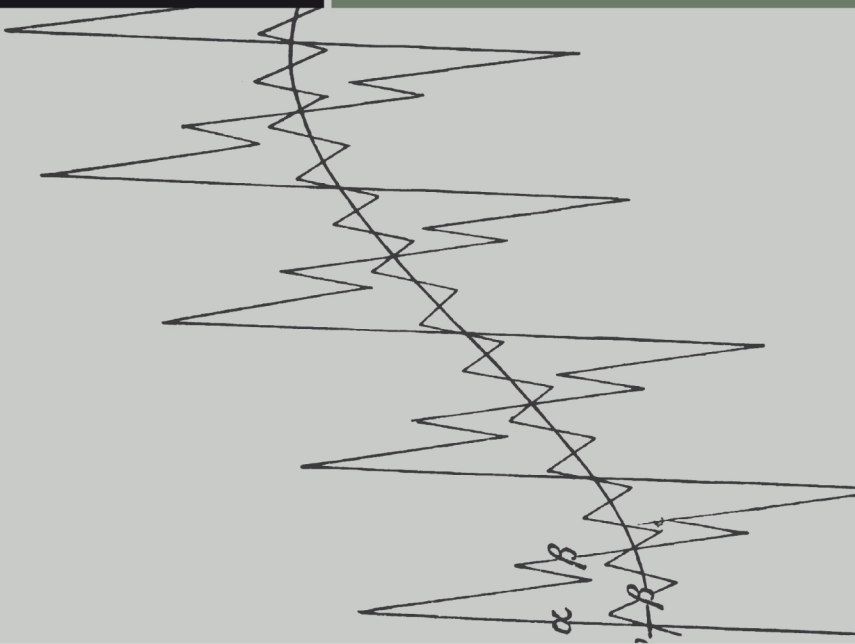


Joachim Bauer / Harald Kluge (Hg.)

Das wissenschaftliche Gesamtwerk des Jenaer Nervenarztes Hans Berger

Geschichte

Franz Steiner Verlag



Joachim Bauer / Harald Kluge (Hg.)
Das wissenschaftliche Gesamtwerk
des Jenaer Nervenarztes Hans Berger

Joachim Bauer / Harald Kluge (Hg.)

Das wissenschaftliche Gesamtwerk des Jenaer Nervenarztes Hans Berger

Unter Mitarbeit von Marcus Müggenburg



Franz Steiner Verlag

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek:

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

Dieses Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung außerhalb der engen Grenzen des Urheberrechtsgesetzes ist unzulässig und strafbar.

© 2011 Franz Steiner Verlag, Stuttgart

Druck: Laupp & Göbel, Nehren

Gedruckt auf säurefreiem, alterungsbeständigem Papier.

Printed in Germany.

ISBN 978-3-515-09787-1

INHALTSVERZEICHNIS

| | |
|--|-----|
| <i>Otto W. Witte und Heinrich Sauer</i> VORWORT | 7 |
| 1. EINLEITUNG | 9 |
| 2. WISSENSCHAFTLICHE BASISVORSTELLUNGEN UND ARBEITSHYPOTHESEN BERGERS UND SEINER WEGBEREITER..... | 16 |
| 2.1. Grundlagen für Bergers Konzept der „psychischen Energie“ und der „Dissimilationshypothese“ | 21 |
| 2.2. Berger und die Haltung seines Umfeldes zum „psychophysischen Parallelismus“ | 35 |
| 2.3. Bergers Erläuterungen zur „empirischen Psychologie“ | 37 |
| 3. BERGERS ARBEITEN ZUR ZEREBRALEN BLUTZIRKULATION – DER „PLETHYSMOGRAPHISCHE“ UNTERSUCHUNGSKOMPLEX..... | 40 |
| 3.1. Methodische Einführung und Literaturbezug | 40 |
| 3.2. „Nicht-psychische“ Einflüsse und Pharmaka-Effekte..... | 49 |
| 3.3. Effekte psychischer Leistungen | 69 |
| 4. BERGERS UNTERSUCHUNGEN ZUR HAUT- UND HIRN- TEMPERATUR | 85 |
| 5. BERGERS „ELEKTRENKEPHALOGRAMM“ IM ZUSAMMENHANG MIT SEINEN KONZEPTIONEN ZUR PSYCHOPHYSIOLOGIE UND „PSYCHISCHEN ENERGIE“ | 93 |
| 5.1. Bergers EEG-Konzeption im Wandel | 96 |
| 5.2. Bergers Vorstellungen zum Ursprung der Alpha- und Beta- Wellen | 104 |

| | | |
|--------|---|-----|
| 5.3. | Bergers Vorstellungen zur funktionellen Bedeutung seiner Alpha- und Beta-Wellen..... | 110 |
| 5.4. | Aktuelle Grundlagen und Anwendungsgebiete des EEG | 127 |
| 5.5. | Berger und die Nobelpreisfrage | 137 |
| 6. | ANHANG | 140 |
| 6.1. | Die von Hans Berger während seines Studiums in Jena besuchten Lehrveranstaltungen..... | 140 |
| 6.2. | Die Lehrveranstaltungen Hans Bergers an der Jenaer Universität .. | 141 |
| 6.3. | Die „Psychophysiologie in 12 Vorlesungen“ (1921) und „Über die Lokalisation im Großhirn“. Rede anlässlich der akademischen Preisverleihung am 18. Juni 1927 | 147 |
| 6.4. | Bibliographie..... | 150 |
| 6.4.1. | Gesamtliste der Publikationen von Hans Berger..... | 150 |
| 6.4.2. | Auswahl zitierter und zu Leben und Werk Bergers verfasster Publikationen..... | 155 |
| 6.5. | Übersicht über die an der Friedrich-Schiller-Universität befindlichen Quellen zu Hans Berger | 160 |
| 6.5.1. | Universitätsarchiv Jena | 160 |
| 6.5.2. | Institut für Geschichte der Medizin, Naturwissenschaft und Technik „Ernst-Haeckel-Haus“ | 160 |
| 6.6. | Abbildungsverzeichnis | 160 |
| 6.7. | Personenregister | 161 |
| 7. | FAKSIMILES | 163 |

VORWORT

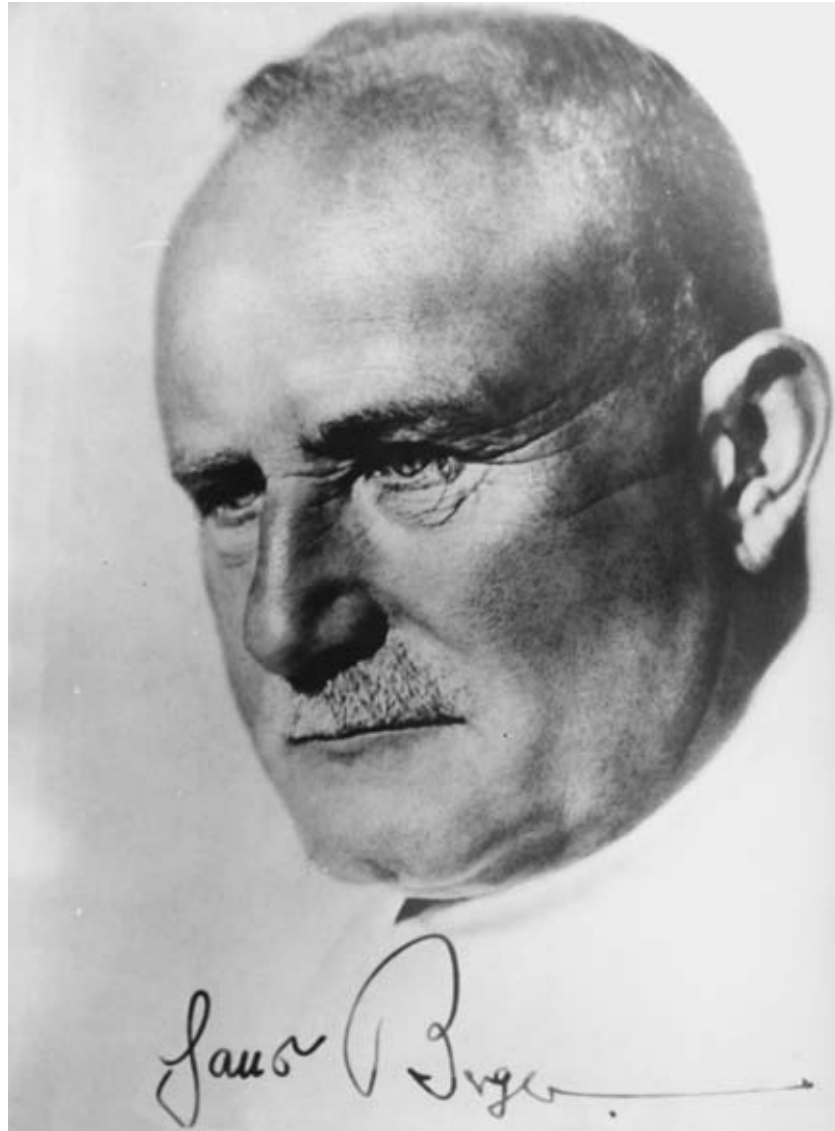
Hans Berger ist der Entdecker des Elektroenzephalogramms und der Namensgeber der von uns geleiteten Kliniken. Die Entdeckung des EEG durch Hans Berger ist weit bekannt, wenig erarbeitet ist allerdings im Vergleich dazu der wissenschaftliche Hintergrund und die sonstige wissenschaftliche Gedankenwelt von Herrn Berger, die die Grundlage dieser Entdeckung bildet.

Die Autoren *Harald Kluge* und *Joachim Bauer* haben nun umfangreiches Quellenmaterial erschlossen, das das Werk von Hans Berger in seiner ganzen Breite darstellt und damit auch ein besseres Verständnis der Entdeckung von Hans Berger ermöglicht. Dafür wurden viele, bisher nicht veröffentlichte Quellen gesichtet und verarbeitet, so dass eine wissenschaftshistorisch gesehen sehr bedeutsame Monografie entstanden ist.

Wir danken den Autoren sehr für diese wichtige Erarbeitung, aus der dieses Buch über das wissenschaftliche Lebenswerk von Hans Berger hervorgegangen ist.

Prof. Dr. med. Heinrich Sauer
Direktor der Klinik für Psychiatrie
und Psychotherapie

Prof. Dr. med. Otto W. Witte
Direktor der Klinik für Neurologie



1. EINLEITUNG

Der Nervenarzt Prof. Dr. med. *Hans Heinrich Ernst Berger* prägte in herausragender Weise den internationalen Ruf der Jenaer Medizin. Der am 21. Mai 1873 in Neuses bei Coburg geborene Berger verlebte seine Kindheit und Jugend in dieser Region. Sein Vater, der Medizinalrat Paul Friedrich Berger, war praktischer Arzt und Direktor des Coburger Landeskrankenhauses. Seine Mutter Anna Berger entstammte als jüngste Tochter des liberalen Dichters und Professors für Orientalistik, Friedrich Rückert (1788–1866)¹, dem Bildungsbürgertum. Rückert hatte 1811 in Jena promoviert. Nach 1848, als er seine liberalen und nationalen Vorstellungen als gescheitert betrachtete, zog sich Rückert auf seinen Landsitz nach Neuses zurück.² Auch Bergers Onkel, Carl Albrecht Heinrich Rückert (1823–1875), galt als liberal und national engagiert. Er promovierte 1844 in Berlin bei Leopold von Ranke und habilitierte sich 1845 in Jena, wo er als Privatdozent und ab 1848 als außerordentlicher Titularprofessor wirkte. 1852 folgte er einem Ruf nach Breslau.³ Der familiäre Hintergrund mütterlicherseits, der bei Berger vermutlich eine nachhaltige Wirkung hinterließ, wird damit erkennbar. Auch in späteren Jahren führt er immer wieder Textstellen aus den Werken des Großvaters in seinen Tagebüchern an oder verewigte diese an den Wänden seines Dienstzimmers.⁴

Berger besuchte von 1883 bis 1892 das Coburger Gymnasium Casimirianum. Nach erfolgreichem Abschluß immatrikulierte er sich an der Berliner Universität, um Mathematik und Naturwissenschaften zu studieren, ein Ergebnis seiner schulischen Vorlieben. Selbstzweifel an der Richtigkeit seiner Studienwahl führten Berger schon nach dem ersten Semester Anfang Oktober 1892 zum einjährig-freiwilligen Militärdienst in das Feldartillerieregiment „Horn“ in Würzburg. Hier erfolgte die Umorientierung hin zur Medizin. Nach halbjähriger Dienstzeit wurde er infolge eines Unfalls entlassen, ein Umstand, den Berger und seine Biographen als „Schlüsselerlebnis“ werteten.⁵ Er entschied sich schließlich gegen eine Militärlaufbahn und hörte im Sommersemester 1893 in Würzburg seine ersten medizinischen Vorlesungen. Schon im Herbst 1893 wechselte Berger nach Jena. Da ihm sein Mathematikstudium angerechnet wurde, konnte er im Wintersemester

1 Vgl. DBE, S. 444f.; NDB, S. 208; Wollenschläger/Kreutner, Friedrich Rückerts Werke, S. 427.

2 Zu den nachfolgenden Ausführungen zum Lebenslauf von Hans Berger vgl. UAJ D 176 (Personalakte Hans Berger); L 251, Bl. 33r-34r (Lebenslauf Hans Berger); L 261, Bl. 168r-169r (Lebenslauf Hans Berger) sowie BA 2153, Bl. 13r-36v; vgl. u.a. auch: Jung, Entdeckung des EEG, S. 20-53.

3 Vgl. Gerber, Wissenschaft und Politik, S. 33-62.

4 Vgl. Wieczorek, Hans Berger Gedenken, S. 74; Boening, Professor Hans Berger, S. 20.

5 Vgl. u.a. Berger, Psyche, S. 5f; Jung, Hans Berger, S. 15.

1894/95 seine ärztlichen Vorprüfungen ablegen. Im Sommersemester 1895 wechselte er nach Kiel, im Wintersemester 1895/96 erneut nach Würzburg und von da aus im Sommersemester 1896 wieder nach Jena, wo es ihm nach eigenen Aussagen am besten gefiel. Hier wurde er Mitglied der Burschenschaft Arminia auf dem Burgkeller und legte schließlich am 3. Juni 1897 das Staatsexamen ab. Im Sommersemester 1896 arbeitete Berger bereits als Unterassistent bei Theodor Ziehen (1862–1950) an der Jenaer Psychiatrischen Klinik und begann seine wissenschaftlichen Arbeiten, die ihn zur erfolgreichen Dissertation im Dezember 1897 führten. Auf ein Angebot deren Direktors Otto Binswanger (1852–1929), die Stelle eines Volontärarztes an seiner Klinik antreten zu können, reagierte Berger sofort.

Doch noch mehrfach kreuzte der Militärdienst seinen Lebensweg. Von April bis Oktober 1898 leistete er den Rest seiner Dienstzeit bei der 10. Kompanie des 6. Thüringischen Infanterieregiments Nr. 95 (Coburg) ab. Er nahm auch an Übungen beim Infanterieregiment Nr. 83, beim 2. Bataillon des 3. Kurhessischen Infanterieregimentes Nr. 82 (Kassel) und beim 10. Lothringischen Infanterieregiment Nr. 174 (Metz) teil. Am 2. August 1914 wurde Berger zur mobilen Linien-Kommandantur Y in Erfurt als Stabsarzt eingezogen, ab Februar 1915 in das Etappenlazarett Rehtel (Champagne) und im Herbst 1915 zur Kriegslazarettabteilung 18 in Sedan versetzt, wo er für eine Beobachtungsstation am Chateau Bas verantwortlich zeichnete. Hier verblieb er bis November 1918. Berger gab an, während dieser Zeit u.a. im Kriegsgebiet Weseth und an der Aisne- und Avrefront eingesetzt gewesen zu sein. Für seinen Kriegseinsatz erhielt er u.a. das Eiserne Kreuz II. Klasse, das Hessische Militär-Sanitäter Kreuz und das Ritterkreuz des Großen Hausordens vom großen Falken II. Klasse sowie das Ritterkreuz des Sachsen Ernestinischen Hausordens I. Klasse.

Im Mai 1911 hatte Berger Ursula Freiin von Bülow geheiratet. Aus dieser Ehe gingen vier Kinder, Klaus (1912), Ruth (1914), Ilse (1917) und Rosemarie (1921) hervor.

Von Juni 1897 bis zu seiner Emeritierung am 2. September 1938 und noch einmal in Vertretung seines Nachfolgers Berthold Kihn (1895–1961) im Herbsttrimester 1939 war Berger in der Jenaer Klinik tätig: zunächst als Assistent, danach 1901 als Hausarzt, nach seiner Habilitation im Juli 1901 als Privatdozent, seit Januar 1906 als außerordentlicher Titularprofessor, ab 1911 als beamteter Oberarzt und seit Oktober 1919 als ordentlicher Professor sowie als Klinikdirektor und Nachfolger Binswangers.

Beachtung fand Hans Bergers Biographie bislang vor allem in fachwissenschaftlicher Hinsicht, doch nicht ausschließlich.⁶ So weisen z.B. die von Susanne Zimmermann vorgelegten Untersuchungen zur Medizinischen Fakultät der Universität Jena während der NS-Zeit mehrfach auf Bergers Tätigkeit und sein persönliches Engagement in der Klinik, der Fakultät und in der Universität hin.⁷

6 Vgl. Bibliographie im Anhang.

7 Vgl. Zimmermann, Medizinische Fakultät Nationalsozialismus, S. 34, 44, 50, 129, 146 sowie 190; Zimmermann/Zimmermann, Die Medizinische Fakultät, S. 410, 413ff. sowie 424.

Berger war nicht nur Dekan und 1927 Rektor, sondern auch von 1935–1938 Prorektor der Jenaer Universität. Anders, als die im fachwissenschaftlichen Kontext eher en passant eingeflochtenen biographischen Hinweise, verarbeiteten Tagebuchauszüge bzw. auf den privaten und Kliniks- bzw. Wissenschaftsalltag⁸ ausgerichteten Beschreibungen, machen Zimmermanns Studien auf biographische Details aufmerksam, deren Kontextualisierung und Interpretation jedoch bislang nicht ausreichend geleistet wurde. So ist z.B. sein politisches Engagement in der Weimarer Republik und im Dritten Reich keinesfalls ausreichend untersucht. Das betrifft u.a. Bergers eigene Angaben, „früheres“ Mitglied der „Deutschnationalen Volkspartei“ und später der „Deutschen Volkspartei“ gewesen zu sein, ein politisches Engagement, das er mit anderen Jenaer Professoren durchaus teilte.⁹ Auch die Tatsache, daß Berger „Förderndes Mitglied“ der SS wurde¹⁰, bedarf einer näheren Untersuchung und einer Einordnung in den zeitgenössischen Kontext, gibt es doch auch hier verschiedene Erklärungsmöglichkeiten für eine solche persönliche Entscheidung.¹¹ Gleiches gilt für seine Mitarbeit am Erbgesundheitsgericht/ Erbgesundheitsobergericht, eine Tätigkeit, die wohl vor allem durch seine berufliche Stellung bestimmt wurde.¹² Auch schimmerte Bergers Affinität zum Militär noch einmal hervor, als „er sich trotz seines vorgeschrittenen Alters im jetzigen Kriege zur Verfügung“ stellte und „seit September 1939 als beratender Psychiater im Wehrkreis IX verwendet“ wurde.¹³ Problematisch wird der Umgang mit Bergers Biographie auch dann, wenn die Umstände seines Todes (Selbstmord) am 1. Juni 1941 oder die Nichtverleihung des Nobelpreises an Berger politisch motiviert dargestellt werden.¹⁴

Auch wenn wichtige Vorarbeiten, die den universitären Kontext von Bergers Tätigkeit in Jena aufhellen, in den vergangenen Jahren geleistet wurden¹⁵, gilt es deshalb einmal mehr an die historische und wissenschaftshistorische Forschung die Forderung zu richten, eine umfassende gesellschaftlich-biographische Aufarbeitung von Bergers Leben und Schaffen anzugehen. Die vorliegende Untersu-

8 Vgl. u.a. Jung, Entdeckung des EEG, S. 20–53.

9 UAJ, D 176, Bl. 92r. Hier sind exemplarisch seine Kollegen, der Jenaer Internist und Direktor der Medizinischen Klinik Wolfgang H(einrich) Veil oder der Prof. für Zoologie und Direktor des Phyletischen Museums Hermann Ludwig Plate sowie der weltbekannte Physiker Max Wien zu nennen. Vgl. UAJ, D 3225; D 3000 sowie D 3094.

10 Vgl. UAJ, D 176, Bl. 81r., 92r.

11 Zur Rolle des „Fördernden Mitglieds“ der SS vgl. u.a. Höhne, Geschichte der SS, S. 139f. und Buchheim, SS – das Herrschaftsinstrument, S. 161.

12 Vgl. u.a. Zimmermann, Medizinische Fakultät Nationalsozialismus, S. 146f.; Zimmermann/Zimmermann, Die Medizinische Fakultät, S. 414f. u. Anm. 132; UAJ, D 176 sowie ThHStAW, ThMdl, E 1715; E 1716; E 1730; BA R 18/5585, Bl. 60r.

13 UAJ BA 2153, Bl. 24v.

14 Zur Verleihung des Nobelpreises siehe Abschnitt 5.5 unten. Zur Quellenüberlieferung vgl. u.a. UAJ, D 176, Bl. 104; Zimmermann, Medizinische Fakultät Nationalsozialismus, S. 146 sowie UAJ, V Abt. XLVI Nr. 17 (Nachlaß Berger).

15 Vgl. u.a. „Hoßfeld/John/Lemuth/Stutz, „Kämpferische Wissenschaft“; Hendel/[u.a.], Wege der Wissenschaft; Senatskommission, Tradition – Brüche – Wandlungen.

chung kann diese notwendige Aufarbeitung nur zum Teil leisten und Anregungen zu weiteren Forschungen einbringen. Im Mittelpunkt dieser Publikation steht jedoch die Untersuchung des wissenschaftlichen Gesamtwerks. Den Hauptbeitrag zu diesem Vorhaben leistet deshalb auch ein Naturwissenschaftler (Harald Kluge), der von Historikern und Archivaren (Joachim Bauer und Marcus Müggenburg) unterstützt wird.

Die Intentionen für diesen Band sind klar zu umschreiben: Den zentralen Bezugspunkt bisheriger Publikationen stellt Bergers international herausragende Leistung, die Erstbeschreibung des Hirnstrombildes des Menschen dar („Elektronkephalogramm“, heute Elektroenzephalogramm, EEG). Der konzeptionelle Ursprung und die arbeitshypothetischen Vorstellungen Bergers, die überhaupt erst zu dieser Entdeckung führten, wurden zumeist nur sporadisch, untergeordnet und damit ohne deutlichen Zusammenhang angeführt. Damit bleibt nicht nur dem erstinteressierten Leser verschlossen, daß Bergers EEG-Entdeckung eigentlich nur eines der experimentellen Resultate zur Überprüfung seines das wissenschaftliche Gesamtwerk kontinuierlich beherrschenden Konzepts zum Zusammenhang zwischen Psyche und Physis darstellt.

Cornelius Borck erwähnt in seinem Werk „Hirnströme – Eine Kulturgeschichte der Elektroenzephalographie“ zwar Bergers viel umfassendere Forschungsstrategien und Arbeitshypothesen, jedoch ohne Kontext zum heutigen Forschungsstand.¹⁶ In dem hier vorgelegten Band werden sie jedoch, dem tatsächlichen Wissensstand um 1900 entsprechend, inhaltlich ausführlich begründet und als ein für Berger charakteristisches Forschungskontinuum entwickelt.

Nur so kann Bergers weit umfassendere Leistung real eingeordnet werden. Damit wird gleichzeitig eine zweite Begründung für diese Publikation gegeben: Sie soll verdeutlichen, wie Berger die seiner in sich geschlossenen Gesamtkonzeption zugrunde liegenden Arbeitshypothesen aus dem relevanten, und zwar damals aktuellsten interdisziplinären Wissensstand abgeleitet hat. Interdisziplinär bedeutete für Berger eine auf seinerzeit aktuellem Forschungsstand fußende *psychologische, physiologische, anatomische, physikalische und physikalisch-chemische* Fundierung seiner Arbeitshypothesen. Gelegentliche Vorwürfe über einen naturwissenschaftlichen Dilletantismus Bergers müssen aus dieser Sicht deutlich relativiert werden, denn sie überschreiten die Grenzen der Korrektheit und der Achtung vor seiner persönlichen Leistung. Dem Rechnung tragend, werden bewusst auch seine wissenschaftlichen Bezugspersonen ausführlicher zitiert. Dieser Aspekt soll dem Leser nicht nur die zeitentsprechende Aktualität von Bergers Basishypothesen vor Augen führen, sondern ihm im Vergleich zum heutigen Kenntnisstand zeigen, was Berger objektiv noch nicht wissen konnte, und, inwieweit er seiner Zeit bereits voraus dachte. Der Leser wird dementsprechende Erkenntnisse mit aktuellem Zeitbezug erläutert finden. Es soll an dieser Stelle nicht verschwiegen werden – und es wurde vielfach in Urteilen anderer Autoren ebenfalls erkennbar – dass Bergers Forschungstaktik durch eine aus der Persönlich-

16 Vgl. Borck, Kulturgeschichte der Elektroenzephalographie.

keitsstruktur bedingte Zurückgezogenheit und Isolationstendenz geprägt war. Hinzu kam, dass er nur in deutschsprachigen Zeitschriften publizierte und daher in der anderssprachigen, vor allem englischsprachigen Fachwelt kaum rezipiert wurde. Dass ihm dies glücklicherweise nicht zum bleibenden Nachteil gereichte, soll im Kapitel zum EEG beispielhaft belegt werden.

Eine dritte Begründung für diese Publikation sei noch angeführt: Hans Berger war ein hervorragender Hochschullehrer. Seine Vorlesungen waren im didaktischen Aufbau beispielgebend und lehrten von inhaltlicher Seite eine durch seine psychophysiologischen Basiskonzeptionen naturwissenschaftlich geprägte Psychiatrie und Neurologie. Seine 1921 veröffentlichten 12 Vorlesungen sowie die aus didaktischer Sicht ebenfalls großartige Rede von 1927 „Über die Lokalisation im Großhirn“, die er traditionsgemäß als Rektor am 18. Juni anlässlich einer Preisverleihung hielt, folgen deshalb im Anhang als Faksimiles.

Bergers Entwicklung als Forscher wurde sicher vorwiegend vom fachbezogenen nationalen und internationalen Kenntnisstand stimuliert, der sich um die Wende zum 20. Jahrhundert in einer markant prägenden, nahezu revolutionären Entscheidungssituation auch für seine Forschungskonzepte und Arbeitshypothesen befand. An entsprechender Stelle wird darauf eingegangen. Entscheidend beeinflusst wurde Bergers Entwicklung nach seinem Eintritt in die Jenaer Nervenklinik jedoch besonders vom dortigen ärztlichen Kollegium, das durch den international renommierten Kliniker und vornehmlich neuroanatomisch-neuropathologisch forschenden Chef Otto Binswanger geleitet wurde.

Otto Binswanger (1852–1929) hatte 1882–1919 das Direktorat der 1879 erbauten damaligen „Großherzoglichen-Sächsischen Landes-Irren-Heil-Anstalt“ inne. Zunächst als a.o. Professor, ab 1891 als Ordinarius, begann er mit einer grundlegenden Revolutionierung der Psychiatrie: Er entwickelte das Konzept einer modernen Psychiatrie mit Öffnung der Patienten-Zellen, systematischer Arbeitstherapie und Anfängen der Pharmakotherapie, reorganisierte die Lehrtätigkeit und erreichte 1901 durch erheblichen Kraftaufwand die Berücksichtigung der Psychiatrie als obligatorisches Prüfungsfach der Medizin an der Jenaer Medizinischen Fakultät. Als verdienstvoller Kliniker von internationalem Ruf war Binswanger als psychiatrischer Berater auch im Ausland gefragt (u.a. an europäischen Fürstenhöfen, für amerikanische Großindustrielle). Als ausgebildeter Pathologischer Anatom führte Binswanger als Kliniker zunächst selbst Sektionen und histologische Untersuchungen an seinen Patienten in Jena durch. Damit waren auch seine umfangreichen Forschungen interdisziplinär geprägt, von denen an dieser Stelle nur die Erstbeschreibung der sog. *Binswanger-Enzephalopathie* als herausragende Leistung hervorgehoben werden soll (1894 als „arteriosklerotische“ Hirndegenerationen, dazu gehörig die „Encephalitis subcorticalis chronica progressiva“, publiziert, in heutigen neurologischen Lehrbüchern unter „Subkortikale arteriosklerotische Enzephalopathie“ als der häufigsten Form der vaskulären Demenz aufgeführt). Die Interdisziplinarität Binswangers innerhalb der Fachdisziplin Psychiatrie/Neurologie war für Bergers Forschungstätigkeit wesentlicher Stimulus. In ähnlicher Weise erweckte der 1886–1900 unter Binswanger tätige Oberarzt Theodor Ziehen Bergers wissenschaftliches Interesse. Ziehen wirkte durch

seine psychophysiologischen Untersuchungen und die Verarbeitung damit zusammenhängender erkenntnistheoretisch-philosophischer Probleme initiiierend und anregend für Berger. Er betreute 1897 Bergers Promotion. Ziehens Lehrbuch der Psychiatrie erlebte zahlreiche Auflagen. Sein vielseitiges Wirken erstreckte sich auch auf die Kinder- und Jugendpsychiatrie, als deren Mitbegründer er weitere Bedeutung erlangte. Letztere betreffend sei auch der Einfluß des unter Binswanger für die Kinderpsychiatrie zuständigen Oberarztes und a.o. Professors Wilhelm Strohmeyer (1874–1936) mit seinen Studien zur Psychopathologie des Kindesalters auf Berger erwähnt.

Neuroanatomisch-neuropathologisch prägend waren für Berger neben Binswanger besonders das Ehepaar Cecile (1875–1962) und Oskar Vogt (1870–1959), sowie Korbanian Brodmann (1868–1918). Oskar Vogt (mit vollem Namen Oskar Dieckmann-Vogt) war 1893/94 Assistent von Otto Binswanger und promovierte bei ihm mit dem Thema „Ueber Fasersysteme in den mittleren und caudalen Balkenabschnitten“ 1894 an der Medizinischen Fakultät der Jenaer Universität. Er legte damit einen ersten Grundstein für seine späteren herausragenden Verdienste um die funktionelle Anatomie und Pathologie des Gehirns, die er sich als Direktor der Hirnforschungsinstitute in Berlin-Buch und später in Neustadt/Titisee gemeinsam mit seiner Ehefrau Cecile erwarb (Heirat 1899 in Berlin). Das Ehepaar Vogt erhielt unter den zahlreichen nationalen und internationalen Ehrungen 1955 anlässlich des 80. Geburtstages von Cecile und des 85. Geburtstages von Oskar Vogt die Ehrendoktorwürde der Medizinischen Fakultät der Friedrich-Schiller-Universität Jena. Die stets enge Bindung der Vogts zu Berger und der Jenaer Nervenklinik betonte Bergers ehemaliger Oberarzt und Nachfolger als Ordinarius und Klinikdirektor, Rudolf Lemke (1950–1957), in seiner Laudatio zur Verleihung am 6. April 1955, in der er hervorhob, dass die Vogts die von Berger in seiner Jenaer Nervenklinik aufgenommenen Elektroenzephalogramme in Obhut genommen haben. Berger hatte sein gesamtes Material an sie übergeben, da er wegen eines damals geplanten Klinikneubaus in Jena um dessen Erhalt fürchtete. Übrigens hatte Berger im Vorfeld seines altersbedingten Ausscheidens aus dem Universitätsdienst bereits 1936/37 in seinen Tagebüchern vermerkt, dass er wegen seiner durchaus noch vorhandenen Leistungsfähigkeit eine Fortsetzung seiner Arbeiten bei den Vogts in Neustadt in Erwägung ziehen könnte. Während Berger in seinen Anfangsjahren in Jena die Vogts nicht mehr direkt erlebte, konnte er mit dem 1898–1900 als Binswangers Assistent in Jena tätigen Korbanian Brodmann unmittelbar zusammenarbeiten. Dieser gelangte als einer der Wegbereiter der Erforschung der für Berger so wichtigen Zytoarchitektonik der Hirnrinde zu Welt- ruhm. Berger erhielt also hier auch von einem direkten Klinikskollegen wesentliche Impulse. Alle diese ärztlichen Kollegen der Jenaer Nervenklinik eröffneten Berger jenen breiten Horizont als Kliniker, den er als unerläßliche Deutungsbasis seiner späteren Forschungsbefunde benötigte.

Eine besondere Würdigung vor Ort erhielt Berger nach seinem Tode durch den 1956 realisierten Vorschlag seines Amtsnachfolgers Rudolf Lemke, der Jenaer Nervenklinik den Namen „*Hans-Berger-Klinik für Psychiatrie und Neurologie*“ zu verleihen. Der Name Hans-Berger-Klinik wurde auch nach der Überfüh-

rung der drei Abteilungen – Psychiatrie, Neurologie sowie Kinder- und Jugendpsychiatrie – in separate Kliniken 1994 für jede der drei Kliniken beibehalten. An der Wahrung des Erbes von Hans Berger im Bereich der Friedrich-Schiller-Universität Jena waren nach Rudolf Lemke sowohl die Nervenärzte Roland Werner, Valentin Wiczorek, Gerhard Mühlau und Gert-Eberhard Kühne, als auch besonders die Ordinarien der Institute für Physiologie bzw. Pathologische Physiologie, Wolfgang Haschke und Ulrich Zwienen beteiligt. Häufige inhaltliche Assoziationen zu Bergers EEG-Themen lieferten auch die unter Federführung von Wolfgang Haschke 1984 eingeführten Jenaer Neurowissenschaftlichen Kolloquien. Angeregt wurde der vorliegende Band nicht zuletzt durch die Würdigung herausragender Persönlichkeiten der Friedrich-Schiller-Universität Jena anlässlich deren 450. Gründungsjubiläums im Jahre 2008. Die Autoren erhielten bei ihrem Vorhaben wertvolle Unterstützung durch die derzeitigen Ordinarien und Direktoren der Hans-Berger-Kliniken für Psychiatrie bzw. Neurologie, *Heinrich Sauer* und *Otto W. Witte*. Besonders wertvolle, das EEG-Kapitel betreffende fachliche Beratung erfolgte durch *Georg Hagemann*, leitender Oberarzt der Neurologischen Klinik. Diesen drei Fachvertretern gilt unser besonderer Dank. Wertvoll war uns ebenfalls die fachliche Beratung zum „plethysmographischen Untersuchungskomplex“ Bergers durch *Jens Weise*, Oberarzt der Neurologischen Klinik und durch den bereits erwähnten Physiologen Wolfgang Haschke. Herzlicher Dank gilt an dieser Stelle auch den Mitarbeitern des Universitätsarchivs und der Thüringer Universitäts- und Landesbibliothek Jena *Margit Hartleb*, *Katarina Pawlitzky* und *Ulrich Bohmüller*, die uns bei den Literatur- und Quellenrecherchen tatkräftig unterstützten. Ferner gilt unser herzlicher Dank *Hannelore Tied* für die Bereitstellung von Teilen des Bildmaterials, und *Silke Kießling* für die Unterstützung bei der Erstellung des Manuskriptes und der Bilderauswahl. Schließlich gilt unser Dank dem Franz Steiner Verlag.

2. WISSENSCHAFTLICHE BASISVORSTELLUNGEN UND ARBEITSHYPOTHESEN BERGERS UND SEINER WEGBEREITER

Schon als Gymnasiast und Student hatte den naturwissenschaftlich äußerst interessierten Hans Berger die bereits uralte und auch heute noch mehr denn je vor allem die Neurowissenschaften einschließlich Psychiatrie und Neurologie, aber auch die Philosophie und Theologie bewegende Frage nach den Zusammenhängen Bewußtsein/Geist/Seele und deren materiellen Substraten Gehirn/Sinnesorgane fasziniert. Man bedenke, daß Berger diese Frage in einer Zeit bewegte, in der sich hinsichtlich einer Antwort die Waage trotz noch immer beharrlich vertretener Gegenargumente, vor allem dualistische Deutungsversuche betreffend, zugunsten tatsächlich bestehender Zusammenhänge zu neigen begann. Dafür lag zur Zeit Bergers beginnenden Forscherlebens im Übergang vom 19. zum 20. Jahrhundert bereits einiges an stützendem physiologischen, neuroanatomischen und nervenklinischen Befundmaterial vor, so daß er seine Überzeugung, „*psychische Leistungen/Bewusstseinsvorgänge haben im Hirn und in den Sinnesorganen ihre physiologische Basis*“, zum lebenslangen Postulat erhob. In seinem Abschlußwerk „Psyche“ 1940 (Abb. 2.1.) und damit ein Jahr vor seinem Tode verwendete er hierzu folgende Formulierung:

„Jedenfalls können wir aber das als sicher annehmen, daß Vorgänge in der Großhirnrinde mit Bewußtseinserscheinungen verbunden sein können. Weiter müssen wir auch die Annahme machen, dass alle psychischen Vorgänge mit materiellen Vorgängen in der Hirnrinde, und zwar eindeutig verknüpft sind.“¹⁷

Ähnliche Formulierungen finden sich als ergebnisbezogene Schlußfolgerungen und roter Faden in vielen seiner Publikationen. In diesem Zitat stellt Berger zwei für ihn bindende Postulate heraus: Die Verknüpfung aller psychischen Vorgänge mit materiellen Prozessen im Hirn und eine Lokalisation beider in der Großhirnrinde. Letzteres fand eine ausführliche Bestätigung Bergers in einer kritischen Verarbeitung des diesbezüglich aktuellen Wissensstandes der Literatur auf der Basis seiner umfassenden klinischen Erfahrungen und Beobachtungen, wie er sie u.a. 1927 in seiner berühmten Rede als Rektor „Ueber die Lokalisation im Großhirn“ demonstrierte (siehe Faksimile Abschnitt 7). Welche Haltung Berger hier einnimmt, findet sich in Abschnitt 2.1. Als Kliniker unterstreicht Berger den obigen Kernsatz nochmals detaillierter durch folgende Aussagen:

„Wir müssen [...] auf Grund unserer Erfahrungen am Krankenbett annehmen, dass allen psychischen Vorgängen von der Empfindung anfangend bis zu 3 den schwierigsten Denkvorgängen materielle Vorgänge in der menschlichen Hirnrinde eindeutig zugeordnet sind [...] Man könnte schon jetzt unter gewissen und keinesfalls ganz unerfüllbaren Bedingungen bei

17 Berger, Psyche, S. 15.



Abb. 2.1.: Titelblatt zu Bergers Abschlusswerk „Psyche“ und seine handgezeichnete Fackel als Einbandvorlage, mit der er symbolisch die EEG-Forschung an nachfolgende Generationen übertragen wollte.

der Beobachtung eines lebenden menschlichen Gehirns mit Bestimmtheit sagen: Der Träger dieses Gehirns hat jetzt eine Gesichtswahrnehmung, jetzt eine Gehörschwärnehmung, jetzt rechnet er, jetzt ist er mit einem anderen Denkprozess beschäftigt, jetzt träumt er vor sich hin, jetzt spielen sich bei ihm überhaupt keine Bewusstseinserscheinungen ab, wenn man auch den besonderen Inhalt der jeweiligen Wahrnehmungen, Denkvorgänge usw. nicht angeben könnte. Die materiellen Rindenvorgänge sind zweifellos physikalisch-chemische Vorgänge, und zwar wohl ganz besonders komplizierter und daher nach unseren Erfahrungen sehr leicht zu störender Art, über die wir aber zur Zeit weiter nichts Besonderes aussagen können.“¹⁸

Wenn der heutige Leser diesen Text in seiner prinzipiellen Aussage liest (außer dem letzten Nebensatz), könnte er schmunzelnd und staunend die Frage stellen, ob denn Hans Berger schon 1940, dem Erscheinungsjahr von „Psyche“, vor einer kombinierten Positronenemissionstomographie (PET) – Magnetresonanztomographie (MRT) – Aufnahme gesessen hat.

Kommen wir aber erst einmal wieder zurück zu den Anfangsjahren und damit zur Konzeptfindung Bergers für seine zukünftige Forschung. Zur Stützung seiner Postulate bestand für Berger nunmehr die Notwendigkeit der Ableitung von wissenschaftlichen Basisvorstellungen und von Arbeitshypothesen zu deren experimenteller Überprüfung. Beides erarbeitete er sich sowohl aus den Forschungsprofilen Otto Binswangers und dessen damaligen Oberarztes Theodor Ziehen, als auch aus gründlichsten Recherchen der problemrelevanten Fachliteratur seiner Zeit. Besonders Bergers Literaturrecherchen riefen bei uns Herausgebern immer wieder allergrößte Hochachtung wegen seiner nahezu erschöpfenden Gründlichkeit und logischen Verarbeitung des damals aktuellen Wissensstandes hervor.

Eine *erste Basisvorstellung* leitete Berger aus der Frage nach dem energetischen Hintergrund seines Postulats zu den psycho-physischen Zusammenhängen ab. Hierzu überzeugte ihn die damalige Hypothese über die Existenz einer „*psychischen Energie*“ (siehe Abschnitt 2.1.). Den Glauben an eine psychische Energie gab er während seines ganzen Forscherlebens nicht auf. Er formulierte dies noch in seiner Abschlußpublikation „Psyche“:

„Wir haben den psychischen Vorgängen einen Energiewert zuerkannt: Ihr Energiewert muß aus andern physikalisch-chemischen Energien des lebenden Hirnrindengewebes hervorgehen. Es kann sich also nur um eine besondere Energieform handeln, die sich dann in materielle Energieformen zurückverwandelt. [...] Diese psychische Energie stellt dann eine Energieform eigener Art dar. [...] Sie unterscheidet sich von allen anderen Energieformen grundsätzlich, kann aber mit diesen in Wechselwirkung treten oder besser gesagt, aus diesen hervorgehen und in sie zurückverwandelt werden. [...] Man nimmt also dann an, dass die psychische Energie nur im Augenblick der Transformation entsteht und sofort wieder in andere Energieformen zurückverwandelt wird.“¹⁹

Mit seiner Formulierung zum Ursprung der psychischen Energie aus physikalisch-chemischen („materiellen“) Energieformen und ihrer Rückverwandlung in diese sah Berger die *Erfüllung des Energiesatzes* von Robert Mayer. Die Erfüllung dieser Bedingung war ihm ein ganz entscheidendes Argument, denn durch seine Ab-

18 Ebd., S. 16f.

19 Ebd., S. 23f.

grenzung der „immateriellen“ Energieform psychische Energie von den „materiellen“ (physikalisch-chemischen) Energieformen (chemische, elektrische, thermische etc.) durfte der Energieerhaltungssatz nicht gebrochen werden.

Aus dieser ersten Basisvorstellung leitete Berger eine *zweite Basisvorstellung* ab. Sie ergab sich für ihn aus der Notwendigkeit, zu den „materiellen“ Quellenenergieformen der „immateriellen“ psychischen Energie den Wissensstand zur *chemischen Energie* zu erarbeiten. Hier hatte Berger nicht viel Auswahl und er schloß sich der „*Dissimilationshypothese*“ nach Verworn an, die auf einer Beteiligung noch hypothetischer „*Biogene*“ an der Entstehung der chemischen Energie als Quelle der psychischen Energie beruhte.²⁰ Eine ausführliche Darstellung dieser Hypothese, die damit zur *zweiten Basisvorstellung* Bergers wurde, erfolgt in Abschnitt 2.1.

Eine *dritte Basisvorstellung* Bergers resultierte aus dem damals (wie auch heute noch) strittigen Problem einer entweder „*dualistischen*“ oder „*monistischen*“ Deutung des Verhältnisses *Hirn/Leib* (materiell) – *Bewußtsein/Geist/Seele* (immateriell). Seinen Studenten faßte er diese Fragestellung in der zweiten Vorlesung seiner berühmten Monographie „*Psychophysiologie in 12 Vorlesungen*“ (siehe Faksimile in Abschnitt 7) in folgende Worte:

„Welcher Art sind nun die Beziehungen, die zwischen den materiellen Vorgängen in der Großhirnrinde und den geistigen Vorgängen bestehen? Es ist dies die alte Frage nach den Beziehungen zwischen Leib und Seele, mit der wir uns jetzt beschäftigen wollen.“²¹

Nach Vorstellung und ausführlicher Diskussion der dualistischen Richtungen folgt Berger in logischer Argumentation:

„Nach meiner Ansicht kommen wir auf diesem Wege nicht wesentlich weiter. Man hat daher [...] die dualistische Ansicht fallen lassen und versucht, die beiden Beziehungsreihen, die materiellen und psychischen Vorgänge, auf eine einzige zurückzuführen. Es ergaben sich daraus die so genannten monistischen Anschauungen.“²²

Wiederum nach Vorstellung und ausführlicher Diskussion der monistischen Deutungen lehnt Berger von den vier Beispielen drei ab (den rein materialistischen und rein spiritualistischen Monismus und die so genannte „Zweiseiten-Theorie“ Fechners als Kompromißlösung). Aus dem vierten Beispiel baut er unter Einbeziehung der Vorstellungen zur psychischen Energie seine auf dem *Kausalitätsprinzip* beruhende Hypothese eines „*partiellen psychophysischen Parallelismus*“ auf (die ursprüngliche Hypothese eines *psychophysischen Parallelismus* stammt bereits von Leibniz). Dabei vertrat Berger die Ansicht, dass sich materielle (physische) und psychische Vorgänge zwar begleiten, aber parallel verlaufen und sich „*daher nicht schneiden*“. Er drückt dies folgendermaßen aus:

„Wir können demnach den Hauptsatz des psychophysischen Parallelismus auch so aussprechen: Den psychischen Vorgängen gehen materielle Vorgänge in der Großhirnrinde parallel.“

20 Vgl. Verworn, *Allgemeine Physiologie*; Ders., *Die Biogenhypothese* sowie Ders., *Mechanik des Geisteslebens*.

21 Berger, *Psychophysiologie 12 Vorlesungen* (2. Vorlesung), S. 11.

22 Ebd., S. 17.

Wir müssen weiter hinzufügen: Allen psychischen Vorgängen gehen (physische) Vorgänge in der Großhirnrinde parallel.²³

Aufgrund seiner zweiten Basisvorstellung zur „Dissimilationshypothese“ schloß Berger, dass die psychischen Parallelvorgänge mit den energieliefernden „Dissimilationsvorgängen der Biogene“ in der Großhirnrinde verknüpft sein müssen. Daraus formulierte er einen erweiterten „Hauptsatz“ des „partiellen psychophysischen Parallelismus“:

„Den psychischen Vorgängen gehen Dissimilationsprozesse in der Groß-Hirnrinde parallel.“²⁴

Ausführliche Erläuterungen finden sich in den Abschnitten 2.1.–2.3. Berger hatte dieses 1921 publizierte Gedankengebäude seines „partiellen psychophysischen Parallelismus“ allerdings langfristig aufgebaut. 1897 als Assistent in der Jenaer Nervenklinik eingestellt, publizierte er bereits drei Jahre später hierzu folgenden Text:

„Die moderne Psychiatrie – mag sie im Uebrigen auf einem erkenntnistheoretischen Standpunkt stehen, auf welchem sie wolle - erkennt das Prinzip des psychophysischen Parallelismus als heuristischen Grundsatz für die Forschung an. Als Ort für die physischen Prozesse nimmt sie die Rinde des Großhirns in Anspruch, dieselben sind physikalisch-chemische Vorgänge, und wir hätten in einem solchen physikalisch-chemischen Vorgang in der Hirnrinde den Parallelvorgang einer Empfindung zu suchen.“²⁵

Mit diesem Zitat bezog sich Berger auf Vorstellungen einer seiner wichtigsten Bezugspersonen, des deutschen Physiologen und Psychologen Wilhelm Max Wundt (1832–1920), der das erste Laboratorium für Psychologie der Welt in Leipzig aufbaute und später als Institut führte.²⁶

Nach dieser zunächst nur überblicksmäßigen Darstellung von Bergers drei hypothetischen Basisvorstellungen kann bereits festgestellt werden, dass er sich voll und ganz auf dem relevanten physiologisch-naturwissenschaftlichen, psychiatrisch-psychologischen, neurologischen und philosophischen Kenntnisstand seiner Zeit bewegte. Im Zusammenhang mit seinen Basishypothesen kann sein gesamtes Forschungsfeld als ein Kontinuum beurteilt werden. Eigentlich war es gerade dieses logisch aufgebaute Kontinuum in Bergers Forschung, das seine in der Öffentlichkeit immer als dominant herausgestellte Entdeckung des „Elektrenkephalogramm des Menschen“ erst richtig und gebührend in sein doch viel umfassenderes und mit nicht minder gewichtigen Ergebnissen behaftetes Gesamtwerk einordnen läßt.

Dem Rechnung tragend, werden in den folgenden Abschnitten zunächst noch vertiefende Betrachtungen zu seinen Basishypothesen, vor allem erweitert um Ansichten und Aussagen seiner Bezugspersonen, vorgenommen. Anschließend

23 Ebd., S. 21.

24 Ebd., S. 23.

25 Berger, Experimentell-anatomische Studien, S. 521.

26 Vgl. Wundt, Essays; Ders., Grundriß der Psychologie sowie Ders., Grundzüge der physiologischen Psychologie.

werden die experimentellen Richtungen Bergers vorgestellt, die er zur Überprüfung seiner Hypothesen wählte.

2.1. GRUNDLAGEN FÜR BERGERS KONZEPT DER „PSYCHISCHEN ENERGIE“ UND DER „DISSIMILATIONSHYPOTHESE“

Schrenk folgerte in seiner Publikation über Bergers Idee von der „psychischen Energie“, dass der an der Jenaer Nervenlinik unter Binswanger tätige Theodor Ziehen im Rahmen seiner Anleitungen an Berger zur Aufnahme von plethysmographischen Untersuchungen (siehe 3.1.) diesen auf den Begriff der „psychischen Energie“ aufmerksam gemacht hatte.²⁷ In Bergers Tagebuchnotizen und in vielen seiner Publikationen finden sich die Namen der für ihn entscheidenden Bezugspersonen, die die Idee der Existenz einer „psychischen Energie“ vertraten und ihm damit das Fundament seiner Konzeptionen, Arbeitshypothesen und experimentellen Untersuchungen lieferten. Wir wollen uns dabei hier auf jene Bezugspersonen ausführlich beziehen, die aus physikalisch-physiologischer und biochemischer (neurochemischer) Sicht für Berger besonders prägend waren. Die von ihm auch mehrfach zitierten Philosophen N. Grot und K. Lasswitz seien für interessierte Leser an dieser Stelle nur erwähnt.²⁸

Richtungweisend war für Berger das Gesetz von der Erhaltung der Energie (Robert Mayer, 1845), das in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts zunehmend Eingang in die naturwissenschaftlich orientierten Fachdisziplinen Physiologie, Physiologische Chemie (heute Biochemie), Pathologie und eben auch in die Psychiatrie/Neurologie und Psychologie fand. Damit wurden die für Berger entscheidenden Grundlagen einer „Psychophysik“ bzw. „Psychophysiologie“ gelegt.

Von physikalischer Seite war der deutsche Physikochemiker Wilhelm Ostwald die für Berger prägende Figur. Ostwald (Nobelpreis 1909), der über seine Forschungen zur Thermodynamik, Katalyse, Ionentheorie, Elektrochemie und Farbenlehre mit Arrhenius (Nobelpreis 1903) und van't Hoff (Nobelpreis 1901) zum Begründer der Physikalischen Chemie wurde, setzte den Energiebegriff in den Mittelpunkt seiner philosophisch-erkenntnistheoretischen Betrachtungen, die auch seine Deutungen zu den Beziehungen und Materie – Energie – Bewußtsein/Geist einschlossen und auf einer *monistischen* Auffassung basierten.

Ostwald verdeutlichte daraus sein Konzept einer „psychischen Energie“ durch folgenden Originaltext:

„Nun ist uns bekannt, dass ein großer Teil der Nervenleitungen nach dem Gehirn führt und dass jeder Sinnesapparat dort seine Zentralstelle hat. [...] Zwischen diesen verschiedenen Zentren befinden sich außerdem Verbindungsbahnen der mannigfaltigsten Art. Die Physiologie hat außer Zweifel gesetzt, dass während der geistigen Betätigung in diesem Apparate Vorgänge stattfinden, die ganz allgemein als Energieverbrauch beschrieben werden können. Welcher Art die betätigte Energie ist, wissen wir nicht; da sie gleichfalls in nervösen Appara-

27 Vgl. Schrenck, Hans Bergers Idee, S. 263–273.

28 Vgl. Grot, Begriff der Seele, S. 257; Laßwitz, Die moderne Energetik sowie Ders., Über psychophysische Energie, S. 46.

ten sich betätigt, können wir sie gleichfalls Nervenenergie oder psychische Energie nennen. [...] Wohl aber wissen wir, dass die Quelle dieser psychischen Energie chemischer Natur ist, denn es wird entsprechend der Stärke der geistigen Betätigung Sauerstoff verbraucht, der eine proportionale Oxydation vorhandener, aus der Nahrung stammender Stoffe bewirkt. [...] [Es ist] auf einen wesentlichen Punkt hinzuweisen, dass die geistigen Vorgänge in all ihrer Mannigfaltigkeit eben nicht als Begleiterscheinungen der betreffenden Energie, sondern als diese Energie selbst aufgefasst werden müssen.“²⁹

Damit trifft Ostwald eine ganz entscheidende Aussage: Er sieht die Quelle der psychischen Energie in chemischen Prozeßabläufen im Zentralnervensystem, also als jenen Teil der gesamten chemischen Energie aus solchen Abläufen, der für geistige Leistungen verbraucht wird. Er bringt damit zum Ausdruck, dass seine postulierte Nervenenergie/psychische Energie nichts anderes als chemische Energie ist und keine Sonderform darstellt, die sich von letzterer abgrenzt oder aus letzterer entsteht. Diese Feststellung Ostwalds ist nach heutigem Erkenntnisstand sogar prinzipiell richtig, obwohl nach damaligem Wissensstand nicht konkret untersetzt. Dies konnte auch nicht sein, denn alle heute bekannten Details waren Ostwald unbekannt. Leider hat Berger diese entscheidende Folgerung Ostwalds nicht übernommen, sondern weiter an eine Sonderform psychische Energie geglaubt, die sich aus anderen Energieformen, darunter allerdings auch aus chemischer Energie entwickeln und in diese unterschiedlichen Formen zurückentwickeln kann.

Ostwald hatte sich bezüglich der chemischen Prozeßabläufe mit Oxydationsprozessen der über den Blutstrom dem Gehirn zugeführten Nahrungsstoffe als Energiequelle nur allgemein ausgedrückt. Berger suchte hingegen nach konkreten intrazerebralen Prozeßabläufen aus dem Kenntnisstand seiner Zeit. Hierbei erschien ihm die „*Dissimilationshypothese*“ von Verworn als wahrscheinlichste Deutungsgrundlage. Der zunächst in Jena und später in Göttingen lehrende Physiologe Max Verworn stellte in seinen Werken für Berger diese richtungweisende Hypothese vor. Die Dissimilationshypothese bezeichnete Verworn noch als *Biogenhypothese*. Als solche durchzog sie die drei seiner für Berger entscheidenden Publikationen.³⁰

Für die Ableitung seiner Hypothese ging Verworn von Pflügers Auffassung über den Unterschied zwischen „lebendigem“ und „totem“ Eiweiß aus, der formulierte:

„Der fundamentale Unterschied zwischen lebendigem und totem Eiweiß besteht (eben) darin, dass das tode Eiweißmolekül sich in einem stabilen Gleichgewichtszustande seiner Atome befindet, während das lebendige Eiweißmolekül eine sehr labile Constitution besitzt.“³¹

Diese erstaunliche Hypothese über die labile Konstitution der Eiweißmoleküle im lebenden Organismus nahm Verworn auf und korrigierte zunächst den Namen „lebendiges“ Eiweißmolekül:

29 Ostwald, Die Energie, S. 152f.

30 Vgl. Verworn, Allgemeine Physiologie. Weitere Zitate stammen aus der 5. Auflage 1909; Ders., Die Biogenhypothese sowie Ders., Mechanik des Geisteslebens.

31 Pflüger, Physiologische Verbrennung.

„Um einerseits diesen Körper von den toten Eiweißkörpern zu unterscheiden und andererseits seine hohe Bedeutung für das Zustandekommen der Lebenserscheinungen anzudeuten, scheint es zweckmäßig, den Namen „lebendiges Eiweiß“ zu ersetzen durch die Bezeichnung „Biogen“.“³²

Von Elsberg und von Haeckel verwendete Analogbegriffe wie „Plasmamolekül“, „Plastidul“, „Plassonmolekül“ lehnte Verworn mit der Begründung ab, dass sie den chemischen Hintergrund nicht deutlich zum Ausdruck bringen würden. Allerdings bekannte er deutlich:

„Was wir von den Biogenen sagen können, ist ausserordentlich wenig, und wir dürfen uns nicht verhehlen, dass wir uns hier bereits auf vollkommen hypothetischem Boden befinden. Allein, da wir noch nicht einmal die Konstitution der Eiweisskörper selber vollständig kennen, die wir doch jeden Augenblick chemisch zu untersuchen in der Lage sind; ist es begreiflich, dass wir über das hypothetische Biogen, dessen Existenz und Zusammensetzung wir überhaupt nur aus Zerfallsprodukten der lebendigen Substanz erschliessen können, noch viel weniger Erfahrung besitzen. Was wir von ihnen behaupten können, ist eigentlich nur seine ungemaine Labilität, die ihnen eine gewisse Aehnlichkeit mit explosiblen Körpern gibt.“³³

Als Erklärungsmöglichkeit führt Verworn Pflügers damalige Befunde zu den Abbauprodukten bei der „*Oxydation des lebendigen Eiweisses*“ an, wonach die Vermutung bestehe:

„dass der Kohlenstoff und der Stickstoff im Biogenmolekül zu Cyan (CN) vereinigt sind, einem Radikal, das den toten Eiweisskörpern fehlt. Damit wäre ein ganz fundamentaler Unterschied in der Konstitution des Biogens oder, besser, der Biogene, denn es handelt sich ja zweifelsohne in den verschiedenen Formen der lebendigen Substanz um verschiedenartige Körper der Biogengruppe, und der toten Eiweißkörper gegeben, der auch die grosse Labilität des Biogenmoleküls erklären würde, denn das Cyan ist ein Radikal, das eine große innere Energiemenge enthält, so dass die Cyanverbindungen sämtlich starke Neigung zum Zerfall besitzen.“³⁴

Verworn vermerkt aber zu diesen Deutungen Pflügers bereits sehr kritisch:

„Wir haben [...] gesehen, dass die Begründung, die Pflüger seiner Cyanhypothese gibt, heute nicht mehr stichhaltig ist. Man mag aber über die Frage, ob im Biogenmolekül eine Cyangruppe steht oder nicht, denken was man will. [...] Die allgemeinen Erörterungen Pflügers [...] bleiben dadurch unberührt.“³⁵

Verworn stellt also damit nicht die Existenz von Biogenen an sich in Frage. Auf diesem hypothetischen Hintergrund begann er nunmehr mit Konkretisierungsversuchen zu Metabolismus, Funktion und differenten Wirkorten seiner Biogene, die Berger übernommen hatte. Ausgangspunkt war für beide die „labile Constitution“ der Biogene. Natürlich sind nach heutigen Erkenntnissen die aus den Pflüger'schen Analysenergebnissen von Verworn abgeleiteten Vorstellungen zu Herkunft und Natur seiner Biogene überholt. Trotzdem sollen seine Konkretisierungsversuche zur regulatorischen Beteiligung der Biogene an nervalen Leistun-

32 Verworn, Allgemeine Physiologie, S. 578.

33 Ebd., S. 579.

34 Ebd., S. 580.

35 Ebd., S. 581.

gen, psychischen Prozessen und besonders an der Deutung der Bereitstellung der psychischen Energie geschildert werden, denn sie boten Hans Berger zur damaligen Zeit die Grundlage seiner zweiten Basishypothese für seine experimentellen Ansätze und deren Ergebnisdeutung. Berger konnte zu seiner Zeit auf kein anderes neurochemisches Hypothesenangebot zurückgreifen.

In Erweiterung seiner bisherigen Aussagen konkretisierte Verworn zunächst später die Biogenmoleküle hinsichtlich einer möglicherweise doch differentiellen chemischen Zusammensetzung, wobei er nicht unbedingt auf ihrer Eiweißnatur beharrte:

„[...] müssen wir mit größter Wahrscheinlichkeit folgern, dass das Biogenmolekül nicht in allen Zellen genau die gleiche chemische Zusammensetzung hat, sondern dass es verschiedene Biogenkörper gibt, und dass sogar nicht bloss die Biogene verschiedener Zellen, sondern auch verschiedener Differenzierungen derselben Zelle [...] verschiedene Konstitution haben werden.“³⁶

Mit dieser erweiterten Hypothese einer möglichen Differenziertheit der Biogene hinsichtlich ihrer chemischen Zusammensetzung, ihres zellulären Vorkommens und damit auch ihrer lokalen Funktionen schuf sich Verworn den Freiraum für seine Hypothesen zu den natürlich auch Berger besonders interessierenden Prozessen im Zentralnervensystem.

Aufgrund der Labilität der Biogene sah Verworn die Energiebilanz aus dem *Biogen-Zerfall* (Abbau, von ihm *Dissimilation* genannt) als Quelle der psychischen Energie. Die Regeneration der Biogene, also die *Biogen-Synthese* bezeichnete Verworn als *Assimilation*. Die psychische Energie, wie auch die Energie für nervale Reizleistungen aller Art solle also aus der freiwerdenden chemischen Energie beim Dissimilationsprozeß der Biogene geliefert werden. Im Originaltext seines Lehrbuches verwendete Verworn dafür folgende Formulierungen:

„Wie haben gesehen, dass die Biogene sehr labile Verbindungen sind, mit anderen Worten, dass die Atome ihres Moleküls sich in lebhaften Schwingungen befinden, infolge deren gewisse Atome gelegentlich in die Anziehungssphäre anderer gelangen, mit denen sie, zu einer festen Verbindung vereinigt, sich als selbständiges Molekül abtrennen. So erfolgt auf Grund der grossen intramolekularen Wärme die spontane Dissimilation des Biogenmoleküls [...] [es] erfolgt im Anschluß an die spontane Dissimilation die spontane Assimilation des Biogenmoleküls [...] Da die Dissimilation der Biogene durch die intramolekularen Schwingungen der Atome bedingt ist, so liegt es auf der Hand, dass alle Faktoren, welche die intramolekularen Schwingungen der Atome verstärken, den Dissimilationsprozess unterstützen müssen. So erklärt sich der erhöhte Zerfall, [...], der bei Einwirkung chemischer, mechanischer, thermischer, phonischer (akustischer), galvanischer Reize auftreten kann.“³⁷

Für Berger war von Bedeutung, dass Verworn neben den *verstärkenden* Reizen auf die Dissimilation auch Reize definierte, die Dissimilation „zu *lähmen*“ (Abkühlung etc.). Für beide Einflußrichtungen führte Verworn den Begriff „*dissimilatorische Reize*“ ein.

36 Ebd., S. 583.

37 Ebd., S. 590f.

Für den Wiederaufbau der Biogene, der Assimilation, vor allem deren Steigerung und Lähmung betreffend, hatte Verworn folgende Erklärung:

„Vor allem wird also in dieser Richtung wirken die erhöhte Zufuhr von Nahrungsmaterial und Sauerstoff, [...] dann alle Reize, welche die Produktion von Fermenten anregen, die zur Lösbarmachung fester Naturstoffe erforderlich sind u.s.w. Aber umgekehrt wird es auch Faktoren geben, welche den Assimilationsprozess lähmen [...] Wir wollen all diese Faktoren, die den Assimilationsprozess entweder erregen oder lähmen, als „assimilatorische Reize“ bezeichnen.“³⁸

Entscheidend für die weitere Konkretisierung der Vielfalt nervaler Reizbedingungen und der psychischen Leistungen war für Verworn die Bewertung des *Quotienten Assimilation/Dissimilation (A/D)*, den er als „*Biotonus*“ bezeichnete. Die Dynamik der nervalen Prozeßabläufe insgesamt, also einschließlich der psychischen, charakterisierte er jeweils durch Abweichungen des Quotienten A/D von 1. Mit A/D = 1 kennzeichnete er den Ausgangszustand, der sich im intakten Nervengewebe nach vollzogener Leistung und anschließender Erholung immer wieder einstellen muß (nach Hering „*innere Selbststeuerung des Stoffwechsels*“).

In Anlehnung an E. Hering differenzierte Verworn anhand des Quotienten A/D die Reize schließlich in folgende Kategorien: Dissimilatorische Erregung, dissimilatorische Lähmung, assimilatorische Erregung, assimilatorische Lähmung, totale Erregung, Assimilatorische Erregung + dissimilatorische Lähmung, assimilatorische Lähmung + dissimilatorische Erregung. Weiterhin behandelte er das Problem der Interferenz von Reizwirkungen und differenzierte hier zwischen Verstärkungen („*Erregbarkeitssteigerungen*“) und „*Erregbarkeitsherabsetzungen*“ des folgenden gegenüber dem vorhergehenden Reiz und führte hier als Ursache für Hemmungserscheinungen den Begriff „*antagonistische Stoffwechselprozesse*“ ein.³⁹

Hans Berger hatte bereits aus Verworns 1897er Lehrbuch dessen Dissimilationshypothese und den Biotonus übernommen und auf seinen ersten großen Experimentalkomplex zur zerebralen Blutzirkulation angewandt (siehe Abschnitt 3.). Die 1907 von Verworn erschienene Monographie schien ihn jedoch so fasziniert zu haben, dass er im Exemplar der Bibliothek seiner Jenaer Nervenlinik reichlich handschriftliche Anmerkungen mit Bleistift machte (wir konnten hier im Vergleich mit Bergers Tagebüchern die Identität der Handschrift sichern).⁴⁰

In letztgenanntem Werk widmete Verworn den „Vorgängen in den Elementen des Nervensystems“, den „Bewusstseinsvorgängen“ und „Schlaf, Traum, Suggestion und Hypnose“ eigene Kapitel, deren Erkenntnisinhalte Berger in mehreren seiner Publikationen referierte und als Hypothesen zur Erklärung seiner eigenen Befunde nutzte. Dazu gehörten die für Berger immer wichtiger werdenden histologisch-anatomischen Befunde Cajals (unter Anwendung der Golgi-Methode), die mit damaliger mikroskopischer Technik erstmals die zellulären Einheiten der

38 Ebd., S. 591.

39 Vgl. Hering, Theorie der Vorgänge.

40 Vgl. Verworn, Mechanik des Geisteslebens.

Nerven- oder Ganglienzellen erkennen ließen und im letzten Jahrzehnt die Grundlage der „Neuronenlehre“ bildeten:

„Ganglienzellen und Nervenfasern bilden eine einzige zelluläre Einheit. Diese zelluläre Einheit ist das Neuron, ein Zellkörper mit baumartig verästelten Ausläufern (Dendriten), der einen längeren Fortsatz entsendet, welcher in seinem weiteren Verlauf zur Nervenfaser, zum so genannten Achsenzylinder des peripheren Nerven wird.“⁴¹

Verworn referierte in seiner Publikation 1907 eine weitere, für Berger enorm wichtige Erkenntnis Cajals:

„[dass] der Faden, der von der Ganglienzelle ausgeht (gemeint ist das Axon), wenn er sich im Zentralnervensystem an eine zweite Ganglienzelle ansetzt, nicht durch Kontinuität in diese Zelle übergeht, sondern sich nur an die zweite Ganglienzelle anlegt, so dass also zwischen zwei solchen Neuronen, [...], eine Trennungsstelle besteht. Es ist nach diesen Befunden keine Kontinuität zwischen zwei Neuronen vorhanden, sondern nur ein Kontakt. Daraus schloß Ramon y Cajal: das ganze Nervensystem besteht aus Ketten von aneinander gereihten Neuronen.“⁴²

Aus der Kombination dieser nervalen Feinstrukturen, betreffend vor allem die Axone und die Kontaktstellen zwischen benachbarten Neuronen (synaptische Kontakte), mit seiner „Dissimulationshypothese der Biogene“, sowie mit Erkenntnissen aus elektrischen Erregbarkeitsuntersuchungen an Nerven und aus der zerebralen Nährstoffzufuhr über Blut und Lymphe versuchte Verworn zu ergründen, was in den unterschiedlichen Elementen des Nervensystems vorgeht. Dabei sah er die Nervenfasern als die Leitungsorgane der nervösen Prozesse an, wandte sich aber gegen damalige Vorstellungen eines Vergleichs mit der elektrischen Leitung in Metalldrähten („Leitungen physikalischer Natur“) und erklärte aufgrund auch selbst erhaltener Experimentalbefunde:

„[...] dass der Leitungsvorgang kein einfacher physikalischer Prozess sein kann, sondern nur ein Vorgang, der an den Stoffwechsel seiner lebendigen Substanz, speziell an den Sauerstoffverbrauch gebunden ist, d.h. der Nervenleitungsvorgang besteht in der Übertragung eines chemischen Erregungsprozesses von Querschnitt zu Querschnitt durch die ganze Nervenfasern hin. Von Nervenzelle zu Nervenzelle [...], eine plötzliche einzelne oder intermittierende Entladung, eine dissimilatorische Erregung, das ist es, was der Nerv allein leitet. [...] Er leitet nichts anderes als einzig und allein dissimilatorische Erregungen der Zelle, die er mit anderen in Verbindung setzt. Das sind die nervösen Impulse in unserem Nervensystem.“⁴³

Aus dieser auf neuronal-zellulärer Basis abgeleiteten Hypothese ergab sich für Verworn natürlich ein Erklärungsproblem für die Abläufe auf höheren, also integralen Ebenen. Er versuchte es anhand der Frage „*was ist eigentlich das Gedächtnis?*“ darzustellen, für dessen Sitz die Großhirnrinde favorisiert wurde (Flechsigt u.v.a.). Für den heutigen Leser mit derzeitigem Kenntnisstand dürfte Verworns Antwortversuch verblüffen:

„Es werden durch Übung in den Ganglienzellen des Gehirns offenbar irgendwelche Veränderungen hervorgerufen, die es bewirken, dass die Erregung dieser betreffenden Ganglienzellen

41 Ebd., Legende zu Fig. 1.

42 Ebd., S. 28f.

43 Ebd., S. 44f.

auf bestimmten eingeübten Bahnen von Ganglienzellen und Nervenfasern immer leichter entstehen und ablaufen kann. Worin besteht aber diese Veränderung? Man hat gesagt, es ist eine „Spur“, ein „Eindruck“, was da in der Ganglienzelle hinterlassen wird [...] In neuerer Zeit hat man versucht, das deutsche Wort „Eindruck“ zu ersetzen durch das griechische Wort „Engramm“. Man hat weiter gesagt, es sind molekulare Umlagerungen in den Ganglienzellen. Gewiß, molekulare Umlagerungen finden ja bei jedem Erregungsvorgang in den Ganglienzellen statt. Aber wir wissen auch, dass durch die Selbststeuerung des Stoffwechsels immer wieder der alte Zustand hergestellt wird, und das macht die Vorstellung, dass von dem Erregungsvorgang eine molekulare Umlagerung zurückbleiben soll, so schwierig [...]. Der Muskel kann uns den Weg zeigen, auf dem wir weitergehen müssen [...]. Wenn wir [...] den Muskel immer stärker und ausdauernder arbeiten lassen (reizen), so erholt sich der Muskel nicht bloß nach jeder Inanspruchnahme von der dissimilatorischen Erregung, sondern wir finden auch, dass er [...] infolge der wiederholten funktionellen Inanspruchnahme seiner Zellen an Substanz ganz beträchtlich zugenommen hat. Andauernde Übung eines Muskels führt [...] zu einer Vermehrung seiner Masse und dementsprechend zu einer Erhöhung seiner Leistungsfähigkeit. So ist es in der Ganglienzelle auch. Zwar vermehren sich [...] die Zellen des Gehirns nach der Geburt nicht mehr, aber sie können sich noch weiterentwickeln und das tun sie in der Tat.“⁴⁴

Der Begriff Engramm hat sich in der aktuellen neurowissenschaftlichen Literatur durchgesetzt.⁴⁵

Als ersten Beleg für diese Aussagen brachte Verworn den Vergleich der Entwicklung von Purkinje-Zellen des Kleinhirns des Kaninchens von unmittelbar nach der Geburt bis zum erwachsenen Tier, die sich in einer deutlichen Zunahme des Dendritenbaumes und damit ihrer Masse zeigte. Als weiteres Beispiel führte er *Bergers tierexperimentelle Untersuchungen* zu Veränderungen der Feinstruktur der Ganglienzellen der Sehsphäre der Großhirnrinde an Hunden und Katzen bei Verschluss der Augen nach der Geburt an.⁴⁶ Berger hatte bei neugeborenen Hunden und Katzen desselben Wurfes bei der Hälfte der Tiere die Augen mehrere Monate verschlossen gehalten und die andere Hälfte sich mit offenen Augen normal entwickeln lassen. Nach Tötung beider Gruppen hatte er die Gehirnregionen mikroskopisch untersucht und gefunden, dass die Ganglienzellen der Sehsphäre bei den Tieren mit verschlossen gehaltenen Augen deutlich *geringere Verzweigungen* zeigten.

Verworn hatte Bergers Originalarbeit von 1900 zitiert. Berger selbst schien dieses Zitat erst viele Jahre nach Verworns 1907 veröffentlichter Monographie dort entdeckt zu haben. Er vermerkte nämlich in dem in der Bibliothek der Jenaer Nervenlinik vorhandenen Exemplar handschriftlich am Rande seiner von Verworn übernommenen Abbildungen: „*Verworn, Allg. Physiol., 6. Aufl. 1915, S. 620–621.*“⁴⁷

Im Detail zu Bergers Publikation: Er entwickelte seine Konzeption zu diesen Untersuchungen aus Wernickes Ansicht, „*dass die Zellen eines bestimmten Rin-*

44 Ebd., S. 63f.

45 Der Begriff „Engramm“ erstmalig zitiert durch R. W. Semon 1904; ausführlich erläutert 1909. Vgl. Semon, *Mneme*; Ders., *Mnemischen Empfindungen*, S. 284. Von Berger zitiert in seiner Rektoratsede 1927. Vgl. Berger, *Lokalisation im Großhirn*, S. 14.

46 Vgl. Berger, *Experimentell-anatomische Studien*, S. 521ff.

47 Verworn, *Allgemeine Physiologie* (1915), S. 620f.

*dengebietes so lange embryonal bleiben, bis sie für die Niederlegung eines Erinnerungsbildes in Anspruch genommen werden*⁴⁸ und aus Versuchen zahlreicher Autoren, die mit Enucleationen von Augen bei Versuchstieren Degenerationen feststellten und Wernickes Ansicht bestätigen konnten. Anatomisch orientierte sich Berger an v. Monakow, indem er von dessen neuroanatomischen Beschreibungen des Nervus opticus und dessen Beziehungen zu verschiedenen Zellschichten der Occipitalrinde ausgehend, seine Hunde- und Katzenversuche startete.⁴⁹

Bergers mikroskopischen Untersuchungen lagen folgende Techniken zugrunde: Für die Schnitte verwendete er die Chromalaun-Chromkalium- (nach Weigert) und die Silber-Imprägnation (nach Golgi), für die Zellzählungen die Methode nach Hammarberg (zu dieser publizierte er bereits 1898). Berger gehörte damit zu den Erstautoren, die über mikroskopisch erfaßte feinstrukturelle Änderungen an Nervenzellen geschädigter Tiere berichteten. Neben deren Reduktion der Fortsätze fand er noch eine dichtere Anordnung der kleineren Pyramidenzellen und ein Verharren bestimmter Zell-Lagen auf einem jugendlicheren Entwicklungsstadium. Bereits makroskopisch zeigten sich Entwicklungshemmungen in Form von mangelhafter Furchung und geringerer Breite der Windungen des Occipitallappens.

Zudem hatte Berger in seiner Publikation, die immerhin sieben Jahre vor der Verworns erschienen war, bereits einige vergleichbare Deutungen vorausgeschickt. So schrieb er beispielsweise:

„Die Fortschritte der experimentellen Physiologie des Großhirns, die wir namentlich Munk zu verdanken haben, haben uns die Orte kennen gelehrt, an denen wir die einen Reiz auf einem bestimmten Sinnesgebiet entsprechenden corticalen Prozesse zu suchen haben. Nach der allgemeinen Annahme läßt jeder solcher Rindenprozess eine dauerhafte Veränderung in der Hirnrinde zurück, die wir uns als Umlagerung der Moleküle der Ganglienzellen denken müssen.“⁵⁰

Sein Vorbild Ziehen hatte sich ähnlich geäußert.⁵¹ In diesem Zusammenhang zitierte Berger Munks Ansicht, die „*centrale Sinnesflächen*“ für Sinnesempfindungen beschreibt, „*in der nur Zellen liegen sollen, die der Aufbewahrung materieller Spuren früherer Empfindungen, der so genannten Erinnerungsbilder dienen*“.⁵² Interessant ist, dass Berger in seiner Publikation eine seinerzeit entgegengesetzte Diskussion einflocht, die ihm für seine eigenen Deutungen allerdings nebensächlich erschien:

„[...] ist es einerlei, ob die physischen Vorgänge in ihnen (den Zellkörpern) oder in den Nervenfibrillen, die von ihnen ernährt werden, stattfinden.“⁵³

48 Wernicke, Grundriß der Psychiatrie.

49 Monakow, Gehirnpathologie, S.431ff.

50 Berger, Experimentell-anatomische Studien, S. 521f. Zu H. Munk vgl. Munk, Functionen der Großhirnrinde.

51 Vgl. Ziehen, Leitfaden physiologischen Psychologie.

52 Munk, Functionen der Großhirnrinde.

53 Berger, Experimentell-anatomische Studien, S. 521f.

Berger berührte damit die damals offene Frage, ob entweder die „fibrilläre Substanz“ (er nannte die Axone und Dendriten „Neurofibrillen“) oder der Zellkörper des Neurons für „*alle spezifischen nervösen Funktionen*“ verantwortlich ist. Bethe und Apathie entschieden sich damals pro „fibrilläre Substanz“, Nissl dagegen. Diese Unsicherheit um 1900 störte Berger also nicht.

Somit hatte auch Berger zu Verworns Hypothesen beigetragen, die letzterer für den heutigen Leser in einer so hinweisend interessanten Art darstellte, dass wir hier auch den Originaltext zitieren:

„Wenn wir uns nun vorstellen, dass die lebendige Substanz einer Ganglienzelle an Masse mehr und mehr zunimmt, so wird der nervöse Impuls einer solchen Ganglienzelle natürlich viel stärker sein müssen, als der Impuls, den eine kleine oder schwach entwickelte Ganglienzelle entlädt. Da aber von der Stärke des Impulses die Fortleitung der Erregung durch andere Ganglienzellstationen hindurch abhängig ist, so wird eine Ganglienzelle für die Assoziationsbildung um so geeigneter werden, je mehr sich ihr Zellkörper durch seine Massenzunahme infolge seiner funktionellen Beanspruchung, d.h. durch Übung entwickelt. [...] Eine stark entwickelte Ganglienzelle wird, wenn sie durch irgendeinen Impuls erregt wird, diesen Impuls mit großer Intensität auf der von ihr ausgehenden Bahn weiterschicken, und die Ganglienzellen, die sich auf dieser Bahn weiterhin anschließen, werden selbst wieder einen starken Impuls erhalten und weiter befördern. Wenn dagegen eine schwach entwickelte Ganglienzelle einen Impuls entsendet, so kann die Erregung so schwach sein, dass sie schon auf der nächsten Ganglienzellstation erlischt, denn wir wissen, die Leitung geht sehr leicht und schnell auch bei geringer Impulsintensität durch die Nervenfasern, aber verhältnismäßig schwer durch ungeübte Ganglienzellen hindurch. So schleifen wir Bahnen in der Großhirnrinde aus, indem wir bewirken, dass immer und immer wieder auf denselben Bahnen Impulse verlaufen und nicht nach anderen Richtungen abschweifen. [...] So üben wir durch Erziehung die Assoziationen ganz bestimmter Vorstellungen ein und schleifen die Bahnen zu logischer Gedankenverknüpfung aus. Darin besteht die Aneignung aller der Fähigkeiten, die wir in unserer Erziehung lernen müssen, und darauf beruht das Gedächtnis. Üben wir aber nicht mehr, so hört die funktionelle Inanspruchnahme der Ganglienzellen auf, und ihre Masse nimmt langsam an Umfang ab. Es wird uns schwerer zu erinnern oder die eingeübte Leistung zu reproduzieren und wir fangen allmählich an zu vergessen und zu verlernen [...]. Sie sehen, es handelt sich um ein fortwährendes Ablaufen von dissimilatorischen Erregungen auf den komplizierten Bahnen von Nervenfasern und Ganglienzellen. Wie auf einer Zündschnur der Funke, so läuft die dissimilatorische Erregung auf dem feingeordneten Netz von Bahnen und Stationen dahin, an der einen Station eine Erregung, an der anderen eine Hemmung erzeugend. So entsteht das subtile und höchst verwickelte Getriebe unseres Empfindens und Vorstellens, unseres Denkens und Handelns.“⁵⁴

Verworn erhielt bereits mit seinem erstgenannten Grundriß der Allgemeinen Physiologie in Rezensionen Anerkennung. So konnte der Verlag Gustav Fischer Jena bereits zur dritten Auflage 1901 positive Rezensionen zur zweiten Auflage abdrucken, die in Abb. 2.2. als Kopien zu sehen sind. Das Deckblatt seiner „Mechanik des Geisteslebens“ (1907), in der er seine Biogenhypothese in endgültiger Form formulierte, ist in Abb. 2.3. zu sehen. Mit diesem hypothetischen Basismaterial Verworns und den neuroanatomischen Befunden Cajals hatte der Nervenarzt Hans Berger durch den Physiologen und den Anatomen die erforderlichen, gleichzeitig aber auch nur die damals möglichen Fundamente seiner eigenen Konzeptionen

54 Verworn, Mechanik des Geisteslebens, S. 66ff.