammenhängen herausholen und beobachte sie dann abstrahiert. Das gilt für jede Beobachtung.

Gehirn und Geist sind nicht genau identisch. Geistige Phänomene und das Gehirn, oder zumindest neuronale Veränderungen, können zwar korrelativ sein, ein Gedanke ist jedoch nicht erklärbar durch simples Analysieren des Gehirns oder der Nervenveränderungen, die ihn begleiten. Wir können Geisteszustände niemals in Gehirnzustände auflösen, so eng auch die Beziehungen zwischen ihnen sein mögen. Mit anderen Worten: Gehirnfunktionen können zwar mit geistigen Vorgängen korrespondieren, lassen sich aber nicht mit ihnen gleichsetzen. Wir finden also einen psychophysischen Parallelismus vor. »*Mentales Leben ist eine Kette von Ereignissen, parallel zu einer Kette physischer Ereignisse.*« Manche behaupten, die mentalen Phänomene seien zu kompliziert, um eine Parallele im neuronalen Mechanismus zu finden. Sofern dieser Parallelismus überhaupt irgendeinen Wert hat, muss er vollständig sein. Und er muss in der Entwicklung beider vollständig sein – vom Anfang bis

zum Ende. Handelt es sich um psychische Prozesse, die nicht von physischen Prozessen abhängen oder korrelativ zu ihnen sind, dann gehören sie in den metaphysischen Bereich. Wir jedenfalls vertreten beim Betrachten des Geistes den Standpunkt, dass er eine physische Grundlage besitzt, weil es für uns ohne eine derartige Grundlage gar keine Bewusstseinsphänomene gäbe.

## Bewusstsein

Bevor wir das Thema in seinen Hauptzügen erörtern, müssen wir als Vorbereitung zunächst das Bewusstsein studieren. In dem durch Phänomene gekennzeichneten Bewusstseinsstrom gibt es die Einheit des Geistes. Diese Einheit darf allerdings nicht zu weit getrieben werden. Jedes mentale Phänomen ist gleichzeitig mit drei mentalen Prozessen verbunden: dem Intellekt, dem Gefühl und der Konation.<sup>9</sup> Sie bilden die Basis der dreifach differenzierten Einheit des mentalen Wesens. Weil sie die elementaren psychischen Aktivitäten darstellen, müssen sie jeder mentalen Aktivität zugrunde liegen. Komplexere Prozesse sind schlicht das Ergebnis einer Kombination dieser drei elementaren Prozesse unter dem Einfluss der Entwicklung. Da es sich so verhält, muss es irgendeinen allgemeinen, auf alle Phänomene anwendbaren Begriff geben. Wir nennen sie deshalb Bewusstseinsphänomene.

Bewusstsein lässt sich kaum definieren. Auf das mentale Leben bezogen ist es unmöglich, Unbewusstheit zu erfassen, weil es sich vom psychischen Standpunkt aus gesehen um eine negative<sup>10</sup> Idee handelt. Vollständige Unbewusstheit wäre die Abwesenheit mentaler Zustände oder Prozesse. Möglicherweise ist der Geist zu bestimmten metaphysischen Prozessen fähig, die das Bewusstsein übersteigen. Doch solche Zustände sind dann jenseits der psychischen Phänomene. Unbewusstheit ist also aus der psychischen Perspektive völlig negativ. Das mentale Leben wird als Bewusstseinsstrom begriffen. Mit anderen Worten: Das Leben des Geistes hat keine Trennpunkte, die bestimmte Grenzen markieren, wie es bei Objekten im Raum der Fall ist. Zudem lassen sich im mentalen Leben, soweit es die Prozesse anbelangt, keine Trennlinien zwischen den einzelnen Phasen festlegen. Das Leben ist kontinu-

<sup>9</sup> Anm. d. Hrsg.: Da es sich auch bei den englischen Originalbegriffen im engeren Sinn um keine Prozesse handelt, muss man das hier wohl im Sinne von *Denken, Fühlen* und *Wollen* verstehen.

<sup>10</sup> Anm. d. Hrsg.: Selbstverständlich ist »negativ« in Littlejohns Ausführungen technisch und nicht wertend zu interpretieren.

ierlich, ohne irgendwelche völligen Brüche zwischen den mentalen Prozessen. Auch kann man Bewusstsein nicht als etwas betrachten, das sich immer einfach in einem passiven Zustand befindet, denn auch beim simpelsten mentalen Zustand handelt es sich um einen aktiven Vorgang. Die verschiedenen mentalen Prozesse müssen selbst der mentalen Aktivität unterworfen werden, bevor sie erkannt werden können. Ein unerkannter Zustand hat keine psychische Bedeutung. So stellt etwa ein Stich mit einer Nadel, der nicht als solcher unterschieden wird, ein physiologisches, kein psychologisches Problem dar. Ladd hat Bewusstsein definiert als »*synonym mit einem psychischen Zustand, der als inhaltlich unterschieden betrachtet wird – wie schwach auch immer – und mit dem Strom des mentalen Lebens verbunden ist – wie unvollkommen auch immer.*« Die Phänomene des Bewusstseins stellen mentale Aktivitäten dar. Bewusst zu sein bedeutet, sich dieser psychischen Aktivität bewusst zu sein, wobei Bewusstsein als »eine Form des Funktionierens« betrachtet wird. Das Analysieren mentaler Zustände impliziert eine Differenzierungsfähigkeit des Bewusstseins. Bewusste Zustände zu unterscheiden, schließt wiederum die Aktivität des Geistes ein, der seinerseits selbst Bewusstsein ist. Bewusstsein ist folglich das Erkennen mentaler Aktivität aus der Sicht psychischer Einheit bezogen auf die bewussten Zustände. Manche setzen dies mit Selbst-Bewusstsein<sup>11</sup> gleich – also mit »*der Kraft, durch die die Seele ihre eigenen Taten und Zustände kennt.*« (Porter).

Gegen diese Theorie tragen die deutschen Psychologen Bedenken vor, weil sie meinen, dass nicht jedes psychische Phänomen dieses Selbstwissen einschließt. Beide Sichtweisen sind extrem. Denn da alle psychischen Phänomene mit dem Bewusstsein verbunden sind, kann es ohne ein mehr oder weniger klares Selbst-Bewusstsein kein Wissen von ihnen geben. Selbst-Bewusstsein entsteht immer dann, wenn das Subjekt erkennt, dass die psychischen Zustände aufeinander und auf Bewusstsein bezogen sind. Bewusstsein umfasst die physiologische Basis, die man im Nervenmechanismus findet, bestehend aus dem Zentralen Nervensystem, den Nervenbahnen und den Endorganen. Davon hängt in einem gesunden Zustand, der auf angemessener Ernährung des Gehirns und der Nervenbahnen beruht, die funktionelle Aktivität des bewussten Lebens ab. Bewusstsein ist nicht jeweils auf eine einzelne Tatsache begrenzt, weil es ständig eine Gruppe von Tatsachen oder Objekten enthält. Was seine Intensität anbelangt, variiert Bewusstsein bei verschiedenen Individuen beachtlich. Das gilt auch für die Geschwindigkeit der mentalen Prozesse, die nur im

<sup>11</sup> Anm. d. Hrsg.: Diese Schreibweise wurde bewusst gewählt, um hier einer missverständlichen Interpretation im Sinne von Selbstbewusstsein als Charaktereigenschaft vorzubeugen.

Licht bewusster Evolution verstanden werden können. Beim Kind etwa gibt es kein derartiges Bewusstsein von sich selbst und von Tatsachen oder Objekten, wie wir es beim Erwachsenen feststellen. Zwar ist der Geist auf beiden Stufen unzweifelhaft derselbe, doch im Zuge der Entwicklung hat sich das Unterscheidungsvermögen dank der mentalen Aktivität in Vergleich und Gegensatz zu einer solchen Exaktheit verfeinert, dass das bewusste Wissen erheblich erweitert worden ist. Bewusst zu sein heißt also, ein mentales Leben zu leben, wobei sich dieses mentale Leben mit der zunehmenden Vervollkommnung der mentalen Funktionen entwickelt. In dieser psychischen Entwicklung kennzeichnet das Unterscheiden zwischen »Ich« und »Nicht-Ich« das prinzipielle Charakteristikum der Evolution, ergänzt durch Vergleich und Kontrast. Wird dieser Bereich des Bewusstseins differenziert und im Bewusstsein vom bewussten Subjekt getrennt, erreicht der Geist jenes höhere Bewusstsein, das für den erwachsenen Zustand charakteristisch ist. Wir müssen uns daran erinnern, dass das Bewusstsein durch seine gesamte Geschichte hindurch *»nicht weiterexistiert, wenn die Prozesse, derer wir uns bewusst sind, vergangen sind. Es verändert sich ständig mit ihren Veränderungen und lässt sich nicht von ihnen unterscheiden«* (Wundt).

## Teil I:

# Die physiologische Grundlage der mentalen Phänomene im Nervensystem

Thomas Brown stellt fest: »Das Wahrnehmende ist genauso Teil der Natur wie die wahrgenommenen Objekte, die auf es wirken. Und als Teil der Natur ist es selbst ein Objekt rein physikalischer Erforschung.« Das scheint sich ganz von Schellings Auffassung zu unterscheiden, der Leben als »Prinzip der Individuation« definiert, und ist dennoch nicht unvereinbar mit ihr. Denn wo immer es im Nervenmechanismus Ganglienzellen gibt, finden wir die Grundlage jener Individuation, die den krönenden Höhepunkt des menschlichen Lebens darstellt. Ziehen schreibt in der Einleitung zu seinem Werk *Physiologische Psychologie*, er akzeptiere fürs Erste die Antithese materieller und psychischer Phänomene in der Hoffnung, später eine Brücke zu entdecken, die die Kluft zwischen den beiden Gegensätzen überspannt. Für uns macht es keinen Unterschied, ob alle psychischen Phänomene mit begleitenden materiellen Prozessen einhergehen oder nicht. Aus unserer physiologischen Sicht kann es jedenfalls keine psychischen Prozesse ohne begleitende neuronale Prozesse geben – denn gäbe es sie, würden sie in den Bereich der Metaphysik gehören. Es existiert eine hinreichende Grundlage für psychische Aktivität im physiologischen Organismus.

Die Evolutionstheorie hat zwei neue Perspektiven entwickelt, aus denen der Organismus zu betrachten ist. Jede wirklich biologische Anschauung muss mit zwei Arten von Anpassung übereinstimmen: (a) »der des Organismus an seine Umwelt« und (b) »der von Organen an Funktionen« (Comte). Wir betrachten jetzt die zweite Anpassung. Die Anpassung des Organismus in der Entwicklung des Nervenmechanismus werden wir später erörtern. Mit zunehmendem Komplexerwerden des Organismus vervollkommenet sich die Spezialisierung der Funktionen. So zeigen z. B. Experimente, dass die kortikalen Zentren voneinander getrennt sind. Und diese Trennung hat ihre Basis in der Gehirns substanz.

Der menschliche Körper besteht wie jener der höheren Tiere aus zwei Teilen: (1) dem Mechanismus des organischen Lebens, der mit dem Blut und mit allem, was das Körpergewebe aufbaut, verbunden ist, wobei das Blut im Kreislauf gehalten und gereinigt wird;



(2) dem Mechanismus des animalischen Lebens, wozu die Muskulatur, das Nervensystem und die Sinnesorgane gehören.

Beide Mechanismen sind wesentlich für die Vollständigkeit des menschlichen Organismus und beide werden eigentlich vom Nervensystem gesteuert, das durch Blut, Atmung, Ernährung und Sekretion seine Stärke zeigt. Bei allen höheren Tieren stellt der Nervenmechanismus das Instrument aller psychischen oder physischen Funktionen des animalischen Lebens dar. Wo immer wir ein bestimmtes Nervensystem vorfinden, finden wir zwei elementare Strukturteile, bestehend aus Nervenstämmen, die sich in verschiedene Teile des Körpers erstrecken, und aus Ganglien, die gelegentlich in kleinen Knoten entlang des Stamms und in anderen Teilen als große zentrale Zellenansammlungen auftreten. Letztere werden durch das Gehirn und das Rückenmark repräsentiert, Erstere durch die Nervenfasern. Im Unterschied zu den Pflanzen besitzen alle Tierarten – mit Ausnahme einiger der allerniedrigsten – ein Nervensystem. Das animalische System stellt einen materiellen Mechanismus dar, dazu entworfen, einen Zweck zu erfüllen. Nervengewebe ist charakteristisch für animalisches Leben. Das Nervengewebe und seine funktionelle Aktivität ähneln sehr stark der Kontraktilität im Muskelgewebe. Es ist – zumindest im Fall der Motoneuronen – durch Endplatten eng mit den Muskeln verbunden. Dennoch gibt es wesentliche Unterschiede zwischen Muskel- und Nervengewebe, denn das Nervengewebe hat, vor allem in Bezug auf das Zentrale Nervensystem, auf das Gehirn und das Rückenmark, ganz eigene Funktionen. Die erste große Funktion des Nervensystems besteht in der harmonischen Vereinigung verschiedener physischer wie psychophysischer Elemente. Ungeachtet ihrer Entfernung voneinander funktionieren die verschiedenen Teile des Systems aufgrund des Nervensystems abhängig und korrelativ. Ebenso ist der gesamte Körpermechanismus mit der Außenwelt verbunden. Mentale Entwicklung ist durch neuronale Gegebenheiten bedingt und unsere Sinnesempfindungen entstehen alle aus dem Nervensystem, durch das wir auch äußere Dinge wahrnehmen. Blutkreislauf, Atmung und alle anderen Körperfunktionen funktionieren durch das Nervensystem. Trifft den Körper ein kalter Zug, nehmen die Nervenzellen ihn auf und transportieren Impulse, die Herz und Lungen verändern und muskuläre Kontraktionen hervorrufen. Auch die Körpersekrete verändern sich und sogar die psychische Balance kann gestört werden. Dies alles vollbringt der Nervenmechanismus mit seinen Endorganen, leitenden Nervenzellen und -zentren. Das Sehen eines Objektes hat bestimmte Gedanken zur Folge, die ihrerseits Muskelaktivität erzeugen, durch die wiederum sämtliche physiologischen Aktivitäten und Beziehungen des Körpers verändert werden.

## Nervenmechanismus

Wenn wir den Begriff *Nervenmechanismus* zur Beschreibung der physiologischen Basis mentaler Phänomene verwenden, müssen wir zunächst die primären Elemente des Nervensystems untersuchen, und zwar

- (1) in Bezug auf ihre Struktur, Beschaffenheit und Form und
- (2) in Bezug auf ihre Funktionen.

Die notwendige strukturelle und funktionelle Basis liefern uns Histologie, Anatomie und Physiologie. Mit ihnen müssen wir beginnen, weil sie das Fundament bilden, auf der die Psychologie aufbaut. Bauen wir ihnen keinen festen Sockel, wird unsere Psychologie ein Luftschloss sein. Der Mensch unterscheidet sich von den Tieren nur in der Entwicklung und dem erweiterten Wirkungsbereich der Nervensystemfunktionen. Wir werden diese Entwicklung, was den Organismus und die Organe in Bezug auf die Anpassung an ihre Funktionen anbelangt, später betrachten, nachdem wir uns mit der grundlegenden Basis in der gegenwärtigen Chemie, Anatomie und Physiologie des Nervensystems beschäftigt haben.

Chemisch wurde das Nervensystem bisher noch nicht verstanden, weil die lebenden Elemente im lebendigen Zustand nicht der Analyse unterworfen werden können. Zahlreiche chemische Substanzen repräsentieren Produkte des Lebens, die sich beim Eintreten des Todes nicht mehr als existent oder zumindest nicht mehr als in der lebenden Form existent bezeichnen lassen. Zudem macht es der komplexe und instabile Charakter der mit dem Nervensystem verknüpften Verbindungen noch schwieriger, den Nervenmechanismus chemisch zu analysieren. Zweifellos finden jedoch bei jeder mentalen Veränderung korrelative Veränderungen im Nervensubstrat statt, sodass alle mentalen Phänomene in Verbindung mit irgendeiner materiellen oder vitalen Veränderung in den Nervelementen erscheinen. Es steht fest, dass chemische Veränderungen eine wichtige Rolle im Nervenmechanismus spielen. Und in Bezug auf das Nervengewebe wissen wir zumindest so viel, dass es hochkomplexe Bestandteile enthält, die sich leicht zersetzen. Die Elemente bestehen weitestgehend aus Kohlenstoff und Wasserstoff, die einen hohen Verbrennungswert besitzen. Wir kennen zwar nicht den Weg der Synthese, doch wir wissen, dass es im Zusammenhang mit dem Nervengewebe eine solche Synthese gibt. Die vom Blut gelieferte Nahrung bildet eine sehr instabile Kombination an Eiweißverbindungen mit hohem energetischem Wert, der bei ihrer Zersetzung als potenzielle Energie an die Nervensubstanz abgegeben wird. Darin finden wir das, was Coleridge »*die innersten*

*Prinzipien seiner Fähigkeit als eine Dampfmaschine*« genannt hat. Nervengewebe sind weiß oder fibrös und grau oder vesikulär und differieren in ihrem spezifischen Gewicht. Dainlewski zufolge variiert das spezifische Gewicht der grauen Substanz von 1029 bis 1039, das der weißen von 1039 bis 1043. Der Gewichtsunterschied beruht auf den unterschiedlichen Anteilen an Wasser und festen Bestandteilen. Im Gehirn eines Fötus schwankt der Wassergehalt zwischen 89 und 92 %, Wasser, im Gehirn eines Erwachsenen zwischen 69 und 84 %. Die weiße Substanz enthält etwa 69 %, die graue ungefähr 83 % Wasser. Variationen dieser relativen Beträge lassen sich in den verschiedenen Bereichen des Gehirns und des Rückenmarks feststellen, wobei die lumbale Region des Marks einen größeren Wasseranteil aufweist als die zervikale Region. Bei den Nervenzentren stellen wir fest, dass mehr als 50 % der Feststoffe in der grauen Substanz und ungefähr 25 % der Feststoffe in der weißen Substanz aus eiweißhaltiger Materie bestehen. Solche eiweißhaltigen Zusammensetzungen kommen stets in Verbindung mit den aktiven lebenden Zellen vor, obgleich wir die Beschaffenheit dieser Substanzen nicht kennen. Zusätzlich entdecken wir Cholesterin, Neurokeratin, Zerebrin und Lezithin. Das Cholesterin stellt eine alkoholische Substanz dar, die sich insbesondere in der weißen Substanz der Nervenzellen und der Axis cerebros spinalis feststellen lässt. Das Neurokeratin findet sich in der grauen Substanz der Nervenzentren und in Verbindung mit den myelinisierten, nicht aber mit den nicht-myelinisierten Nervenfasern. Zerebrin ist eine phosphorfreie Substanz, ausgefällt aus in Bariumwasser gekochter Gehirns substanz. Man hat angenommen, dass diese Substanzen zusammen mit phosphorhaltigen Fetten aus dem Abbau von Protagon stammen. Diese phosphorhaltigen Fette scheinen mit dem Nerven aufbau zusammenzuhängen. Man findet solche phosphorhaltigen Zusammensetzungen vor allem bei den Nervenzentren, wobei Protagon und Lezithin die Hauptsubstanzen sind. Protagon wurde 1865 von Liebreich entdeckt und so bezeichnet, weil er es für den ersten festgestellten Bestandteil der Hirns substanz hielt. Es ist bislang tatsächlich die einzig bekannte phosphorhaltige Verbindung im Gehirn und die einzige chemische Substanz, deren Vorhandensein im Gehirn aufgezeigt werden kann und die Grundlage für physiologische und psychologische Funktionen bildet. Daher betrachtet man Protagon als eines der unmittelbaren Bestandteile des Gehirns. Lezithin bezeichnet eine organische phosphorhaltige Verbindung, die in großen Anteilen im Nervengewebe vorkommt und einen höheren Phosphoranteil besitzt als Protagon. Im Zusammenhang mit dem Abbau von Protagon oder Lezithin entdecken wir Neurin, das Endprodukt von Veränderungen im Gehirn, und im Zusammenhang mit funktioneller Aktivität stellen wir bestimmte

Stoffwechselprozesse fest, bei denen es zur Produktion von Milch-, Kreatin- und Harnsäure, Xanthin sowie Ameisen- und Essigsäure kommt. Sie entstehen wie bei einem Muskel in Verbindung mit funktioneller Aktivität, sodass es bei einem Gedankenablauf zu einer Veränderung in der organischen Substanz kommt, die sich auch in energetischen Abbauprozessen beim Denkvorgang zeigt. Die Endprodukte neuronaler Aktivitäten entsprechen einander. Ähnlich ist die Reaktion des Gehirns im Ruhezustand neutral, wird aber während großer Aktivität wie auch unter dem Einfluss von Fäulnisveränderungen nach dem Tod deutlich azide. Im Zusammenhang mit mentaler Aktivität, die mit Gehirnaktivität verbunden ist, kommt es zu einem Nervenzerfall, bei dem Phosphor in Form von Phosphaten über den Urin ausgeschieden wird.

Die Zellkörper sind weitestgehend protoplasmatisch und deshalb sehr reich an eiweißhaltigen Substanzen. Die graue Substanz ist durch weniger phosphorhaltige Verbindungen gekennzeichnet. Schwann'sche weiße Substanz ist sehr reich an phosphorhaltigen Verbindungen und Cholesterin. Über die Beziehung zwischen der chemischen Zusammensetzung des Nervensystems und den Nervenfunktionen und vor allem den mentalen Phänomenen ist nahezu nichts bekannt. Und doch zeigen die äußerst feine Organisation dieses Systems und seine empfindliche Struktur, dass es spezifisch an seine besondere Art von Arbeit angepasst ist. Chemisch gesehen besteht das Nervensystem aus einer Anzahl komplexer, instabiler Verbindungen, die zeigen, dass es eine große Energiekapazität besitzt und reichlich Energie abgibt, sobald die molekularen Bewegungen erregt werden. Sehr leicht durchlaufen diese Substanzen chemische Veränderungen im Zusammenhang mit der Sauerstoffversorgung. Nervenfasern benötigen nur wenig Sauerstoff, Nervenzentren dagegen viel, denn der Sauerstoff ist für die starken molekularen Veränderungen erforderlich, die im Zellinneren stattfinden. Auf diese Weise hängt die Aktivität der Gehirnzellen von der Sauerstoffversorgung ab und bedingt eine starke Vaskularisierung des Zentralen Nervensystems, die dessen große, auf reichhaltigem Sauerstoffangebot basierende Aktivität belegt.

Die Phänomene des Bewusstseins hängen also von der Chemie des Gehirns ab oder vom Sauerstoff, der dem Gehirn in Verbindung mit dem Respirationszentrum in der Medulla, dem vasomotorischen Zentrum und den höheren Gehirnzentren geliefert wird. Sobald wir mehr über die bewussten Sinnesempfindungen wissen, entdecken wir dahinter und als Grundlage all dieser Sinnesempfindungen weitere chemische Phänomene. Was unser Farbempfinden anbelangt, stellen wir fest, dass Farbe etwas Subjektives ist. Die für Farbe zuständigen Fasern sind aller Wahrchein-

lichkeit nach mit bestimmten chemischen Prozessen verbunden, die im Zusammenhang mit dem Sehsinn in der Retina stattfinden. Hinsichtlich der Beziehung dieser Prozesse zu den konstanten Phänomenen können wir keine Verbindungen zwischen den rein chemischen Veränderungen und den psychischen Phänomenen ausmachen. Geist repräsentiert nicht die Stoffe, die als Abfall ausgeschieden werden, sondern die Energie, die in Verbindung mit der Bildung dieser Produkte der Nervenaktivität entfacht wird. Sobald eine Funktion aktiv ist, findet ein Verbrauch an Materie statt. Ob die verbrauchte Materie direkt durch das Blut geliefert wird oder ein Teil der Zellsubstanz ist, lässt sich nicht genau feststellen. Allerdings scheint es so, dass die Zellsubstanz in gewisser Weise aufgebraucht wird, denn Aktivität führt zu Erschöpfung, und wo Aktivität in Form von Funktion stattfindet, kommt es zu einer Festlegung der Zellsubstanz, die die Basis für die zukünftige Ausführung derselben Funktion bildet. Die im Gehirn vorhandenen großen Mengen an Lezithin, Protagon usf. scheinen darauf hinzuweisen, dass diese Substanzen nicht einfach mit dem Blutstrom dorthin transportiert werden, sondern mit den aktuellen Zerfallsprozessen innerhalb der Nervenzellen im Gehirn zusammenhängen. Es mag einen beständigen strukturellen Teil in der Zelle geben, sicherlich existieren aber eine Anzahl instabiler Verbindungen, die im Verlauf der Gehirnprozesse ständig zersetzt und wieder aufgebaut werden. Das aus dem Blut in die Zelle Integrierte wird Teil der Zellsubstanz und beim teilweisen Abgeben der Substanz im Zuge der Zellaktivität werden die chemischen Verbindungen aufgespalten.

Was die Struktur des Nervensystems anbelangt, wirft die Anatomie viel Licht auf die Psychologie. Man unterstellt allgemein, dass die Nervenfasern und Ganglien das Nervensystem repräsentieren, übersieht dabei jedoch die Tatsache, dass die aus den Gliazellen gebildete Neuroglia – die eigentlich kein Bindegewebe, sondern in gewisser Weise Nervengewebe repräsentiert – einen beachtlichen Einfluss auf die Nervenfunktion ausüben kann. Henle zufolge unterscheidet sie sich vom Bindegewebe durch ihre chemischen Eigenschaften und hat so gesehen eine wichtige chemische Beziehung zur Nervenaktivität. Die Nervenfasern stellen Impulsbahnen dar. Die Nervenzellen umfassen:

- (1) Ganglionzellen, die unregelmäßige Massen an Protoplasma mit einem Nukleus und mehreren Nukleoli mit einem oder mehreren Fortsätzen bilden,
- (2) unregelmäßig geformte korpuskuläre Körper, die entweder nur aus Nuklei oder aus Nuklei mit einem geringen Protoplasma-Anteil bestehen und vermutlich sich entwickelnde Ganglionzellen darstellen,

(3) Neuroglia aus granulärer Materie, welche die Zwischenräume zwischen den Fasern und Zellkörpern füllt.

(1) und (2) stellen Nervenzellen dar, die Neuroglia das Stützgewebe.

Es gibt zwei Arten von Nervenfasern: weißlich myelinisierte, die zum Zentralen Nervensystem gehören und deshalb für die Psychologie von Interesse sind, und die nicht-myelinisierten, grauen, die hauptsächlich im Vegetativen Nervensystem vorkommen und als Bindeglied zwischen Emotionen und physiologischen Zuständen unsere Aufmerksamkeit erwecken.

Bei den myelinisierten Fasern finden wir die primitive Schwann'sche Scheide bzw. die äußere Membran mit Nukleoli, die weiße Schwann'sche Substanz, eine im lebendigen Zustand halbflüssige innere Schicht granulärer weißer Materie, und den Achsenzylinder, ein zylinderähnliches Band aus eiweißhaltiger fibriler Substanz. Man nimmt an, dass er die eigentliche Nervenstruktur bildet, da viele Nervenzellen nur aus dem Achsenzylinder bestehen, wenn man der Hülle hauptsächlich Schutz- und Ernährungsfunktion zuschreibt. Die nicht-myelinisierten Fasern besitzen keine Myelinhülle, sind wie gesagt grau und weisen auf ihrer Oberfläche in bestimmten Abständen flache Nukleoli auf. Die Größe der Nervenfasern im Körper variiert, wobei die nicht-myelinisierten im Allgemeinen kleiner als die myelinisierten Fasern sind. Ebenso schwankt die Anzahl der Nervenfasern innerhalb einer Nervenbahn: Man hat bei einem gewöhnlichen motorischen Nerv 5.000, aber auch schon 10.000 unterschieden.

Nach den Nervenfasern betrachten wir nun die Nervenzellen, die gewisse allgemeine Charakteristika aufweisen, obgleich sie beachtlich variieren. Sie stellen unregelmäßige protoplasmische Massen mit einem genau definierten Kern und einem oder mehreren Fortsätzen dar. In der grauen Substanz des Gehirns und des Rückenmarks sind sie in die Neuroglia eingebettet, in anderen Teilen des Nervensystems wie etwa den Ganglien sind sie mit Bindegewebe verbunden. Wir können bei der Zelle Folgendes unterscheiden:

- (1) eine fibrillenartig geformte Hülle, die die Fibrillen des Achsenzylinders fortsetzt;
- (2) eine feine graue granuläre Masse Protoplasma mit einem Nukleus, der einen oder mehrere Nukleoli enthält.

Nervenzellen können, je nach den sich verzweigenden Fortsätzen bestimmt in Größe, Form und Verzweigungsart (uni-, bi- oder multipolar), stark variieren. Die

Form charakterisiert verschiedene Anteile des Nervensystems. Beispielsweise sind die motorischen Zellen groß, unregelmäßige Zellen gibt es in den Vorderhörnern der grauen Substanz des Rückenmarks, pyramidenförmige im Cortex cerebri und eiförmige in der grauen Substanz des Zerebellums. Ranvier versuchte, Ganglienzellen als primitiven Typ der Nervenzelle zu klassifizieren. Man sagt, dass all diese Zellen Fortsätze besitzen und dass er diese als einfache, hauptsächlich aus Nervenzellsubstanz bestehende Ausläufer der Zellkörper betrachtete, wobei die Ausläufer eine Brücke zwischen den verschiedenen Zellkörpern und zwischen ihnen und den Muskelfasern in den Endorganen bilden. Dendriten repräsentieren demnach lediglich Verlängerungen der Zellkörper – eine Annahme, zu der man inzwischen mehr neigt als früher. Man vermutet, dass einer dieser Zellfortsätze in irgendeiner Form eine Weiterführung der Dendriten in Verbindung mit dem Achsenzylinder ist und das Axon bildet.

So weit zu den beiden Grundelementen des Nervensystems. Jetzt müssen wir uns ansehen, welche Funktionen sie ausführen können. Das ist wichtig, stellen diese Funktionen doch die zugrunde liegenden Bausteine in der Physiologie und Psychologie des menschlichen Systems dar – nämlich die zu Nervenbahnen gesammelten Nervenfasern und die zu Ganglien gesammelten Nervenzellen. Diese Kombinationen liefern die gesamte neuronale Basis der psychischen Phänomene und ähneln sich in bestimmten allgemeinen Funktionen. Nervenfasern und Nervenzellen stimmen in ihrer molekularen Aktivität überein, die sich zur muskulären Aktivität klar abgrenzt. Ist diese Aktivität vorhanden, kann sie von beiden innerhalb der neuronalen Struktur von Ort zu Ort übertragen werden. Mit anderen Worten: Nervenfasern und Zellkörper sind reizbar und leitfähig – Eigenschaften, die das Nervensystem auszeichnen. Das ist die primäre Funktion beider Nervelemente und bildet die Grundlage jeder Nervenaktivität. Sie umfasst Entstehung, Übertragung, Veränderung und Verteilung des Nervenimpulses. Dass der höchste und vollkommenste Ausdruck neuronaler Aktivität das Hervorbringen und Leiten psychischer Einflüsse ist, stimmt nicht, denn wir haben es mit der physiologischen Basis in einer materiellen Nervenstruktur zu tun, die aus bestimmten Molekülen besonderer Art besteht und sich durch neuronale Erregung und Leitung als charakteristische Funktion der Nervenstruktur auszeichnet. Zwei verschiedene Teile bilden hier demnach eine einzige Funktion: Erregbarkeit und Leitungsfähigkeit.

Obgleich mit den Teilen der Nervensystems Phänomene verbunden sind, werden diese nicht selbstverursachend oder spontan generiert. Bestimmte Stimuli außerhalb oder innerhalb des Nervensystems – etwa Veränderungen im Blut aufgrund des

Fehlens oder Vorhandenseins von Sauerstoff und Kohlendioxid – lassen eine neuronale Erregung an einem beliebigen Punkt im Nervensystem entstehen. Reagiert eine Nervenzelle auf externe Stimulation, sagt man, sie zeigt Irritabilität. Ruft dagegen die Stimulation keine weitere Reaktion hervor, sagt man, sie hat ihre Irritabilität verloren. Ist der Stimulus intern auf die neuronale molekulare Verbindung bezogen, spricht man von einem erregten Nervensystem.

Sind gewisse Elemente des Nervensystems miteinander verbunden, verändert sich ihre innere Erregbarkeit und äußere Irritierbarkeit und bewirkt Funktionsveränderungen. Die Nervenzellen fungieren als Leitungen und die Endorgane oder die zentralen Organe führen korrelierende Funktionen aus. Im Zentralen Nervensystem werden viele Zellen nur durch andere Nervenzellen stimuliert. Stimuli von außen können auf ein Endorgan ausgeübt werden, wobei eine Irritation hervorgerufen wird, die mit der Beschaffenheit und Funktion des Organs am Ende der Nervenbahn übereinstimmt. Die afferenten Nervenzellen werden von diesen Endorganen stimuliert und übertragen die Stimulation zum Zentralen Nervensystem. Dagegen leiten efferente Nervenzellen den Impuls an bestimmte Muskeln, Drüsen usw. weiter, sobald sie von zentralen Organen erregt werden.

Während die Nervenfasern die Aufgabe haben, zu leiten, ist jene der Zellkörper nicht so einfach zu beschreiben, weil diese

- (1) sowohl Impulsleiter sind und zugleich
- (2) als Empfänger, Wandler und Verteiler der Impulse fungieren.

Die Hauptfunktion einer Nervenzelle besteht im Weiterleiten der Impulse. Dabei können sie die Impulse klassifizieren und sogar bündeln oder neu anordnen und teilen. Man vermutet, dass die mit den Zellen verbundenen speziellen Funktionen dreifacher Art sind:

- (1) Automatisch. Damit wird auf den Ursprung der sogenannten vitalen Impulse Bezug genommen, die unabhängig von irgendwelchen äußeren Stimuli sind. Dieser automatische Vorgang entsteht innen, wobei die Genese noch ungeklärt ist. Eckhard zufolge ist der Automatismus zweifach und besteht aus einem regelmäßigen automatischen Vorgang in Verbindung mit den rhythmischen Bewegungen von Herz und Lungen und aus einem unregelmäßigen automatischen, den Muskeltonus steuernden Vorgang. Wie diese beiden Automatismen entstehen, ist bisher ungeklärt.
- (2) Reflektorisch. Erreichen Impulse die zentralen Zellen, werden sie auf efferenten Bahnen zurückgespiegelt, wobei diese Rückspiegelung auch Veränderungen mit



einschließt, die durch Modifizieren und Weiterverteilen der Impulse entstanden sind. Dies impliziert eine bestimmte Zellaktivität und einen bestimmten Stoffwechsel der Zellsubstanz während des Umwandelns eines afferenten in einen efferenten Impuls. Der Reflex stellt den einfachsten neuronalen Vorgang dar, unterscheidet sich aber Ferrier zufolge nicht grundlegend vom höchsten intellektuellen Vorgang. In diesem Sinn wird behauptet, dass sich Reflexvorgänge im Zusammenhang mit bestimmten Stimuli so modifizieren und verbessern lassen, dass sie automatisch werden. Ziehen zufolge wird diese Entwicklung durch natürliche Selektion bewirkt.

- (3) Inhibitorisch. Wundt ist der Ansicht, dass bestimmte in die Zelle eintretenden Impulse dort gebremst werden. Das soll eine Erklärung für die Länge der Zeit liefern, die für die Reise entlang der Nervenbahnen erforderlich ist. Zweifellos sind die Nervenzellen fähig, die Kraft der Impulse zu verstärken oder zu vermindern, sobald diese von der Zelle empfangen worden sind. Treten afferente Impulse während der Zellaktivität in die Zelle ein, hemmen oder verstärken sie deren Aktivität. Durch tetanisches Stimulieren eines Muskels hat man herausgefunden, dass die Anzahl der Schocks mit der Anzahl der Muskelschwingungen korreliert, was zeigt, dass die Nervenzellen die Impulse in Verbindung mit den Muskeln steuern, wobei diese Steuerung von den Veränderungen der Nervenzellen abhängt. Das bildet die Basis der hemmenden Wirkung des Zentralen Nervensystems.

Entsprechend den verschiedenen Funktionen, die sie ausführen, hat man die Nervenzellen unterteilt. So gibt es Bewegungsnerven, Hemmungsnerven, Ausscheidungsnerven, ernährende Nervenzellen bzw. Nervenzellen, die einen direkten Einfluss auf die Ernährung ausüben, zentripetale Nervenzellen ohne sensorische Funktionen und sensorische Nervenzellen oder solche, deren Erregung zu bewusster Sinnesempfindung führen kann. Eine bessere Unterteilung nach Funktionen stellt jedoch die Unterscheidung in afferente und efferente Nervenzellen dar. Man nimmt an, dass der Nervenimpuls eine molekulare, sich wellenförmig verbreitende Schwingung darstellt, die mit bestimmten chemischen Veränderungen einhergeht. Die Frage lautet: Basiert diese Unterscheidung der Funktion auf der Struktur – oder stellt sie einfach nur einen funktionellen Unterschied dar? Man hat stark betont, dass die Nervenzellen sich in ihren funktionsabhängigen Prozessen unterscheiden. Diese Unterscheidung basiert auf Experimenten mit Wärme und bestimmten chemischen Substanzen an afferenten Nervenzellen. Dabei trat keine Kontraktion der versorgten Muskeln auf. Afferente und efferente Nervenzellen scheinen die Impulse daher mit

derselben Frequenz zu übertragen. Die physiologischen Prozesse innerhalb der Nervenzellenscheiden nahezu identisch zu sein. Der Unterschied in der hervorgerufenen Wirkung geht offensichtlich auf die Ursache und den Ursprung der Stimulation zurück, wobei die einen durch die Endorgane, die anderen durch die zentralen Organe erregt werden. Man hat versucht, die beiden Nervenarten miteinander zu kreuzen und so zu demonstrieren, dass die eine die Funktion der anderen ausführen kann. Derartige Versuche verliefen aber erfolglos oder nur teilweise erfolgreich, bis es Bert gelang, den Verlauf der Nervenfasern in einem Rattenschwanz umzukehren, indem er den Schwanz zurückbog und in den Rücken der Ratte implantierte. Nachdem der Heilungsprozess abgeschlossen war, wurde der Schwanz nahe an der Wurzel geteilt. Dabei zeigte sich, dass er reziprok zur natürlichen Ordnung empfindlich war, was zu belegen scheint, dass ein afferenter Nerv, wenn er umgedreht wird, afferente Impulse entlang einer zuvor efferenten Nervenbahn übermitteln kann. Bei neueren, von Dr. Cunningham aus New York an Hunden durchgeführten Experimenten wurden die Nerven eines zentralen Motoneurons mit einem peripheren verbunden. Die Impulse riefen in der entsprechend innervierten Muskulatur unkoordinierte Bewegungen hervor. Werden hingegen zwei vergleichbare Motoneuronen miteinander gekreuzt, vereinen sie sich und die Muskelbewegungen sind nicht sehr unkoordiniert. Werden dagegen Muskeln, die völlig unterschiedliche Funktionen haben, von gekreuzten Nervenzellen innerviert, geht die Bewegungskoordination völlig verloren, obgleich sich die Nervenfasern nach dem Kreuzen regenerieren. Diese neueren Experimente scheinen zu belegen, dass sich das Zentrale Nervensystem nicht an veränderte periphere Zustände der Innervation anzupassen scheint, um der Leitung der peripheren Nervenzellen zu folgen. Mit anderen Worten: Die Impulse sind nicht an die peripheren Organe angepasst. Dies scheint zu belegen, dass es in den Funktionen des Nervensystems einen spezifischen Unterschied gibt, der wahrscheinlich von strukturellen Bedingungen und den molekularen Veränderungen in Verbindung mit verschiedenen Nervenzellen abhängt. Fügen wir noch die Abweichung in dem Organ hinzu, in dem der Stimulus entsteht – sei es nun ein Endorgan oder ein zentrales Organ –, haben wir alle modifizierenden Bedingungen, die die spezifischen Funktionen der afferenten oder efferenten Nervenzellen bestimmen. Das ist auch wichtig in Hinblick auf die Psyche, denn es bezieht die Tatsache mit ein, dass das impulsleitende Medium stetig und konstant ist, weshalb seine Funktionsweise unveränderlich strukturell determiniert sein muss.

Daraus schließen wir, dass mentale Aktivität vom Nervensystem und dessen angemessener Ernährung im Zusammenhang mit der Blutversorgung abhängt. Zwei-

fellos stellen die Nervenzellen das Zentrum mentaler Aktivität dar und sie sind insofern aktiv, als sie ausreichend versorgt werden. Die Versorgung der Nervensubstanz ist daher die wesentliche Voraussetzung für statisches Denken, das ein Gleichgewicht zwischen mentalen und nicht-mentalenen Prozessen einschließt und durch Veränderungen der einzelnen Nerven-elemente dynamisch wird. Diese Veränderungen manifestieren sich somit mental. Existiert also im Geist ein Gedanke, kommt es im Gehirn zu einer korrelativen Veränderung, ohne die er nicht existieren könnte. Diese Veränderung im Gehirn geht mit Bewegung einher, sei es rhythmische Schwingung oder molekulare Veränderung, und eben diese Bewegung bildet die Basis für Stimulation und diese wiederum ruft jene Nervenreaktionen hervor, die den durch die leitenden Nervenbahnen gesendeten Impulsen zugrunde liegen. Einen wichtiger Faktor bei diesen Bewegungen und Impulsen stellt die Zeit dar. Muskuläre Veränderungen, Herz- und Lungenrhythmus repräsentieren das Element Zeit dabei aus physiologischer Sicht. Das menschliche System ist folglich nicht nur ein großartiger neuronaler und muskulärer, sondern auch ein psychischer Mechanismus, der zu jedem Teil des Organismus bestimmte Zeitbeziehungen hat. Weiterhin bestehen über die peripheren Endorgane, die in Kontakt mit äußeren Objekten stehen, auch Raumbeziehungen. Beide Beziehungen zusammen halten das menschliche Subjekt im Leben aufrecht.

## Systematische Kombination der primären Nervenlemente

In der letzten Woche haben wir die primären Elemente des Nervensystems isoliert, das heißt ohne irgendwelche Beziehungen und Kombinationen betrachtet. Sie existieren aber freilich nicht für sich allein, vielmehr sind alle Bestandteile im Nervensystem in Bezug auf bestimmte Organe kombiniert und verbinden sich allesamt zu einem symmetrischen Ganzen. Zustand und Funktion der einzelnen Teile hängen von Zustand und Funktion des gesamten neuronalen Organismus ab. Foster behauptet: *»In allen höheren Gehirnprozessen müssen wir erkennen, dass bei allen Abläufen in der Nervensubstanz der Vorgang die Struktur bestimmt, wobei mit Struktur molekulares Gefüge und Design gemeint ist.«* Zwar können wir eine Nervenfasern und einen neuronalen Zellkörper mikroskopisch und elektrisch untersuchen, dies stellt jedoch eine Abtrennung ihrer organischen Beziehung zum gesamten System dar und folglich einen pathologischen Zustand, sodass ihre normale Funktionsweise beeinträchtigt ist. Der Nervenmechanismus besteht aus dem Beziehungsgeflecht der Systemteile und der interfunktionellen Aktivität ihrer kombinierten Elemente. Wir finden im Nervensystem Zellkörper und Fasern in großer Zahl, wobei die Kombination dieser Nervenlemente in den verschiedenen Teilen beachtlich variiert und damit die funktionelle Differenzierung ausdrückt.

Die Hauptfunktion des Nervensystems als Ganzes besteht in der Kombination verschiedener Körperfunktionen, um gleichsam einen einheitlichen Plan der organischen Entwicklung zu schaffen. Dies erfordert eine Menge Arbeit und das Harmonisieren einer Vielfalt von Funktionen, wobei Letzteres an sich die höchste aller Funktionen beschreibt. Mit anderen Worten: Hier begegnet uns ökonomische Arbeitsteilung in Reinform. In Amöben finden wir wenig anscheinend undifferenziertes Protoplasma mit einem Kern. Soweit eine Differenzierung besteht, liegt sie in der Unterscheidung der äußeren Schicht von der inneren granulären Materie. So klein dieser Organismus auch erscheinen mag, er besteht doch aus einer Vielzahl zarter Moleküle, die beim Ablauf metabolischer, respiratorischer und reproduktiver Funktionen alle miteinander kombiniert werden. Die Chemie des amöbischen Lebens schließt Veränderungen des Protoplasmas mit ein, wobei das alte auseinandergebrochen und das neue in Verbindung mit Sauerstoffabsorption und Kohlendioxid ausstoß gebildet wird. Beim Protoplasma bemerken wir Irritierbarkeit und eine automatische amöboide Beweglichkeit, die von den Veränderungen im inneren Mechanismus abhängen. Anders ausgedrückt: Es trägt in sich eine selbstregulie-

rende Kraft – den Anfang von Geist. Steigen wir von dieser niedrigsten Form animalischen Lebens zu den höheren Formen und der höchsten Form, dem Menschen, auf, entdecken wir eine zunehmende Komplexität der Struktur, begleitet von einer zunehmend komplexen und variierenden Entwicklung von Funktionen. Die bei den Amöben festgestellte Unterscheidung der äußeren und inneren Formen bildet sozusagen nur die Vorstufe einer zunehmenden Arbeitsteilung in den differenzierten Funktionen der höchsten Formen animalischen Lebens. Die Irritierbarkeit und die von innen kommende automatische Bewegung der amöbischen Moleküle deuten auf eine Differenzierung hin. Diese erfolgt, sobald Erstere als Reaktion auf äußere Stimuli und Letztere mit der Hervorbringung automatischer Impulse verbunden wird, was wiederum stark von der vitalen Aktivität abhängt. Wir haben damit also eine Teilung in Oberflächenfunktion und innere Funktion, die auf irgendeine Weise vereint werden müssen. Wie geschieht das? Um dies zu vollbringen, gibt es im primitiveren Nervensystem ebenso wie im höchstentwickelten Organismus

- (1) Oberflächenzellen, die äußere Stimuli empfangen und auf sie reagieren,
- (2) innere Zellen, die innere Impulse initiieren können, und
- (3) einen Verbindungspfad aus Nervengewebe, der diese beiden – das Innere und das Äußere – vereint.

Um diese Vereinigung zu vervollständigen, müssen wir aber noch ein weiteres Element hinzufügen:

- (4) die Muskeln, die in direkte Beziehung zu den Zellen im Zentrum und zu den Zellen an der Oberfläche gebracht sind und durch automatische Impulse bzw. Refleximpulse gesteuert werden.

Das sind die fundamentalen Elemente eines kombinierten Nervenmechanismus – der Basis aller mentaler Phänomene.

Bei der ausdifferenzierenden Entwicklung dieses Mechanismus ergibt sich Folgendes:

- (1) Die Oberflächenzellen werden ihrer jeweiligen Spezialfunktion entsprechend voneinander unterschieden und bilden so einerseits die sensorischen Organe oder Sinnesorgane und andererseits die motorischen Organe mit ihren motorischen Endplatten und Bewegungs-Endorganen.
- (2) Die zentralen Nervenzellen werden ebenfalls je nach ihren Funktionen differenziert: (a) Rezeption, Modifikation, Klassifikation und reflektorische Vertei-

lung der sensorischen Impulse nach der Koordination (b) Initiierung autonomer Impulse und (c) Verbindung mit den bewussten Phänomenen des sensitiven Lebens.

- (3) Die Nervenfasern und -bahnen bilden die Vereinigung äußerer und innerer sensorischer, afferenter, zentripetaler sowie motorischer, efferenter und zentrifugaler Funktionen.

So vollzieht sich aus psychophysiologischer Sicht die komplexe Entwicklung des gesamten menschlichen Nervensystems. Und hier finden wir auch die Grundlage für differenzierte Sinnesempfindungen, Erkennen, Emotion und Volition – jene höchsten Funktionen also, die sich aus den ersten primitiven Sinnesempfindungen und Bewegungen entwickelt haben.

»Jedes zerebrale Element«, sagt Hering, »unterliegt dem erzieherischen Einfluss der sensorischen Fasern, mit denen es automatisch verbunden ist.« Das liefert uns den Schlüssel zur Psychologie: Sie beginnt mit Sinnesempfindungen, vermittelt durch einen sensorischen Apparat als einfachster psychophysiologischer Tatsache. Wir finden die zu Nervenbahnen gebündelten Nervenfasern und die zu mehr oder weniger komplexen Ganglien zusammengefassten Zellkörper, so wie sie im Gehirn und im Rückenmark vorkommen.

Es gibt zwei große Nervensysteme: das Vegetative<sup>12</sup> und das Zerebrospinale. Der Sympathikus besteht aus zwei Neuralsträngen beidseits des Rückenmarks und bildet drei große Plexus in den Hohlräumen von Thorax und Abdomen. Dazu kommen über den Körper verteilt reich vaskularisierte Ganglien sowie eine große Anzahl einzelner verteilerender und kommunizierender Nervenzellen. Die Plexus und die Ganglien verbinden das Sympathische System eng mit den inneren Organen und den Blutgefäßen, während die einzelnen Nervenzellen eng mit dem Zerebrospinalen System in Verbindung stehen. Die drei Hauptganglien sind Ansammlungen von Zellkörpern und Nervenfasern im Bereich der Herzbasis, im oberen Bereich der Bauchhöhle und anterior zu L<sub>5</sub>. Gaskell zufolge zeigt sich die enge Verbindung der sympathischen Grenzstrangganglien mit dem spinalen System an den posterioren Ganglien im Rückenmark. Das Vegetative System bildet ein Bindeglied zwischen den Sinnesempfindungen, Emotionen und Ideen, die im molekularen Zustand der

<sup>12</sup> Anm. d. Hrsg.: Im Originaltext werden sowohl das Vegetative Nervensystem als Ganzes als auch sein sympathischer Teil als *sympathetic nerve system* bezeichnet. In der Übersetzung wurde kontextuell der jeweils passende Begriff gewählt.

zerebrospinalen Zentren und der Körperorgane entstehen, und stellt zudem enge Beziehungen zwischen dem Herz und den Bauchorganen her, die ihrerseits eng mit psychischen Zuständen verbunden sind. Auf diese Weise beeinflusst die Emotion Blutkreislauf, Herzrätigkeit, Ernährung usf. Die meisten Stimulationen der thorakalen und abdominalen Organe laufen über das Vegetative Nervensystem zu den zentralen Organen. Maudsley ist der Ansicht, dass die Grenzstrangganglien die einfachste Form des Individuationsprinzips darstellen, indem sie die verschiedenen Gewebeaspekte koordinieren.

Das Zerebrospinale System besteht aus zwei großen Zentralelementen: Gehirn und Rückenmark. Zu ihnen gehören bestimmte Membranen, wie etwa die eng am Knochenhohlraum verlaufende Dura mater, welche sich im kranialen und im spinalen Hohlraum anatomisch unterschiedlich ausgeprägt zeigt. Die Schädelhöhle wird durch drei Fortsätze der Dura mater in zwei Hälften geteilt. Weiterhin gibt es den Spatium subarachnoidales. Er enthält jene Flüssigkeit, mit der die Räume zwischen Zellsubstanz und Dura mater gefüllt sind. Schließlich entdecken wir die Pia mater. Sie bildet eine reich mit Arterien und Venen vaskularisierte Membran, wobei die Verzweigungen der Blutgefäße vom und zum Gehirn oder Rückenmark in feines Bindegewebe eingebettet sind. Die gesamte zerebrospinale Nervensubstanz wird von diesen drei Membranen eng zusammengebunden und geschützt.

Druck und Blutzirkulation bilden wichtige Elemente für die Ernährung des Gehirns. Das Rückenmark erstreckt sich entlang des spinalen Kanals über etwa 40 oder 50 cm und wiegt ungefähr 42 Gramm. Die Fissuren teilen es in zwei Hälften, die jeweils wieder in drei Säulen, die anteriore, die posteriore und die laterale, separiert sind. Vereint werden beide Hälften durch die sogenannten Kommissuren – die weiße anteriore und die graue posteriore – wovon die weiße sehr viel größer ist als die graue. Nur in den zervikalen und lumbalen Bereichen verhält es sich umgekehrt. Entlang der gesamten Länge der grauen Kommissur verläuft der kreisförmige und mit Flimmerepithel ausgekleidete Zentralkanal. In der weißen Substanz des Rückenmarks befinden sich Lymph- und Blutgefäße, Bindegewebe und Nervenfasern mit dem Achsenzylinder als ihrem Hauptbestandteil. Die Nervenfasern variieren in Größe und Ausrichtung, wobei die meisten vertikal, einige horizontal und andere diagonal verlaufen. In der grauen Substanz des Rückenmarks finden wir die gleichen Elemente wie in der weißen und zusätzlich Zellkörper. Die Nervenfasern sind hier nicht-myelinisiert und unterscheiden sich von jenen in der weißen Substanz durch ihre winzigen Vernetzungen. Die Anzahl der Nervenfasern ist sehr groß. Birge hat in den anterioren Wurzeln des Rückenmarks von Fröschen zwischen 5.984 und 11.468

gezählt und es erscheint unmöglich, alle Nervenbahnen im Rückenmark exakt zu verfolgen. Die Myelinisierung der Axone erfolgt in einem späten Stadium der medullären Entwicklung, sodass sich hier bestimmte Differenzierungsmöglichkeiten ergeben. Trennt man die Axone beispielsweise von ihrem Ursprung, degenerieren sie und werden durch Bindegewebe ersetzt. So können Nervenbahnen bis zu einem gewissen Grad experimentell nachverfolgt werden.

In den antero-lateralen Säulen unterscheidet man zwei Stränge: die Pyramiden- und die Kleinhirnseitenstrangbahn.<sup>13</sup> Erstere verläuft zum anterioren Teil der Pyramide, Letztere liegt zwischen der lateralen Pyramidenbahn und der äußeren Oberfläche des Rückenmarks. Man hat auch noch weitere Bahnen entdeckt, wie etwa den Goll'schen Strang<sup>14</sup>. Das Rückenmark stellt auf diese Weise Nervenbahnen für Impulsübertragung zur Verfügung sowie eine Reihe von Reflexzentren. Die Stränge repräsentieren afferente und efferente Nervenströme und die Zentren differenzierte Bereiche funktioneller Aktivität, die allesamt mit den oberen Zentren in Verbindung stehen. Und genau dies bezeichnet einen Mechanismus, der Innen und Außen verbindet.

Einen vergleichbaren Aufbau mit Zellkörpern, Nervenfasern, Bindegewebe und Neuroglia, zusammengehalten durch umhüllende Membranen, finden wir in der Struktur des Gehirns. Dieses besteht aus

- (1) der Medulla, also der superioren Verlängerung des Rückenmarks,
- (2) dem Zerebellum, das den oberen posterioren Teil der Medulla bedeckt und sich auf beiden Seiten über sie hinaus erstreckt und dessen Oberfläche lobulär unterteilt wird,
- (3) dem Pons, der anterior und oberhalb der Medulla erweitert ist, und
- (4) dem oberhalb von Pons und Zerebellum liegenden Zerebrum, das sich in zwei Hemisphären teilt und den größten Teil der Schädelhöhle ausfüllt.

In der Medulla entdecken wir wie im Rückenmark graue und weiße Substanz. Die graue Substanz bildet hier zu Massen gesammelt eine Fortsetzung der grauen Substanz des Rückenmarks, daneben existieren aber auch unabhängige Zellansammlungen. Im Zerebellum ist die Anordnung von grauer und weißer Substanz umgekehrt zu jener in Rückenmark und Medulla. Die graue Substanz liegt außen und

<sup>13</sup> Anm. d. Hrsg.: Für diese und alle weiteren anatomischen Ausführungen empfiehlt sich dringend ein sorgfältiges Studium des Nervensystems anhand geeigneter Atlanten.

<sup>14</sup> Anm. d. Hrsg.: Fasciculus gracilis



die weiße bildet drei große Bündel, die mit den drei Crura cerebelli verbunden sind. Diese bilden eine komplexe Zellkombination und verbinden das Cerebellum mit allen anderen Teilen des Gehirns. Der Pons ist der gemeinsame Treffpunkt aller Nervenbahnen innerhalb der zentralen Organe und stellt eigentlich eine Erweiterung der Wand des vierten Ventrikels dar. Das Zerebrum, also das Großhirn, besteht aus einzelnen Bereichen, die sich in Größe und Funktion unterscheiden. So finden wir zwei kortikale Hemisphären, die großen Basalganglien, Corpora striata, Thalami optici, die Corpora quadrigemina und die Epiphyse. Das Zerebrum wird durch die mittlere Fissura longitudinalis cerebri in zwei Hemisphären geteilt. Beim Sezieren dieser Fissur stellt man fest, dass die beiden Hemisphären basal durch das Corpus callosum verbunden sind. Die Außenflächen der Hemisphären sind konvex und passen sich der Form der Schädelhöhle an, während die Innenflächen entlang der mittleren Fissura longitudinalis cerebri eben sind. Die Trennung der Hemisphären erfolgt durch einen Fortsatz der Dura mater. Die Oberfläche des Bodens wird vom Zerebellum und dem Pons durch einen weiteren Fortsatz der Dura mater abgetrennt. Die Peripherie der Hemisphären enthält in Gyri angeordnete graue Substanz. Diese Gyri werden durch Sulci oder Fissuren getrennt. Manche davon sind so gut markiert, dass sie natürliche Unterteilungslinien der Hirnlappen bilden, wohingegen alle weniger markanten Vertiefungen die Lappen in Windungen teilen.

Aus dieser Teilung in Lappen und Windungen ergibt sich die spezielle neuronale Funktionalität und psychische Bedeutung des Cortex cerebri. Die allgemeine Struktur des Zerebrums ist der des Zerebellums ähnlich. Ein innerer Anteil an weißer Substanz wird von einem Oberflächen-Kortex aus grauer Substanz umgeben. Die beiden Seiten der weißen Substanz werden durch starke Kommissurfasern (Corpus callosum) zusammengehalten, die vom Gyrus fornicatus überlappt werden. Das Corpus callosum bildet das Dach des inneren Hohlraums jeder Hemisphäre: die lateralen Ventrikel, die von einer feinen, transparenten Wand umgeben und mit ventrikulärer Flüssigkeit gefüllt sind. Am Boden dieser Ventrikel befinden sich die Oberflächen der Basalganglien. Hier findet sich ein großer birnenförmiger Körper, dessen schmales Ende nach außen und dessen großes Ende zu den anterioren Cornua der Ventrikel ragt: das Corpus striatum. Dessen beide Anteile werden durch die Capsula interna unterteilt. Zwischen den sich erstreckenden Teilen der Corpora striata finden wir die länglichen Thalami optici. Posterior und inferior davon befinden sich zwei Paare von Körpern, die Corpora quadrigemina.

Die Faserfaszikel des Zerebrums verbinden dessen Hemisphären, vereinigen diese mit den unteren Teilen des Gehirns und bilden zusammengefasst den Ursprung ei-

niger Nervenzellen. Die kruralen Fasern werden in zwei Gruppen ausgebildet und durch graue Substanz getrennt. Dabei hängt Erstere mit den longitudinalen Fasern des Pons zusammen, die von den medullären Pyramiden kommen, in den Corpora striata enden und durch die Capsula interna zur grauen Substanz des Cortex cerebri verlaufen. Die mit den Basalganglien zusammenhängenden Nervelemente sind alle so angeordnet, dass sie es diesem Bereich des Gehirns ermöglichen, als Koordinationszentrum in Bezug auf die motorischen und sensorischen Nervenbahnen zu fungieren, indem sie diesen Basalganglien ganz charakteristische sensomotorische Funktionen reflektorischer und automatischer Art verleihen. Sie sind den zerebralen Zentren untergeordnet. Die Bahnen zu diesen höheren Zentren verlaufen von den Basalganglien im Kontext der Corona radiata, die durch die sternförmigen Fasern der Corpora striata, der Thalami optici, der Capsula interna gebildet wird und direkt zu den Gehirnwindungen der zerebralen Hemisphären führt. Äußerlich betrachtet variieren diese Gehirnwindungen der zerebralen Hemisphären beträchtlich. Da einige von ihnen in der Entwicklungsphase schon ab dem frühen fötalen Leben gut erkennbar sind, ist eine Unterteilung dieser Gehirnwindungen in drei Klassen möglich. Die erste stellt die Hauptunterteilung der Oberfläche der Hemisphären in fünf Lappen dar: den frontalen, den parietalen, den sphenoidalen, den okzipitalen und den zentralen – obgleich eine scharfe Trennung streng genommen nicht möglich ist. Die zweite und die dritte Klasse bilden kleinere Unterteilungen dieser Lappen durch Sulci, die in verschiedene Richtungen verlaufen. Die graue Substanz ist an der Oberfläche einförmig angeordnet, ebenso die weiße Substanz im Inneren des Cortex cerebri. Doch es gibt markante Unterschiede bezüglich der Zellen und ihrer Anordnung. Meynert führt aus, dass die gewöhnliche Anordnung aus fünf plattenförmigen Schichten mit einer Gesamtdicke von ungefähr 0,25 cm besteht. Diese Schichten werden durch eine Matrix weniger globulärer Zellen gebildet, wohingegen die beiden nachfolgenden Schichten aus pyramidalen Zellen bestehen. Die vierte Schicht weist eine große Anzahl kleiner unregelmäßiger und globulärer Zellen auf und die fünfte Schicht zeichnet sich durch kompakt verbundene spindelförmige Zellen mit weit verzweigten lateralen Fortsätzen aus.

In der Neuroglia finden wir kleine Korpuskeln und Zellen, die wie einfache Kerne aussehen. Die ganze weiße Substanz steht mit der grauen kortikalen Substanz in Verbindung, wobei stielartige, kommissurale oder bogenförmige Nervenfasern existieren. Die ersten verbinden das Zerebrum und die basalen Anteile des Gehirns. Von den zweiten hat man früher angenommen, dass sie die beiden Hemisphären gleichzeitig verbinden. Da die Bahn jedoch im Corpus callosum liegt, überschnei-

den sich die Fasern auf dem Weg zu den Hemisphären des Zerebrums und bilden somit eine Kreuzverbindung. Die dritten schließlich verbinden die graue Substanz der getrennten Gehirnwindungen in denselben Hemisphären. Meynert betrachtet die grauen Substanzen und die konvergierenden bzw. divergierenden Stränge des zerebrospinalen Nervenmechanismus als eine Serie von Projektionssystemen, wobei die sensorischen Nervenzellen die Fühler und die motorischen Nervenzellen die Arme der kortikalen grauen Substanz repräsentieren. Die graue Substanz bezeichnet demnach einen senso-motorischen Kortex, in dem sich afferente Impulse sammeln und efferente Impulse entstehen und verteilt werden. Letzteres bildet ein Projektionssystem in Bezug zum muskulären System. Die graue Substanz des Gehirns, die tief in den Hemisphären eingebettet liegt, repräsentiert Meynert zufolge im Kontext dieses Projektionssystems entweder Unterbrechermassen oder einen hemmenden Modulationsbereich in Bezug auf das gesamte System. Hier teilen sich die Nervenbahnen vom Cortex cerebri auf und verzweigen sich in verschiedene Richtungen. Dies ist ein wichtiger funktioneller Aspekt in der Verbindung des Zerebrums mit den unteren Teilen des Nervensystems und ist daher ein interessanter Bereich, wenn es um psychische Phänomene geht.

31 Paare spinaler Nervenbahnen und 12 Paare Hirnnerven verbinden das Zerebrospinale System mit den Sinnesorganen und den Bewegungsorganen. Die spinalen Nervenzellen liegen im Rückenmark. Sie ziehen durch die intervertebralen Foramina hinaus und repräsentieren damit den zervikalen, den thorakalen, den lumbalen, den sakralen und den kokzygealen Bereich. Die zwölf paarigen Hirnnerven entspringen an der Schädelbasis und ziehen durch die verschiedenen Foramina aus der Schädelhöhle aus. Die Hirnnerven I, II und VIII repräsentieren die sensorischen Nervenzellen im engeren Sinn, Hirnnerv III, IV, VI, VII, IX und XII die motorischen Nervenaktivitäten bezüglich der Augen, des Gesichts und der Zunge und die Hirnnerven V, IX und X stehen schließlich für jene sensomotorischen Nervenzellen, die die faszialen, laryngealen und pharyngealen Muskeln, die Hirnhäute sowie die inneren Organe des Körpers innervieren. Das ist also der vollständige systematisierte Nervenmechanismus.

Wir kommen zu der Schlussfolgerung, dass der durch Differenzierung immer vollkommener werdende Gesamt-Nervenmechanismus in das Körpersystem eingepasst ist, um so die verschiedenen Nervenfunktionen der Leitermedien und der Endorgane sowie die zentralen Funktionen auszuführen – denn das sind die drei großen Funktionen des Nervensystems. Obgleich wir aber diese Funktionen in gewisser Weise als verschieden betrachten, wohnt den Gehirnzellen, wie Meynert sagt,

doch nur eine einzige funktionelle Energie inne – nämlich die der Sensitivität. Die sensorischen Nervenzellen bilden jene Schlüssel, die den Nervenmechanismus steuern und zu Muskelaktivität führen. »Spezifische Energien« – schreibt Meynert – »hängen gänzlich von den Besonderheiten der Endorgane ab und Sensitivität ist die einzige spezifische Eigenschaft der Gehirnzellen. Im Vorderhirn wird Sensitivität in tatsächliche Sinnesempfindungen umgewandelt.« Genau hier sind die dargestellten anatomischen Beziehungen von besonderer Bedeutung, denn sie verbinden diesen Sitz der Sinnesempfindung mit dem gesamten Rest des Nervenmechanismus. Hier, im Cortex cerebri, und nicht in irgendeinem seiner Teile, sind Intelligenz und Bewusstsein angesiedelt. Jede Hemisphäre besteht aus »Projektionssystemen«, die den Kortex mit den sensitiven Bereichen, aber auch mit den Bewegungsorganen vereinen. Die weiße Substanz bildet »Assoziationssysteme« aus winzigen Fasern und Nervenansammlungen, die alle Teile des Kortex zusammenbringen und die Grundlage aller mentalen Wahrnehmungen und Urteile bilden. Dies ermöglicht die sogenannten »Innervierungsgefühle«. Mit anderen Worten: Die Gesamtsumme der Zentren, die mit bestimmten Aktivitäten von Muskeln und Körperorganen korrelieren, bildet das, was man Individualität nennt. Die Individualität der Psychologie besteht aus dieser primären physiologischen Individualität, erweitert und entwickelt in Verbindung mit der sekundären Individualität, die sekundären, durch Assoziation verbundenen mentalen Wahrnehmungen entspringt. Daran sehen wir, dass Geist völlig durch das Nervensystem bedingt ist.

## Die Endorgane und ihre Funktionen

Bei der allgemeinen Arbeitsteilung im Rahmen der Zelldifferenzierung werden einige der mehr an der Oberfläche liegenden Zellen sehr empfindlich in Bezug auf äußere Stimuli. Durch die daraus entstehende Spezialisierung verändern sich diese Zellen so, dass sie diese Stimuli empfangen und modifizieren können, um sie in neuronale Erregung zu transformieren und an die leitenden Nervenzellen zu übertragen. Die Endorgane spielen folglich eine wichtige Rolle beim Herstellen der Verbindung zwischen den Stimuli und den Nervenzellen. Anders ausgedrückt: Sie bilden die spezialisierten, an der Oberfläche liegenden neuronalen Organe, die an bestimmte Stimuli angepasst sind. Dieser neuromuskuläre Mechanismus fungiert als Medium, durch das eine Verbindung zwischen der Beweglichkeit, wie man sie in den Beziehungen der Außenwelt und dem Organ findet, und der Beweglichkeit der neuronalen Prozesse hergestellt wird. In den Endorganen enden die sensorischen Nervenfasern in enger Beziehung zu den Muskelfasern und -zellen. Folglich bestehen diese Organe aus Nervenfortsätzen und dem Gefüge aus Muskeln, Membranen, Knochen usw., durch das der Stimulus empfangen, modifiziert und für die Übertragung zu den Nervenzellen vorbereitet wird. Die Sinnesorgane sind demnach Kombinationen aus Nervenzellen und Muskelgewebe bzw. Modifikationen aus Zellkörpern und Nervenfasern. Ähnliche neuromuskuläre Anpassungen in Verbindung mit den Endigungen der motorischen Nervenzellen in den Bewegungsmuskeln stellen die Bewegungsorgane am Ende der Nervenbahn dar.

### (1) Geruchssinn

Der Geruchssinn ist mit der Schleimhaut in der oberen Nasenhöhle verbunden, wobei hier zwei Zellarten zu finden sind: olfaktorische und epitheliale. Die olfaktorischen sind spindelförmig, haben einen abgerundeten Kern und feine Fortsätze, die epithelialen sind größer und haben einen ovalen Kern und bedecken die Oberfläche. Die Fortsätze des N. olfactorius sind von winzigen granulären und neuronalen Substanzen umhüllt. Um den Geruchssinn zu erregen, muss sich der Reiz mit der Luft bewegen, um in Kontakt mit der Schleimhaut zu kommen, wobei das Einatmen die stimulierende Substanz zusammen mit der eingeatmeten Luft zur Membrane trägt.

## (2) Geschmackssinn

Die Zunge hat entlang der Ränder wie auch an ihrer Spitze und ihrer Wurzel papilläre Erhebungen von zweierlei Art: Die Wallpapillen (*Papillae vallatae*) bestehen aus mit Epithelium gefülltem Bindegewebe. In den Bereichen, in denen das Epithel an den Zungenseiten dünner wird, erstreckt sich eine Geschmackszone bis dorthin, wo diese Papillen nicht durch die laterale Wand bedeckt sind. Die Pilzpapillen (*Papillae fungiformes*) wiederum stellen vollkommen von Epithelgewebe bedeckte Erhebungen dar. Die Geschmacksknospen in den *Papillae fungiformes* und *vallatae* füllen die Hohlräume der *Papillae* fassartig auf. Ihre Böden ruhen im Bindegewebe und der obere Anteil verengt sich flaschenhalsartig. Jede Knospe enthält zwei Zelltypen: lange und schmalen Geschmackszellen mit ihrem klar umrissenen elliptischen Kern und die ebenfalls langen und schmalen Epithelzellen. Die Geschmacksnerven sind einerseits der N. glossopharyngeus, der zum posterioren Teil der Zunge verläuft, in die *Papillae* eintritt und in einem granulären Plexus endet, und andererseits der N. lingualis, der in Verbindung mit dem N. trigeminus die Zungenspitze innerviert. Der Geschmackssinn ist örtlich nicht so begrenzt wie der Geruchssinn, obgleich Geruch und Geschmack eng miteinander verbunden sind. Kant definiert Geruch als Geschmack aus der Entfernung.

## (3) Die taktilen Sinnesempfindungen

Die sensorischen Nervenzellen, die sich in die Haut verzweigen und im allgemeineren Sinn Berührungsempfindlichkeit ermöglichen, enden entweder in Verbindung mit feinen Fibrillen oder mit speziellen Tastkörperchen. Es gibt verschiedene Formen sensorischer Knospen: Die mit den Palmarflächen von Händen und Füßen verbundenen Pacini-Korpuskeln<sup>15</sup> liegen in Schichten vor, wovon die inneren konzentrisch um eine weiche kernhaltige Substanz angeordnet sind. In feiner fibrillenhafter Form tritt der Achsenzylinder in das Korpuskel ein. Die Krause-Endkolben sind kleine, kernhaltige Korpuskeln, deren Fibrillen in der Knotensubstanz enden, Meissner-Körperchen konisch geformte, mit Fasern umwickelte Körper. Die ein-

<sup>15</sup> Anm. d. Hrsg.: Vater-Pacini-Körperchen, so benannt nach dem deutschen Anatomen Abraham Vater (1684–1751) und dem italienischen Anatomen Filippo Pacini (1812–1883), sind Mechanorezeptoren in der Haut, die vor allem Vibrationsempfindungen gut vermitteln. (Quelle: [de.wikipedia.org/wiki/Vater-Pacini-Körperchen](http://de.wikipedia.org/wiki/Vater-Pacini-Körperchen))

fachste Sinnesempfindung stellt die Fühlungnahme dar, die bei Druck schnell zur Sinnesempfindung Schmerz wird. Schmerz wird definiert als »Bitten einer Nervenzelle um reines Blut« – eine physiologische Wahrheit, die belegt, dass der Mechanismus bei Schmerz in irgendeiner Weise anormal ist. Ein Gefahrenpunkt wird signalisiert und die Notwendigkeit der Ausbesserung angezeigt. Die gesamte Haut ist sensitiv, jedoch nicht überall in gleichem Maße. Die Fibrillen enden auf verschiedene Arten in der Haut, was zeigt, dass einige Fasern Fühlungnahme, andere Druck, wieder andere Wärme- und Kälteempfindung darstellen. Schmerz resultiert aus der exzessiven Stimulation einer dieser Arten. In Verbindung mit den Vater-Pacini-Körperchen, die in großer Fülle in der Umgebung der Gelenke, der Ligamente und der Knochenhaut auftreten, stellen wir taktile Sinnesempfindungen fest, die mit dem muskulären Aktionen wie Flexion, Extension, Rotation bzw. allen willkürlichen Muskelbewegungen verbunden sind. Sie begleitet Anstrengung als eine Sinnesempfindung, die von der Basis muskulärer Sinnesempfindungen, der Kontraktionskraft, abhängt. Hierbei steht das Gehirn in engem Kontakt mit den äußeren Geschehnissen des Körpers und den Aktivitäten der kontrahierenden Muskeln.

#### (4) Hörsinn

Der Hörsinn nutzt – wie der Sehsinn – einen Teil der Struktur als einen Mechanismus zum Sammeln und Konzentrieren der einzelnen Elemente des Hörens, um daraus neuronale Elemente, das heißt Stimulation zu generieren. Der Gehörapparat besteht aus dem Hirnnerven VIII in Verbindung mit den epithelialen und neuronalen Elementen. Der Gehörmechanismus umfasst drei Bereiche:

- (1) Das Außenohr, bestehend aus einer muschelförmigen Struktur, die wichtig ist, um die Einfallrichtung von Schallwellen zu beurteilen, sowie aus dem äußeren Gehörgang (Meatus acusticus externus), einer Passage mit Windungen, die von der Concha zum Tympanum führt, es schützt und beim Modifizieren von Schallwellen als Resonanzkörper fungiert, der Töne moduliert und intensiviert.
- (2) Das Mittelohr, einen knöchernen Hohlraum, der den äußeren mit dem inneren Gehörgang verbindet.

Am inneren Ende des Meatus acusticus externus befindet sich das Trommelfell, das die äußere Wand einer Gruppe intraossärer Membranen bildet.

Die innere Scheidewand, die Mittel- und Innenohr trennt, besitzt zwei Öff-

nungen: das Foramen ovale, teilweise ausgefüllt durch die orbikuläre Membran, und die Fenestra rotunda, die von der sekundären Membrana tympani verschlossen wird. Anterior befindet sich eine Öffnung zur Eustachischen Röhre und eine Reihe kleiner Knöchelchen, die sich von der äußeren hinüber zur inneren Wand erstreckt. Die tympanische Membran besteht aus drei Schichten, wovon die mittlere die eigentlich vibrierende Membran darstellt. Im Zusammenhang mit dem Tympanum werden die Schallwellen zum Innenohr übermittelt. Dabei treten bestimmte Modifikationen auf, um den Ton an die empfangenden Organe anzupassen. Erreichen die Schallwellen die Membran, besitzen sie eine große Ausdehnung und eine geringe Intensität. Die Vibrationswellen rufen Schwingungen der straff gespannten Membran hervor und ändern sowohl Amplitude als auch Intensität, sobald sie auf die Membran auftreffen. Diese reagiert sehr stark auf Schwingungen und harmonisiert nicht vertraute Grundtöne. Die Membran besitzt demnach keinen vorherrschenden Grundton. Dank ihrer Trichterform in Verbindung mit dem Malleus, dessen handgriffartig geformter Teil (Manubrium) im Zentrum befestigt ist, und der Knochenkette, mit der sie beschwert ist, um jeden auffälligen Eigenton abzdämpfen, ist sie jedoch in der Lage, eine breite Palette von Tönen aufzunehmen und anzupassen. Die Spitze des Trichters zeigt nach innen, sodass die Kraft der akustischen Wellen nach innen zu einem Konzentrationspunkt gezogen wird. Die gleichzeitige Schwingung der Hörnöchelchen bewegt sich um ein gemeinsames Zentrum, wobei Veränderungen von der Beschaffenheit der Töne abhängen, die sie zusammen mit den akustischen Wellen erreichen, sodass sie aus abweichenden Tönen eine Symphonie bilden können. Die zunehmende Spannung der Membrana tympani dämpft die Bewegungen der Hörnöchelchen und erlaubt es der Membran, auf höhere Töne zu reagieren sowie die Frequenz der Gehörempfindungen zu erhöhen. Die Eustachische Röhre ist als Verbindung zwischen Tympanum und Außenluft abwechselnd geöffnet oder geschlossen, sodass ein Luftaustausch stattfindet. Durch Zilienaktivität wird das Mittelohrsekret zur pharyngealen Öffnung transportiert und hält damit im Mittelohr eine sekretorische Balance aufrecht. Bewegt werden die Gehörknöchelchen vom *M. tensor tympani*, der sich nur zu Beginn eines Tones kontrahiert und wieder entspannt, während der Ton anhält. Zieht dieser Muskel den Malleus nach medial, spannt sich das Trommelfell. Der *M. stapedius* dämpft die Bewegungen des Steigbügels und des orbikulären Ligaments, sobald raue und laute Töne auftreten, womit er diese aus dem Labyrinth ausschließt. Der fünfte Nerv versorgt den *Tensor tympani* durch einen Zweig des *Ganglion oticum*. Und



der siebte Nerv versorgt den *M. stapedius*. Eine Lähmung des fünften Nervs führt zu dumpfem Hören, eine des siebten zu Empfindlichkeit gegenüber lauten Tönen. Das Mittelohr modifiziert die Schwingungen der Wellen und passt sie für die Übermittlung an das Innenohr an.

(3) Das Innenohr.

Hier finden wir drei Doppelorgane, die aus knöchernen Kanälen und Membranen in der *Pars petrosa* des *Os temporale* bestehen. Dieses Knochenlabyrinth besteht aus der Cochlea, einer gewundenen Schalenröhre (Schnecke), die eine obere Abteilung und eine untere besitzt und in deren zentralen Teil sich eine spiralförmige Stütze befindet. Verbunden sind diese Abteilungen durch ein Foramen: das Vestibulum oder den zentralen Hohlraum. Der membranöse Teil bildet zwei Beutel und ist mit der *Scala vestibuli* verbunden, sodass die Perilymphe mit der Cochlea zusammenhängt. Die drei *Canales semicirculares* öffnen sich zum Utrikulus, wobei die Endolymphe über eine freie Verbindung mit dem Vestibulum und der Cochlea verfügt. Sie stehen in ihren Ebenen rechtwinklig zueinander. Die Endolymphe füllt die membranösen Anteile, welche sich in der Perilymphe aufgehängt befinden. Dadurch wird ein wichtiger modifizierender Einfluss auf die Tonschwingungen erzeugt. Die Endorgane enden im membranösen Teil des Labyrinths. Nähert sich der *N. vestibulocochlearis* dem Labyrinth, teilt er sich in einen vestibularen und einen kochlearen Anteil. Der erste teilt sich weiter in winzige Fortsätze, die in den Zellen enden, während der zweite durch den *Modiolus* verläuft und dann seine Äste verteilt. Die Funktion des Innenohrs besteht darin, die Schallwellen zu empfangen, zu modifizieren und zu übermitteln. In den Kanälen werden die Tonschwingungen geschieden und die resultierenden Bewegungen rufen eine Stimulation der Nervenendigungen hervor.

Es gibt zwei Arten von Tönen, die das Ohr erreichen: Geräusche und Töne<sup>16</sup>, aus denen die vegetative Aktivität des Gehörapparates harmonische Klänge bildet. Man hat behauptet, dass das Vestibulum bzw. die Kanäle Geräusche bzw. Töne empfangen. Widerlegt haben dies jedoch jüngere Forschungen, die auf die Tatsache schließen lassen, dass es physiologisch kein derartiges Unterscheiden von Tönen gibt. Helmholtz zufolge gibt es im Innenohr eine Serie von Resonatoren, von denen jeder fähig ist, auf eine bestimmte Schwingung zu reagieren. Und da alle winzigen Fibrillen in winzigen Organen enden – dem Cortis-Organ – werden die

<sup>16</sup> [Anm. d. Übers.] Vgl. hierzu genauer unten V–112 ff.

differenzierten Schwingungen zu den Nervenfortsätzen übertragen. Diese entsprechen 3.000 Klaviertasten, jede mit einer wahrnehmungsfähigen Tonhöhe. In seiner späteren Theorie spricht Helmholtz von den an der Oberfläche der Basalmembran angeordneten Zellen. Hensen glaubt, dass die strahlenförmigen Fasern in Verbindung mit der Basalmembran alle gestimmt sind und ihre Bewegungen Nervenzellen stimulieren. Einer anderen Theorie zufolge findet die Geräuschanalyse nicht im Ohr statt, sondern erst im Gehirn, wobei das Corti-Organ bzw. die winzigen Fasern bei jedem hörbaren Ton als Ganzes vibrieren, sodass die Vibrationen jene Nervenzellen stimulieren, die ihre neuronale Erregung ans Gehirn weiterleiten, wo die endgültige Analyse erfolgt.

### (5) Sehsinn

Hier geht es um die Sinnesempfindungen von Licht und Farbe. Das Auge ist eine optische, in Form einer Kamera gestaltete Scheibe mit einer selbstanpassenden Linse. Das Bild wird auf eine neuronale Membran geworfen. In der Wand des Augapfels gibt es drei konzentrische Schichten:

- (1) die sklerotische. Eine raue fibröse, deren innerer Teil weiß und deren mittlerer Teil, die Cornea, lichtdurchlässig ist,
- (2) die choroideale Schicht aus pigmentierter und vaskulärer Substanz, bestehend aus Falten und einem diaphragmatischen Teil, der in einer wässrigen Flüssigkeit badet, und schließlich
- (3) die Retina oder die innere sensitive Auskleidung, die die Choroidea als membranöse Schicht bedeckt.

Die Refraktion im Auge findet mit Hilfe von vier Medien statt: der Cornea, der wässrigen Flüssigkeit hinter der Cornea und der Kristalllinse, die zwischen der Iris und dem vierten Medium liegt – und dieses vierte Medium ist die Glaskörperflüssigkeit zwischen Linse und Retina, eine halbflüssige Masse, die in der Membrana hyaloidea eingeschlossen liegt und einen äußerst transparenten Körper bildet. Vervollständigt wird diese Struktur durch die verschiedenen Muskeln, die dem Auge vor allem Beweglichkeit beim Aufbauen des Gesichtsfelds ermöglichen. Die Augenbeweglichkeit steuern die an der knöchernen Wand befestigten *Mm. recti*, während die *M. obliqui* ergänzend die Bewegungen des Auges in verschiedene Richtungen unterstützen. Die Brechung eines Lichtstrahls auf einer gekrümmten Oberfläche ist abhängig

vom Krümmungsradius und von den verschiedenen Brechungsindizes der beiden Medien, durch die der Strahl verläuft. Die Brechungsindizes der vier Medien sind alle höher als jene der Luft. Die der Cornea sowie der wässrigen und der Glaskörperflüssigkeit entsprechen etwa jener des Wassers, der Brechungsindex der Linse ist dagegen aufgrund ihrer Schichtungen höher. Bei diesen Endorganen des Sehens finden wir eine Struktur, mit deren Hilfe die äußeren Eindrücke auf das Organ Sinnesempfindungen von Licht und Farbe aufbauen, sodass Variationen bezogen auf Anzahl, Beschaffenheit, Farbe und Reihenfolge dieser Sinnesempfindungen ein visuelles Bild von Größe, Form, Ort und Beweglichkeit gesehener äußerer Objekte entstehen lassen. Aus dieser Perspektive bezeichnet die Retina den wichtigen Teil des Auges, da über sie die Bilderzeugung stattfindet. Die vier Brechungsmedien stellen verschiedene Oberflächen dar, von denen jede ein Objekt für die nächstfolgende Oberfläche formt. In der Linse hat jede Schicht ihren eigenen Brechungsindex, sodass die Unterschiede eine stärkere Brechung zulassen. Das optische Problem wird also kompliziert durch die Unterschiede im Brechungsindex und durch die Krümmungsvarianten. Die Akkomodationsfähigkeit stellt die Fähigkeit dar, die Brechungsbedingungen auf unterschiedliche Entfernungen einzustellen. Erreicht wird dies durch Veränderungen in der Konvexität insbesondere des internen Anteils der Linse, was unter der Leitung des Gehirns und im Zusammenhang des volatilen Nervensystems stattfindet. Helmholtz zufolge befindet sich die ruhende Linse in einem Spannungszustand, der von ihrer Elastizität abhängt und von den Linsenbändern, die den Linsenrand mit dem *M. ciliaris* verbinden. Der *M. ciliaris* nimmt ihr, indem er sie in die entgegengesetzte Richtung zieht, die Spannung und ermöglicht der Linse, sich aufgrund ihrer Eigenelastizität zu wölben. Sobald der *M. ciliaris* kontrahiert, wird die Glaskörperflüssigkeit in die offenen Räume an der Seite der Linse gedrückt, was zur Aufwölbung des Linsenbands führt. Die den *M. ciliaris* innervierenden Nervenfasern stammen aus den posterioren Wurzeln des *N. oculomotorius*. Dieser entsteht im posterioren Teil des dritten Ventrikelbodens, nahe am Ursprung jenes Nervs, der auch den inneren *M. rectus* steuert. Dies ermöglicht eine Harmonisierung der Akkomodation im Ursprungsgebiet der Nerven.

Die Nervenfasern des *N. opticus* werden aktiv, sobald ein Bild auf die Retina fällt. Nach dem Eintritt strahlen die sich verzweigenden Fasern in alle Richtungen, wobei die Filamente auf jene Zellen verteilt werden, die nicht aus Nervensubstanz bestehen. Stäbchen und Zapfen stellen nebeneinander verlaufende zylinderförmige bzw. konische Palisadenreihen dar. Sie repräsentieren die sensitive Schicht der Retina, die wahrscheinlich durch bestimmte chemische Veränderungen modifiziert

werden, sobald der Lichtstrahl auf die Retina auftrifft, wodurch es schließlich zur Stimulation der Enden des N. opticus und zur Erzeugung von Impulsen kommt, die in visuellen Sinnesempfindungen resultieren. Der Punkt des schärfsten Sehens ist der Gelbe Fleck mit einer Vertiefung im Zentrum. Nicht weit davon entfernt nach innen tritt der N. opticus in die Retina ein und bildet den sogenannten »Blinden Fleck«, der nicht zu funktionieren scheint, weil hier Nervelemente fehlen. Der neuronale Prozess des Sehens beginnt in den Stäbchen und Zapfen, obgleich diese beim Erzeugen von Sehempfindungen nicht unmittelbar dem Lichteindruck unterworfen sind oder auch bei Verletzungen des Auges bestimmten Modifikationen unterliegen. Man vermutet, dass in Bezug auf die Stäbchen und Zapfen ein chemischer Abbau stattfindet, der zu einer Stimulierung der Nervenzellen führt. Licht ist physikalisch gesehen eine Schwingung, und diese Schwingungen beeinflussen die Retina indem sie molekulare Veränderungen hervorrufen, die den N. opticus stimulieren. Das ins Auge eintretende Licht wird teils vom Pigment absorbiert und teils reflektiert. Die reflektierten Strahlen kehren, vereinigt mit den eintretenden Strahlen, durch die Pupille zurück, um ein Bild zu formen. Auf diese Weise wird ein auf die Oberfläche der Retina reflektiertes Bild auf den Bogen einer sphärischen Oberfläche reflektiert.

Farbe ist im Unterschied zu Licht eine Sinnesempfindung, erzeugt durch die Wirkung von Lichtstrahlen einer bestimmten Wellenlänge auf der Retina. Das bedeutet, dass Farbe von den Strahlen abhängt, die während einer bestimmten Zeit auf die Retina fallen. Aus einer bestimmten Anzahl Strahlen entsteht Rot und bei ungefähr der doppelten Anzahl Strahlen nehmen wir Violett wahr. Das weiße Licht ist eine Mischung. Die Wellen, die die Farbempfindung »Rot« erzeugen, sind von solcher Länge, dass 451 Billionen von ihnen pro Sekunde einen bestimmten Punkt erreichen, während die Wellen, die Violett hervorrufen, erheblich kürzer sind, so dass pro Sekunde 764 Billionen einen bestimmten Punkt erreichen. Wellen, deren Länge dazwischenliegt, bilden die anderen Farben des Spektrums. Farbe ist also eine Sinnesempfindung, bedingt durch eine besondere Art von Stimulus. Es scheint daher, dass das Auge einen feinen, an hochkomplexe physiologische und mentale Zustände angepassten Mechanismus darstellt und das erklärt, warum die Sinnesempfindungen der Augen eine so enge Beziehung zu psychischer Aktivität haben.

In den Muskeln, Drüsen und elektrischen Körpern der Augen finden wir effere Nervenfasern. Die Innervierung der Muskel verzweigt sich zunächst in die Fasciculi, von wo aus sie sich weiter aufteilen, zahllose Verästelungen bilden und schließlich mit einzelnen feinen Nervenfasern an die Muskelfasern gelangen. Wäh-

rend er die Myelinhülle verliert, wird der Achsenzylinder in immer winzigere Fibrillen geteilt und gelangt schließlich ans Sarkolemma der Muskelfasern. Dort werden diese Fasern ummantelt und bilden so die motorischen Endplatten, wobei Form und Struktur je nach Muskeltyp variieren können. Hier erkennen wir die enge, untrennbare Beziehung des Nervenmechanismus zu den Muskeln, Knochen und Ligamenten, was wiederum auf die enge Verbindung von Geist und mentalen Phänomenen zur feinen Struktur des Körpers hinweist und aufzeigt, dass der Geist eher im Körper als im neuronalen Mechanismus wohnt.

## Die Nervenleitungen

Nachdem wir die Organe am Ende der Nervenbahn erörtert haben, müssen wir uns jetzt jenen Nervenbahnen zuwenden, die zwischen den Endorganen und den zentralen Organen verlaufen. Sobald die Endorgane den molekularen Prozess in einen neuronalen Prozess umgesetzt haben, wird er über die als Leitungen fungierenden Nervenzellen gesendet. Reizung stellt den Ursprung neuronaler Erregung dar. Leiten ist das Fortführen dieser Erregung durch Übertragung von einem Punkt zum anderen, sodass im Informationsfluss der Impulse jeder Nervenpunkt eine bestimmte Aufgabe erfüllt. Auf diese Weise befassen sich Irritabilität und Leitungsfähigkeit mit einer Reizung aus unterschiedlicher Sicht, wobei die fortschreitende Bewegung entlang der Nervenzellen stattfindet. So gesehen sind bezogen auf das Leiten von Impulsen alle Nervenzellen gleich. Die allgemeine Nervenphysiologie betrachtet den Nerv in seiner Abstrahierung vom neuronalen Mechanismus und im Zusammenhang mit äußerer Stimulierung. Jeder Teil einer Nervenzelle kann einen benachbarten Teil stimulieren und eine Stimulation von ihm empfangen. Man hat versucht, Nervenstrom mit elektrischem Strom gleichzusetzen. Jüngere Forschungen haben jedoch gezeigt, dass es zwischen Nervenprozessen und elektrischen Strömen wesentliche Unterschiede gibt. Für die allgemeine Nervenphysiologie müssen wir Sie auf die in der Physiologie diskutierten Ergebnisse elektrophysiologischer Experimente verweisen.

Neuronale Funktionalität, der wesentliche Aspekt im Zusammenhang mit der Nervenleitung, hängt von drei wichtigen Bedingungen ab:

- (1) Von der neuronalen Vitalität. Damit ein Nerv seine Leitungsfunktion ausführen kann, muss er lebendig sein, womit seine Funktion physiologischer Natur ist. Ein Nerv stirbt nicht notwendigerweise, wenn der Körper stirbt oder wenn er aus dem Körper herausgenommen wird. Man kann kaum sagen, wann er stirbt, da er nicht der Leichenstarre unterliegt. Beim Untergang von Nervenzellen kann man zwei verschiedene Phänomene beobachten: (a) Werden sie geteilt, erhöht sich ihre Irritabilität. (b) Danach nimmt sie allmählich bis zum Aufhören ab, wobei diese Veränderungen in den verschiedenen Bestandteilen variieren. Der periphere Teil eines geteilten Nervs bleibt am längsten vital. Daher das Gesetz von Ritter und Valli, wonach die Nervenzellen vom Zentrum zur Peripherie hin degenerieren. Wird ein Nerv an seinem Platz im lebendigen Körper geteilt, nimmt seine Irritabilität also zeitweise zu, danach verliert er allmählich an Vitalität, wobei die De-

generation von der geteilten Stelle in Richtung Peripherie verläuft. Eine Regeneration kann stattfinden durch das Wachstum des Achsenzylinders vom zentralen Teil hinein in die Schwann'sche Hülle im peripheren Teil. Die Leitungsfähigkeit der Nervenbahn regeneriert sich dabei vor seiner Irritabilität.

- (2) Von der neuronalen Leitfähigkeit. Diese hängt wiederum von der passenden nutritiven Versorgung ab und hier vor allem vom Sauerstoff, der über das arterielle Blut angeliefert wird. Sauerstoff scheint jedoch für die leitenden Nervenzellen der Peripherie nicht so notwendig zu sein wie für das Zentrale Nervensystem, denn die Irritabilität eines peripheren Nervs lässt sich in einem feuchten Vakuum erhalten, wobei allerdings Sauerstoff auch hier wesentlich für die Nervenvitalität zu sein scheint.
- (3) Vom Erschöpfungsgrad der Nervenzellen. Erschöpfte Nervenzellen führen ihre Funktion nicht mehr oder jedenfalls nicht mehr effektiv aus. Es ist nicht leicht, Nervenerschöpfung von der Erschöpfung der zentralen Organe oder der Organe am Ende der Nervenbahn zu trennen. Ein Nerv erschöpft viel langsamer als ein Muskel, weshalb Ausdauer ein Charakteristikum von Nervenfasern und Nervengewebe ist. Man hat behauptet, Nervenerschöpfung sei zum größten Teil einfach muskuläre Erschöpfung im Zusammenhang mit den Endorganen. Es gibt jedoch einen Punkt, an dem Nervenerschöpfung eintreten kann, obgleich dies mehr für das Zentrale Nervensystem und die Endorgane gilt. Sogar dann, wenn neuronale Erschöpfung von diesen abhängt, bezeichnet sie einen Vorgang innerhalb des Nervenmechanismus.

Wird ein Nerv beim Übertragen einer Nervenerregung aktiviert, treten bestimmte Phänomene auf, die von Art, Ausmaß und Anwendung der Stimulation abhängen. Psychophysiologisch gesehen spielen die physischen Eigenschaften des Nervs keine große Rolle. Nervenzellen werden von allen Arten mechanischer Stimulation irritiert, die exzessiv ausgeübt im Fall der sensorischen Nervenzellen zu Schmerz und im Fall der Motoneurone zu Kontraktion führt. Tritt eine starke Kompression schockartig auf, kommt es zu einem Aussetzen der Leitungsfähigkeit. Ob Nervenzellen an sich irgendeine Wärme haben oder ob sie Wärme leiten können, ist unbekannt. Wärme hat jedoch einen wichtigen stimulierenden Effekt. Trotzdem beschleunigt sie den Tod eines aus dem Körper entfernten Nervs, wohin Kälte ihn zu verzögern scheint. Sehr viele chemische Substanzen zerstören den Nerv und Veränderungen des Wassergehalts innerhalb der Nervenverbindung scheint die Funktionalität zu beeinflussen. Ein sinkender Wasseranteil intensiviert die Irritabilität und verstärkt

Kontraktion bis hin zum Krampf. Nervenstimulation durch Elektrizität hat beim Nerv die gleiche Wirkung wie beim Muskel, allerdings mit graduellen Unterschieden. Die Leitfähigkeit einer Nervenzelle in Bezug auf elektrische Impulse ist fünfzehnmal höher als die reinen Wassers. Konstant applizierte Ströme erregen den Nerv nicht, Stromschwankungen hingegen schon. Die Irritation hängt von der Laufrichtung und der Stärke des Stroms ab. Mit zunehmender Stromstärke wächst sie hin zu einem Maximalpunkt. Bestimmt wird das Ausmaß der Irritation zudem von der Länge des irritierten Nerven sowie von dem Winkel, in dem die Irritation erfolgt. Verläuft der Strom genau rechtwinklig zur Nervenachse, stimuliert er den Nerv nicht. Beachtlichen Einfluss auf die Irritation hat auch die Applikationszeit des Stroms. Keine Wirkung zeigt sich an irgendeinem Teil des Nerven, solange der Stimulus nicht mindestens eine 15/1000-Sekunde lang bestehen bleibt. Wird ein Nerv durch Strom beeinflusst, nimmt die Wirkung des ausgeübten Stimulus auf irgendeinen Teil des Nerven zu, jedenfalls in Bezug auf die Afferenzen in der Muskulatur. All diese Veränderungen im Zustand des Nerven bezogen auf dessen physiologische Funktion bestimmen den sogenannten Elektrotonus. Die Nervenirritabilität wird bei Stimulierung durch einen konstanten Strom dort erhöht, wo der Strom den Nerv verlässt, und dort vermindert, wo er in ihn eintritt. Die Leitungsfähigkeit wird jedoch auch auf andere Weise moduliert, denn die Leitungsfähigkeit eines elektrotonischen Nerven ist am Stromaustrittspunkt geringer als am Eintrittspunkt. Dies zeigt einen Unterschied zwischen dem Anfang des Nervenimpulses und dessen Übertragung entlang des Nerven auf.

Während eine Erregung neuronal übertragen wird, unterliegen die betroffenen Nervenzellen bestimmten Prozessen. Obgleich dabei als Ergebnis der Irritation bestimmte Veränderungen in den Nervenzellen feststellbar sind, finden keine sichtbaren mechanischen Veränderungen statt. Bei längerer Erregung schrumpfen die Zellen zusammen mit dem Kern und dem Protoplasma um schätzungsweise 25 bis 30 %. Erfassbare Wärmeveränderungen zeigen sich bei Nervenirritation keine. Man behauptet, dass bei längerer Belastung oder Stimulierung des Nerven bestimmte chemische Veränderungen stattfinden, die eine saure Reaktion erzeugen. Ebenso soll es im Zusammenhang mit einer Nervenirritation zu bestimmten elektrischen Phänomenen kommen. Wird ein Nerv geteilt und dann mit einem Elektrometer gemessen, zeigt sich die normale Nervenoberfläche im Verhältnis zur durchtrennten Oberfläche positiv. Vom durchtrennten Ende fließt noch ein Reststrom in Richtung Zellkörper, was zeigt, dass es zu einer elektrischen Veränderung kommt, sobald ein Nerv stimuliert wird.



Über die Prinzipien der Leitungsregulation lässt sich kaum etwas sagen. Man kann zumindest als erstes Prinzip festlegen, dass sie in allen Nervenzellen ähnlich abläuft. Beim Versuch, das Ausmaß des Stimulus mit dem Ausmaß der resultierenden Nervenerregung zu vergleichen, stehen uns lediglich elektrische Messmethoden zur Verfügung. Ergebnisse aus entsprechenden Messungen im Zusammenhang mit der Muskelkontraktion zeigen, dass das Ausmaß hier direkt proportional zum Stimulus ist. Allerdings hat man jedoch bemerkenswerte Ausnahmen dieses Prinzips festgestellt. Wird nämlich der Stimulus über das Maß hinaus verstärkt, das notwendig ist, um die anfängliche maximale Kontraktion hervorzurufen, kommt es zu einer zweiten Kontraktionsphase, während derer ein zweites Maximum erreicht wird. Gelegentlich stellt diese zweite Phase eine verminderte Kontraktion dar, der eine weitere Zunahme folgt. Es zeigen sich Erregbarkeitsschwankungen zwischen den verschiedenen Nervenzellen und sogar zwischen den verschiedenen Teilen desselben Nervs. Der eintretende Strom beeinflusst beispielsweise stärker den peripheren Anteil, der austretende Strom den zentralen. Die Erregung verläuft wellenförmig entlang des Nervs. Um die Wellen zu erhalten und deren Verschmelzung zu verhindern, muss es jedoch zwischen den einzelnen Stimuli eine Zwischenphase von mindestens  $1/100$ -Sekunde geben. Wird dieses Intervall nicht eingehalten, verschmelzen die Wellen und lösen einen Krampf aus. Innerhalb des Intervalls bildet die Gesamtsumme der Stimuli in Bezug auf den Nerv jenes Ergebnis, woraus sich die Gesamtsumme der Muskelkontraktionen ergibt. Helmholtz meint in Bezug auf die Geschwindigkeit, mit der Nervenzellen Impulse leiten können, dass die Impulsgeschwindigkeit bei den Motoneuronen eines Frosches etwa  $26 \text{ m/s}$  beträgt. Spätere Forschungen mit dem Pendelmyographen ergaben ca.  $27 \text{ m/s}$ . Beim Menschen lassen sich je nach Temperatur Geschwindigkeiten zwischen  $29\text{--}91 \text{ m/s}$  erreichen. Bei den sensorischen Nervenzellen liegt die Geschwindigkeit zwischen  $29\text{--}39 \text{ m/s}$ . Sie hängt von der Temperatur, der Nervenlänge und dem Elektrotonus ab. In Rückenmark und Gehirn ist die Leitgeschwindigkeit erheblich niedriger als in den peripheren Nervenzellen. Dies geht zurück auf die höhere Komplexität der zentralen Organe und die Anzahl der Verzweigungen, durch die die Impulse verlaufen können. Im Rückenmark liegt die Geschwindigkeit der sensorischen Impulse bei  $8 \text{ m/s}$ , die der motorischen zwischen  $10\text{--}15 \text{ m/s}$ . Verbrennt man sich zum Beispiel die Hand, verlaufen die Sinnesempfindungen des Tastsinns schneller ( $27\text{--}48 \text{ m/s}$ ) als die Schmerzempfindungen ( $8\text{--}14 \text{ m/s}$ ). Die leichteste Störung der neuronalen Integrität, etwa bei einer Durchtrennung, beeinflusst sogar dann, wenn die getrennten Enden eng zusammengehalten werden, die neuronale Integrität der Leitfähigkeit. Da die neu-

ronalen Impulse nicht in der Lage sind, aneurale Räume zu überspringen, muss die neuronale Integrität erhalten bleiben, um die Leitfähigkeit zu bewahren. Bei Rückenmark und Gehirn können wir festhalten, dass hier nicht dieselbe Kontinuität erforderlich ist wie bei den peripheren Nervenzellen, denn beim Verlauf durch die zentralen Nervenzellen findet eine beachtliche Modifikation der Impulse statt und es stehen ihnen zudem mehrere Bahnen offen.

## Das Zentrale Nervensystem

Ein Reflexvorgang entsteht, wenn ein Nerv aufgrund der primären Stimulation eines anderen Nervs sekundär durch ein Nervenzentrum stimuliert wird. Entsteht die primäre Stimulation dagegen in einem Zentrum, nennt man den Vorgang automatisch oder autonom. Über diesen Vorgang wissen wir nichts, der Begriff zeigt lediglich Wissensbedarf in Bezug auf dieses Thema. Im Unterschied dazu gibt es den willkürlichen Vorgang, der mit einer willentlichen Anstrengung verbunden ist.

Es kann verschiedene Arten von Reflexreaktionen geben: komotorische, bei denen zwei motorische Nervenzellen über ein gemeinsames Zentrum miteinander verbunden werden; motosensorische, bei denen ein in einem Motoneuron entstandener Impuls einer sensorischen Bahn mitgeteilt wird, oder kosensorische Reflexe, die dann auftreten, wenn ein sensorischer Nerv über ein zentrales Organ mit einem anderen sensorischen Nerv verbunden wird. Das Niesen bei Einfluss von Sonnenlicht wäre hier ein treffendes Beispiel. Die meisten Reflexreaktionen sind jedoch sensorisch-motorischer Natur. Hier ist die sensorische Stimulation primär und die durch ein gemeinsames Nervenzentrum vermittelte motorische sekundär. Das Rückenmark ist vor allem zur Ausführung der Funktion in den Reflexzentren angelegt. Bei einem gehirnlosen Frosch (das Rückenmark wird lebendig erhalten, jedoch unterhalb der Medulla abgetrennt) sehen wir eine reflektorische Nervenmaschine. In diesem Zustand entstehen durch periphere Irritation einer Seite des Frosches muskuläre Bewegungen. Die gleichen Experimente wurden an Säugetieren durchgeführt. Im Unterschied zum Frosch bläst die Reaktion unmittelbar nach der Abtrennung des Rückenmarks vom Gehirn rasch ab, wohingegen die Reflexe stark zunehmen, wenn man das Tier am Leben erhält. Auch Alter, Geschlecht und Allgemeinzustand des Tieres beeinflussen die Reaktion. Auf plötzliche Stimuli zeigt sich eine erheblich leichtere Reaktion als auf langsam applizierte. Und das Wiederholen von Stimuli führt zur effektivsten Reaktion. Die Art der Reaktion hängt vom Zustand des Rückenmarks, aber auch vom Applikationsort des Stimulus ab. Leichte Stimulation eines sensorischen Nervs ruft Reflexbewegungen auf derselben Seite hervor, auf der das Rückenmark stimuliert wurde. Bei Verstärken der Stimulation können zusätzlich Reflexbewegungen auf der entgegengesetzten Seite entstehen. Bei weiterer Verstärkung des Stimulus können sich gleichartige Reaktionen auf beiden Seiten ergeben. Der neuronale Impuls wird folglich nach Eintritt ins Rückenmark vom Eintrittspunkt über die Zellkörper und Nervenfasern hinweg diffundiert, gelangt auf die Gegenseite und wirkt schließlich auf beiden Seiten.

Im Rückenmark entstehen bestimmte automatische Impulse, wie beispielsweise in Bezug auf den Muskeltonus. Dies wird jedoch in Frage gestellt, da nicht alle Muskeln zur selben Zeit und auf dieselbe Weise beeinflusst werden. Bestimmte sensorische Impulse rufen in Verbindung mit der Haut sogar beim gehirnlosen Frosch eine reflektorische tonische Reaktion hervor. In einigen Bereichen des Rückenmarks sind die motorischen und die sensorischen Stränge stärker miteinander verbunden als in anderen und man bezeichnet diese Bereiche als Reflexzentren. Sie hängen weitestgehend von den individuellen Lebensgewohnheiten und spezifischen Funktionen des Tiers sowie von den individuellen Außergewöhnlichkeiten und dem vorausgegangenen funktionellen Gebrauch des Rückenmarks ab. Dies betrifft vor allem die vasomotorischen, für Miktion und Defäkation usf. zuständigen Zentren. Die Stimulierung im Rückenmark ist auf Rückenmarksebene schneller als jene über das Gehirn, weil die Verbindung des Rückenmarks mit dem Gehirn auch die Hemmfunktion des Gehirns umfasst. Beispielsweise befindet sich das Wärmezentrum in der oberen zervikalen Region, während die inhibitorischen und akzeleratorischen Zentren dieses Aspekts im Gehirn liegen, sodass die Rückenmarksfunktion im Zusammenhang mit den Gehirnzentren gehemmt wird. Obgleich das Rückenmark also über eigene unabhängige funktionelle Kräfte verfügt, wird es von den höheren Gehirnzentren reguliert. Das folgt aus der Tatsache, dass an den meisten gewöhnlichen Aktivitäten des Lebens entsprechende Reflexe beteiligt sind. Diese implizieren Gehirntätigkeit in Verbindung mit den Sinnesorganen und speziellen Modifikationen, die aus eindeutig bewussten Willensakten entstehen.

Im Gehirn ist die funktionale Komplexität erheblich gewachsen und begründet die Komplexität und Kompliziertheit des menschlichen Subjekts. Aber trotz aller Schwierigkeiten bei seiner Erforschung hat man mit Hilfe der Pathologie sowie durch klinische Beobachtungen und chirurgische Experimente in Bezug auf die Gehirnlokalisierung doch schon bedeutende Fortschritte erzielt. So sind wir in der Lage, die Beziehungen zwischen Körper und Geist im Hinblick auf die lokalen Bereiche im Gehirn deutlicher zu erörtern. Das Gehirn lässt sich demnach unterteilen in

- (1) einen sensitiven Bereich oberhalb des Rückenmarks und unterhalb der zerebralen Hemisphären, und
- (2) einen bewussten Bereich in den zerebralen Hemisphären.

## (1) Der sensitive Gehirnbereich

Oberhalb des Rückenmarks gehört die Medulla oblongata zum sensitiven Bereich, deren Funktionsabläufe vegetativer Natur sind und die somit das niedere animalische Leben repräsentiert. Die motorischen Reflexfunktionen des Rückenmarks erstrecken sich, vor allem was Herz, Vasomotorik, Atmung und Schluckvorgang usw. anbelangt, in die Medulla oblongata. Automatische Impulse entstehen hier in Verbindung mit dem Blutkreislauf. Sie regeln Atmung, Herzrhythmus und Blutkreislauf. Diese eigentlich winzige Struktur weist viele Zentren auf, wovon das respiratorische, das vasomotorische und das kardioinhibitorische Zentrum die wichtigsten sind. Die Medulla oblongata erfüllt auch Koordinationsfunktionen, wobei der obere Teil in Bezug auf das Körpergleichgewicht und die Koordination der Muskelbewegungen eng mit der grauen Substanz des dritten Ventrikels und den Canales semicirculares zusammenhängt. Ihr Reflexcharakter ist daher von größerer Bedeutung als ihre Fähigkeit, unter willentlicher Steuerung zu funktionieren. Alle Zentren sind mehr oder weniger miteinander verbunden. Oberhalb der Medulla und unterhalb der zerebralen Hemisphären finden wir einige Gehirnbereiche von beachtlicher Bedeutung. Entfernt man bei einem Frosch oder einer Taube die zerebralen Hemisphären, ergeben sich interessante Resultate. Das derart der Hemisphären beraubte Tier erweist sich als mehr oder weniger geistlos, weil es weder die Größe von noch die Beziehung zu anderen Körpern einschätzen kann, es sei denn aufgrund direkten Kontaktes mit diesen Körpern. Es hat keine Furcht und keine Erkennungsfähigkeit. Die psychischen Qualitäten scheinen völlig zu fehlen.

Alle Bereiche des Gehirns zwischen der Medulla oblongata und dem Zerebrum sind funktionell aufeinander bezogen. Zwar funktionieren sie in einem gewissen Grad unabhängig voneinander und sind in bestimmten Fällen dazu in der Lage die jeweils andere Funktion auszuführen, da sie weitestgehend dieselben sensorischen und motorischen Verbindungen besitzen, sie sind jedoch alle miteinander verbunden, um jenen zentralen Teils des Nervenmechanismus zu bilden, der im Zusammenhang mit den Impulsen der speziellen Sinne als Koordinationszentrum arbeitet und den motorischen Mechanismus reguliert. Im animalischen Körper spielen sie bei den Prozessen der Anpassung und Neuanpassung eine sehr wichtige Rolle.

Das Zerebellum scheint für die Anpassung der beiden Körperseiten zuständig zu sein, insbesondere in Bezug auf das Gleichgewicht, wobei Seh- und Tastsinn jene äußeren Stimuli liefern, die dem Gehirn die Position des Körpers und seine räumlichen Beziehungen anzeigen. Bei der Ausführung dieser Funktion sind die Canales semi-

circulares eng mit dem Zerebellum verbunden. Gleiches gilt für die Corpora quadrigemina in Bezug auf Zerebellum, Pons und Medulla oblongata, um – vor allem bei visuellen Sinnesempfindungen – ebenfalls das Gleichgewicht und die normalen Körperbewegungen aufrechtzuerhalten. Die Thalami optici scheinen bei der Anpassung der Körperbewegungen in Bezug auf die visuellen Sinneseindrücke mit den Corpora quadrigemina verbunden zu sein – und Ferrier zufolge auch mit Muskelbewegungen, die auf taktile Sinnesempfindungen bezogen sind. Die Corpora striata haben – obgleich Ott sie als Temperaturzentren bzw. Regulatoren der Körpertemperatur betrachtet – auch irgendeine spezifische Funktion beim Koordinieren der motorischen Impulse, insofern diese im Zerebrum bzw. im Zerebellum entstehen. Auch die Nervensubstanz am Boden und an den Wänden des dritten Ventrikels hat zu tun mit dem Gleichgewicht des Körpers beim Koordinieren motorischer und sensorischer Impulsen – insbesondere von Berührungs- und Geräuschimpulsen in den Canales semicirculares – sowie von Impulsen, die aus visuellen Veränderungen entstehen. Alle zwischen Medulla oblongata und Zerebrum befindlichen zentralen Organe erfüllen demnach spezielle und allgemeine Funktionen in Bezug auf die Koordination der Impulse, die in den speziellen Sinnesorganen und bei Bewegung der Muskulatur entstehen.

Normalerweise sind diese Funktionen dem Zerebrum untergeordnet. Die einzelnen Organe stellen Teile eines wechselseitig verbundenen Ganzen dar, das mit den psychischen Phänomenen der Bewegung korrespondiert, die sich ihrerseits aus den sensorischen Impulsen ergeben. Sogar bei den niederen Tieren ohne Zerebrum führen die dazwischenliegenden Teile ihre Funktionen zwar unabhängig, aber ohne Intelligenz aus, was darauf hinweist, dass diese unteren Bereiche die psychischen Qualitäten Intelligenz, Empfindung und Volition zwar vermitteln können, diese Qualitäten jedoch nur dann besitzen, wenn sie ihre normalen Beziehungen zu den zerebralen Hemisphären aufrechterhalten. Die Hemisphären scheinen demnach einen bedeutenden psychischen Einfluss auf die Phänomene des Bewusstseins auszuüben. Folglich haben wir in Bezug auf das untere und obere Gehirn nicht umsonst zwischen sensitiven und bewussten Funktionen unterschieden.

## (2) Die zerebralen Hemisphären

Dass die bewussten Phänomene sehr eng mit dem Körperorganismus verbunden sind, schließen wir aus der Tatsache, dass Verletzungen bestimmter Teile des Kör-

perorganismus anormale mentale Zustände nach sich ziehen. Erheblich schwieriger ist es, diese Veränderungen in Bezug auf die Nervensubstanz zu lokalisieren. Wir können, was das Nervensystem anbelangt, nicht direkt urteilen und sind vielmehr auf indirekte Anzeichen für Veränderungen im Nervenmechanismus angewiesen. Im Normalzustand weist das Nervensystem keine Spannung auf, alles läuft anscheinend ruhig. Nur bei anormalen Zuständen haben wir deshalb die Möglichkeit, die veränderten Sinnesempfindungen zu lokalisieren. Zum Zentralen Nervensystem gibt es keinen Zugang mittels gewöhnlicher Erfahrung und Beobachtung, sodass wir kein direktes Wissen über die Gehirntätigkeit erlangen können. Im alltäglichen Leben weist nichts auf die Bedeutung des Zentralen Systems hin. Bei den Alten schrieb man dem Gehirn nur geringe Bedeutung zu. Alkmaion betrachtete es als einen allgemeinen Treffpunkt der Sinne des Körpers. Aristoteles hielt es dagegen für ein Reservoir zum Ölen der Augen. Wir sind der Überzeugung, dass bestimmte bewusste Phänomene, die eng mit den Denkprozessen verbunden sind, mit dem Gehirn zusammenhängen. Aufmerksamkeit ist begleitet von einer Anstrengung der Augen und von den anderen Empfindungen, entstanden aus den speziellen Sinnen, die im Zusammenhang mit dem Gehirn lokalisiert werden. Sind Denken oder Aufmerksamkeit konzentriert, wird dieses Empfinden mit dem Kopf identifiziert, wie das auch die typischen Körperhaltungen beim Denken, Meditieren und bemühten Nachdenken zeigen. Landläufig assoziiert man die verschiedenen Sinne mit einem Gehirnzentrum und betrachtet das Gehirn als den Sitz der komplexesten Prozesse psychischer Erfahrung. Das verleitet zu der Annahme, der Sitz der Seele befinde sich im Gehirn, und der besonders neurotische Charakter des modernen Individuums forciert diese Vorstellung noch. Es handelt sich hier jedoch um außerordentlich vage Hinweise auf das, was die physiologischen Forschungen zu enträtseln versucht haben – nämlich die Lokalisierung der zerebralen Funktionen. Zweifellos ist das Gehirn von höchster Bedeutung, und zwar nicht nur für das psychische, sondern sogar für das gewöhnliche physiologische Leben. Das menschliche Gehirn hat mächtigen Einfluss auf das menschliche Bewusstsein. Ohne den normalen Blutkreislauf mit seinem reichen Angebot an Sauerstoff könnte das Zentrale Nervensystem seine normalen Funktionen nicht ausführen. Daher beträgt der dem Gehirn zugeführte Blutanteil 12 % des gesamten Körperbluts, obgleich das Gehirn nur etwa 2,25 % des Körpergewichts ausmacht. Ist das im Gehirn zirkulierende Blut verunreinigt, wird – vor allem wenn es bestimmte chemische Substanzen enthält – die bewusste Aktivität erheblich gestört. Erhöht man die Zirkulationsgeschwindigkeit durch Stimulanzien, wirkt sich das entscheidend auf die Denkgeschwindigkeit aus.

Temperaturveränderungen im Gehirn sind mit mentalen Veränderungen verbunden, wobei Temperaturveränderungen im Wachzustand von psychischer Aktivität begleitet werden. Auch ohne sensorische Impulse entwickelt psychische Aktivität eine Temperaturveränderung. Man hat festgestellt, dass es bei starken Eindrücken im Gehirn zu einer Temperaturveränderung kommt, die sich in den verschiedenen Gehirnbereichen in einem Ansteigen und Abfallen äußert. Solche Veränderungen konnte man also lokalisieren. Im okzipitalen Bereich lässt sich der höchste Temperaturanstieg feststellen, wobei er bei emotionaler Erregung höher ausfällt als bei bloßer Sinnesstimulation. Das scheint ein Hinweis für die Ortsbestimmung von Funktionen und Bereichen im Gehirn zu sein. Man hat festgestellt, dass es als Begleiterscheinung bei hoher psychischer Aktivität zu einer erhöhten Ausscheidung von Abfallstoffen kommt – ein Zeichen für die Umwandlung potenzieller in Bewegungsenergie, die beim Stoffwechsel des Nervengewebes stattfindet. Dies bedeutet, dass erhöhte psychische Aktivität eine mit der Verwendung phosphorhaltiger Verbindungen zusammenhängende Erhöhung der zerebralen Zellenaktivität darstellt. Auf diese Weise wird die Gehirnmasse während der psychischen Aktivität mehr oder weniger verändert.<sup>17</sup>

Ein Vergleich von Struktur und Größe des Gehirns verschiedener Tierarten zeigt die Beziehung zwischen Gehirnssubstanz und mentalen Vorgängen auf und weist der Spezies ihren Platz in der Intelligenzskala zu. Allgemeine Prinzipien lassen sich nicht aufstellen, denn man hat große Unterschiede in der Größe und Struktur des Gehirns festgestellt. Tiedmann zufolge beträgt das Verhältnis des Gehirngewichts zum Körpergewichts beim männlichen Kind 1:5,85 und beim weiblichen Kind 1:6,5. In den ersten Lebensjahren des Kindes durchläuft das Gehirn eine schnelle Entwicklung des Gehirns, sodass das Verhältnis zu Beginn des dritten Jahres 1:14 und ein Jahr später 1:18 beträgt. Bis zum 25. oder 30. Lebensjahr nimmt es dann schrittweise weiter zu, um danach pro Jahrzehnt um etwa 28 g zu schwinden. Es gibt viele interessante Studien zum Gewichtsvergleich des Gehirns verschiedener Rassen. Das europäische und nordamerikanische Gehirn variiert zwischen 1,2 bis 1,5 kg bei Männern und 1,1 bis 1,2 kg bei Frauen. Der Unterschied zwischen den Geschlechtern bezieht sich nicht einfach auf die Größe im Verhältnis zum Körpergewicht, denn Männer sind ca. 10 % schwerer.<sup>18</sup> In der Realität lassen sich beachtliche Abweichungen von

<sup>17</sup> Anm. d. Hrsg.: Hier sei daran erinnert, dass insbesondere die Positronenemissionstherapie (PET) auf genau diesem Prinzip sich verändernder Stoffwechselaktivitäten beruht.

<sup>18</sup> Anm. d. Hrsg.: Offenbar vertrat Littlejohn ebenso wie sein Lehrer Still nicht die seinerzeit unter Medizinern immer noch übliche Meinung, Frauen besäßen aufgrund ihres geringeren



diesen Durchschnittswerten sowohl nach oben wie nach unten feststellen – ohne jegliche Auswirkungen auf Mentalität oder sonstige Zeichen außergewöhnlicher Unterlegenheit. Gehirne unter 840 g sind allerdings gewöhnlich mit Schwachsinn verbunden, wobei die mentale Schwäche von einer körperlichen Schwäche begleitet wird. Maudsley glaubt, dass die mentale Überlegenheit des menschlichen Subjekts über das Tier im Wesentlichen mit der menschlichen Fähigkeit zu vielfältigerer Muskelaktivität zusammenhängt. Ihm zufolge trifft dies in so hohem Maße zu, dass ein Mensch mit normalem Gehirn, wäre er der gesamten Beweglichkeit seines Gesichts, seiner Hände und seiner Glieder beraubt, zum Idioten werden müsste. Das zeigt deutlich die enge Beziehung von Geist und Körper in Bezug auf Stärke und Schwäche. Andererseits geht jedoch Geisteskrankheit nicht notwendigerweise mit einer veränderten Gehirngröße einher, obgleich man bei Geisteskranken oft ein anormal großes Gehirn gefunden hat. Wir dürfen allerdings nicht vergessen, dass das Gewicht keine absolute Prüfgröße darstellt. Zuverlässigere Resultate ergeben sich, wenn man die Entwicklung der zerebralen Hemisphären beim Menschen vor allem, was die Gehirnwindungen anbelangt, mit denen niederer Tiere vergleicht. Je zahlreicher und komplexer die Gehirnwindungen, desto höher der erreichbare Grad geistigen Lebens. Bei der Gesamtentwicklung des Gehirns stellen wir in Bezug auf die Gehirnforn im embryonalen Zustand eine Übereinstimmung zwischen Menschen, Fischen, Vögeln usf. fest. Bei den Fischen gibt es ein kleines Zerebellum und Zerebrum, bei den Amphibien entwickeln sich die zerebralen Hemisphären stärker, während die Hemisphären bei den Vögeln ihre charakteristische Mantelforn über das untere Gehirn ausbildet. Bei den höheren Säugetieren finden wir eine ziemlich vollständige okzipitale und eine noch vollendetere frontale Entwicklung, verbunden mit einer wachsenden Komplexität in der Entwicklung der Gehirnwindungen. Der immer perfekter entwickelte Mantel breitet sich über die Ganglia intermedia aus, womit das Zerebrum diese Ganglien hinter sich lässt und deren Wichtigkeit schwindet, was auf die hohe Bedeutung der zerebralen Hemisphären für die höhere Intelligenz hinweist. Meynert vermutet, dass der gesamte Cortex cerebri ein Projektionsfeld darstellt, auf dem alle von der Peripherie kommenden sensorischen Impulse angeordnet werden, und somit die physische Basis für die Verteilung dieser Impulse in Verbindung mit den motorischen Bahnen bildet. Man kann allerdings nicht sagen, dass die Gehirnwindungen unbedingt mit der Intelligenz korrespon-

Gehirngewichts weniger Intelligenz, wobei der Autor im Gegensatz zu Still ein bestechendes Argument für seine Begründung liefert.

dieren, die von der ganzen Palette animalischen Lebens dargestellt wird, und kann folglich auch nicht behaupten, weniger zivilisierte Rassen seien bezogen auf die Gehirnwindungen unterentwickelt.<sup>19</sup> Beim Schwachsinnigen zeigt sich allerdings eine Armut an Gehirnwindungen. Meynert ist der Ansicht, dass in den Pedunculi zwei Teile liegen: das Tegmentum mit seiner direkten Beziehung zu den Thalami optici und den Corpora quadrigemina, und die Crura mit ihrer Beziehung zum Zerebrum über die Corpora striata. Da sich das Zerebrum im Bereich der Corpora quadrigemina vergrößert zeigt, muss der ontogenetisch zuletzt gebildete Teil der Crura größer sein als der zuerst gebildete, sodass die Crura das Maß der psychischen Entwicklung darstellen. Und da diese beim Menschen vollständiger sind als bei irgendeinem anderen Lebewesen, betrachtet Meynert sie als Index für Mentalität.

Hier stellen wir zumindest die Bedeutung fest, die den zerebralen Hemisphären unter dem Aspekt psychischer Aktivität zugeschrieben werden muss. Die neuronalen Impulse verlaufen von der Peripherie entlang der Nervenbahnen zum Gehirn und soweit sie in Bewegung umgewandelt werden, stellen sie Gedankenbildung und zielgerichtete Aktivität dar. So zeigt die Physiologie die Gehirnwindungen als die höchste physische Basis des psychischen und physiologischen Menschenlebens auf. Die sensorischen und motorischen Impulse finden einen Hauptversammlungsort im Cortex cerebri. Wird dieser von der Peripherie getrennt, sind auch die sensorischen und motorischen Impulse entsprechend abgetrennt, sodass psychisches und physisches Leben voneinander geschieden sind. Beim gehirnlosen Frosch ist eine Reihe von Reflexen möglich, freilich ohne psychische Beziehungen. Werden die Ganglien des Mittelhirns belassen, gibt es ein bestimmtes psychisches Element in der Aktivität. Das hat zu der Annahme geführt, das Bewusstsein und seine zweckbestimmten Eigenschaften seien mit dem Rückenmark und den Gehirnzentren verbunden. Doch viele der zweckgerichteten Vorgänge im menschlichen Leben wie Gehen, Essen, Atmen sind nicht unbedingt mit bewussten mentalen Zuständen verbunden. Die zerebralen Hemisphären des Menschen stellen die einzigen direkt mit Bewusstsein verbundenen Teile des neuronalen Mechanismus dar. Folglich muss sich jede Lokalisierung bewusster Aktivitäten auf das Zerebrum beziehen. Unterhalb der Hemisphären ist das Nervensystem nicht fähig, eine physische Basis für psychische Aktivitäten aufzubauen. Der Hinweis, dass bestimmte zweckgerichtete

<sup>19</sup> Anm. d. Hrsg.: Auch diese Ansicht war zum Zeitpunkt der Veröffentlichung alles andere als »mainstream« und weist auf den hohen moralischen Kodex und die grundsätzlich positivistisch-objektive Weltanschauung nahezu aller Gründerväter der Osteopathie hin. Vgl. hierzu auch Band II, S. II-5, Fn. 1.

Phänomene auch nach einer Enthauptung auftreten können, macht Mentalität nicht zwingend zu einem Element des Rückenmarks. Die Reaktion dieser Teile des Nervenmechanismus hängt von der durch Gewohnheit aufgebauten Beziehung zwischen den verschiedenen Systemteilen ab. Bei den niederen Tieren wissen wir wenig über die Beziehung des Bewusstseins zum physiologischen Leben. Und alles, was wir wissen, beruht auf der Übertragung unserer eigenen bewussten Erfahrung auf ihre Handlungen.<sup>20</sup> Urteilen wir jedoch aus der Sicht menschlichen Lebens, sind viele der vitalen Phänomene nicht eindeutig bewusst. Parallel zur zerebralen Entwicklung bei den Tieren entsteht ein größerer Einfluss auf alle physischen Aktivitäten. Daher gilt: Je höher ein Zerebrum entwickelt ist, desto enger ist es mit dem gesamten physischen und psychischen Leben verbunden und desto weitreichender sind die Auswirkungen bei seinem Verlust. Folglich vermag ein gehirnloser Frosch mehr als ein gehirnloser Hund – und so weiter, wenn wir auf der Skala der Intelligenz fortschreiten. Je komplexer also die Beziehungen und je vollständiger die zerebrale Steuerung, umso folgenschwerer ihr Verlust. Sobald die Funktionen beim Menschen in geringerem oder höherem Maße koordiniert werden, ist die psychische Aktivität mehr oder weniger eng mit diesen Funktionen verbunden, sodass die psychische Verhaltensgewohnheit physiologisch wird. Daher die Tendenz, die komplexeren Körperaktivitäten auf einer rein physiologischen Grundlage zu erklären. Das Hauptergebnis einer Zerstörung der zerebralen Hemisphären ist die Elimination des psychischen Elements aus dem Leben zumindest der höheren Säugetiere einschließlich des Menschen. Die tatsächliche physische Grundlage der Mentalität befindet sich demnach im Zerebrum, weil es die höchste Krone des gesamten neuronalen Mechanismus und muskulären Organismus repräsentiert. Als fortgeschrittenste Entwicklung des neuromuskulären Mechanismus zeigt sich das Zerebrum äußerst komplex ausgeprägt. Es besteht aus verschiedenen homogen vernetzten Teilen, die vielfältige Formen und Beziehungen aufweisen. Unsere Frage lautet nun: Können wir diese speziellen Bereiche funktionell verifizieren und lokalisieren?

Von den allgemeinen physiologischen Prinzipien her scheint einiges dafür zu sprechen. Im Zerebrum finden wir die gleichen neuronalen Elemente, die wir aus dem übrigen neuronalen Mechanismus kennen. Die Kombinationen und Verbindungen können verschieden sein und dies mag vielleicht auch Unterschiede bei den Funk-

<sup>20</sup> Anm. d. Hrsg.: Auch die Selbstwahrnehmung Littlejohns im Bezug auf das in der Psychologie als Übertragung bezeichnete Phänomen ist bemerkenswert, da diese insbesondere in der wissenschaftlichen Forschung von den Betroffenen bis heute nicht gerne diskutiert wird.

tionen zur Folge haben. Doch die Substanz bleibt im Wesentlichen identisch. Dass die Bereiche des Mittelhirns lokalisiert werden konnten, lässt vermuten, dass dies auch beim Zerebrum möglich ist. Die zerebrale Topographie ist gerade einmal ein Vierteljahrhundert jung. Frühere Versuche hatten keinen Erfolg und die Tatsache, dass große Bereiche des Gehirns ohne einen merklichen Verlust an sensorischen oder motorischen Funktionen verloren gehen können, hat zur Diskreditierung aller Lokalisierungsversuche beigetragen. Die großen Physiologen in der ersten Jahrhunderthälfte<sup>21</sup> entschieden sich gegen die topografische Bestimmung und behaupteten, die verschiedenen Teile würden ihre Funktionen bezogen auf das gesamte Gehirn ausführen. Broca schlug als Erster die Lokalisierung der mit dem frontalen Lappen verbundenen Artikulation vor. Meynert behauptete, die Anatomie und Physiologie des Gehirns lasse vermuten, dass der anteriore Teil des Zerebrums funktionell motorisch und der posteriore sensorisch ist. Den ersten positiven Fortschritt in der Wissenschaft der Lokalisierung stellen die Experimente von Hitzig und Fritsch dar. Die beiden führten mittels Elektrizität Versuche an Hunden durch und stellten fest, dass der Cortex cerebri elektrischer Irritation unterliegt und dass sich die motorischen Teile tatsächlich im anterioren und die nicht-motorischen Teile im posterioren Bereich des Kortex befinden. Elektrische Stimulation der motorischen Bereiche rief Muskelkontraktionen auf der entgegengesetzten Körperseite hervor.<sup>22</sup> Sie unterschieden fünf motorische Bereiche: für die Nackenmuskeln, für die Streckung des Vorderbeins, für die Rotation des Vorderbeins, für die Hinterbeine und für die Gesichtsmuskeln. Ferrier führte diese Experimente mit Affen weiter aus.

Es gibt keine Physiologie der zerebralen Hemisphären, weil sie der Beobachtung so sehr entzogen und so eng mit jeder anderen Funktion des Körpers verbunden sind, dass sie nicht abgetrennt erörtert oder Beobachtungen unterzogen werden können. Forschung in Bezug auf die Physik und Chemie des Gehirns scheint nahezu unmöglich zu sein, sodass die physischen und psychischen Tatsachen, die zur Verfügung stehen, um eine Lokalisierung der Bereiche zu erörtern, äußerst kompliziert sind. Man hat die Nachweise unter drei Überschriften subsummiert: experimentelle, pathologische und anatomische. Experimentiert wird anhand von Stimulation und Zerstörung der Teile. Mit der Stimulation wird der Versuch unternommen, bestimmte Muskeln mit bestimmten, klar abgegrenzten Bereichen zu verbinden. Doch dies

<sup>21</sup> Anm. d. Hrsg.: Da das Werk 1899 geschrieben wurde, handelt es sich natürlich um das 19. Jahrhundert.

<sup>22</sup> Anm. Hier ist offensichtlich von den Gyri prae- bzw. postcentralis die Rede.

zeigt nur eine Beziehung zwischen den stimulierten Muskeln und dem lokalisierten Bereich auf, beweist aber nicht, dass diese Bereiche einzig mit muskulären Vorgängen zu tun haben. Gewöhnlich wird als Stimulus Elektrizität benutzt, weshalb Kritiker einwendeten, dass man aufgrund der stattfindenden elektrischen Diffusion nicht sagen könne, ob sich die Wirkung auf einen bestimmten Bereich begrenzt. Es wird daher behauptet, dass beim Stimulieren bestimmter kortikaler Bereiche diese Bereiche schlicht als Impulsleiter zu anderen Regionen des Gehirns fungieren, insbesondere im basalen Teil. Ferrier entgegnet, die Stimulierung der Basalganglien lasse sich sorgfältig einschätzen, sodass man die Wirkungen einer Stimulation dieser Ganglien und der kortikalen Bereiche vergleichen könne.

Beim Anwenden von Anästhetika hat man festgestellt, dass die kortikale Erregbarkeit vermindert wird oder verloren geht. Zusammen mit der Tatsache, dass nach Entfernung der grauen Substanz an der Oberfläche der Stimulus stärker sein muss, um die Bewegungsfähigkeit anzuregen, scheint dies eine irgendwie geartete Verbindung zwischen kortikaler Substanz und muskulären Phänomenen zu belegen. Man hat herausgefunden, dass es bei Entfernung bestimmter Gehirnbereiche zur Störung bzw. zum Verlust der Bewegung bestimmter Muskeln kommt. Das scheint die Beziehung dieser Teile zu den betroffenen Muskeln aufzuzeigen. Freilich kann dies nicht absolut angewendet werden, weil wir die durch Totaloperation ausgelöste Wirkung auf die Gehirns substanz nicht kennen und ebenso wenig die Veränderungen verfolgen können, die als Ergebnis der Totaloperation im Gehirn stattfinden. Auch mindert die Tatsache, dass diese Experimente an niederen Tieren durchgeführt worden sind, den Wert ihrer Anwendung auf den Menschen, da es keine absolute Übereinstimmung zwischen den Gehirnbereichen beim Menschen und diesen niederen Tieren gibt und die psychische Erfahrung des Menschen nach heutiger Erkenntnis nicht mit der des Tiers übereinstimmt. Der pathologische Nachweis ist dagegen von großem Wert, denn er stützt sich auf Untersuchungen des menschlichen Gehirns, wenn Unfall, Krankheit oder gar die Hand des Selbstmörders oder Mörders die verschiedenen Gehirnbereiche für eine Untersuchung öffnen. Dabei treten insofern Schwierigkeiten auf, als nach Unfällen oft keine sauber getrennten Teile verfügbar sind und die jeweiligen Läsionen, soweit es das Verhältnis zwischen sensorischen und motorischen Störungen und der betroffenen Gehirnregion anbelangt, nicht immer komplette Zustände darstellen. Die postmortale Pathologie ist noch nicht wissenschaftlich genug, um dem Psychologen klare und abgegrenzte Fälle zu präsentieren. Der Nachweis ist daher widersprüchlich. Mit dem Fortschritt der modernen chirurgischen Wissenschaft wird dem abgeholfen, denn trotz des derzeit noch un-

vollkommenen Wissens auf dem Gebiet der Lokalisierung lindert die Chirurgie in zahlreichen Fällen geschickt viele zerebrale Zustände und beweist so ihre Fähigkeit, von der Störung, die ein Symptom darstellt, auf die ursächliche Läsion zu schließen.<sup>23</sup> Von diesen Entdeckungen profitieren Physiologie und Psychologie.

Anatomie kann die Arbeit der Lokalisierung nur unterstützen, indem sie auf die im Vergleich zu Tiergehirnen wachsende Komplexität der menschlichen Gehirnbe-  
reiche hinweist. Die vergleichende Anatomie ist in der Lage, die zunehmend komplexen Bereiche in der aufsteigenden Skala animalischen Lebens bis zum Menschen aufzuzeigen. Die Histologie erweitert diesen Nachweis, indem sie die Beziehungen der verschiedenen Bereiche des Gehirns verfolgt, und Mikroskopie und Mikrofoto-  
grafie unterstützen sie beim Aufspüren des Verlaufs der Nervenbahnen inner-  
halb des Zerebrums. Diese Forschungsgebiete haben eine verwirrende Menge von Nachweisen präsentiert, die sorgfältig analysiert, verglichen und klassifiziert werden müssen, bevor irgendwelche eindeutigen Resultate feststehen. Und nur dann, wenn diese Nachweise sich mehr oder weniger übereinstimmend zusammenfügen, erhalten wir sichere Ergebnisse.<sup>24</sup> Die erste allgemeine Schlussfolgerung, die man erreicht hat, lautet, dass die zerebralen Hemisphären nicht eine einzige homogene Masse darstellen, die bei allen psychischen Funktionen eine Rolle spielt, sondern vielmehr aus einer Vielzahl psychischer Einzelorganen besteht<sup>25</sup>, wovon jedes eine psychische Funktionalität mit einer mehr oder weniger engen Beziehung zu den physiologischen Funktionen der Teile oder Organe des Körpers besitzt. Die zweite allgemeine Erkenntnis ist, dass bei den Versuchen, zerebrale Bereiche zu lokalisieren, für einen großen Teil der Gehirnhälften bislang noch keine Verbindungen zu sensorischen oder motorischen Aktivitäten nachgewiesen werden konnten. Man kann beachtlich große Teile der kortikalen Substanz entfernen, ohne die normalen Körperfunktionen zu stören. Ein spektakulärer Fall in Amerika veranschaulicht dies:

<sup>23</sup> Anm. d. Hrsg.: Anders als der Empiriker Still erkennt der experimentell orientierte Littlejohn die Bedeutung der Chirurgie und sieht sie nicht mehr unter dem Gesichtspunkt der bloßen »Schlächtereirei«.

<sup>24</sup> Anm. d. Hrsg.: Auch hier zeigt sich anhand des interdisziplinären Ansatzes, wie weit Littlejohn der Wissenschaft seiner Zeit voraus war, wobei er der Existenz und Bedeutung der einzelnen Fachdisziplinen einen ebenso hohen Stellenwert einräumt wie der notwendigen Synthese ihrer Resultate.

<sup>25</sup> Anm. d. Hrsg.: Dieser Gedanke – allerdings auf das ganze Gehirn bezogen – findet sich vor allem in der damals noch sehr populären Phrenologie. Diese von Franz Joseph Gall (1758–1828) begründete Disziplin der Medizin war fester Bestandteil der universitären Curricula insbesondere an der Ostküste Amerikas in der Mitte des 19. Jahrhunderts.

Ein etwa ein Meter langer und drei Zentimeter dicker Eisenstab, ein sogenanntes Brecheisen, durchstieß von seinem Eintritt am linken Kieferwinkel bis zum Austritt am Scheitel Kopf und Gehirn eines jungen Mannes, ohne dass eine Störung der sensorischen oder motorischen Aktivität aufgetreten wäre.<sup>26</sup> Das zeigt, dass die Verteidiger der Lokalisierung stets nur jene Fälle hervorheben, die ihre Theorien begünstigen, ohne zu versuchen, auch den entsprechenden Theorien widersprechende Fälle einzubeziehen. Die bisher beim Lokalisieren der Gehirnbereiche bereits geleistete Arbeit wird dadurch freilich nicht zunichte gemacht. Sie trägt bereits in der modernen Chirurgie ihre Früchte: In einer Reihe von Fällen konnten mit der Unterstützung unseres unvollkommenen Wissens bezüglich der Lokalisierung Läsionen beseitigt werden. Es ist also durchaus möglich, bereits positive Ergebnisse zu erreichen, während wir weitere Entwicklungen erwarten. Die Schwierigkeiten eher vermehrt als vermindert haben neuere Experimente in Fällen, bei denen große Teile der Gehirns substanz zerstört wurden, ohne ernsthafte Störungen der physiologischen oder mentalen Funktion hervorzurufen.

Dennoch scheinen die aus drei Quellen gewonnenen Nachweise eine Basis für eine mehr oder weniger konsistente Lokalisierungstheorie zu liefern. Am sichersten ist diese Theorie in Bezug auf die Bereiche, die mit den motorischen Funktionen verbunden sind. Der entsprechende Bereich wurde um die Zentralfurche (Rolandische Fissur) herum festgestellt. Er nimmt die anterioren und posterioren Gyri centrales und deren Ausdehnung auf der Oberfläche des Mittelhirns in Verbindung mit dem Lobulus paracentralis ein. Bei den ersten, von Fritsch und Hitzig ausgeführten Experimenten wurden im Zerebrum des Hundes fünf Bereiche lokalisiert, deren Stimulation bestimmte Bewegungen hervorrief. Es handelt sich um den Bereich für die Nackenmuskeln, der sich in der Mitte des Gyrus praecentralis, am Beginn seiner rechtwinkligen Neigung, befindet, sowie um den Bereich für die *Mm. extensores* und die *Mm. adductores* des Vorderbeins (an der Extremität des Gyrus postcentralis, nahe an der Fissura frontalis gelegen, wobei der für das Beugen und Rotieren des Vorderbeins zuständige Bereich hinter Letzterem liegt), des Weiteren um die für das Hinterbein zuständige Hirnregion, die im Gyrus postcentralis näher als die zwei zuvor genannten Bereiche an der Mittellinie liegt, und schließlich um die mit dem Zentrum des Gesichts verbundene Region im mittleren Teil des Gyrus über der Fissura Sylvii. Ferrier entdeckte mittels elektrischer Stimulation an Affen

<sup>26</sup> Anm. d. Hrsg.: Der wohl berühmteste Fall in der Geschichte der neurologischen Forschung. Mehr dazu finden Sie unter [http://de.wikipedia.org/wiki/Phineas\\_Gage](http://de.wikipedia.org/wiki/Phineas_Gage).

die Bewegungszentren in Verbindung mit den Gyri centrales und im benachbarten Teil um die Fissura centralis. Neuere Experimente unter Verwendung elektrischer Stimulation haben diese allgemeinen Ergebnisse zumeist bestätigt. Manche behaupten, dass einige der kleineren Bereiche nach der Stimulation für eine Zeit irritierbar werden, während andere ihre Erregbarkeit nach der Stimulation verlieren. In Bezug auf die größeren Bereiche der Muskelgruppen wird behauptet, dass bestimmte kleine Teile der zerebralen Hemisphären mit dem Ursprung jenen Nervenfasern korrespondieren, die die Muskelgruppen steuern. Folglich gibt es, wie Exner betont hat, ein absolutes und ein relatives Feld in Bezug auf die motorischen Vorgänge, so dass sich die Fasern, die in winzigen zerebralen Punkten entspringen, in die unteren Gehirnteile fortsetzen.

Man hat festgestellt, dass die Zerstörung der muskulären Stimulationsbereiche zu einer Beeinträchtigung der Muskelbewegungen führt. Hitzig und Frisch wendeten die Totaloperation als Mittel an, um diese Stimulationsexperimente zu bestätigen. Munk experimentierte sehr sorgfältig mit Hunden, wobei er kreisförmige Schichten von Gehirnschubstanz mit einem Durchmesser von 1,5 cm und 0,2 cm Dicke aus den Flächen der parietalen, okzipitalen und temporalen Lobi entnahm. Er schloss, dass eine vom Ende der Fissura Sylvii in vertikaler Richtung zur sichelähnlichen Falz zwischen den zerebralen Lobi gezogene Linie einen anterioren bzw. posterioren Bereich definiert, der mit einem motorischen und einem sensorischen Bereich korrespondiert. Seine allgemeinen Experimente belegten, dass die Zerstörung von Teilen, die anterior oder posterior zu dieser Linie liegen entsprechend motorische bzw. sensorische Störungen zur Folge haben. Die von ihm entdeckten Bereiche korrelieren im Allgemeinen mit den Schlussfolgerungen von Hitzig und Ferrier. Drei dieser Bereiche (Kopf, Arm und Bein) sind identisch mit den zuvor entdeckten. Durch Totaloperation jenes Bereichs, der das Vorderbein stimuliert, entdeckte er anormale Zustände der Extremität, wobei sogar eine starke Stimulation selbiger keine Reaktion oder nur ein Reflexergebnis erbrachte, sodass es Munk zufolge keine die Extremität betreffende zerebrale Aktivität gibt. Munk weist die Theorie zurück, wonach diese zerebralen Bereiche eindeutige motorische Bereiche sind und somit in Verbindung mit Volition eine Bewegungsfunktion erfüllen. Er betrachtet sie stattdessen als Empfindungsbereiche, weil die motorische Aktivität der höheren Zentren von den Empfindungen abhängt, die mit den verschiedenen Sinnesempfindungen des Tastsinns einhergehen. Daraus schließt er, dass das Entfernen der zuvor erwähnten Region den Empfindungssinn stört und dieser wiederhergestellt werden kann, wenn die Verletzung rückgängig gemacht wird. Darin pflichtet ihm Schiff bei, der behauptet,



dass der Bewegungsverlust hier vom Fehlen der Sinnesempfindungen des Tastsinns herrührt. Der Beweis ist seiner Meinung nach die für Stimulation unempfindlich gewordene Hautoberfläche der betroffenen Extremität. Goltz behauptet, dass die Totaloperation der zerebralen Substanz im Frontallappen in den Extremitäten der Gegenseite eine indifferente, von einer Verminderung des Tastsinns begleitete Aktivität hervorruft, während der muskuläre Sinn zerstört ist, sodass es zu keinem ständigen Verlust der Bewegungsfähigkeit der Muskeln kommt. Er vertritt die Anschauung, dass durch Entfernen eines Teils der Gehirns substanz ein größerer Einfluss auf das psychische Element ausgeübt wird. Bechterew behauptet, dass bei Totaloperation eines umfangreichen Teils der motorischen Bereiche nicht die Bewegungsfähigkeit verloren geht, sondern die Anpassungsbewegung in den Extremitäten, sodass diese nicht im Sinne ihrer ursprünglichen Bestimmung als Hände oder Füße verwendet werden können. Das unterstützt die These einer Trennung dieser Bewegungen von der zweckorientierten Willenskraft. Horsley und Schäfer haben diese Forschungen jüngst im Zusammenhang mit Lokalisierung weitergeführt und ihre Schlussfolgerungen sind die fortschrittlichsten in dieser neuen Wissenschaft.

Es ist schwierig, zu versuchen, aus solchen anscheinend unsicheren und widersprüchlichen Ergebnissen eine Theorie zu entwerfen. Offenbar können wir es jedoch als bestätigt ansehen, dass es einen sogenannten motorischen Bereich gibt, dessen Störung eine muskuläre Beeinträchtigung hervorruft. Sein Verlust wirkt sich vorrangig auf die Anpassungsfähigkeit beim Gebrauch der Muskeln aus, hat aber auch psychische oder die Intelligenz betreffende Aspekte. Ist ein großer Teil der zerebralen Substanz nicht mehr vorhanden, gehen jene taktilen und muskulären Sinnesempfindungen verloren, die notwendig sind, um alles außerhalb des Geistes zu lokalisieren – einschließlich des Körpers und äußerer Objekte. Bewegungen können dann nicht mehr angepasst werden. Mit anderen Worten: Die Willensäußerung in Bezug auf Bewegungen geht verloren und es kommt zu einer mehr oder weniger vollständigen Beeinträchtigung von Sinnesempfindung, Wahrnehmung und Volition. Für den Verlust der sensomotorischen Fähigkeit gibt es verschiedene Erklärungen. Einige behaupten, die ganz entfernten Bereiche seien rein motorisch, sodass es eine Beeinträchtigung der Beziehungen zwischen der zerebralen Substanz und den Projektionsfasern gebe. Andere wie Goltz behaupten, der Verlust sei sensorischer Natur und die motorischen Störungen repräsentierten eine Manifestation dieses sensorischen Verlustes, sodass das betreffende Tier aufgrund des Sensibilitätsverlusts seine Extremitäten nicht mehr benutzen könne. Aus psychischer Sicht lässt sich damit erklären, dass es unmöglich ist, dem Geist das mentale Bild des Körpers oder äußerer Objekte

vorzuhalten, damit er ihn bzw. sie eindeutig lokalisieren kann. Diese Unfähigkeit schließt auch eine Störung der Assoziationsfasern mit ein. Folglich wird behauptet, dass durch Entfernen der Assoziationsfasern, ohne dabei die Projektionsfasern zu beeinträchtigen, die Bewegungsfähigkeit so gut wie vollständig verloren geht. Dies belege, so wird jedenfalls behauptet, dass jede sensorische oder motorische Störung die zerebrale psychische Aktivität störe, also ihre Kontrolle über die Muskeln unterbinde. Tatsächlich behauptet Goltz, dass jede ausgedehnte Störung der Gehirnschicht die psychische Kontrolle beeinträchtigt und so die sensorischen und motorischen Funktionen mindert, jedoch nicht zerstört. Daher sind bestimmte Gehirnbereiche – und zwar die um die Zentralfurche und in den parazentralen Lobuli – von besonderer Bedeutung für die Muskelbewegungen. In Verbindung mit dieser Region gibt es einen anterioren motorischen und einen posterioren sensorischen Bereich. Diese allgemeine Region ist somit in zwei Bereiche geteilt, die auf der Basis der Pathologie lokalisiert worden sind, weil sich die Ergebnisse aus Experimenten an niederen Tieren wie bereits dargelegt nicht absolut auf das menschliche Subjekt übertragen lassen. Es gibt einen Unterschied in der Entwicklung des Gehirns bei den niederen Tieren und beim Menschen und exakte Lokalisierung scheint zu einem hohen Grad von der Entwicklung der Intelligenz abzuhängen. Die Pathologie wird also hinzugezogen, um die Anwendung der durch Tierexperimente gewonnenen allgemeinen Prinzipien auf das menschliche Subjekt zu ermöglichen.

Hierzu gibt es keine sorgfältigeren oder umfassenderen pathologischen Daten als die von Exner erarbeiteten. Aus Tausenden von Fällen wählte er 169 absolut zuverlässige und beglaubigte Testfälle. Bei deren Analyse unterschied er drei Klassen:

- (1) negative Fälle
- (2) positive Fälle
- (3) anteilige Fälle

Bei den Ersteren fand er die Bereiche des Zerebrums, die nicht mit sensorischen oder motorischen Funktionen verbunden sind. Die zweite Klasse von Fällen zeigte ihm direkte Läsionen in bestimmten Bereichen und die damit verbundenen Störungen. Die dritte Klasse gab Hinweise auf den Wahrscheinlichkeitsgrad beim Feststellen bestimmter Störungen, die mit Erkrankungen bzw. Läsionen in bestimmten spezifizierten Bereichen verbunden sind, wobei diese Wahrscheinlichkeit von dem Ergebnis aus der Mehrheit der Fälle abhängt, die sich auf diesen besonderen Bereich beziehen. Bei der Analyse seiner Forschungsergebnisse fand Exner 20 Fälle heraus, bei denen infolge existierender Läsionen keine Störung auftrat, obgleich es 67 Läsionen

sionen in der rechten und 101 in der linken Hemisphäre gab – ein Hinweis darauf, dass bei seinen Fällen ein größeres latentes Feld in der rechten Hemisphäre vorlag. Das Ergebnis lautet, dass in der rechten Hemisphäre nur die beiden Gyri centrales, die Lobuli paracentrales und kleine Teile der inferioren und konkaven Oberflächen des Lobus occipitalis ein aktives Feld darstellen. Dies belegen auch klinische Beobachtungen großer Läsionen in den frontalen, temporalen und okzipitalen Lappen ohne jegliche Störung der sensorischen bzw. motorischen Aktivität. Es bestätigt auch den aus Tierexperimenten gewonnenen Nachweis, dass der Bereich um den Sulcus centralis den motorischen Bereich des Zerebrums darstellt. Exner teilte die aktiven Felder daraufhin in zwei Klassen ein:

- (1) ein absolutes Feld, in dem eine Läsion stets eine Funktionsstörung zur Folge hat;
- (2) ein relatives Feld, in dem bei mehr als 50 % der Läsionen eine begleitende Störung auftrat.

Bezogen auf die oberen Extremitäten stellte er fest, dass das absolute Feld für den linken Arm im parazentralen, im anterioren zentralen und im oberen Teil des posterioren Gyros centralis liegt. Für den rechten Arm liegt es im oberen Lobus parietalis und in einem Teil der mittleren Oberfläche des Lobus occipitalis. Dabei müssen wir uns daran erinnern, dass die zerebralen Bereiche und die ihnen entsprechenden Extremitäten auf der Gegenseite liegen. Beim relativen Feld für den linken Arm entdeckte er, dass es zusätzlich zum absoluten Feld auch den posterioren Teil der drei frontalen Gehirnwindungen und den anterioren Teil des Lobus parietalis umfasst – zusammen mit der benachbarten mittleren Oberfläche. Und das relative Feld für den rechten Arm umfasst außer dem absoluten Feld den größeren Teil der parietalen und okzipitalen Lappen. Dies stimmt mit der Tatsache überein, dass die Rechtshändigkeit beim Menschen normal ist und jener Aktivität ein entsprechend größerer zerebraler Bereich zugeordnet ist und mit den empfindlichen und intelligenten Bewegungen des rechten Arms zusammenhängt. Was die unteren Extremitäten anbelangt, stellte er Folgendes fest: Das absolute Feld für das linke Bein umfasst den Lobulus paracentralis, den oberen Teil der anterioren zentralen und die korrespondierenden Teile der Gyri postcentralis sowie einen Teil des Lobulus quadrangula; das für das rechte Bein den Lobulus paracentralis, den oberen Teil der posterioren zentralen Gehirnwindungen und des Lobus parietalis. Das relative Feld des linken Beins fand er in den unteren Teilen der zentralen und anterioren Teile der frontalen Gyri zusammen mit den oberen Teilen des Lobus

occipitalis und der Lobuli parietalis. Als relatives Feld für das rechte Bein machte er außer dem absoluten Feld auch den Lobus parietalis, die mittlere Oberfläche der Lobuli quadranguli und Gyri cuneati aus. Dies belegt, dass die Gehirntätigkeit in Bezug auf die unteren Extremitäten weniger vollkommen ist, was wiederum erklärt, warum den unteren Extremitäten weniger psychische Anstrengung gewidmet wird und die oberen Extremitäten eine größere und intelligenter Entwicklung darstellen. Dementsprechend liegt der große motorische Bereich um die Zentralfurche und die Lobuli paracentralis. In diesen Bereichen und den benachbarten Regionen befinden sich die Zentren für eher geringere Aktivitäten, etwa der faziale Bereich in den unteren Teilen der Gyri prae- und postcentralis. Der Sprachbereich befindet sich an der Verbindung der mittleren und unteren frontalen mit den anterioren Gehirnwindungen, der Bereich für die Muskeln des Kopfes und des Nackens in den zentralen Gehirnwindungen. Andere Experimente haben inzwischen Exners allgemeine Schlussfolgerungen bestätigt. Charcot behauptet, dass das Zerebrum in eine motorische und eine nicht-motorische Zone unterteilt werden kann. Erstere ist auf die aufsteigenden frontalen und parietalen Gyri und die Lobuli paracentralis beschränkt. Hinzu kommen jüngste chirurgische Erfahrungen, die eine klare Lokalisierung unterstützen. Horsley hat den Bereich des Arms in vier Abschnitte unterteilt, der kraniale Abschnitt bezeichnet die Schulter, danach der Ellbogen, dann das Handgelenk und schließlich der Daumen. Meynert behauptet, dass die sensorischen Bahnen stärker in Richtung des okzipitalen Bereichs, die motorischen dagegen zum frontalen Bereich der zerebralen Hemisphären verlaufen, was hauptsächlich auf dem größeren Ausmaß der motorischen Zellen analog zu den motorischen Bahnen im Rückenmark beruhe.

Es stellt sich die Frage: Korrespondiert der motorische Bereich mit dem Bereich der taktilen und muskulären Sinnesempfindungen? Von der Analogie mit dem Rückenmark und den unteren Teilen des Gehirns her gesehen scheint es, als seien die sensorischen und motorischen Apparate eng miteinander verbunden. Im Zusammenhang mit bewussten Sinnesempfindungen scheint eine enge Beziehung zwischen der Feinheit der erfahrenen Sinnesempfindungen und der Feinheit der vom Willen abhängigen motorischen Aktivität zu bestehen. Die Pathologie, so wird behauptet, negiere diese Anschauung, weil viele Beispiele für motorische Störungen ohne sensorische Störungen existieren. Exner hingegen behauptet, dass die taktilen Sinnesempfindungen kein absolut abgegrenztes kortikales Feld besitzen, da das gesamte relative Feld der motorischen Aktivität in das Feld der taktilen und muskulären Empfindungen eingeschlossen ist. Ihm zufolge sind daher die kortikalen Felder

für Sinnesempfindung und Bewegung dieselben, obgleich die rechte Hemisphäre den vorherrschenden sensorischen Bereich darstellt, während die linke im motorischen Bereich ein Übergewicht besitzt. Dies stimmt mit der Tatsache überein, dass motorische Störungen generell eher mit Läsionen der linken Gehirnhälfte zusammenhängen. Daher stellen die zentralen Gehirnwindungen mit den Lobuli paracentralis und den benachbarten Teilen das kortikale Feld der sensorischen Funktionen dar. Sie repräsentieren die zentralen Bereiche der sensorischen Impulse, die in den Muskeln und der Hautfläche der mit den motorischen Bereichen korrespondierenden Extremitäten entstehen. Bezüglich der Störungen sensorischer und motorischer Bereiche gibt es einen komplizierten psychischen Zustand, der es schwierig macht, sensomotorische Störungen voneinander zu trennen. Es gilt damit als sicher, dass eine sehr enge Beziehung zwischen beiden Bereichen besteht. Und es ist wahrscheinlich, dass sie unterschiedlich lokalisiert sind, und dass der sensorische Bereich sich stärker als der motorische nach posterior erstreckt (und dabei sogar möglicherweise den motorischen mit einschließt – sicher aber eng auf ihn bezogen ist), und den Gyrus fornicatus und hippocampi mit dem Lobus quadratus sowie die posterioren parietalen Gehirnwindungen einnimmt.

Wegen der komplizierten psychischen Beziehungen und physischen Mechanismen ist die Lokalisierung des sensorischen Bereichs schwieriger. Die Experimente an den niederen Tieren sind hier von geringem Nutzen, weil wir nichts über das Bewusstsein dieser Tiere wissen. Es ist jedoch möglich, die Versuchsergebnisse in Verbindung mit den in der menschlichen Pathologie entdeckten Tatsachen anzuwenden. Insbesondere die Experimente von Munk sind derartig sorgfältig, dass sie die Grundlage für die Anwendung auf die menschlichen Sinneseindrücke bilden. Ferrier hat die visuellen Zentren im Gyrus angularis und in den Lobi occipitalis lokalisiert. Munk siedelt den Bereich des Sehens im oberen und posterioren Teil der Lobi occipitalis an und behauptet, dass der Gyrus angularis mit den taktilen Sinnesempfindungen des visuellen Sinns verbunden ist. Munk zufolge ruft die Totaloperation des Sehens bei Hunden psychische Blindheit hervor, das heißt, der Hund ist dann nicht mehr in der Lage visuelle Eindrücke in mentale Bilder zu transformieren. Er verliert zwar nicht das Sehvermögen, denn seine Bewegungen kann er nach wie vor über den Sehsinn regulieren, er hat jedoch nicht die psychische Fähigkeit, äußere Objekte oder Lebewesen mit seinen vorausgegangenen Aktivitäten zu assoziieren. Wird die Totaloperation in beiden Gehirnhälften durchgeführt, ist die psychische Blindheit permanent. Daraus schließt Munk, dass das Sehzentrum mit visuellen Bildern verbunden ist, sodass die Lobuli occipitalis mit visuellen Wahrnehmungen

zusammenhängen. Für die Pathologie scheint sich aus diesen Experimenten die Tatsache zu ergeben, dass auf der konvexen Oberfläche der *Lobi occipitalis* und möglicherweise auf dem benachbarten Teil des *Lobus* und des *Lobus cuneatus* die Sehbeiriche zu finden sind. Exner zufolge ist der obere Teil der ersten okzipitalen Gehirnwindung der wichtigste visuelle Bereich, der Rest der okzipitalen Gehirnwindungen, die *Lobuli quadrangula* und *cuneati* sind seiner Meinung nach weniger wichtig. Es scheint, als seien die visuellen Bereiche diffus über den Kortex verteilt, sodass die Impulse an verschiedenen Stellen unterbrochen werden können, wodurch psychische Blindheit entsteht. Dies kann aufgrund einer Beeinträchtigung der Verbindung zwischen der visuellen Wahrnehmung und den anderen psychischen Wahrnehmungen oder ausschließlich aufgrund einer Störung der visuellen Wahrnehmung entstehen, sodass es eine korrespondierende zerebrale Störung in den Bereichen gibt, die die Projektionsfasern und Assoziationsfasern darstellen. Verhält es sich so, dann ist ein großer Bereich des Gehirns im okzipitalen, parietalen und frontalen Lappen mit der visuellen Wahrnehmung befasst. Versuche, diesen großen Bereich weiter zu unterteilen, basieren hauptsächlich auf histologischer Forschung. Beim menschlichen Subjekt besitzt der *N. opticus* zwei Fasersysteme. Das eine kreuzt am *Chiasma opticum* auf die gegenüberliegende Seite, das andere verbleibt auf derselben Seite, sodass die *Retina* in beiden Augen kortikale Beziehungen zu beiden Gehirnhälften besitzt. Die beiden Bereiche auf beiden Seiten der Mittellinie sind vereinigt, sodass wir in den beiden Gehirnhälften einen großen Bereich haben, der mit jeder *Retina* verbunden ist. Über weitere Unterteilungen dieser Bereiche können wir jedoch nichts Bestimmtes sagen.

Hinsichtlich der anderen sensorischen Bereiche hat man manche Spekulation geäußert und es wurden Versuche unternommen, um die Zentren der mentalen Phänomene in nicht zugeordneten Bereichen zu lokalisieren, die mit Geschmack, Geruch und Hören verbunden sind. Ferrier siedelt Geschmack und Geruch zusammen am *Subiculum* der *Gyri* des *Lobus temporalis* und in den benachbarten Bereiche an. Den Tastbereich findet er im *Gyrus hippocampi*, wo Munk den Geruch lokalisiert. Ferrier lokalisiert den Bereich des Hörens in den oberen Gehirnwindungen des *Lobus temporalis*, der jedoch, wie neuere Experimente zeigen, ganz wegoperiert werden kann, ohne dass es zu einer dauerhaften Störung des Hörvermögens kommt. Luciani ist der Ansicht, dass der gesamte *Lobus temporo-sphenoidalis* und das *Ammonshorn* einbezogen sind. In Bezug auf das Artikulieren sind alle zerebralen Funktionen mehr oder weniger eng miteinander verbunden. Broca behauptete trotz dieser Tatsache, der Bereich des artikulierten Sprechens befände sich in der unteren

frontalen Gehirnwindung. Bei aphasischen Zuständen liegt eine Störung der zerebralen Funktionen vor. Hier wurden große Variationen dieses Zustands festgestellt, der zwischen dem vollständigen Verlust der Sprache und bloßer Unaufmerksamkeit schwankt. In manchen Fällen fehlt die Fähigkeit zu sprechen völlig, obgleich die Fähigkeit zu schreiben besteht. In anderen Fällen kann es zu einer Unfähigkeit kommen, Gedanken in schriftlicher Form auszudrücken. In wieder anderen Fällen sind die Betroffenen unfähig, gesprochene Sprache mit intelligenten Wahrnehmungen zu verbinden, leiden also an der sogenannten Wort-Taubheit. Gelegentlich tritt eine kombinierte Störung von Sehen und Sprechen auf, was zeigt, dass die visuellen Bereiche über die Assoziationsfasern mit den Sprachbereichen in den temporalen und frontalen Gehirnwindungen verbunden sind. Exner unterscheidet:

- (1) Fälle, bei denen die Wörter nicht verstanden werden;
- (2) Fälle, bei denen Ideen nicht sprachlich ausgedrückt werden können;
- (3) Fälle, bei denen Ideen und Wörter nicht durch Assoziation zusammengebracht werden können.

Davon gibt es verschiedene Kombinationen, wobei die zerebralen Hemisphären oder die basalen Bereiche des Gehirns betroffen sind. Alle wirklich aphasischen Zustände gehen jedoch mit einer Beeinträchtigung des Zerebrums einher, wodurch das Assoziieren von Anschauungen und der artikulierte Ausdruck gestört sind. Können wir im Cortex cerebri einen bestimmten Bereich lokalisieren, in dem diese Assoziation stattfindet? Man hat behauptet, dass in den meisten Fällen einer assoziativen Störung eine Läsion im posterioren Teil des dritten frontalen Gyrus und der benachbarten Bereiche um die Fissura sylvii in den parietalen und temporalen Lappen vorliegt. Bei Exner wiesen 30 von 31 Fällen Läsionen in der linken Hemisphäre, bei Seguin 243 von 260. Dies hat zu der Theorie geführt, dass bei normalen Personen die Sprache in der linken Gehirnhälfte lokalisiert ist, während sie sich bei Linkshändern in der rechten Hälfte befindet. In der linken Hemisphäre repräsentieren – dem jeweiligen Fall entsprechend – der Gyrus praecentralis und die angrenzenden Gehirnwindungen im posterioren frontalen Lappen die Punkte aphasischer Läsionen.

Im Lokalisierungsschema wurde die Theorie weitergeführt, indem man dieselben Prinzipien auf den frontalen Bereich übertragen hat. Soll die Lokalisierung weiter vorangebracht werden, müssen, so scheint es, bestimmte zerebrale Bereiche für die mentalen Aktivitäten gefunden werden, darunter Wahrnehmung, Gedächtnis, Volition und Emotion. Die anatomische Signifikanz der Frontallappen und die Tatsache, dass die Zunahme an Intelligenz durch frontale Entwicklung gekennzeichnet

ist, scheint dies zu bestätigen. Experimente an unterschiedlichen Tieren haben gezeigt, dass bei der Entfernung des Vorderhirns ein psychischer Verfall bis hin zum Schwachsinn eintritt. Trotz dieser Tatsachen gibt es keinen Bereich des Gehirns, der den Verlust eines großen Teils der Substanz mit geringerem Nachteil überstehen kann. Zusätzlich hat man festgestellt, dass Verletzungen in den anderen (parietalen, okzipitalen und temporalen) Bereichen mehr und minder den Verlust der Mentalität einschließen, sodass man nicht sagen kann, Intelligenz sei auf den frontalen Bereich begrenzt.

Unzweifelhaft ist Mentalität mit den Aktivitäten der sensorischen und motorischen Bereiche verbunden. Der Verlust der Mentalität bedeutet nicht Fähigkeitsverlust im Intelligenzzentrum, sondern kann auf die Tatsache zurückgeführt werden, dass der mentalen Verarbeitung bei Prozessen wie Audition, Vision und Berührung keine Unterstützung geleistet wurde. Somit stellt jede mentale Verarbeitung eine Intelligenz dar, deren grundlegendes Fundament in Sinnesempfindungen und Volitionen liegt. Dies schließt die Idee aus, Intelligenz auf den frontalen oder einen anderen Bereich des Gehirns zu beschränken. Goltz hat gezeigt, dass es bei Verlust eines großen Teils der Hirnsubstanz auf nur einer Seite nicht zum Verlust der Mentalität kommt. Erstreckt sich der Substanzverlust im frontalen, temporalen oder posterioren Bereich jedoch auf beide Seiten, resultiert das in einer Beeinträchtigung aller Sinne und der mentalen Aktivität, die ihnen zugrunde liegt. Folglich nimmt bei den höheren Tieren der Schwachsinn in dem Grad zu, wie die zerebrale Substanz vermindert wird.

Sogar dann, wenn die zerebralen Funktionen nur vorübergehend gestört sind, besteht eine Tendenz zum Schwachsinn. Goltz ist deshalb der Ansicht, dass es bei gradueller Entfernung der zerebralen Substanz möglich ist, ein Tier auf einfache Reflexmechanismen zu reduzieren, sodass beim graduellen Verfall hin zum Schwachsinn kein Bereich oder keine Bereiche für Intelligenz, Fühlen, Emotion, Volition und Sinnesempfindungen ausgemacht werden können, sondern dass diese Phänomene vielmehr mit allen Teilen des Zerebrums verbunden sind.

Goltz lehnt Lokalisierungen nicht kategorisch ab, da er zugesteht, dass die Totaloperation des parietalen Lappens dauerhaft das Empfindungsvermögen und die des okzipitalen Lappens das Sehvermögen beeinträchtigt, wobei das Entfernen der posterioren Anteile des Gehirns tatsächlich eine deprimierendere Wirkung hat als die Entfernung eines Teils der frontalen Anteile. Seine Theorie wendet sich lediglich gegen die minutiöse Festlegung. Nach diesem Prinzip ist es ganz unmöglich, die lokalen Bereiche genau zu verfolgen oder einzugrenzen, die mit der physischen



Grundlage der mentalen Aktivitäten im Sinne des Einschränkens von Sinnesempfindung, Gefühl, Erkenntnis und Volition in bestimmten lokalen Regionen verbunden sind.

Ladd hat die Schlussfolgerungen bezüglich der Lokalisierung in drei Prinzipien zusammengefasst:

- (1) Das Prinzip von Anwendung und Gepflogenheit im Zusammenhang mit Verhaltensgewohnheit. Im Nervenmechanismus können die einzelnen Teile ihre Funktionen nur ausführen, wenn sie in ordnungsgemäßer Beziehung zueinander stehen und wenn diese Beziehungen ordnungsgemäß durch Anwendung aufgebaut sind. Dies impliziert ein wichtiges psychisches Gesetz, nämlich das der funktionellen Differenzierung und das Gesetz der Gewohnheit, das der Differenzierung zugrunde liegt. Individuelles Funktionieren geschieht nicht unabhängig, sondern hängt in so hohem Maße von Beziehungen ab, dass die Assoziations- und Projektionsfasern die Basis aller Aktivität bilden. Dies schafft die Grundlage für die Ausbildung der individuellen Elemente im Nervenmechanismus, sodass die Funktionalität durch Anwendung spezifischer und auf diese Weise besser ihrem Zweck angepasst wird. Durch gewohnheitsmäßige Übung wird in den zerebralen Bereichen eine Wendigkeit entwickelt, sodass sie ihre Rollen leicht erfüllen können. Daraus folgend finden wir
- (2) die spezielle Lokalisierung der Funktion. Der Arbeitsteilung entsprechend haben die neuronalen Elemente ihre eigenen Funktionen, doch in der Kombination einzelner Elemente werden auch die Gruppen von Elementen spezialisiert. Im Rückenmark und im unteren Gehirn entdecken wir Bereichsfunktionen. Und im Zerebrum gilt dieses Prinzip ebenso. Die Bereiche oder Zentren sind jedoch nicht so spezialisiert, dass eine Ausdehnung nicht stattfinden kann. Daher sehen wir hier bei den verschiedenen Individuen derselben Art Unterschiede, die auf individuelle Besonderheiten zurückgehen. Diese Bereiche sind also nicht bei allen Individuen absolut gleich, sondern fähig zu individueller Veränderung, abhängig von ihrem Gebrauch und der Assoziation mit anderen mehr oder weniger vollständigen Bereichen.
- (3) Es ist möglich, dass ein Bereich, der seine Funktionen nicht richtig erfüllen kann, von einem anderen ersetzt wird, sofern zwischen ersetztem und ersetzendem Bereich eine Beziehung besteht. Dank dieser Substitution kommt es in bestimmten Fällen nach der Entfernung oder dem Verlust bestimmter Bereiche des Gehirns zu einer Wiederherstellung der verlorenen Fähigkeit. Auf diesem Prinzip hat

Exner die absoluten und relativen Felder aufgebaut und aufgrund dieser Theorie bestreitet Goltz heftig die bis ins Kleinste gehenden Lokalisierungstheorien, die man in der Neuzeit verteidigt. Denn wie er behauptet, kann das Prinzip der Substitution so weit reichen, dass in bestimmten Fällen die lokalisierten Bereiche verändert werden.

## Teil II: Die Korrelationen zwischen den physiologischen und psychischen Phänomenen

Wir haben die einzelnen Teile des neuronalen Mechanismus betrachtet, die zum Gehirn führen und dort kulminieren. Nehmen wir den Mechanismus als Ganzes, sehen wir, dass er aus afferenten, assoziativen und efferenten Nervensträngen besteht, die alle eine physiologische Verbindung mit den psychischen Phänomenen haben. Der Cortex cerebri enthält jene Elemente, die das Fundament der psychischen Aktivität bilden. Dort treffen sich die Fasern der sensorischen Organe als Grundlage der Wahrnehmung, wie sie im Gehirn stattfindet. Unser Wissen über die sensorischen Bahnen ist ungenau. Die sensorischen Impulse verlaufen in das Rückenmark durch die posterioren Wurzeln, entlang des zerebralen Strangs innerhalb der posterioren Säule zum Corpus restiforme in das Zerebellum; oder nach der Kreuzung im Rückenmark durch den posterioren Teil des Pons in das Tegmentum cruris und in den posterioren Teil der Capsula interna. Danach treten einige Fasern in den optischen Thalamus ein, andere in die weiße Substanz des Zerebrums. Über die exakte Verteilung der Impulse und ihrer Bahnen gibt es eine Vielzahl von Ansichten, doch wäre es fruchtlos, die Meinungsunterschiede zu verfolgen. Bislang war es jedenfalls unmöglich, die Referenzbereiche der verschiedenen Bereiche des Körpers exakt zu lokalisieren.

Ferrier ist der Ansicht, da man im Zusammenhang mit dem Seh-, Hör-, Riech- und Schmeckvermögen Zentren lokalisiert hat, müsse es auch bestimmte Bereiche geben, die mit all den verschiedenen Elementen des Empfindungsvermögen einschließlich Berührung, Kontakt, Druck und Temperatur verbunden sind. Er behauptet, dass es eine exakte Differenzierung der sensorischen und motorischen Nervenbahnen bis zu jenem Punkt gebe, an dem die Ausstrahlung in den Kortex stattfindet. Daher müsse es theoretisch eine derartige Differenzierung auch im Kortex geben. Die sensorischen und motorischen Stränge sind im Rückenmark, im Pons, den Crura und auch in der Capsula interna deutlich unterschieden. Ferrier ist zudem der Ansicht, dass mit der Hautsensibilität auch die muskuläre Wahrnehmung aufgehoben wird und dass sich die Pfade, die die muskuläre Sinnesempfindung darstellen, deutlich von denen der Volition unterscheiden müssten. Er schlussfolgert, dass die Zentren für Berührung und Schmerz identisch sind, wobei das Letztere

einfach die exzessive Aktivität des Ersteren darstellt. Seiner Meinung nach repräsentiert daher der Lobus faliformis als Ganzes das Zentrum taktiler Sinnesempfindung für die entgegengesetzte Körperseite. Dieses Zentrum ist durch Assoziationsfasern mit den motorischen Zentren verbunden und die Verbindung bildet die Grundlage der muskulär-sensorischen Lokalisierung. Das Sehzentrum hat man im Gyrus angularis rund um den posterioren Teil des parallelen Sulcus und im Lobus occipitalis lokalisiert. Bei Entfernung dieser beiden ergibt sich Hemianopsie im entgegengesetzten Gesichtsfeld. Wird der Gyrus angularis auf einer Seite entfernt, tritt völlige Blindheit auf dem entgegengesetzten Auge ein. Ferrier zufolge ist jede Hemisphäre mit der korrespondierenden Hälfte beider Retinae verbunden. Er glaubt zudem, dass die Semi-Dekussation der optischen Stränge in den kortikalen Zentren unterstützt wird und dass der Gyrus angularis das Klarsehzentrum für das entgegengesetzte Auge bildet. Der N. vestibulocochlearis repräsentiert nicht nur das Hören, sondern hat aufgrund seiner Beziehung zu den Canales semicirculares auch Anteil am Gleichgewicht des Körpers. Er entspringt aus zwei Wurzeln: einer großen anterioren, aus der der N. vestibularis entsteht, und einer kleinen posterioren, aus der der N. cochlearis hervorgeht. Jede dieser beiden Wurzeln entsteht aus einem medialen und einem lateralen Nukleus. Die zerebellaren Fasern sind mit dem Gleichgewicht verbunden. Der Hauptteil der Fasern des N. cochlearis kreuzt die Corpora quadrigemina sowie das Corpus geniculatum internum und tritt in sie ein. Er verläuft zur temporo-sphenoidalen Gehirnwindung. Munk ist der Ansicht, dass die vollständige Zerstörung dieses Bereichs Taubheit des entgegengesetzten Ohrs hervorruft, während eine teilweise Zerstörung zu nicht vollständiger, das heißt zu psychischer oder »Wort-Taubheit«, führt. Die Hörzentren sind in der linken Hemisphäre zwar am vollkommensten entwickelt, doch vollständige Taubheit entsteht nicht ohne Zerstörung der Zentren in beiden Hemisphären. Das Geruchszentrum wird im anterioren Teil des temporo-sphenoidalen Lappens lokalisiert und Ferrier stellt fest, dass die Zerstörung dieses Teils den Verlust des Geruchssinns auf derselben Seite hervorruft. Der Bulbus und der Tractus olfactorius repräsentieren Teile des Zerebrums, die der Form nach dreieckig sind. Sie bestehen aus weißer Substanz, in der graue neurogliale Substanz eingebettet ist. Diese befindet sich im Sulcus olfactorius, parallel zur Fissura media longitudinalis. Anterior ist sie mit dem Bulbus olfactorius kontinuierlich und empfängt die Nn. vestibularis. Posterior trennt sie sich in eine mediale und eine laterale Wurzel, die sich nach hinten verlaufend voneinander entfernen, wobei sich die mediale Wurzel weiter in zwei Äste teilt, deren Verlauf unbekannt ist. Das Geschmackszentrum wird Ferrier zufolge neben dem Geruchszentrum in der

unteren Extremität der temporo-sphenoidalen Lappen lokalisiert. Der Geschmacksstrang kreuzt im posterioren Teil der Capsula interna. Gower ist der Ansicht, dass Geschmacksimpulse das Gehirn allein durch die Wurzeln des fünften Hirnnervs und nicht über den N. glossopharyngeus erreichen. Allerdings gesteht er zugleich ein, dass die Geschmacksnerven zum posterioren Teil der Zunge mit dem N. glossopharyngeus über das Ganglion oticum verteilt werden.

Die für mechanische Bewegungen verantwortlichen motorischen Stränge verlaufen von den motorischen kortikalen Bereichen durch die weiße Substanz des Zerebrums zur Capsula interna. In Verbindung damit finden wir die Fasern für Gesicht und Zunge, die sich im Genus capsulae befinden. Die Fasern des Armes verlaufen im anterioren Drittel des posterioren Schenkels, die für das Bein im mittleren Drittel. Sie kreuzen unter dem optischen Thalamus zur Crurarinde und treten in das mittlere Drittel ein. Nahe an der Mittellinie befinden sich die Gesichtsfasern, dann folgen die Armfasern und schließlich Fasern für das Bein. Sie verlaufen auf der Seite zum Pons, auf welcher die Gesichts- und Zungenfasern die Nuklei des N. facialis und des N. hypoglossus der entgegengesetzten Seite kreuzen. Die Fasern für Arme und Beine verlaufen in Verbindung mit den anterioren Pyramiden zur Medulla oblongata. Die Mehrzahl kreuzt im Verbund mit den Pyramidenbahnen. Die pyramidalen Fasern sind mit den multipolaren Nervenzellen in der grauen Substanz des Rückenmarks verbunden, woraus die anterioren Wurzeln der spinalen Nervenzellen entstehen. Die motorischen Hirnnerven nehmen einen ähnlichen Verlauf und kreuzen, nachdem sie die Capsula interna und die Crura verlassen haben, die Nuklei auf der entgegengesetzten Seite, von wo aus die Fasern zu den entsprechenden Muskeln gelangen.

Meynert zufolge gibt es drei Projektionssysteme:

- (1) Die Fasern, die sich aufwärts und abwärts mit dem Cortex cerebri verbinden und durch die Corona radiata strahlen, wobei einige durch die Basalganglien verlaufen und andere mit der zentralen grauen Substanz verbunden sind. Die beiden Hemisphären werden durch die Neurofibrae commissurales und auch durch die Assoziationsfasern verbunden, die verschiedene Bereiche derselben Hemisphäre miteinander vereinigen. In der Corona gibt es Fasern vom Corpus striatum, vom Nucleus lentiformis, vom Thalamus opticus und von den Corpora quadrigemina.
- (2) Die Fasern, die longitudinal hinunter zum zentralen grauen Kanal verlaufen, wobei einige Fasern in der grauen Masse enden und andere zu den untersten spinalen

Nervenzellen absteigen. Hier haben wir Fasern vom Nucleus caudatus und vom Nucleus lentiformis, die durch die Crura zur Medulla oblongata und zum Pons und vom optischen Thalamus und den Corpora quadrigemina durch das Tegmentum zum Rückenmark verlaufen.

- (3) Die Fasern, die die sensorischen und motorischen peripheren Nervenzellen einschließen.

Meynert zufolge gibt es in Bezug auf die Medulla drei Fasernsysteme, das Projektions-, das kommissurale und das Assoziationssystem. Die Projektionsfasern stellen Verlängerungen der zerebralen Zellachsenzylinder dar. Die kommissuralen Fasern repräsentieren die quer verlaufenden Fasern des Corpus callosum und der anterioren Commissura, wobei Erstere entweder direkt oder indirekt in den kortikalen Zellen entstehen. Die verschiedenen Teile der beiden Hemisphären sind durch die Fasern der Commissura miteinander verbunden. Die Fasern der anterioren Commissura verbinden dabei die Lobi temporales beider Hemisphären sowie die olfaktorischen und hippocampischen Bereiche auf den entgegengesetzten Seiten. Bei den Assoziationsfasern ist eine beachtliche Variation festzustellen. Meynert zufolge verbinden die kurzen Fasern angrenzende Gehirnwindungen miteinander, die langen Fasern bündeln sich und verbinden den Lobus frontalis und Lobus occipitalis, den frontalen und den äußeren Anteil des Lobus temporalis, die Lobi occipitalis, den hippocampischen und den kallosalen Gehirnwindungen, den inferioren parietalen und den Lobuli fusiformis. Auf diese Weise wird der Nervenmechanismus eng miteinander verknüpft.

Beim Lokalisieren der mentalen Funktionen wird von einigen behauptet, dass jede einzelne Nervenzelle der grauen Substanz ein psychisches Element repräsentiert und somit die Zelle die psychische Einheit darstellt. Gegen diese minutiöse Lokalisierung behaupten andere, das Gehirn stelle diese Einheit dar. In demselben Sinn, in dem der Geist im Körper ist, ist er auch im Gehirn. Das Gehirn stellt ein notwendiges Medium für die Korrespondenz zwischen mentalen Phänomenen und peripheren Veränderungen dar. Es liefert zudem die physische Grundlage, auf der Gedankenbildung und Volition entstehen. Wird ein Glied amputiert, bleibt eine Empfindung seiner Bewegung übrig – ein Zeichen dafür, dass Gedanken und Gefühle nicht in dem Glied lokalisiert sind. Man hat behauptet, ein bestimmter Grad an zweckgerichteter Anpassung in den unteren Zentren belege, dass Intelligenz nicht auf die höheren Zentren beschränkt sein kann. Daraus schloss Ferrier, dass es, abgesehen von einem rein graduellen, keinen wesentlichen Unterschied zwischen