

Zur Physiologie des Gehirnes.

Contributors

Christiani, Arthur.
Augustus Long Health Sciences Library

Publication/Creation

Berlin : Enslin, 1885.

Persistent URL

<https://wellcomecollection.org/works/j4z93tsy>

License and attribution

This material has been provided by This material has been provided by the Augustus C. Long Health Sciences Library at Columbia University and Columbia University Libraries/Information Services, through the Medical Heritage Library. The original may be consulted at the the Augustus C. Long Health Sciences Library at Columbia University and Columbia University. where the originals may be consulted.

This work has been identified as being free of known restrictions under copyright law, including all related and neighbouring rights and is being made available under the Creative Commons, Public Domain Mark.

You can copy, modify, distribute and perform the work, even for commercial purposes, without asking permission.



Wellcome Collection
183 Euston Road
London NW1 2BE UK
T +44 (0)20 7611 8722
E library@wellcomecollection.org
<https://wellcomecollection.org>

COLUMBIA LIBRARIES OFFSITE
HEALTH SCIENCES STANDARD



HX64101541

QP385 .C46

Zur Physiologie des

RECAP

QP 385

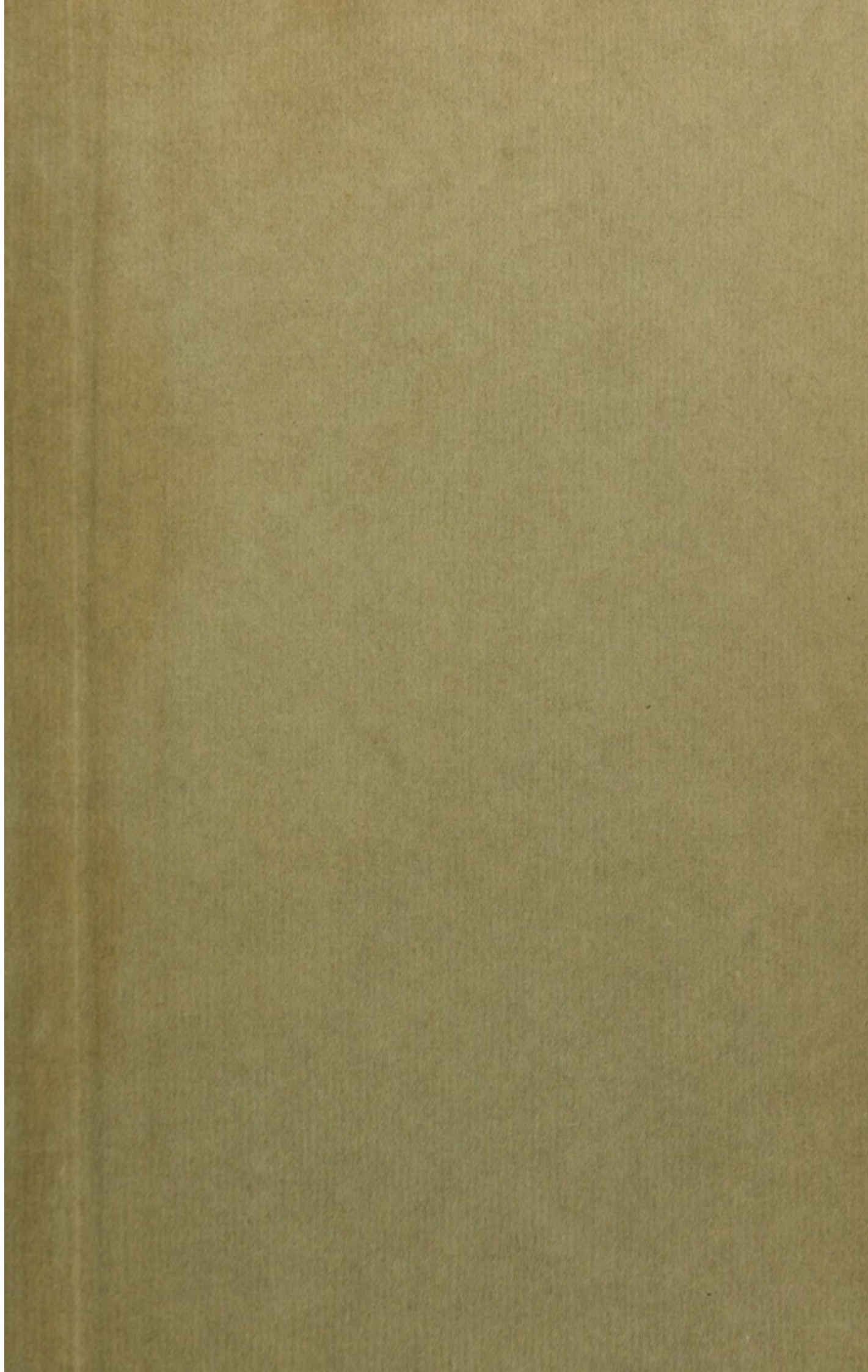
C 46

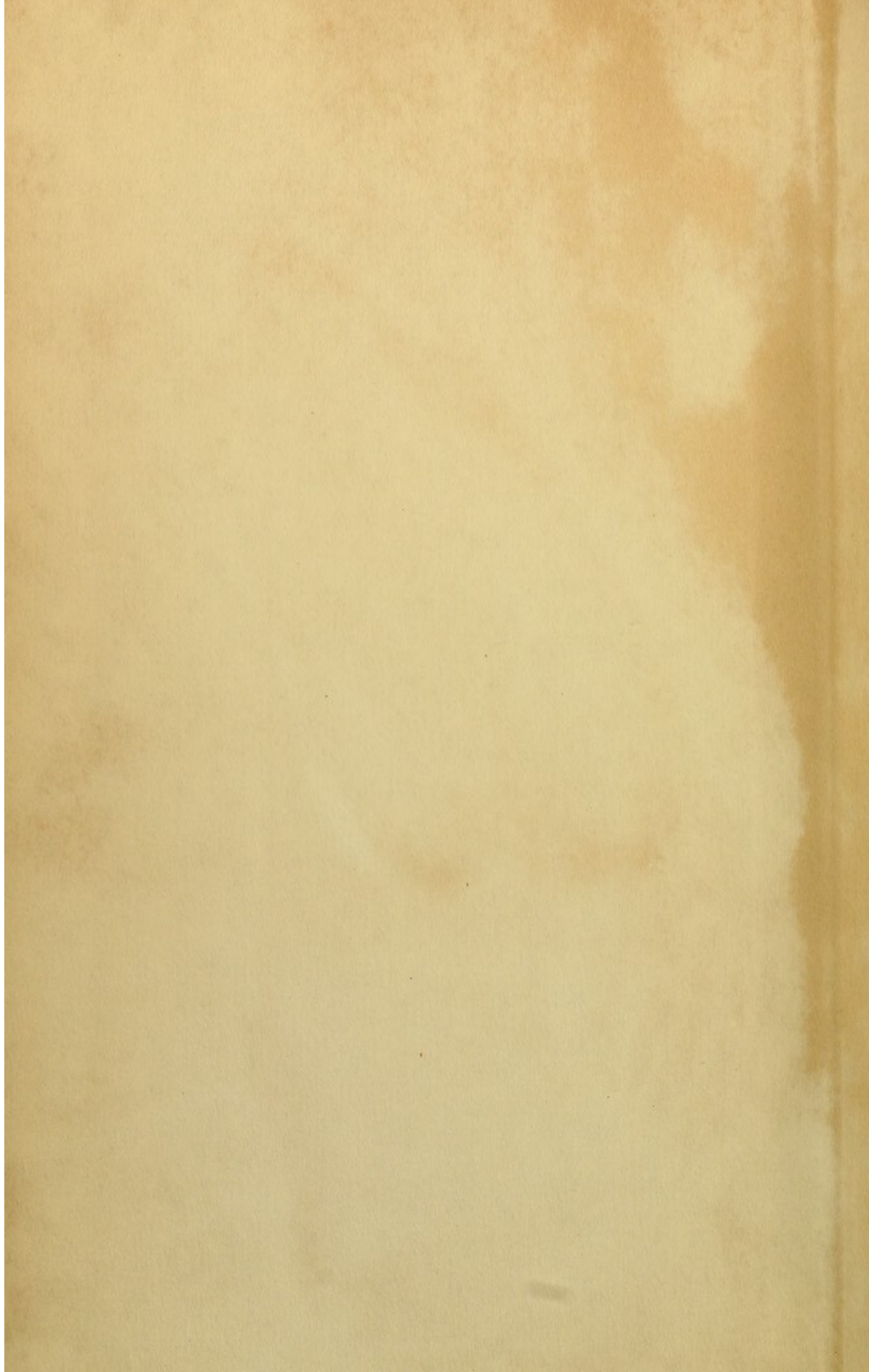
Columbia University
in the City of New York

College of Physicians and Surgeons



Library









Zur

Physiologie des Gehirnes.

Von

Dr. Arthur Christiani,
a. o. Professor an der Universität zu Berlin.

Mit 2 Tafeln.

BERLIN.
Verlag von Otto Enslin.
1885.

ghl

Columbia University
in the City of New York
College of Physicians and Surgeons



Library

Zur
Physiologie des Gehirnes.

Von

Dr. Arthur Christiani,

a. o. Professor an der Universität zu Berlin.

Mit 2 Tafeln.

BERLIN.

Verlag von Otto Enslin.

1885.

QP385

C46



„Satura“

nannten die Alten eine mit vielen bunten Früchten gefüllte Schüssel, welche sie den Göttern jährlich darbrachten. („*Lanx variis multisque primitiis referta.*“ Diomed. III. pag. 483 ed. Putsch). Eine solche Satura im guten alten Sinne bringe ich hier dar; ihr Inhalt will nicht angesehen werden als ein „buntes Durcheinander“, sondern als sorgfältige Sammlung aus allen Gärten der Forschung, so viele ihrer offen stehen. Den Kern, auf den es mir ankommt, und den ich der Frucht entnahm, die ich selber einst als Erstlingsgabe auf diesem Gebiete darbot, diesen thatsächlichen Kern habe ich dazu gethan und oben aufgelegt, zu zeigen, dass meine Frucht mit den übrigen Früchten gleichen Stammes war, und dass um alle diese vom Baume der Erfahrung gepflückten Früchte sich ein gemeinsames Band des Verständnisses schlingen lässt, wenn man auf die Kerne, nicht auf die bunte Schaale sieht.



V o r w o r t.

..... Quot capitum vivunt, totidem studiorum
Milia
..... Sed hic stilus haud petet ultro
Quemquam animantem et me veluti custodiet ensis
Vagina tectus

Horat. Satir. II. 1.

Wenngleich ich glaube hoffen zu dürfen, dass, was den Inhalt betrifft, die vorliegende Schrift für sich selber sprechen wird, so fühle ich doch das Bedürfniss einer besonderen Befürwortung bezüglich der Gestalt im Ganzen, in welcher dieselbe in der Hochfluth unserer heutigen Literatur auftaucht.

Die Schrift darf, soweit sie meine eigenen Arbeiten betrifft, nicht als ein in sich unbedingt abgeschlossenes Ganzes betrachtet werden: sie enthält vielmehr nur einen Theil der Veröffentlichung von Untersuchungen, mit denen ich mich in den letzten Jahren beschäftigte. Unvorhergesehene Umstände nöthigten mich leider, den von mir geplanten Gang meiner Arbeiten zu ändern, und, unter nochmaliger actenmässiger Vorführung der von mir bisher gebrachten und aufrecht erhaltenen experimentellen Befunde, auch hie und da schon Schlüssen und theoretischen Auffassungen Worte zu leihen, welche zum Theil vielleicht einen berechtigteren Ausdruck erst in Folge der ausführlichen Entwicklung jener „Grundzüge einer reinen Mechanik reizbarer organischer

Systeme“ gewinnen können, die ich in vorläufiger Mittheilung im Jahre 1880 andeutete.¹⁾ Wenn ich aber überhaupt im Anschlusse an meine experimentellen Beobachtungsergebnisse und an der Hand der Erfahrungen Anderer es wage, mich solchen theoretischen Schlüssen und Erörterungen hinzugeben, so bleibe ich mir des Werthes, welchen Hypothesen und Theorieen in der Naturwissenschaft haben, wohl bewusst. Mit der Aufdeckung mehr oder minder zusammenhangloser nackter Beobachtungsthatsachen ist dem menschlichen Geiste auf die Dauer ja nirgends gedient: überall wird nach unbekannt gebliebenen Zwischengliedern gesucht und überall greifen, wo solche zu finden keine Hoffnung winkt, annehmbare Hypothesen und Theorieen ein, um den Erfahrungsschatz zu einem verständlichen Continuum abzurunden, wodurch derselbe nicht selten auch dem practischen Interesse werthvoller gemacht wird. So sind auch in der Gehirnkunde, und auf keinem Felde der Forschung in gleichem Maasse, Hypothesen und Theorieen am Platze. Freilich dürfen solche nie vergessen, was sie sind: nie dürfen sie den Anspruch erheben, als Axiome die einen, als Dogmen die anderen anerkannt zu werden. Sie haben ihren Zweck erfüllt und dürfen in Ehren fallen, wenn sie bis zur Auffindung neuer, unversöhnlich widersprechender Thatsachen unserem Verständnisse weitergeholfen haben. Sind doch oft selbst gefallene Theorieen, noch längst nachdem ihre Unhaltbarkeit erkannt, im Stande, an gewissen Punkten Licht zu spenden, wo ihre Nachfolgerinnen noch im Dunklen tappen: noch heut erklärt die Emanationstheorie eines Newton gewisse Erscheinungen des

¹⁾ Verhandlg. d. physiologisch. Gesellsch. zu Berlin, Sitzung vom 29. October 1880, s. auch E. du Bois-Reymond's Archiv 1880 Supplementband.

Lichtes mit Eleganz, die ihrer Besiegerin, der Undulations-theorie, unzugänglicher bleiben.

Meine Schrift bringt also Altes und Neues zur Physiologie des Gehirnes und nicht nur sind, wie gesagt, in ihr die Mittheilungen enthalten, welche ich selber über diesen Gegenstand bisher veröffentlicht habe, sondern es sind auch, soweit sie die Frage von der Localisation der Sehfunction angehen, die Erfahrungen und Ansichten der hervorragendsten übrigen Forscher, zum Theil in Form von Referaten, zum Theil geradezu in Auszügen, in Kürze wiedergegeben¹⁾. Was diese Frage und was das Polemische gegen Herrn Hermann Munk betrifft, so habe ich eben durch die besondere, geschichtliche Haltung der Schrift, durch Wiedergabe meiner eigenen Arbeiten, sowie durch sorgfältige Auszüge und correcte Citate auch aus Munk's Arbeiten²⁾ dafür gesorgt, dass jeder Leser sich selber ein unabhängiges Urtheil über die Lage der Dinge zu verschaffen im Stande ist: ein solches objectives Urtheil lässt sich nur schwer gewinnen, wenn die einzelnen Publicationen bei einem wissenschaftlichen Streite zeitlich und räumlich getrennt sind.

Polemik in der Wissenschaft kann verwerflich, sie kann nützlich, sie kann Pflicht sein. Jede Polemik aber, welchen innern Gehalt sie auch habe, wird sich der Form nach in gewissen Schranken zu halten und wird dem allgemeinen Urtheile nicht vorzugreifen haben. Wenn daher Herr Munk³⁾

¹⁾ Nachträgliche Zusätze sind durch: [N. Z.] oder auch nur durch eckige Klammern gekennzeichnet. Auch sind einzelne Sätze, um sie hervorzuheben in eckige Klammern gesetzt und in gesperrtem Drucke wiedergegeben worden. Anführungszeichen sind nicht immer, sondern nur da beigegeben, wo es besonders wichtig erschien, den Auszug als Citat zu kennzeichnen.

²⁾ Auch hier sind einzelne Sätze, um sie hervorzuheben, von mir gesperrt und z. Th. in eckige Klammern eingefasst worden.

³⁾ In No. 20 der Verhandlungen der physiolog. Gesellschaft zu Berlin. Jahrgg. 1883—84 S. 65—74; ausgegeben am 16. August 1884.

den Inhalt meines Vortrages in der physiologischen Gesellschaft zu Berlin vom 20. Juni v. J., mit welchem Inhalte im Grossen und Ganzen der Inhalt dieser Schrift übereinstimmt¹⁾, ein „buntes Durcheinander“ nennt, mit dem er diese Gesellschaft nicht „behelligen“ möchte²⁾, so kann ich meinem Gegner, da dieser Vortrag nicht in toto veröffentlicht vorlag³⁾, auch nicht gestatten, mit seinem Urtheile dem Urtheile namentlich desjenigen wissenschaftlichen Publicums vorgreifen zu wollen, welches in jener Sitzung nicht zugegen war. Wie ich bei aller Bescheidenheit so kühn bin zu hoffen, wird nach Durchlesung des hiervorliegenden Ganzen die Mehrzahl der Leser Hrn. Munk's Geschmack nicht theilen, — doch ich bemerke, dass es scheinen könnte, als wolle ich hiermit in den eben gerügten Fehler meines wissenschaftlichen Gegners verfallen.

Wie nun aber auch das Urtheil des Einzelnen ausfallen sollte, Eins steht für mich nach John Locke fest:

„Die Grundsätze, Begriffe und der Geschmack des Menschen sind so verschieden, dass man schwerlich ein Buch finden wird, was Allen gefällt oder Allen missfällt.“

Dies habe ich wohl bedacht, aber auch gewusst, dass, wenn ich auch nicht das Glück haben kann, Allen zu gefallen, ich doch bemüht sein kann und muss, meine Gabe so einzurichten,

„dass auch Niemand sich durch mich für verletzt zu halten braucht.“

1) Capitel II giebt den ersten Theil des Vortrages wieder, so wie er gehalten und bereits veröffentlicht wurde; die andern beiden Theile des Vortrages sind in den Capiteln IV. bis VIII. enthalten. S. jedoch Anmk. zu S. 83

2) S. hier unten die Anmerkung auf Seite 29 f.

3) S. hier S. 29.

Ich bin überzeugt davon, dass durch diese Schrift Niemand aus der Zahl Derjenigen abgestossen oder irgendwie verletzt wird, denen es gegeben ist, die Arbeit unseres Zeitalters mehr *sub specie aeternitatis* zu betrachten. Das genügt mir.

Die Ritter vom Geiste, sagte ich mir, sollen gegen einander Lanzen brechen, aber sie haben sich dabei — *noblesse oblige* — an die Regeln der Höflichkeit zu binden.

Berlin, Ostern 1885.

Arthur Christiani.

Inhaltsübersicht.

	Seite
Cap. I. Experimentelle Beiträge zur Physiologie des Kaninchenhirnes und seiner Nerven	1—18
§ I. Über Athmungscentren und centripetale Athmungsnerven	1—13
Einwirkung der Sinnesnerven auf die Athmung. Athmungscentren im Mittelgehirn. Pupillencentren. Wirkung von Strychnin und Chloral auf die Athmung. Beeinflussung der Athmung durch Fortnahme der Sehhügel, der Vierhügel, des kleinen Gehirnes. Hemmende Schnitte. Vagisection bei enthirnten Thieren.	
§ II. Beobachtungen über das Verhalten nicht gefesselter Kaninchen bei sprungweise vorschreitender Enthirnung	14—18
Erhaltung der Fähigkeit für Stand und Locomotion unmittelbar nach Enthirnung. Spontane Ortsveränderungen und Schlaf enthirnter Thiere. Umhergehen und vermeiden von Hindernissen. Das Coordinationscentrum und seine Zerstörung. Erregender, Tetanus erzeugender Schnitt. Zweckmässige Reflexe der Medullathiere. Angriffspunkte von Strychnin und Chloral.	
Cap. II. Weitere Beiträge. Zur Physiologie des Gehirnes .	19—30
Einflüsse des Gehirnes auf das Herz. Coordinationscentrum. Temperaturverhältnisse. Epileptiforme Erstickungskrämpfe. Versuche am Hunde. Über das Vermeiden von Hindernissen von Seiten enthirnter Thiere. Verletzungen des Streifenkörpers. Anrennen normaler Thiere an Hindernisse.	
Cap. III. Über die centralen Organe für das Sehen und das Hören bei den Wirbelthieren, von Hermann Munk. (Referirender Auszug mit kritisirenden Anmerkungen)	31—45
H. Munk's Enthirnungsverfahren. Folgen der Operation: Erschöpfungsstadium, Ruhestadium, Laufstadium. Ursachen der Laufbewegungen. H. Munk's vermeintlicher Beweis für die vollkommene Blindheit bis zu den Sehhügeln hin enthirnter Thiere.	

Cap. IV. Zur Kenntniss der Functionen des Grosshirns, und von dessen Exstirpation bei Kaninchen . .	46 — 82
§ I. H. Munk's Erklärungsversuch des Ausweichens der enthirnten Thiere vor Hindernissen	46 — 52
§ II. Christiani's Verfahren zur Enthirnung der Kaninchen und dessen Folgen	52 — 57
§ III. H. Munk's Aufgabe und Lehrmeinung. Christiani's Hypothese über das Sehen enthirnter Thiere . . .	57 — 61
§ IV. Christiani's Aufgabe. Theorie der äquilibrirenden Schnitte und deren thatsächliche Bedeutung . . .	62 — 69
§ V. Nichtäquilibrirende Schnitte und deren Folgen. Correctur derselben. Spontane Übergänge zum Hirn- gleichgewicht. Theorie der nichtäquilibrirenden Schnitte	69 — 74
§ VI. H. Munk: „Über Grosshirnexstirpation beim Kanin- chen“	74 — 82

Die Frage von der Localisation der Sehfunction.

Cap. V. Erster Theil: die Zeit bis 1876	83 — 99
§ I. Albrecht von Haller	83 — 86
§ II. Johannes Müller	86 — 91
§ III. Die Zeit bis zu Hitzig's Entdeckung (1874) und Ferrier's Versuchen	91 — 99
Cap. VI. Zweiter Theil: die Zeit von 1876 — 1881 . . .	100 — 137
§ I. Erfahrungen und Anschauungen von Friedrich Goltz .	100 — 105
§ II. Hrn. H. Munk's Mittheilungen über eine Localisation der Sehfunction	105 — 120
§ III. Luciani und Tamburini	120 — 123
§ IV. Hr. v. Gudden und die pathologisch - experimentelle Methode	123 — 137
Cap. VII. Dritter Theil: die Zeit von 1881 bis zur Gegenwart	138 — 165
§ I. Hrn. Goltz' Versuche über Localisation	138 — 142
§ II. Ferrier und Yeo gegen Munk	143 — 144
§ III. Luciani und Hitzig gegen Munk	144 — 149
§ IV. Hrn. Jacques Loeb's Versuche und Mittheilungen über die Sehstörungen nach Verletzung der Grosshirnrinde am Hunde	150 — 157
§ V. Hrn. H. Munk's Versuche an Tauben	157 — 161
§ VI. Sigmund Exner über Localisation und Marchand über pathologische Hemianopsien beim Menschen . . .	161 — 165
Cap. VIII. Rückblicke und Ausblicke	166 — 173
Beilagen	174 — 175
Zusätze	176

Erstes Capitel.

Experimentelle Beiträge zur Physiologie des Kaninchenhirnes und seiner Nerven*)

von
Arthur Christiani.

§ I.

Über Athmungscentren und centripetale Athmungsnerven.

Hr. E. du Bois-Reymond pflegt seit einigen Jahren in seinen Vorlesungen eine Beobachtung des Hrn. Werner Siemens mitzutheilen, wonach die Arbeiter bei Versuchen über elektrisches Licht über Übelkeit und auch wohl über Erbrechen zu klagen haben, besonders wenn das Licht intermittirend wirkt. Er hält es nicht für unmöglich, dass bei der sogenannten Bergkrankheit (puña) die Blendung durch den Schnee eine ähnliche Rolle spiele. Diese und ähnliche Beobachtungen mussten die Vorstellung erwecken, dass Reflexe vom Nervus opticus auf den Vagus vorkommen. Ich nahm mir vor, dieser Vorstellung experimentell nachzugehen, und reizte daher an Kaninchen zunächst den in der Orbita frei präparirten Sehnerven, sowie die daselbst liegenden Trigeminuszweige, beide Nervenarten wohl von einander gesondert, mittels so schwacher Inductionsströme bei Helmholtz'scher Anordnung, dass in die Tiefe greifende Stromschleifen ausgeschlossen erscheinen durften.

*) Abgedruckt aus den Monatsberichten der Königl. Akademie der Wissenschaften zu Berlin 1881. S. 213—227. (In der Gesamtsitzung vom 17. Februar 1881 vorgelegt von Hrn. E. du Bois-Reymond.)

[214]*) Der Erfolg der Reizung des Opticus war ein zweifacher: Beeinflussung der Athmung sowohl, wie Veränderung der Herzthätigkeit bis zum Stillstande.

Opticus und Trigeminus unterschieden sich dabei wesentlich von einander, indem die elektrische Reizung des Ersteren beschleunigend auf die Athmung, bezüglich inspiratorisch, wirkte, und zwar, wenn auch weniger ergiebig, so doch ganz nach Art des von Traube und von Rosenthal am Halse des Kaninchens gereizten centralen Vagusendes, während die Beeinflussung der Athmung durch Trigeminusreizung ganz im Gegensatz, also nur im expiratorischen Sinne erfolgte.

Diesen Reizungen besagter Hirnnerven in der Orbita liess ich solche an der Basis cranii folgen, an Kaninchen, denen ich ohne Unterbindung der Carotiden Grosshirnhemisphären und Streifenhügel vollständig entfernte. Der Erfolg der intracraniellen Reizung war im Wesentlichen derselbe, wie der der orbitalen. Auch der adäquate Reiz für den Opticus, das Licht, ergab in Bezug auf die Athmung vor und nach Enthirnung beschleunigende und inspiratorische Wirkung, und zwar war dieser Erfolg nach Enthirnung bei weitem ausgiebiger, als vor derselben.

Den eben beschriebenen entsprechende Resultate wurden auch durch mechanische Reizungen des Sehnerven und des Quintus erzielt.

Nichts lag nunmehr wohl näher als die Prüfung des durch seinen adäquaten Reiz erregten Acusticus bezüglich etwaiger respiratorischer Fähigkeiten. Das Ergebniss der Versuche entsprach durchaus dem der optischen Reizungen: auch der Acusticus wirkte, wie Traube's centraler Vagusstumpf, stets inspiratorisch. Nur war die Erregbarkeits-erhöhung für acustische Reflexe auf die Athmung nach Ent-

*) Seitenzahl in den Monatsber. d. Akad.

fernung der Grosshirnhemisphären und der Streifenhügel noch ausgesprochener, als die für optische Athemreflexe. Freilich mag dieser Unterschied lediglich darin begründet sein, dass mechanische Insulte des Sehnervenverlaufes bei der Enthirnung schwerer zu vermeiden sind.

Wenngleich durch Anwendung des adäquaten und des mechanischen Reizes auf den Opticus respiratorisch dasselbe erreicht war, als durch die elektrische Reizung, so wurde trotzdem immer noch dem Verdachte Raum gegeben, dass es sich bei den intracraniellen elektrischen Reizungen um Stromschleifen gehandelt haben könnte, [215] welche nach dem Vaguskerne, oder sonst wohin, sich ergossen hätten.

Es wurden daher die dem Tractus opticus nahe gelegenen Hirntheile mit Strömen gleicher Art und Stärke, wie zuvor der Opticusstamm selbst, gereizt. Hierbei zeigten nun die dem Sehnerventract benachbarten Theile keine Wirkung auf die Athmung; nur in der Mitte nach vorn zu liess auch das Äussere der Thalami optici eine schwächere inspiratorische Wirkung erkennen. Im Inneren aber enthielten die Sehhügel eine ganz circumscripte Stelle in geringer Höhe über dem Boden, in der Seitenwand des dritten Ventrikels, nahe den Vierhügeln, eine Stelle, deren mechanische, thermische oder elektrische Reizung mit grösster Präcision, je nach der Stärke des Reizes und dem Grade der Erregbarkeit, Stillstand des Zwerchfelles in Inspiration oder inspiratorisch vertiefte und beschleunigte Athmung verursachte. Trennt man durch einen genau in der Medianebene bis auf die Basis cranii geführten Schnitt die Sehhügel von einander, indem man in den Ventrikel eingehend und von dem hinteren Ende desselben beginnend ein Messerchen nach vorn hin durch den ganzen noch vorliegenden Gehirnstumpf treten lässt, und klappt man dann die Sehhügel auseinander, so lässt sich jederseits eine kleine Stelle von ungefähr einem Cubikmillimeter Inhalt in besagter

Gegend nachweisen, welche gereizt die genannte Einwirkung auf die Athmung zeigt. *)

Von dem Effecte der centralen Vagusreizung am Halse unterscheidet sich der Reizungserfolg an dieser von mir „Inspirationscentrum des dritten Ventrikels“ genannten Stelle wesentlich dadurch, dass unter gewöhnlichen Umständen und bei nicht zu starkem Reize die Athmung nicht unter Verflachung beschleunigt erscheint, sondern dass bei ausserordentlicher Beschleunigung eine bedeutende Vertiefung der Athemzüge nach beiden Richtungen hin hervorgerufen wird. Hierbei sieht man dann auch ein überraschend lebhaftes Spiel der concomitirenden Athembewegungen, namentlich fällt auch die starke rhythmische Mitbewegung des Schwanzes auf.

Eine solche in inspiratorischer und expiratorischer Richtung gleichmässige Vertiefung kann auch ohne Vermehrung der Athemfrequenz, z. B. bei hochgradiger Anaemie des Thieres nach absichtlicher Öffnung der Carotiden, auf Reizung dieser Stelle eintreten.

Nach beendeter Reizung des Inspirationscentrums zeigt sich [216] übrigens häufig ein kürzerer compensatorischer Stillstand in gewöhnlicher, zuweilen aber auch in activer Expiration.

Am besten wird man das beschriebene Centrum bilateral reizen, indem man, wie ich es zu thun pflege, mit einem zu einer feinen Sonde vereinigten Elektrodenpaare von etwa Stecknadelkopfgrosse nach Entfernung der Grosshirnhemisphären und der Streifenhügel an der hinteren Wand des dritten Ventrikels von oben her vorsichtig in die Höhle des letzteren bis zu einer Tiefe von etwa zwei Millimeter über dem Boden eingeht. Schon die Eröffnung des bis dahin noch durch die Tela chorioidea superior von oben her geschlossenen

*) [N. Z.] S. auch Centralblatt für die med. Wissenschaft 1880, Seite 273—74 und hier unter den Beilagen.

Ventrikels und der durch das Eindringen der Sonde gesetzte mechanische Reiz genügen, um die Athmung in der dem schwächer elektrisch gereizten Inspirationscentrum zukommenden Weise zu modificiren. Wurde, was nicht geschehen sollte, bereits bei Wegnahme der Grosshirnhemisphären die den oberen Verschluss des Ventrikels bildende Gefässhaut zerrissen, so zeigte sich nach beendeter Operation die Athmung beschleunigt und vertieft, oder auch nur vertieft, gegen die vor der Operation am intacten Thiere wahrgenommene. Wenn aber diese vorzeitige Ventrikeleröffnung, sowie jeder noch so geringe Druck auf die Thalami und vor Allem auch auf die Vierhügel vermieden worden war, so pflegte die Athmung nach der Enthirnung sich nur durch eine geringe Vertiefung, mitunter auch gar nicht, von der normalen zu unterscheiden.

Zur elektrischen Reizung kann und muss man sich nur ausserordentlich schwacher Ströme bedienen; sind die angewandten Ströme zu stark oder weicht man etwas zu weit nach vorn ab, so erhält man leicht bei tiefstem Inspirationsstillstande starke Action der Strecker und allgemeinen Tetanus. Bei der elektrischen Reizung des Bodens des dritten Ventrikels kommt auch das Herz zum Stillstande und verengt sich die Pupille, wenn man nicht zu weit nach vorn hin reizt; anderenfalls tritt starke Pupillenerweiterung ein¹⁾. Für den Fall der gewöhnlichen, physiologischen Erregung scheint das Inspirationscentrum des dritten Ventrikels mit dem pupillenerweiternden Centrum daselbst associirt zu sein. So wirkt z. B. Reizung des Acusticus durch Schreien in's Ohr pupillenerweiternd (Westphal, Claude Bernard), und so erregt [217] dyspnoëtische Blutmischung beide Centren.

¹⁾ Entsprechende Resultate bezüglich der Pupillenänderungen erhielten am Hunde Hensen und Völckers, Arch. f. Ophthalm. XXIV S. 1—26.

Opticusreizung hat allerdings neben inspiratorischem Antriebe Pupillenverengung zur Folge.

Auch toxisch, z.B. durch Strychnin, werden beide Centren, das inspiratorische und das pupillenerweiternde, gleichzeitig mit einander erregt. Schon geringe Mengen des genannten Alcaloides erzeugen, local in den dritten Ventrikel applicirt, Vermehrung und Vertiefung der Respiration mit Übergang in Inspirationsstillstand bei erweiterten Pupillen, und äusseren Reizen gegenüber zeigt sich, dass das Strychnin die Erregbarkeit des Inspirationscentrums enorm erhöht hat. Bei etwas grösseren, localbeigebrachten Dosen folgt unter den bekannten Vorboten allgemeiner Tetanus, der durch Entfernung der Sehhügel coupirt wird. In der Chloralnarkose dagegen zeigt sich das Inspirationscentrum in seiner Erregbarkeit ausserordentlich herabgesetzt und die Pupille verengt. Ja es erscheint sogar wahrscheinlich, dass die geringe Frequenzvermehrung der Athmung, welche man auf elektrische Reizung des dritten Ventrikels bei tiefster Chloralnarkose erhält, überhaupt nicht mehr durch Erregung des dort gelegenen Inspirationscentrums, sondern durch Erregung von tiefer gelegenen inspiratorischen Ganglien zu Stande kommt. Doppelte Vagisection ändert am respiratorischen Verhalten des gereizten Inspirationscentrums des dritten Ventrikels nichts: das Herz fährt aber unter diesen Umständen fort zu schlagen.

Die mechanische Zerstörung des genannten Centrums ist bei der Umschriebenheit desselben sehr leicht, und bei unvorsichtigem Eindringen mit einer gröberen Sonde nur zu häufig wider Willen herbeigeführt. Sicher entfernt man dasselbe, indem man es mittels einer Troicarthülse von 3 bis 4^{mm} Durchmesser ausstanzt, und zwar hat man sich bei Durchstechung der Thalami hart am vorderen Rande der Corpora quadrigemina anteriora und genau in der Mitte zu halten; auch hat man Acht zu geben, dass die Sehhügel nicht seitlich

ausweichen: man wird daher zweckmässig verfahren, wenn man bei einer etwaigen Reizung vor dem Ausstechen den Ventrikel möglichst wenig erweitert.

Vor und besser noch nach Entfernung dieses Inspirationscentrums lässt sich ein in expiratorischem Sinne wirksames Centrum in der Substanz der vorderen Vierhügel, dicht unter und neben dem Aquaeductus Sylvii, nachweisen. Seine Reizung bewirkt, vor wie nach doppelter Vagisection, das Auftreten explosiver, activer Expirationsstösse oder Stillstand in gewöhnlicher oder [218] in activer Expiration. Nach beendeter Reizung pflegt compensatorisch Beschleunigung in Inspiration zu erscheinen, und dabei tritt häufig ein eigenthümliches Schreien auf, welches aus mehreren einzelnen Stössen bestehend der Athemcurve eine charakteristische Form ertheilt. Genau dasselbe Schreien bemerkt man, für Auge und Ohr gleich erkenntlich, nach Trigeminusreizung.*) Übrigens sind die activen Expirationsstösse, welche auf Trigeminusreizung folgen, ergiebiger nach der Zerstörung des Inspirationscentrums des dritten Ventrikels, als vor derselben. Dem Expirationscentrum der vorderen Vierhügel ist das pupillenverengernde Centrum associirt.

Sehr bemerkenswerth erscheint die aus meinen Beobachtungen hier anzureihende Thatsache, dass das Inspirationscentrum des dritten Ventrikels auch in der Apnoë erregbar bleibt. Reizt man dasselbe während letzterer elektrisch, so erfolgt eine besonders stark ausgesprochene expiratorische Compensation nach beendeter Reizung, so dass in der Apnoë vermehrte Erregbarkeit und Erregung des Hemmungscentrums zu Stande kommen dürfte. Hiermit stimmen ebenfalls von mir gemachte Beobachtungen gut überein, denen zufolge Thiere nach Fortnahme der oberen Hemmungen für die Athmung (Vierhügel und Pons) nur schwer apnoëtisch zu machen sind¹⁾.

*) [N. Z.] s. hier die Curventafel in der Beilage.

¹⁾ Dass Thiere, denen ausser der Medulla noch die Vagi durchschnitten

Auch durch Chloralhydrat, welches das Inspirationscentrum lähmt, wird die Erregbarkeit des Expirationscentrums in den vorderen Vierhügeln eher vermehrt als vermindert, dagegen bringt Strychnin eine starke Herabsetzung der Erregbarkeit des Expirationscentrums hervor; wenigstens ist es mir bis jetzt nicht gelungen an strychninisirten Thieren durch Reizung des Aritus ad aquaeductum Sylvii Expiration herbeizuführen.

In solchen Fällen, wo das Inspirationscentrum der Thalami auf mechanischem oder toxischem Wege, oder durch längere elektrische Reizung zerstört oder gelähmt, das Expirationscentrum aber intact geblieben oder gar erregbarer gemacht ist, tritt auf [219] einigermaßen starke und ausgedehnte Reizung des Expirationscentrums der vorderen Vierhügel oder des Nervus trigeminus, auch auf Durchschneidung des letzteren, leicht eine plötzliche letale Hemmung der Athmung ein: das Thier stirbt im Expirationsstillstande, „durch Shock“. Solch mehr oder minder plötzlicher Tod durch Hemmung der Athmung tritt daher auch leicht ein bei Schnittführung ante corpora quadrigemina, oder, wenn der Schnitt durch die vordere Schicht der Corpora quadrigemina anteriora nach unten in den vorderen Rand des Pons verläuft. Dagegen wird ein zwischen vorderen und hinteren Vierhügeln angelegter und nach unten hin gleich dem eben erwähnten endender Schnitt ohne Gefahr für die Weiterathmung ertragen.

Auf dem letztgedachten Schnitte lässt sich ein zweites, wie ich später erfuhr, bereits von Martin und Booker¹⁾ beschriebenes Inspirationscentrum localisirt reizen, und zwar

sind, schwieriger apnoëtisch zu machen sind, als gesunde, haben Kronecker und Marckwald beobachtet (E. du Bois-Reymond's Archiv. 1880, S. 443).

¹⁾ Johns Hopkins University Studies from the biological laboratory Baltimore 1879.

in sehr viel reinerer Weise, als vor der Entfernung der Corpora anteriora wegen der nun nicht mehr stattfindenden Miterregung des von mir in den letzteren aufgefundenen, so sehr benachbarten Expirationscentrums.

Die Schnittführung zwischen den vorderen und hinteren Vierhügeln wirkt übrigens analog der Öffnung des dritten Ventrikels.

Durch Fortnahme des kleinen Gehirnes wird die Athmung der Thiere nicht merklich alterirt.

Auch Sectio post corpora quadrigemina ohne tiefere Verletzung des Pons wird gut ertragen: nachdem der durch den Eingriff hervorgerufene Sturm sich gelegt hat, athmen die Thiere noch Stunden lang in einem maschinenartig regelmässigen, vom normalen wenig oder gar nicht verschiedenen Typus weiter. Maschinenartig regelmässig ist die Athmung nach dieser Schnittlegung dann, wenn tactile Hautreize und Reizung schmerzführender Fasern vermieden werden. Die Psychoreflexe, die acustischen und optischen Reflexe auf die Athmung sind bereits ausgefallen. Vom Trigemini aus erhält man allerdings noch active Expirationen, aber bei weitem schwächere, als in den Fällen, wo die Vierhügel noch stehen. Bedeutend verstärkt erscheinen dagegen die Reflexe auf die Athmung von den tactilen (inspiratorischen) und den schmerzführenden (expiratorischen) [220] Fasern des Rumpfes. So erregt leichte mechanische Reizung der Fusssohlen vermehrte Inspiration, dagegen Kneifen des Schwanzes und des Schenkels stets Expirationsstillstand und zwar meist in activer Expiration. In gleicher Weise expiratorisch wirkt Anblasen des Rückens mit dem Munde.

Tiefere Verletzungen des Pons bei der Sectio post corpora quadrigemina pflegen dagegen nach wenigen Athemzügen zum Tode zu führen: es überwiegen dann wiederum expiratorische Hemmungen. So pflegen namentlich quere, die ganze

Dicke des Pons nahe der Mitte durchsetzende Verletzungen den Hemmungen das Übergewicht zu verschaffen.

Fortnahme des Pons durch scharfen Schnitt bringt gewöhnlich vorübergehende Beschleunigung der Athmung hervor. Die Thiere starben aber, ohne dass nennenswerther Blutverlust aufgetreten wäre, spätestens eine halbe Stunde nach Entfernung des Pons unter zunehmender Verminderung der Athemfrequenz durch Auftreten immer grösser und grösser werdender expiratorischer Pausen, wenn nicht vorübergehend künstliche Athmung oder leichte Strychninisirung (nach Rokitsansky und Langendorff) angewendet wurde.

Directe elektrische Reizungen des Pons und der Medulla oblongata geben gar keine oder unbestimmt schwankende respiratorische Resultate. Am vorderen Rande des Pons pflegen bei den meisten Individuen inspiratorische Erfolge zu überwiegen.

Im Pons und vollends in der Medulla oblongata, so möchte ich nach meinen bisherigen Erfahrungen annehmen, liegen, durch Reizungsversuche nicht mehr scharf von einander trennbar, die Ausläufer der drei oberen in den Seh- und Vierhügeln enthaltenen Centren, also die Ausläufer des inspiratorischen Centrums im dritten Ventrikel, die des Martin-Booker'schen und endlich die des Expirationscentrums der vorderen Vierhügel.

Die Folgen der verschiedenen Schnitte hängen übrigens, abgesehen von dem Alter der Thiere und von dem Orte der Führung, wesentlich davon ab, mit welcher Geschwindigkeit sie geführt sind, ob dieselben scharf oder quetschend angelegt werden und mit welcher Schnelligkeit sie auf einander folgen, wenn eben mehrere Schnitte hinter einander ausgeführt werden. Die hier gegebene Darstellung der respiratorischen Folgezustände nach Schnitten verschiedener Höhe ist auf Grund einer grossen Reihe möglichst [221] gleichmässig geführter

Schnitte gegeben, welche an Thieren nicht unter vier und nicht über neun Monat vollzogen wurden. Immer machte die Entfernung der Grosshirnhemisphären und der Streifenhügel den Anfang.

Die Aussicht, der Vivisection unterworfenen Thiere trotz vorschreitender Enthirnung längere Zeit am Leben zu erhalten, wächst bis zu einer gewissen Grenze mit der Zeit, die wir zwischen den einzelnen Schnitten verfließen lassen, vorausgesetzt, dass wir stark überwiegende Hemmungsschnitte überhaupt vermeiden. Dieser günstige Einfluss des Vorschreitens in grösseren Pausen bei der Enthirnung ist leicht erklärlich. Einmal werden ja die Thiere, wenn sie lange aufgebunden sind, kaltblütig, zweitens werden tiefer gelegene, inspiratorisch wirkende, Ganglien nur allmählig für die ausgefallenen höheren in sufficienter Weise vicariirend eintreten können.

Im Allgemeinen wirken Schnitte, welche Überwiegen der expiratorischen Hemmung durch Fortfall inspiratorisch wirkender Theile setzen, auf die Gestalt der Athemcurve ganz ähnlich ein, wie doppelte Vagisection es bei nicht enthirnten Thieren und bei Thieren, denen das Grosshirn bis zu den Sehhügeln hin entfernt ist, zu thun pflegt. So zeigen Curven bei der Schnittführung durch die vorderen Vierhügel und bei Exstirpation des Inspirationscentrums des dritten Ventrikels, sowie bei gewissen Querverletzungen des Pons verlängerte abgerundete Inspirationsgipfel¹⁾, und es treten auch wohl expiratorische Pausen auf.

Werden die expiratorisch wirkenden Theile auf toxischem Wege erregbarer gemacht bei gleichzeitiger Herabsetzung der Erregbarkeit der inspiratorischen, so erscheint der Typus der Chloralathmung.

¹⁾ Über den Athemmodus nach doppelter Vagusdurchschneidung vergl. man Gad in E. du Bois-Reymond's Archiv 1880 S. 10.

Was den Einfluss der Vagisection auf die Athmung betrifft, so ist eine Abweichung zwischen dem Verhalten normaler Thiere und dem Verhalten von Thieren, denen das Grosshirn bis zu den Sehhügeln entfernt ist, nicht zu bemerken. Dagegen herrscht in dieser Beziehung ein bedeutender Unterschied zwischen normalen Thieren und solchen, an denen weiter nach hinten gelegene Schnitte vollzogen wurden. Werden nach Fortfall der höher gelegenen [222] Athmungscentren, also nach *Sectio post corpora quadrigemina* die Vagi beiderseits durchschnitten, so erhält die Athmung tetanischen Typus: auf lange Inspirationsstillstände folgen lange Stillstände in meist activer Expiration¹⁾; aber auch dann noch pflegt die Athmung eine regelmässig periodische zu sein.

Die Folgen der Reizung des centralen Vagusendes am Halse, sowie auch die respiratorischen Effecte, welche Reizung sensibler Rumpfnerven hervorbringt, können je nach dem Stadium der mechanischen oder toxischen Enthirnung verschieden ausfallen. Die elektrische Vagusreizung am Halse wirkt durchaus inspiratorisch im Sinne Traube's und Rosenthal's vor wie nach operativer Entfernung der Grosshirnhemisphären und der Streifenhügel, wenn keine Gifte applicirt werden. Nach einem Schnitte dagegen, der zeitweise überwiegende Hemmung setzt (z. B. bei *Sectio ante corpora quadrigemina*) kann elektrische Vagusreizung zeitweise auffallend wenig inspiratorisch beschleunigend, ja sogar im expiratorischen Sinne wirken. Dasselbe gilt für die Stadien überwiegender Hemmung bei toxischen Eingriffen (Chloralhydrat²⁾. Steht nur noch die

¹⁾ Entsprechendes haben Kronecker und Marckwald (l. c.) und Gad (nach mündlicher Mittheilung) beobachtet.

²⁾ In Übereinstimmung mit Léon Fredericq: Sur la théorie de

Medulla oder nur noch Medulla und Pons, so bleibt zwar, wie gesagt, auch nach doppelter Vagusdurchschneidung die Athmung noch regelmässig periodisch, aber die Vagusreizung wirkt nur noch auffallend wenig beschleunigend, und zwar bald bei tiefem, bald bei hohem Zwerchfellstande, und nicht selten im Sinne der Paul Bert'schen Regel¹⁾. Auch kommt es vor, dass auf zwei kurze Inspirationen zwei kurze active Expirationen folgen.

Nach diesen vorstehenden Beobachtungen, deren ausführliche Veröffentlichung monographisch erfolgen soll*), würden wir sagen dürfen, dass auf drei centripetalen Wegen Anregung zur [223] Inspiration an den das allgemeine Athmungscentrum bildenden nervösen Complex von Ganglienkugeln herantreten, nämlich:

- 1) durch die Sinnesthore: Auge und Ohr,
- 2) durch die Sinnesnerven der Haut,
- 3) durch gewisse Vagusfasern,

während Hemmung und active Expiration durch die übrigen Vagusfasern, durch den Trigemini und durch die pathischen Fasern der anderen sensiblen Nerven gesetzt wird. Zu Grunde liegen, so scheint es, dem ganzen Athmungsvorgange in regelmässigen Perioden erfolgende, nicht reflectorische Erregungen des Athmungscentrums.

l'innervation respiratoire: Bulletin de l'académie royale de Belgique, 2 série, t. XLVII no. 4; 1879.

¹⁾ Paul Bert: Leçons sur la physiologie comparée de la respiration. Paris 1870. pag. 490 No. 7.

*) [N. Z.] s. das Vorwort.

§ II.

Beobachtungen über das Verhalten nicht gefesselter Kaninchen bei sprungweise vorschreitender Enthirnung.

Kaninchen, denen nach Entfernung des Schädeldaches beide Grosshirnhemisphären und die Streifenhügel, bei minimalem Blutverlust trotz nicht unterbundenen Carotiden, gänzlich exstirpirt wurden, boten im nichtgefesselten Zustande einen Anblick dar, welcher sich von dem nichtenthirnter Thiere im Allgemeinen wenig unterschied. Von Muskelschwäche in den Extremitäten oder von ungewöhnlicher Haltung des Kopfes, Reitbahnbewegung u. d. m. war nach besagter Operation in den bestgerathenen (zur Zeit¹⁾ neunzehn) Fällen durchaus nichts wahrzunehmen: die Thiere sassen unmittelbar nach der Operation da, wie normale Thiere zu sitzen pflegen, und ergriffen, wie solche, die Flucht, wenn man sie, namentlich an den hinteren Extremitäten, festzuhalten suchte. Schon beim Losbinden vom Kaninchenbrett benahmen sie sich sehr ungeberdig und suchten sie zu entfliehen.

Auch spontane Ortsveränderungen, und dabei keineswegs immer nur fluchtartig ausgeführte, fanden ab und zu statt, wenn die Thiere [224] am Einschlafen verhindert wurden. Diese Bemerkung ist nicht ohne Belang. Es war nämlich zwar eine merkliche Erhöhung der Empfindlichkeit auf Reizung sensibler Nerven, namentlich auch des Acusticus, in den meisten Fällen, nach Entfernung des Grosshirnes bis zu den Sehhügeln hin, wahrzunehmen, nichtsdestoweniger verfielen aber die Thiere, wenn man sich nicht mit ihnen beschäftigte und bei Abwesenheit stärkerer äusserer Reize namentlich bei Fernhaltung aller stärkeren Geräusche und

¹⁾ des Vortrages in der physiolog. Gesellschaft zu Berlin am 14. Januar 1881.

bei Abblendung directen Lichtes, viel leichter in Schlaf, als nichtenthirnte. Aus diesem Schlafe wachten halbe Tage lang beobachtete Thiere [Z. 11] wiederholt von selbst auf. Sie gingen dann eine Zeit lang umher, um sich schliesslich wieder zur Ruhe zu begeben und einzuschlafen. Aus diesem Schlafe wurden aber auch die Thiere lebhaft aufgeschreckt, wenn die Stille durch ein plötzliches stärkeres Geräusch unterbrochen wurde: der kurze Pfiff einer Hundepfeife, das Abknallen eines Zündhütchens liess sie aufspringen und davonlaufen. Nicht operirte, wache Kaninchen reagiren im Allgemeinen wenig auf Pfeife und Knall, nur sieht man ihre Ohren zucken und ihre Nasenflügel sich schneller bewegen. Auch bei den der Grosshirnhemisphären beraubten Kaninchen gaben die Bewegungen der Ohren und das veränderte Spiel der Nasenflügel mitunter die einzigen äusseren Merkmale der acustischen Erregung ab.

[Z. 23]*). Was das Umhergehen der Thiere nach dem spontanen Erwachen betrifft, so zeigte sich in den bestgelungenen Fällen durchaus nichts Abnormes: die Thiere wichen Hindernissen (z. B. Tischfüssen) aus, ohne dieselben zu berühren; sie machten ohne objectiv nachweisbaren Grund mitten in der Bewegung Halt; sie erkletterten und ersprangen Anhöhen u. s. w.

Mit einem Schlage änderte sich das Verhalten sämtlicher des Grosshirns und der Streifenhügel beraubter Thiere bei einer Schnittführung vor den Vierhügeln ohne Verletzung des Pons, also bei Abtragung der Sehhügel, oder auch nur bei ausgiebiger Zerstörung der Gegend des Inspirationscentrums des dritten Ventrikels. An die Integrität der unmittelbaren Nachbarschaft dieses Centrums zeigte

*) Die eckigen Klammern sind [N. Z.] Sie dienen dazu, die Zeilen, welche die beiden Ausdrücke „von selbst“ und „spontan“ enthalten, hervorzuheben; s. unten Seite 24. Anmerkung 3.

sich die zur Ortsveränderung und zur Erhaltung des Gleichgewichts beim Sitzen und Stehen nöthige Coordination gebunden. Bei einiger Übung gelingt es mit einer Sonde von Stecknadelgrösse in den Ventrikel einzugehen und vom Inspirationscentrum ab nach vorn hin die Mitte des Ventrikelbodens in seiner [225] ganzen Ausdehnung durch Druck zu zerstören, ohne andere Theile zu verletzen, als die dort gelegenen.

Nach der Zerstörung der in der Medianebene gelegenen Theile des Ventrikelbodens behielten die Thiere dauernd die Seitenlage bei und machten nur hie und da noch ungeordnetere Bewegungen. Genau dasselbe, nämlich Aufhebung der Coordination für Stand und Locomotion, leistet auch der oben (S. 3) beschriebene die Thalami trennende und den Ventrikelboden genau hälftende Schnitt mit einem schmalen Messerchen.

Wie man auch die Operation vollführe, jedenfalls muss man das Thier während derselben von einem Gehülfen sicher fixiren lassen, denn ohne diese Fesselung während der Trennung der Theile macht das Thier einen gewaltigen Satz.*) War die den Boden hälftende Trennung nicht durch Druck, sondern scharf vollzogen, so verfällt das Thier in Tetanus, der aber bald weicht, und zwar um so schneller, je weniger scharf der Schnitt, je grösser der Druck des Messers war. Nachdem der Tetanus gewichen, kann man sich durch beliebig lange fortgesetzte Beobachtung davon überzeugen, dass in der That das erwähnte Coordinationsvermögen für immer aufgehoben ist. Die Reflexerregbarkeit bleibt längere Zeit für den ganzen Körper erhöht.

In mehreren Fällen, wo die Sehhügel und die vordere Schicht der Vierhügel abgetragen wurden, zeigte es sich, dass man auf mechanische Reizungen von den hinteren Extremitäten und vom Rumpfe aus reflectorische Bewegungen schwierig oder gar nicht erlangen konnte. Dagegen waren

*) [N. Z.] vgl. S. 6.

von den sensiblen Nerven des Kopfes und Nackens, und zwar namentlich vom Trigeminus aus leicht und ausgiebig Reflex- und Abwehrbewegungen zu erhalten. Neben heftigem Niesen auf mechanische Reizung der Nasenschleimhaut fiel besonders ein abwehrendes Schütteln des Kopfes bei leichter plötzlicher Berührung desselben und besonders auch bei Berührung der Ohren und der Cervicalgegend auf. Auch wenn man die Thiere einige Augenblicke aufhob, schüttelten sie losgelassen lebhaft den Kopf. Druck auf den Stamm des Trigeminus an der Basis cranii, auch Durchschneidung dieses Nerven daselbst, sowie Kneifen des Schwanzes erzeugten ein wiederholtes, aus mehreren Stössen bestehendes Schmerzgeschrei, wobei zwischen Reizung und erstem Schrei immer ein merkliches, mitunter ein auffallend langes Zeitintervall zu beobachten war.

[226] Wurde nunmehr unmittelbar hinter den Vierhügeln ein Schnitt angelegt, welcher ohne Verletzung des Cerebellums und des Pons horizontal gehalten in den vorderen Rand des Pons auslief, so verfielen die Kaninchen regelmässig in Tetanus (Opisthotonus) und verhielten sich geraume Zeit lang, wie strychninisirte Thiere. Die leiseste Berührung löste sofort einen neuen tetanischen Anfall aus. Diese Erscheinungen traten in einer Vollkommenheit auf, wie man sie sonst nur an strychninisirten Fröschen zu sehen gewöhnt ist. Allmählig liessen die Anfälle an Heftigkeit nach, und die Zeit, welche verging, bis leise Reize keinen Tetanus mehr erzeugten, war auch hier um so grösser, je schärfer der Schnitt geführt worden. Immer aber blieb die Reflexerregbarkeit, und zwar nunmehr stets für Kopf und Rumpf erhöht, und sehr schön zeigten sich die schüttelnden Abwehrbewegungen des Kopfes und das Schreien bei Trigeminusreizung oder auch bei Kneifen des Schwanzes. Ausser den zu Anfang stark beschleunigten Athembewegungen waren

dann bei Abhaltung äusserer Reize keine Bewegungen am Thiere mehr bemerkbar.

Ein solches bewegungslos daliegendes Kaninchen, das nur noch Medulla, Cerebellum und Pons besitzt, erhebt, namentlich, wenn man es an den Ohren emporhält, auf leichtere mechanische Reizung der Conjunctiva oder der Nasenschleimhaut die Vorderpfote der entsprechenden Seite und macht mit derselben abwehrende und wischende Bewegungen. Wurde die betreffende Pfote festgehalten, so zeigte sich oft nur ein deutliches Zucken der anderen Pfote. Bei neun Kaninchen wurde jedoch eine wirkliche Erhebung mit Wisch- und Abwehrbewegungen dieser anderen Pfote wiederholt constatirt. Normale, nichtenthirnte Kaninchen pflegen gar nicht oder nur dann diese wischenden Abwehrbewegungen der Vorderpfoten zu zeigen, wenn man sie an den Ohren in die Höhe hebt; sonst weichen sie mit dem Kopfe seitlich aus.

Nach Zerstörung des Bodens des dritten Ventrikels und auch nach Sectio post corpora quadrigemina scheint Strychnin weniger wirksam zu sein. Andererseits zeigt sich der Boden des dritten Ventrikels namentlich in seinen vor dem Athemcentrum gelegenen Theilen, wo mechanische oder elektrische Reizung Pupillenerweiterung und Tetanus giebt, dem local applicirten Strychnin besonders zugänglich. Bereits oben wurde erwähnt, dass der durch solche locale Application erzeugte Tetanus durch Entfernung der Sehhügel [227] coupirt werden kann. Ein Hauptangriffspunkt des Strychnins wäre somit der inspiratorische Gangliencomplex in den Sehhügeln, mit dem ein Hauptreflex- und Coordinationscentrum associirt und zum Theil identisch erscheint. Chloralhydrat lähmt dieses Centrum und wirkt wie Apnoë erregend auf ein in den vorderen Vierhügeln belegenes Hauptreflexhemmungs- und Expirationscentrum ein. So erscheinen Chloralhydrat und Apnoë als Antagonisten des Strychnins.

Zweites Capitel.

Zur Physiologie des Gehirnes*)

von

Arthur Christiani.

[465] Anknüpfend an früher von mir gemachte Mittheilungen¹⁾ über experimentelle Beobachtungen an enthirnten Kaninchen, sei es mir gestattet, einige von mir noch nicht veröffentlichte neuere Befunde am Kaninchen- und am Hundehirne mitzutheilen, auch eine genauere Beschreibung der von mir beobachteten enthirnten Kaninchen bezüglich des Ausweichens und Überwindens von Hindernissen zu geben.

Zunächst möchte ich daran erinnern, dass bei normalen, wie bei enthirnten Thieren Einwirkungen der höheren Sinnesnerven, des Opticus und des Acusticus, auf Herzbewegung und Athmung stattfinden. Man hat zu unterscheiden die Athmung anregende und die Athmung hemmende Nerven und Centren. Zu den inspiratorischen Nerven treten, ausser den genannten, die Sinnesnerven der Haut und gewisse Fasern des Vagus, zu den athmungshemmenden, nächst den übrigen Vagusfasern, die schmerzführenden Nerven, allen voran der Trigeminus.

*) (Abgedruckt aus den Verhandlungen der physiologischen Gesellschaft zu Berlin, Jahrgang 1883—84. Nr. 15 u. 16. (Sitzung vom 20. Juni 1884). Siehe auch E. du Bois-Reymond's Archiv Jahrgang 1884 S. 465—470.)

¹⁾ Monatsberichte der Königl. Akademie der Wissenschaften zu Berlin. Februar 1881. S. 213—227. [s. hier Seite 1—18.]

Von höheren Athmungscentren fand ich in den Basalganglien drei, nämlich:

1) ein Inspirations- und Hauptreflexcentrum am Boden des dritten Ventrikels;

2) ein schon vor mir, von Martin und von Booker¹⁾ beschriebenes Inspirationscentrum auf dem Schnitt zwischen vorderen und hinteren Vierhügeln;

[466] 3) ein Expirations- und Hemmungscentrum am Eingange des Aquaeductus Sylvii.

Während die Wirkung auf die Athmung vom Nervus opticus oder vom Inspirationscentrum aus regelmässig in genanntem Sinne erfolgte, war auf elektrische Reizung dieser Stellen die Beeinflussung des Herzens nicht eindeutig: immer zwar sah ich bei genügenden Reizen (ein Daniell, du Bois-Reymond'sches Schlitteninductorium, gewöhnliche Anordnung, 100^{mm} Abstand) Stillstand des Herzens und darauf veränderte Schlagfolge; aber bald stand das Herz systolisch, bald diastolisch still, und es folgten in ersterem Falle beschleunigte, in letzterem verlangsamte Schläge.

Wenn ich von einem systolischen Stillstande des Herzens spreche, so darf derselbe wohl nicht als ein tetanischer Zustand aufgefasst werden, sondern nur als Ausdruck so schnell auf einander folgender Impulse, dass zu einer vollständigen Wiederausdehnung des Herzens keine Zeit bleibt.

Auch die Pupillen der Kaninchen wurden, wie ich es schon früher beschrieb, verengert, wenn man nahe den Vierhügeln, erweitert, wenn man mehr nach vorn den Boden des dritten Ventrikels reizte.

Endlich entdeckte ich, vor dem Inspirationscentrum des dritten Ventrikels gelegen, das Coordinationscentrum,

¹⁾ Johns Hopkins University Studies from the biological laboratory Baltimore, 1879.

d. h. eine circumscripte Stelle, an deren Integrität „die zur Ortsveränderung und zur Erhaltung des Gleichgewichtes beim Sitzen und Stehen nöthige Coordination“ gebunden ist¹⁾ und deren Zerstörung sofortige und andauernde Aufhebung des normalen Gebrauches der Gliedmaassen für das Sitzen, Stehen und Gehen zur Folge hat: die vorher des Grosshirnes bis zu den Sehhügeln hin beraubten Thiere nahmen sofort nach der Zerstörung und dauernd die Seitenlage ein, während sie vorher sassen, standen und gingen wie normale Thiere. Als weitere Beobachtung kann ich hinzufügen, dass, auch wenn einige Zeit nach der Abtragung der Hemisphären und der Streifenhügel das kleine Gehirn total entfernt worden war, die Thiere Erhaltung²⁾ der Coordinationsfähigkeit zeigten; ihr Gang war allerdings etwas schwankend und ihre Haltung matt, allein sie sassen und gingen doch. Wiederum nahmen auch diese Thiere sofort mit der Zerstörung der genannten Stelle im dritten Ventrikel dauernd die Seitenlage ein. Die immerhin merkliche Beeinträchtigung der Coordination und des Gleichgewichtes bei Kleinhirnentfernung schreibe ich dem Umstande zu, dass bei der Operation venöses Blut, das übrigens sofort zu entfernen ist, die Medulla oblongata benetzt und vergiftet; hierdurch, sowie durch das erforderliche Abtupfen werden natürlich Störungen gesetzt.

Hr. Bechterew, den wir heute als Gast der Gesellschaft unter uns begrüssen, hat ein Jahr nach meiner Mittheilung im Januar 1882 (St. Petersburger med. Wochenschr. Nr. 12 und: „Klinitscheskaja Gazeta“) und später im Juliheft des Pflüger'schen Archives von 1883 Versuche unter der Überschrift: „Zur Physiologie des Körpergleichgewichtes“ veröffentlicht, welche sich auf die Function der centralen grauen Substanz des dritten Ventrikels beziehen.

¹⁾ A. a. O. S. 224. [hier S. 15–16.]

²⁾ [oder doch nur geringfügige Störung.]

Hr. Bechterew fasst (l. c. pag. 512—513) seine Beobachtungen folgendermaassen zusammen: „In Berücksichtigung aller Ergebnisse der oben angeführten Versuche an der centralen grauen Substanz des dritten Ventrikels lässt es sich nicht daran zweifeln, dass das in Rede stehende Gebiet des Nervensystemes eine sehr wichtige [467] Rolle bezüglich der Erhaltung des Körpergleichgewichts spielt. Die Unversehrtheit desselben bildet eine der unumgänglichen Bedingungen zur regelrechten Ausübung der Function des Körpergleichgewichtes, während die geringste Verletzung irgend eines Abschnittes dieser Region bei den verschiedensten Thierarten deutliche Störungen desselben und verschiedenartige Zwangsbewegungen, begleitet von Ablenkung der Augäpfel, hervorruft, und bilaterale Läsion der Ventrikelwände (bez. Durchtrennung beider Hälften des centralen Höhlengrau's in transversaler Richtung) vollständigen Verlust des Gleichgewichts herbeiführt, indem das Stehen und die Locomotion dem Thiere unmöglich wird.“

Da Hr. Bechterew bei sonst sehr genauer Literaturberücksichtigung meine Mittheilung über die Auffindung des Coordinationscentrums in besagter Gegend am Boden des dritten Ventrikels übersehen hat, so benutze ich diese Gelegenheit, ihn darauf aufmerksam zu machen. Übrigens hat Hr. Bechterew den Vorzug, mein Coordinationscentrum auch am Hunde und zwar mittels einer originellen Operationsmethode — durch Einstich vom Rachen aus — nachgewiesen zu haben. Auch hat derselbe Schlüsse über die functionelle Beziehung zwischen Vorgängen in und am Auge und jenem Gleichgewichtserhaltungsorgan zu ziehen nicht verfehlt (l. c. 519—524).

Schliesslich giebt Hr. Bechterew (l. c. 527—530) eine sehr interessante Aufzählung von pathologischen Fällen, darunter einen von ihm selber beobachteten, welche auf das Vorhandensein des Coordinationscentrums (oder wie Hr. Bechterew es

nennt, des „Gleichgewichtsorganes“) an dieser Stelle auch beim Menschen schliessen lassen. So ist namentlich die von Hrn. Wernicke in seinem Lehrbuche der Gehirnkrankheiten Bd. II, S. 229 ff. beschriebene „acute haemorrhagische Poliencephalitis superior“¹⁾ in ihrer Verbreitung scharf auf die bezeichnete Gegend begrenzt und hat Störungen der Coordination zur Folge.

Ich kehre nunmehr wieder zur Berichterstattung über meine eigenen Beobachtungen zurück. Während nach Entfernung der Hemisphären, vorausgesetzt, dass keine Blutung dabei erfolgte, und dass die Thiere nach der Operation entfesselt wurden, die Temperatur derselben in normaler Höhe erhalten blieb, fand ich neuerdings einen Abfall von 3 bis 5 Grad Celsius in der ersten Viertelstunde nach der Exstirpation der Sehhügelcentren, wenn die Thiere diesen gefährlichen Schnitt überhaupt überlebten.²⁾

Ferner waren nach der *Sectio ante corpora quadrigemina* epileptiforme Erstickungskrämpfe durch Trachealunterbindung oder Carotidenverblutung gar nicht oder nur schwach angedeutet zu erhalten; dieselben traten aber nach solchen Eingriffen in gewohnter Weise in Erscheinung bei Thieren, die nur bis zu den Sehhügeln hin enthirnt waren.

Der Einfluss des Grosshirnes bei normalen aufgebundenen Thieren und bei Abhaltung von Sinnesreizen scheint compensirt zu sein; denn wenn man auch nach der Enthirnung bis zu den Sehhügeln hin vorübergehend leichte Vertiefung der Athmung und Pupillenerweiterung ab und zu wahrnimmt, so rührt dies doch wohl nur von dem unvermeidlichen leichten Druck auf die Sehhügel beim Enthirnungsschnitte her.

An einem dreijährigen Hunde konnte ich, da derselbe ungeachtet des starken Blutverlustes bei der Enthirnung bis

¹⁾ [*πολὺς* grau; daher nicht: Polyencephalitis, sondern: Poliencephalitis].

²⁾ A. a. O. S. 219. [hier S. 8.]

zu den Sehhügeln hin, noch zwei und eine viertel Stunde lebte, Inspirations- und Expirationscentrum im dritten Ventrikel [468] und in den vorderen Vierhügeln, wie beim Kaninchen, beobachten. Reizte ich die vordere Grenze des Sehhügels mechanisch, so winselte der Hund. Auch fanden Schluckbewegungen statt.

Die reflectorische Beweglichkeit der Pupillen und der Augenlider war erhalten, ebenso das Gehör. Ob auch noch Gesichtseindrücke vorhanden waren, konnte ich mit Sicherheit nicht ermitteln. Auf Anruf bewegte der Hund die Augen. Im Übrigen war wegen des starken Blutverlustes das Coordinationsvermögen aufgehoben. In Übereinstimmung hiermit zeigte sich auch das Inspirationscentrum des dritten Ventrikels wenig erregbar, ich erhielt, wie bei anämisch gemachten Kaninchen,¹⁾ keinen Inspirationstetanus mehr, sondern nur noch schwach beschleunigte und gleichmässig vertiefte Athmung.

Bis zur Schnittführung durch das Coordinationscentrum, bezüglich bis zur Zerstörung desselben durch Druck oder Ausstanzen konnten, so schrieb ich,²⁾ die des Grosshirns und der Streifenhügel beraubten Kaninchen auch spontan³⁾ in

¹⁾ A. a. O. S. 215. [hier S. 4.]

²⁾ A. a. O. S. 223. [hier S. 14.]

³⁾ Unter „spontan“ verstehe ich, wie aus der Vergleichung von Zeile 11 mit Zeile 23 (von oben) auf Seite 224 [hier S. 15] meiner Abhandlung hervorgeht, soviel wie „von selbst“ oder was dasselbe: „ohne äussere Anregung“. Nicht aber wie Hr. Munk in seinen Angriffen gegen meine Arbeit (Sitzungsbericht der Königl. Akademie zu Berlin. 8. Mai 1884. S. 557, 558 u. 566) [s. hier S. 31 ff.] annimmt, setze ich „spontan“ gleich „willkürlich“. Der Ausdruck „willkürlich“ kommt in dem ganzen in Rede stehenden zweiten Theile meiner Arbeit ebensowenig vor, wie darin die Angabe enthalten ist, dass die enthirnten Thiere so sehen können, wie die normalen. Überhaupt kommt auch das Wort: „sehen“ bei mir gar nicht vor. Allerdings glaube ich, dass die Thiere optische Eindrücke erhalten und zweckmässig reflectorisch verwerthen.

Bewegung gerathen. Gleichviel, ob sie durch äussere oder durch innere Reize zur Ortsbewegung angeregt worden waren, die Thiere waren im Stande, Hindernissen auszuweichen, auch ohne dieselben zu berühren. Wiederholt habe ich z. B. solche enthirnte Kaninchen im glatten Laufe, d. h. ohne dass sie stolperten und ohne dass sie Pausen für einen Auf- und Abstieg machten, in welchen Pausen sie hätten tasten können, über eine ganz jähe und 10 ^{cm} aus dem Fussboden emporsteigende Marmorplatte (Platte eines Isolirpfeilers im physikalisch-physiologischen Arbeitssaale) hinweglaufen sehen. Ich habe beobachtet, wie enthirnte Kaninchen sich zwischen einen Tischfuss und einen Stuhlfuss hindurchzwängten, oder wie sie sich zwischen den Füßen der Studirenden frei bewegten, als ich gelegentlich einer Vorlesung die Thiere zeigte. [Ich habe ferner beobachtet, dass enthirnte Kaninchen sich ganz anders verhalten, je nachdem ich ihnen die Optici unverletzt erhalten oder durchschnitten hatte. Die so völlig blind gemachten Thiere vermieden nicht in gleichem Maasse, wie die andern, den Sonnenschein, der in das Zimmer fiel und suchten nicht mit Vorliebe dunkle Ecken auf. Um Wärmestrahlung auszuschliessen, trugen hierbei die Thiere Staniolkappen]. Ein Kaninchen in einen offenen Korb gesetzt und dann durch Kneifen oder durch Stossen mit einem Stocke gereizt, verliess den Korb in ganz anderer Weise vor, als nach der Durchschneidung der Optici; vor derselben sprang es, ohne Zwangsbewegungen zu zeigen, über die Wand des Korbes fort, nach der Durchschneidung gelang ihm dieses nicht eher, als bis es die Wand mit den Vorderfüssen erklettert hatte. Ein anderes enthirntes Kaninchen mit intacten Opticis sprang auf Reizung durch Kneifen des Schwanzes über den Tisch, [469] auf welchem es sass, fortlaufend auf einen benachbarten Tisch, auf dem es dann sitzen blieb:

die übersprungene Kluft hatte etwa einen halben Meter Breite.¹⁾

¹⁾ [N. Z.] Im Obigen hätte ich, um das Subjective in der einen Beobachtung im Gegensatze zu den anderen hervorzuheben, schreiben können: „Die so völlig blind gemachten Thiere schienen mir . . . zu vermeiden und aufzusuchen.“

Hiermit würde ich dann Hrn. Munk den einzigen Angriffspunkt entzogen haben, welchen er gegen meine Beobachtungsangaben bisher vorzubringen vermochte.

Hr. Munk behauptet übrigens (in Nr. 20 der Verhandlungen d. physiolog. Gesellschaft zu Berlin, ausgegeben am 16. August 1884 S., 66), dass ich „nur wiederholt habe was ich vorher veröffentlicht habe, und dass ich „nicht eine neue Thatsache, nicht eine einzige neue Beobachtung, „nicht ein einziges neues Argument zur Sache beigebracht und gegen „ihn in's Feld geführt habe.“

Da Hr. Munk den Leser des (oben abgedruckten) ersten Theiles meines Vortrages vom 20. Juni 1884, (der so wie er gehalten wurde zum Druck gelangte,) über diese seine Behauptung in gerechtes Erstaunen gerathen sieht, so fügt er in einer mir etwas unverständlichen Anmerkung (a. a. O. S. 67) hinzu, dass „sein Vortrag hin und wieder auf Hrn. Christiani's Artikel nicht streng zu passen scheine“. „Doch lag“, sagt Hr. Munk, „andererseits für mich kein Grund vor, meine Mittheilung zu ver- „ändern.“ „Ich finde nur eine neue Angabe von Hrn. Christiani „noch zu constatiren und führe sie, um jedes Missverständniss auszu- „schliessen, wörtlich an.“

Es folgt nun das Citat der hier oben im Texte von mir nachträglich in eckige Klammern eingeschlossenen Sätze, worauf Hr. Munk fortfährt: „Diese Angabe, dass enthirnte Kaninchen den Sonnenschein vermeiden und mit Vorliebe dunkle Ecken aufsuchen, charakterisirt an sich ohne weiteres Hrn. Christiani's Untersuchung; und „ich kann nur bedauern, dass Hr. Christiani die Angabe nicht „schon in seiner ersten Mittheilung vom Jahre 1881 gemacht hat, da „ich mich alsdann trotz seinen „glaubwürdigsten Zeugen“ vor der „wissenschaftlichen Welt“ jeder Widerlegung überhoben geglaubt „hätte.“

Ich erlaube mir nach dem Vorgehen, das er gezeigt hat, zu bezweifeln, dass Hr. Munk sich solche Überhebung über die Dinge auferlegt haben würde; denn ich würde ja offenbar, nicht so wie er es thut, jene eine an und für sich bedeutungslose Bemerkung einzeln herausgegriffen, vielmehr gerade so wie ich es auch jetzt gethan, schon damals alle die anderen so schlagenden Beobachtungsthatsachen gleichzeitig mit veröffentlicht haben,

Man kann andererseits auch enthirnte Thiere bei intacten Opticis mit dem Kopf gegen die Wand rennen oder vielfach auf Hindernisse stossen sehen. Das sind aber entweder nachweisbar schlecht operirte oder sonst verunglückte Fälle, mit Zwangsstellungen oder Zwangsbewegungen, unter denen namentlich auch ein Vorwärtsstürzen als besonders auffallend zu erwähnen ist, welches nicht selten bei Nachblutungen, vor allen Dingen aber dann auftritt, wenn vom Corpus striatum grössere Reste stehen geblieben, also der von mir neuerdings ¹⁾ beschriebene Enthirnungsschnitt incorrect ausgefallen war; ²⁾ oder es handelt sich um gut gelungene, auch bestgelungene Fälle, die aber durch zu häufig wiederholte Reizungen in der ersten Zeit nach der Operation, namentlich durch Kneifen in den Schwanz, wobei heftige Exspirationsschreie, venöse Stauung und Blutung auftreten, nachweislich zu üblen Beobachtungsobjecten umgeschlagen sind.

Endlich stossen auch wohl geradezu „bestgelungene Fälle“ hin und wieder an Hindernisse, wie solches ja auch dem in Gedanken versunkenen Spaziergänger, dem gehetzten Hunde, dem gehetzten Kaninchen, dem durchgehenden Pferde u. s. w. und zwar Allen, obwohl sie nicht enthirnt und nicht blind

wenn ich hätte ausführlicher sein dürfen, als es für einen Bericht in der Akademie zulässig erschien.

¹⁾ Sitzungsbericht der Akademie. 1884. Seite 636. [s. hier Cap. IV § II.]

²⁾ Hr. Munk sagt: (a. a. O. S. 550) [s. hier S. 17]. „Zum Schlusse trennt man mit dem Messer die Grosshirnhemisphären vom übrigen Hirne ab, dicht vor den Thalami optici oder ein wenig weiter nach vorn — darauf kommt es für die Zwecke der vorliegenden Untersuchung nicht besonders an. Ich habe in der Regel unmittelbar vor den sichtbaren vorderen Rändern der Thalami optici einen Frontalschnitt etwas schief nach vorn und unten bis zur Schädelbasis geführt, so dass das Messer auf das hintere Ende der vorderen Schädelgrube stiess.“

Nun bei meinen Versuchen beobachtete ich, wie gesagt, dass es gerade recht sehr darauf ankam, dass von den Streifenkörpern nicht grössere Fetzen stehen blieben.

sind, passirt. Dass dies bei gehetzten, im Übrigen normalen, nicht enthirnten Kaninchen vorkommt, davon habe ich mich durch besonders darauf hin angestellte Versuche überzeugt. So blieb z. B. ein solches Thier, anstatt sie zu umgehen oder zwischen ihnen hindurchzuschlüpfen, gerade mit der Schnauze vor meinen ihm entgegengesetzten Füßen stehen. Ich will die weitere Aufzählung solcher Beobachtungen hier unterlassen. Nur eine Notiz aus Brehm's Thierleben möchte ich noch anführen: „Lenz that einmal fünf sehr zahme Kaninchen zusammen in einen Stall, aus welchem soeben ein Fuchs genommen worden war. Sobald er sie liess, waren alle wie rasend und rannten mit den Köpfen geradezu an die Wand.“¹⁾

Nun die enthirnten Kaninchen sind, wie ich mitgetheilt habe,²⁾ einerseits merklich überempfindlich, andererseits ermüden sie schnell; sie befinden sich ausserdem mit ihren Retinis meist in circulatorisch veränderten Verhältnissen u. s. w.; kein Wunder also, dass sie, wenn sie dabei noch gereizt werden, nicht unter allen Umständen und nicht jedes Mal Hindernissen so geschickt ausweichen, und solche so elegant überwinden, wie ich es unzweifelhaft und **in Gegenwart von glaubwürdigsten Zeugen** wiederholt beobachtet habe, und zwar eben im Ganzen so häufig und unter so überzeugenden Umständen, [470] dass ich mich, ich sage nicht zu dem „Schlusse“³⁾ sondern zu der Aussage

¹⁾ Brehm's Thierleben. 1877. Bd. II. S. 480.

²⁾ A. a. O. S. 224. [hier S. 14 f.]

Hr. Heidenhain konnte durch leises Geräusch, nämlich: Knipsen mit den Fingernägeln die Ohren eines von mir enthirnten Kaninchens zum Zucken bringen (März 1881).

³⁾ Wie Hr. Munk will (a. a. O. S. 564) [s. hier S. 27]. Da es dem Sprachgebrauche nicht zuwiderläuft, wenn man auch bei anderen sich bewegenden Gegenständen das Wort „Ausweichen“ gebraucht, so kann ich in meiner einfachen Aussage nicht nothwendig einen Schluss sehen, vor allen Dingen keinen „falschen Schluss“, als welchen Hr. Munk meine

berechtigt sah und noch sehe: enthirnte Kaninchen können Hindernissen ausweichen, auch ohne dass der Zufall sein Spiel treibt und auch ohne dass sie dieselben berühren; sie können Anhöhen erspringen und erklettern, auch ohne zu stolpern u. s. w.

Die anderen beiden Theile des Vortrages, in denen die Frage von der Localisation der Sehfunction historisch-kritisch und die functionellen Beziehungen des Grosshirns zu den Basalganglien theoretisch behandelt wurden, können, weil sie zu umfangreich und dabei nicht gut abkürzbar sind, an dieser Stelle nicht wiedergegeben werden.¹⁾

Aussage deshalb hinstellen möchte, weil die aus seinen Beobachtungen von ihm gezogenen Schlüsse ihm als richtig gelten.

¹⁾ [N. Z.] Eine ungefähre Übersicht über den Inhalt meines am 20. Juni gehaltenen Vortrages giebt Hr. Munk in den Verhandlungen der physiologischen Gesellschaft 1884 S. 470—471). Es heisst daselbst:

Herr Hermann Munk sprach: „Über Grosshirn-Exstirpation beim Kaninchen“.

Meine Herren,

Meine heutige Mittheilung ist durch den Vortrag veranlasst, mit welchem Hr. Christiani die letzte Sitzung unserer Gesellschaft ausgefüllt hat. Doch wollen Sie nicht fürchten, dass ich Sie mit alledem behellige, was wir damals zu hören bekamen: mit dem bunten Durcheinander von Respirationscentren im Mittelhirn, welche doch wiederum keine Centren sein sollten, von dem Vermeiden von Hindernissen, das doch eigentlich kein Vermeiden wäre, von Coordinationscentren, von optischen und akustischen Reflexen, vom Wesen des Schlafes, von der „Magazinirung vorrätthiger Energie im Grosshirn und deren von dort aus erfolgenden Dispersion nach den verschiedenen Enden“, von physiologischer, mechanischer und noch mehrfach andersartiger Enthirnung, von „äquilibrirenden und nicht äquilibrirenden Schnitten“ am Hirn, von Hrn. Eckhard's Aeusserungen aus dem Jahre 1878 über die Bedeutung des Grosshirns für das Sehen und des Strassburger Candidaten Löb neuesten Meinungen arüberd, von der sogenannten Localisationsfrage u. s. w. Vielmehr werde

Die im vorstehenden Vortrage mitgetheilten Thatsachen über das Ausweichen enthirnter Thiere vor Hindernissen u. s. w., im Vereine mit der Mittheilung, welche ich am 29. Mai d. J. der königl. Akademie einsandte,¹⁾ darf ich vor der wissenschaftlichen Welt als vollständige, sachliche Widerlegung des von Hrn. H. Munk gegen meine Arbeit vom Jahre 1881 gerichteten Angriffes ansehen.

ich nur den Kern der Sache ausschälen, auf den es ankam, und streng auf diesen mich beschränken.“ (S. hierzu Capitel IV, § VI.)

¹⁾ Sitzungsberichte der Königl. Akademie der Wissenschaften zu Berlin. 1884. S. 635—640. [hier S. 46 ff. in ausführlicher Ausarbeitung].

Drittes Capitel.

Referat über H. Munk's Untersuchungen und Angriffe auf die Christiani'sche Arbeit.

Ueber die centralen Organe für das Sehen und das Hören bei den Wirbelthieren

von

Hermann Munk.

5. Untersuchung des Sehens der niederen Säugethiere.

Unter der angegebenen Überschrift machte Hr. Munk am 3. April 1884 eine Mittheilung in der Königlichen Akademie der Wissenschaften, deren Aufnahme in die Sitzungsberichte erst in der Sitzung vom 8. Mai beschlossen wurde.¹⁾ Diese Mittheilung bildet einen Angriff gegen meine vorstehend²⁾ abgedruckte Arbeit vom Jahre 1881.

„Nur die ältesten Forscher, sagt Hr. Munk [549], haben die niederen Säugethiere, des Grosshirns beraubt, blind gefunden, alle späteren haben dieselben nach anscheinend genauerer Untersuchung für sehend erklärt, so dass an der Sicherheit der neueren Erkenntniss gar kein Zweifel bestand; und noch in jüngster Zeit, nachdem ich

¹⁾ Sitzungsberichte der Königl. Akademie d. Wissensch. zu Berlin 1884. XXIV. S. 541. Die in eckigen Klammern eingefassten Zahlen im Texte bedeuten die Zahl der Seite, aus welcher das Citat entnommen ist.

²⁾ S. 1 — 18.

schon für den Hund ein anderes Verhalten dargethan und schliesslich auch mit der Totalexstirpation der Sehsphären erwiesen hatte, sind wiederum neue Beobachter, (Arthur Christiani, diese Berichte 1881, S. 224. — Deutsche medicinische Wochenschrift, 7. Jahrg. 1881, No. 21, S. 302) für das Sehen¹⁾ des grosshirnlosen Kaninchens eingetreten.“

Hr. Munk stellt sich nun die Aufgabe, durch eigene Prüfung der niederen Säugethiere (Kaninchen, Meerschweinchen, Ratte) darüber zu entscheiden, ob dieselben hier wunderbar aus der Reihe²⁾ fallen oder ob „die Forschung in seltsamer Weise lange irregeführt worden“ ist. Hierzu schlägt er den Weg der Exstirpation des Grosshirnes ein.

Zunächst beschreibt Hr. Munk [550] sein Operationsverfahren, das im Allgemeinen dem meinigen erst später im Druck

¹⁾ Der Leser findet an der von Hrn. Munk citirten Stelle und überhaupt in meiner ersten Arbeit, die Behauptung nicht, „dass die enthirnten Kaninchen sehen“ vgl. hier S. 14 f.

Die einzige Stelle, aus welcher man entnehmen konnte, dass ich die von mir enthirnten Thiere noch für sehend halte, ist die, wo ich davon spreche, dass die Thiere Hindernisse vermeiden können ohne sie zu berühren. Allein bei der Knappheit der Darstellung, — ich gebe nur die von mir beobachteten Thatfachen und zwar in nüchternster Weise an und enthalte mich jeglicher Deutung, blieb doch erst abzuwarten, ob in der That und wie weit ich die Behauptung aufstellen würde, dass die des Grosshirns und der Streifenhügel beraubten Thiere „sehen“ können, ehe man, wie Hr. Munk dagegen zu Felde zieht.

Inzwischen ist in Folge der Munk'schen Angriffe von mir eine kurze Bemerkung darüber gegeben (s. oben S. 24) und habe ich meine Ansicht später (s. hier unten Cap. IV ff.) ausführlicher entwickelt. Hiernach glaube ich keineswegs, dass die enthirnten Thiere so sehen können, wie die „normalen“, aber ich glaube annehmen zu müssen, dass die Thiere optische Eindrücke erhalten und zweckmässig reflectorisch verwerthen.

²⁾ Aus welcher Reihe, und wie lang ist dieselbe?

veröffentlichten¹⁾ entspricht, jedoch in einem besonders wichtig erscheinenden Punkte abweicht. Hr. Munk nämlich [550] trennt zum Schlusse mit dem Messer die Grosshirnhemisphären vom übrigen Hirne ab, „dicht vor den Thalami optici oder ein wenig weiter nach vorn — darauf kommt es,“ sagt Hr. Munk, „für die Zwecke der vorliegenden Untersuchung²⁾ nicht besonders an.“ Derselbe lässt also noch eine Portion Hirnsubstanz zurück, welche den vorthalamischen Theilen, dem Streifenkörper und der Capsula interna angehört. Im Übrigen [551] narkotisirt er die Thiere, wenn auch nicht immer, und unternimmt er erst dann die Exstirpation selbst, wenn die Narkose vorüber war³⁾; ferner wird für die Operation eine möglichst vertikale Stellung des Kopfes, (Schnauze nach unten, Hinterhaupt nach oben) und das Anlegen von Nähten empfohlen, um die freiliegenden Hirntheile vor Vertrocknung zu schützen. Bei „ganz gelungenen

¹⁾ Sitzungsbericht der Kgl. Akademie d. Wissensch. 1884 (29. Mai). S. 635—638. Hier im Capitel IV § II abgedruckt.

²⁾ Für welche Zwecke? Zu entscheiden darüber, ob die Thiere indem sie den Anschein von Nichtblindheit erwecken „wunderbar aus der Reihe fallen“ oder ob „die Forschung irre geführt“ sei und die Thiere wirklich blind seien? Da Hr. Munk auf seine „eigentliche Aufgabe — auf das Sehen“ erst verhältnissmässig sehr spät [563] (hier S. 42 ff.) und auch da nur wie wir bald näher nachweisen werden, in ganz unzureichender Weise zurückkommt, vielmehr vorher hauptsächlich von dem Verhalten im Allgemeinen und den Bewegungen der Thiere nach der Operation spricht, so scheint doch die genaue Angabe unerlässlich, für welche Zwecke die Zurücklassung von Theilen des Streifenkörpers als bedeutungslos aufgefasst werden soll. In der That habe ich denn auch einen der Hauptfehler des Munk'schen Operationsverfahrens für meine Zwecke darin erkannt, dass Hr. Munk im Streifenkörper operirend denselben verletzt s. hier S. 27 und weiter unten Capitel IV.

³⁾ Wann sind die gerade das Gehirn betreffenden alterirenden Wirkungen der Narkose vorüber? Es scheint doch recht bedenklich für die Folge der Untersuchung, sich über diese Frage hinwegzusetzen.

Versuchen“ blieben die Nachblutungen aus und lebten „die Kaninchen bis circa 50 Stunden.“

Das „grobe Verhalten“ der von Munk enthirnten Säugethiere ist nunmehr folgendes: [553]

„Zunächst nach der Operation bleibt das Thier, bei normaler ruhiger Athmung, in jeder beliebigen Lage, die man ihm ertheilt hat, wofern nur der Körper ausreichend unterstützt ist, unverändert und unbewegt liegen.“

„Dieses **Erschöpfungsstadium**,“ wie es Hr. Munk nennt und hier definirt, „dauert ungefähr eine halbe Stunde, längstens etwa eine Stunde an und findet seinen Abschluss, indem das Thier plötzlich oder auch, wenn es auf der Seite lag, nach einigen Strampelbewegungen die hockende Stellung annimmt, welche es sonst immer beilangem Sitzen oder beim Schlafen hatte.“

„In der Stellung verharret dann das Thier während des zweiten Stadiums, des **Ruhestadiums**, durch Stunden und führt nur hin und wieder, im ganzen sehr selten, einzelne Bewegungen aus,“ als da sind:

Schütteln und Drehen des Kopfes; Blinzeln mit den Augen; Drehen der Ohren; Lippen- und Kieferbewegungen; Verstellungen der Beine und Wisch- und Kratzbewegungen mit denselben. — „Hin und wieder kommt es auch einmal vor, dass das Thier sich etwas zeigerartig dreht oder wenige Schritte vorwärts macht, geradeaus oder im Bogen rechts- oder linksum. Die normale ruhige Athmung besteht dabei zuerst unverändert fort, aber später schieben sich vereinzelt rasche active Expirationen ein [554] mit anfangs langen, dann kürzeren Zwischenzeiten, in der Regel begleitet von einer Art Niesegeräusch, nur äusserst selten statt dessen von einem kurzen hohen Tone. Mit der Zeit werden diese Expirationen immer

heftiger, und dann verbindet sich mit ihnen, am frühesten beim Meerschweinchen, ein Zusammenfahren oder eine Vorwärtsschiebung des ganzen Thieres, bis es endlich zu den Laufbewegungen kommt, welche das dritte Stadium charakterisiren.“

Im **Laufstadium** „läuft das Thier nicht unausgesetzt, sondern mit Pausen, während welcher es ruhig dasteht, manchmal geradeaus, meist in Kreisen oder Spiralen.“

„Plötzlich einmal, zum Schlusse einer Laufperiode, fällt das Thier auf die Seite und bleibt mit ausgestreckten Extremitäten liegen; doch nach einiger Zeit richtet es sich wieder auf, und das Laufen beginnt von neuem. Nach einer Anzahl Laufperioden fällt das Thier wieder um, und wieder erhebt es sich und läuft.*

Später macht es wohl noch Strampelbewegungen, aber vermag sich nicht mehr aufzurichten: „auf der Seite liegend, bewegt es nur noch von Zeit zu Zeit den Kopf und die Beine wie zum Laufen.“ Es hat sich mittlerweile die Athmung geändert, es werden „dyspnoische Athmungen“ „immer [555] häufiger und krampfhafter, der Rumpf hört auf zu athmen, und mit heftigster Kopfdyspnoë schliesst das Leben des Thieres.“

[555] „In den Hauptzügen ebenso stellt sich das Verhalten der enthirnten Thiere bei allen ganz gelungenen Versuchen dar, überall finden sich die geschilderten drei Stadien mit ihren charakteristischen Erscheinungen wieder.“ [555] „Und auch noch bei den nicht ganz gelungenen Versuchen, bei welchen es erst zu einer späteren Zeit zur Blutung kommt, ist bis zum Eintritte der Blutung das entsprechende Verhalten der Thiere zu beobachten; es sind fast ausschliesslich solche Thiere, deren Laufbewegungen rasch und stürmisch sich entwickelt haben.“ [556] „Ganz un-

brauchbar sind bloss diejenigen Versuche, bei welchen die Nachblutung bald nach der Operation erfolgt, oder was ziemlich häufig vorkommt¹⁾, die durch die Exstirpation gesetzte Blutung fälschlich vollkommen gestillt erschien und allmählich immer mehr Blut die zurückgebliebenen Hirntheile umfließt. Dann sind das Erschöpfungs- und das Ruhestadium gar nicht oder doch nur in Spuren bemerkbar, Krämpfe mannichfacher Art und Laufbewegungen stellen sich sehr früh ein, und aus dem Gewirr der von Fall zu Fall wechselnden Erscheinungen ist bloss eine regelmässige Steigerung des Laufens herauszuerkennen.“ „Das geschilderte Verhalten zeigen die Thiere, ohne dass nach beendeter Operation irgend ein Angriff weiter seitens des Experimentators erfolgt.“

Hr. Munk hebt dies hervor, „weil von den meisten Beobachtern das Laufen der enthirnten Säugethiere nicht anders als für den Fall, dass sie dieselben reizten, angemerkt worden ist.“ „Erst Hr. Renzi und neuerdings Hr. Christiani haben das Laufen als eine regelmässige Erscheinung bei den Thieren, die sich selbst überlassen bleiben, erkannt.“²⁾

[556]. „Ich muss auch noch“, fährt Hr. Munk fort, „die Thiere in der Ruhe zu charakterisiren, etwas hinzufügen. Nach Hrn. Schiff kommt ihnen „die vollkommen passive Biegsamkeit aller Glieder, die Beibehaltung jeder dem Thiere ertheilten nicht schmerzhaften Lage““

1) Hr. Munk behält durch Anlegung von Nähten keinen freien Einblick in die Schädelhöhle.

2) „Sie haben freilich wiederum seine Charakteristik übersehen und vor allem das, dass das Laufen ein Secundäres im Verhalten der Thiere ist und Ruhe das Primäre“. Diese Behauptung Hrn. Munk's erscheint völlig unverständlich, da ich doch (s. oben S. 14 und 15) ausdrücklich bemerkte, dass die Thiere erst ruhten, ja zum Theil schliefen, dann wiederholt von selbst aufwachten und umhergingen.

„zu. Hrn. Christiani andererseits „boten die Kaninchen einen Anblick dar, welcher sich von dem nicht-enthirnter Thiere im Allgemeinen wenig unterschied. Von Muskelschwäche in den Extremitäten oder von ungewöhnlicher Haltung des Kopfes¹⁾ u. d. m. war in den bestgerathenen Fällen durchaus nichts wahrzunehmen, die Thiere sassen unmittelbar nach der Operation da, wie normale Thiere zu sitzen pflegen.“ [557] „Beide Angaben,“ sagt Hr. Munk, „sind nicht richtig, da, wie es schon einzelne Versuche von Flourens und Hrn. Renzi zeigen, der anfängliche Erschöpfungszustand und die spätere Ruhe der Thiere auseinanderzuhalten sind. Hrn. Schiff's Angabe trifft genau zu für unser Erschöpfungsstadium, das Hrn. Christiani entgangen ist und das nie fehlt, auch wenn die Thiere — infolge der Reizung — „schon beim Losbinden sich sehr ungeberdig benehmen und zu entfliehen suchen.“

„Im Ruhestadium dagegen sinken wohl die Thiere bei langer Ruhe immer mehr in sich zusammen, und sie halten auch manchmal die Beine abnorm oder lassen sich dieselben verstellen wie Hunde, welche die Extremitätenregionen der Fühlsphären verloren haben; aber sie halten jetzt immer die hockende Stellung fest, sie lassen den Körper nicht mehr in jede beliebige Lage bringen, sie behalten nicht einmal die einfache Seitenlage bei, sondern sie kehren immer wieder zur hockenden Stellung zurück.“

Hr. Munk geht nunmehr ([557] bis [563]) auf die Frage ein, was als die Ursache der Laufbewegungen der enthirnten Thiere zu betrachten sei.

¹⁾ Hier lässt Hr. Munk, wie er später (s. unten Capitel IV § I) erklärt, absichtlich das Wort „Reitbahnbewegung“ aus; schon wegen dieses einen Wortes erscheint der Munk'sche Angriff verfehlt.

[557—558]. „Es galt allgemein und bildete gewissermassen die Grundlage unserer physiologischen Kenntniss des Grosshirns, dass die Wirbelthiere durch den Verlust des Grosshirns die willkürliche Bewegung einbüssen, dass sie in einem soporösen, schlafähnlichen Zustande verharren und nur noch insoweit sich bewegen, als Reizungen die erhaltenen Bewegungsmechanismen in Thätigkeit setzen.“¹⁾

„Die Laufbewegungen [557] waren, als man auf sie aufmerksam geworden war, nicht unverständlich erschienen: dieselben sind gewiss ebenfalls nur Reflexe infolge innerer Reize“ hatte schon Hr. Schiff gesagt, und Hr. Renzi hatte auf die verletzten und entzündeten Hirntheile, Hirnhäute u. s. w. als ihre Ursache hingewiesen,“

„Damit hatte man sich begnügen dürfen; und die genauere Untersuchung mit den grösseren Opfern ist erst neuerdings durch Hrn. Christiani's Veröffentlichung nöthig geworden.“²⁾

1) Obgleich ich in meiner ersten Mittheilung (oben S. 14—18) nirgends etwas gegen diese Grundlage Sprechendes vorgebracht, auch mich über die Art der Ursachen der Laufbewegungen in keiner Weise näher ausgelassen, sondern nur bemerkt habe, dass die Bewegungen „auch spontan“ (s. oben S. 14 und die Erklärung auf S. 24 wonach spontan bei mir durchaus nicht „willkürlich“, sondern soviel wie „von selbst“ oder „ohne äussere Anregung“ bedeutet,) erfolgen können, obgleich also Hr. Munk keinerlei Grund hierzu haben konnte, greift derselbe mich doch mit harten Worten an, indem er mir Täuschungen, Irrthümer und Willkür in der Auffassung vom Laufen der Thiere vorwirft: [558, 559, 560]. Man fragt sich: hatte denn Hr. Munk, ehe er diesen Angriff unternahm, nicht Gelegenheit seinen Collegen Christiani um eine Erklärung darüber zu ersuchen, was er sich als Ursache der „von selbst“ oder „spontan“ oder wie Hr. Munk (s. oben S. 36) sagt „ohne Angriff seitens des Experimentators“ erfolgenden Laufbewegungen vorstelle?

2) Da ich „spontan“ abwechselnd mit „von selbst“ gebraucht habe, so durfte man doch annehmen, dass ich, das Kaninchen als mechanisches System aufgefasst, äussere nicht nothwendig zum System gehörige Kräfte (Reize, Anregungen) den inneren, zum System gehörigen Kräften (Reizen,

Die mit „grösseren Opfern“ ausgeführten Untersuchungen Hrn. Munk's ergaben demselben als Ursachen der Laufbewegungen abgesehen von äusseren, durch den Experimentator beigebrachten Reizen [559] also „bei sich selbst überlassenen Thieren“:

- 1) Blutungen [559]
- 2) Entzündungsprozesse [ebenda]
- 3) Zerrungen des Hirnstieles [ebenda]

„Danach ist“ sagt Hr. Munk, „von vorneherein Hrn. Christiani's Auffassung vom Laufen der Thiere als eine ganz und gar willkürliche und die Auffassung von Hrn. Schiff und Hrn. Renzi als die berechtigtere zu erkennen.“

„Doch unsere genauere Kenntniss des Verhaltens der Thiere führt uns weiter.“¹⁾

Nämlich zur Erkenntniss, dass, wie die „Abhängigkeit der Laufbewegungen von der Zeit nach der Operation und von der Dauer des Überlebens beweist, wir es mit unwillkürlichen Bewegungen zu thun haben, mit Bewegungen, veranlasst durch Vorgänge im Thiere, welche die Operation stets zur Folge hat, und welche von einer gewissen Zeit an sich allmählich weiter entwickeln, bis das Thier erliegt, die einen Male rascher und mächtiger, die anderen Male langsamer und schwächer.“ [559]

„Ja die Sectionsergebnisse lehren uns sogar noch die Vorgänge näher kennen.“

Anregungen) gegenüber zu stellen wusste. Zu diesen inneren Reizen würden unter Umständen auch Entzündungsreize zu rechnen sein. Man kann daher wohl Hrn. Munk nicht beistimmen, wenn derselbe durch „grössere Opfer“ im Wesentlichen zu keinem anderen Resultate zu gelangen wusste, als zu dem, was die älteren Forscher bereits festgestellt hatten.

¹⁾ Ich kann auch im Folgenden keinen wesentlichen Fortschritt über das schon Bekannte und Gesagte hinaus erkennen; es bleibt daher nichts zu thun, als einfach die Angaben Hrn. Munk's wieder zu geben.

(Es folgt die Beschreibung der anatomischen Befunde, die je nach dem früher oder später erfolgenden Tode etwas andere sind.) [559—560].

[560] „Dass alle diese Veränderungen nicht durch den mechanischen Eingriff herbeigeführt sind, sondern erst mit der Zeit nach der Operation sich ausbilden, davon überzeugt man sich nebenher leicht an den durch Blutungen misslungenen Versuchen, welche reichlich dazu Gelegenheit geben. Das Laufen der Thiere und die Entzündung der stehengebliebenen Hirntheile bieten demgemäss in Zeit und Grösse den zu verlangenden Parallelismus dar; und wenn auch einzelne Laufbewegungen durch reflectorische Erregungen oder durch Zerrungen des Hirnstieles bedingt sein mögen, jedenfalls ist die grosse Masse der Laufbewegungen, sind die für das Laufstadium charakteristischen Bewegungen nichts anderes als Zwangsbewegungen infolge der entzündlichen Vorgänge, welche in den Thalami optici und den corpora quadrigemina statthaben.“

„Der Täuschung, welcher Hr. Christiani verfallen ist, liegt übrigens noch ein Irrthum¹⁾ zu Grunde, den offenbar Alle begingen, welche das Laufen der enthirnten Säugethiere bemerkten, wenn auch Renzi allein ihn zum Ausdruck brachte: der Irrthum, dass solches Laufen nach der Enthirnung der Säugethiere eigenthümlich sei und bei den übrigen Wirbelthieren nicht vorkomme.“

Hr. Munk bespricht nun [561] das spontane²⁾ Laufen der Frösche und der Vögel nach der Enthirnung und erkennt

¹⁾ Nach Hrn. Munk's Meinung, soll ich gemeint haben, dass die enthirnten Thiere willkürliche Bewegungen machen. Wie schon gesagt habe ich diese Meinung nirgends verlauten lassen, daher kann man auch keine Stelle bei mir finden, aus welchen der oben erwähnte Irrthum herauszulesen wäre, welcher meiner Täuschung zu Grunde liegen soll.

²⁾ mihi.

als Ursache wiederum ähnliche Vorgänge wie bei den Säugethieren.

Endlich spricht Hr. Munk [562] noch von den zufälligen äusseren Reizen (eine Fliege läuft über die Nase; ein Blutstropfen fliesst über das Nasenloch u. s. w.); von den peripherischen Reizen z. B. der Defäcation u. s. w.

Alle diese Umstände veranlassen Reflexbewegungen und „man wird solche Reflexbewegungen bei einem Thiere, welchem bloss das Grosshirn fehlt, nur natürlich finden, und man wird sie auch streng unterscheiden von den Zwangsbewegungen, welche dem Laufstadium eigenthümlich sind und auf dem unmittelbaren Angriffe der stehengebliebenen Hirntheile beruhen.“

Ehe wir in der Berichterstattung über die Munk'sche Arbeit weiter gehen fassen wir das Bisherige noch einmal kurz zusammen:

1) Hr. Munk hat mit einem von dem meinigen wesentlich abweichenden Schnitte Thieren das Grosshirn ganz, die Streifenhügel nur zum grössten Theile, entfernt: er verletzt die Streifenhügel indem er noch Reste derselben stehen lässt, während ich (s. oben Seite 14) mit den Grosshirnhemisphären die Streifenhügel gänzlich entferne.

Hr. Munk narkotisirt, wenn auch nicht immer, vor der Enthirnung und giebt seinen Thieren während der Operation eine gezwungene verticale Kopfstellung: Schnauze nach unten, Hinterhaupt nach oben. Endlich legt er Nähte an, wodurch er die dauernde Überwachung von Blutungen durch den Einblick unmöglich macht. Alle diese Dinge vermeide ich.

2) Hr. Munk hat seinem Verfahren zur Folge ganz andere Erscheinungen, als ich, zu beobachten. Während seine Thiere ein anfängliches, nie fehlendes, $\frac{1}{2}$ bis 1stündiges Erschöpfungsstadium (S. 34 und 37) durchzumachen haben, in

welchem sie in jeder Lage unverändert und unbewegt liegen bleiben, können in bestgelungenen Fällen die von mir operirten Thiere unmittelbar nach der Operation stehen, sitzen und laufen und unterscheiden sich überhaupt dem Anblicke nach nicht von normalen, nichtoperirten Thieren. (S. 14).

3) Hr. Munk behandelt die Frage, welche Ursachen für die Laufbewegungen der von ihm operirten und beobachteten Thiere vorliegen, und gelangt hierbei zwar zu keinem wesentlich anderen Resultate, als die älteren Forscher für die von ihnen enthirnten Thiere; er wirft mir jedoch wiederholt Täuschung, Irrthum und Willkür in der Auffassung vom Laufen der Thiere vor, obgleich ich weiter nichts ausgesagt habe, als dass die Thiere auch von selbst (spontan) in Bewegung gerathen.

Man ersieht aus dem Ganzen, dass Hrn. Munk's Versuche wegen der Abweichung im Operationsverfahren u. s. w. mit dem meinigen nicht vergleichbar ausfallen, und dass seine Angriffe gegen mich unhaltbar, weil gegenstandslos sind.

Nun endlich, nachdem über zwei Drittel der Mittheilung fast nur mit diesen aufgezählten Dingen ausgefüllt worden, kommt Hr. Munk zu seiner „eigentlichen Aufgabe — auf das Sehen“ [563] und zu seiner Beweisführung, dass „trotz Hrn. Christiani“ die des Grosshirns beraubten niederen Säugethiere „vollkommen blind“ sind, [567] und dass es dabei bleiben werde, auch wenn die angekündigte Strassburger Mittheilung¹⁾ noch erscheinen sollte, eine Mittheilung, für welche eine umfassende Bestätigung der Christiani'schen Angaben in Aussicht gestellt wurde, die aber in den drei seitdem verflossenen Jahren nicht erschienen ist.

Hr. Munk führt seinen Beweis folgendermassen.

[563] „Die enthirnten Kaninchen, Meerschweinchen,

¹⁾ s. unten die Beilagen.

Ratten, zeigen wohl den Pupillarreflex,, nicht merklich anders als in der Norm; sonst aber werden sie durch Licht in keiner Form und keiner Weise mehr beeinflusst.“¹⁾

„Und wenn die Thiere sich bewegen, so stossen sie an alle Hindernisse auf ihrem Wege an²⁾, gehen geradezu in die Objecte hinein, streben an der glatten Zimmerwand in die Höhe, fallen vom Tische u. dgl. m.“

„Auch bei den niederen Säugethieren ist also³⁾ mit dem Verluste des Grosshirns die völlige Einbusse des Gesichtssinnes verbunden.“

„Und das stellt sich im Grunde auch als das Ergebniss heraus, welches alle die früheren Untersuchungen bis auf die neueste Zeit ganz gleichmässig geliefert haben.“

[564] „Da war es Hr. Christiani vorbehalten, ganz andere Erfahrungen zu machen: ihm „zeigte sich beim Umhergehen der enthirnten Thiere in den bestgelungenen Fällen durchaus nichts Abnormes: Die Thiere wichen Hindernissen (z. B. Tischfüssen) aus, ohne dieselben zu berühren; sie erkletterten und ersprangen Anhöhen u. s. w.““

„Doch wiederum hat Hr. Christiani sich getäuscht und diesmal unter Umständen, wo schon eine einfache Überlegung die Täuschung hätte verhüten sollen. Was so zahlreiche Forscher immer wieder angegeben hatten, was man sogar dort, wo man entschieden das Sehen der enthirnten Kaninchen vertrat, ausdrücklich hervorgehoben hatte, dass die Thiere in die Hindernisse stiessen, das waren nackte Beobachtungen, bei welchen ein Irrthum unmöglich war.“⁴⁾ Dagegen war, was Hr. Christiani

¹⁾ vergl. hiergegen Christiani oben S. 1 ff. und weiter S. 25

²⁾ vergl. hiergegen Christiani oben S. 15 und 25 ff.

³⁾ **Beweis?!**

⁴⁾ Ganz recht! Aus dieser Beobachtung darf aber nicht, wie Hr. Munk will, als unbedingte Wahrheit der Schluss gezogen werden, dass die Thiere völlig blind sind; s. Christiani oben S. 25 ff.

wollte, dass seine Thiere Hindernissen auswichen, ein Schluss, der falsch sein konnte; und er musste falsch sein“ . . .

Hier erlaube ich mir der Kürze wegen fortzufahren: oder als solcher betrachtet falsch erscheinen, wenn man unbedingt glaubt, dass die von Hrn. Munk aus seinen Versuchen gezogenen Schlüsse richtig sind.¹⁾

„Um“, sagt Hr. Munk [567], „über das Sehen der Thiere zu entscheiden, bietet sich noch ein ganz einfaches Hülfsmittel darin dar, dass man neben unseren bisherigen Versuchsthieren solche prüft, welchen man nach der Enthirnung noch die Augen eröffnet und den Augeninhalt entleert hat. Vom Pupillarreflexe abgesehen, zeigen beiderlei Thiere nicht den mindesten Unterschied in ihrem Verhalten“. . . ²⁾

Auch daran ist nicht zu denken, [568], „dass unsere³⁾ enthirnten Säugethiere, hätten sie länger gelebt, nach mehreren Tagen oder nach Wochen doch noch Reste des Gesichtssinnes würden haben erkennen lassen.“

„Man müsste dafür die Annahme machen, dass durch den operativen Eingriff überall und immer in gleicher Weise die stehen gebliebenen Hirntheile intensiv geschädigt worden wären; und solche Annahme wird durch das Verhalten der Thiere, wie durch die Sectionsbefunde durchaus widerlegt.“⁴⁾

Hr. Munk bemerkt, dass seine „im Grunde überflüssige Untersuchung“ nur durch die so bestimmt auftretende Angabe, dass an den niederen Säugethieren nach der Enthirnung

¹⁾ Wie Hr. Munk fortfährt und wie es mit seinen Schlüssen bestellt ist, wird im Capitel IV besonders besprochen.

²⁾ vgl. gegen diese Behauptung Christiani's Beobachtungsangaben.

³⁾ wessen?

⁴⁾ Unverständlich

noch ein Rest des Gesichtssinnes erhalten bleibe, nöthig geworden sei. [568]

„Jetzt da diese Angaben als falsch erwiesen sind, da die niederen Säugethiere nach der Enthirnung, so lange sie nur leben, sich als vollkommen blind herausgestellt haben, tritt das einzig Natürliche in sein volles Recht: dass, wie bei den höheren Säugethieren und den Vögeln, so auch bei den niederen Säugethieren alle centralen Vorgänge des Gesichtssinnes an das Grosshirn geknüpft sind.“

Der Leser fragt: Wo hat Hr. Munk den zwingenden Beweis geliefert, dass die enthirnten Säugethiere vollkommen blind sind? Ich behaupte: Nirgends.

Viertes Capitel.

Zur Kenntniss der Functionen des Grosshirns, und von dessen Exstirpation bei Kaninchen.

von

Arthur Christiani.

(Vergleiche hierzu auch die in der Königl. Akademie der Wissenschaften zu
Berlin von Hrn. E. du Bois-Reymond am 29. Mai 1884 vorgelegte
Abhandlung.)

Da Hr. H. Munk. wie wir aus der vorstehend im Auszuge wiedergegebenen Mittheilung ansehen haben, über die Folgen der Entfernung des Grosshirns bei Kaninchen Behauptungen aufstellt, welche den Befunden und Ansichten direct zuwiderlaufen, die ich früher über denselben Gegenstand mitgetheilt hatte, so glaubte ich es der Königlichen Akademie der Wissenschaften sowohl wie mir selber schuldig zu sein, zunächst sofort die beiden Punkte hervorzuheben, welche allein genügen um zu zeigen, dass Hrn. Munk's Angriff auf meine Untersuchungen als völlig verfehlt anzusehen ist.

§ I.

H. Munk's Erklärungsversuch des Ausweichens der enthirnten
Thiere vor Hindernissen.

Der eine Punkt, den ich geltend machte, betrifft den von Hrn. Munk erhobenen Vorwurf, dass ich mich bei der Angabe: „die Thiere wichen Hindernissen aus, ohne sie zu berühren“¹⁾ durch den Zufall habe täuschen lassen oder dass

¹⁾ s. oben S. 15; [224].

die von mir operirten Thiere Zwangsbewegungen machten, Reitbahnbewegungen,¹⁾ bei welchen sie nicht in der Bahn gelegene Gegenstände nicht berühren konnten.

Hr. Munk sagt a. a. O. wörtlich:

[565] „Wer die enthirnten Thiere beobachtet, wer sie so oft und immer wieder die Objecte, welche auf ihrem Wege liegen, streifen und in dieselben hineingehen sieht, wird denn auch Hrn. Christiani's Angabe ganz unbegreiflich finden; und rathlos wird er vor der Frage stehen, wie es möglich war, dass die Angabe entstand. Ich will die Antwort geben, zu welcher das ausgedehnte Studium der Thiere mich befähigt hat. Hrn. Christiani's „bestgelungene Fälle“, in welchen die Thiere „Hindernissen (z. B. Tischfüssen) auswichen“, sind Versuche gewesen, wie ich sie oben als ganz gelungene bezeichnet habe, mit einer mittleren oder noch grösseren Lebensdauer der Thiere; und Hrn. Christiani's Beobachtungszeit — er hebt hervor, dass er werthvolle Versuchsthier „halbe Tage lang“ beobachtete — hat höchstens das Ruhestadium und einen ersten Theil des Laufstadiums gedeckt, so dass er bloss mässige Progressivbewegungen dieser Thiere zu sehen bekam. Bei solchen mässigen Bewegungen kommt es hin und wieder vor, dass die Thiere, wenn sie in die Mitte des Zimmers gesetzt waren, nicht an die Wand [und die dort befindlichen Schränke u. s. w.]²⁾ gerathen, sondern, natürlich in Ab-

¹⁾ Zwangsbewegungen, bei welchen die Thiere eine gegebene kleinere oder grössere Kreisbahn immer wieder durchlaufen, nennt man bekanntlich seit Magendie Reitbahnbewegungen. Bei der Beschreibung der Bewegungen seiner Versuchsthier vermeidet Hr. Munk den Gebrauch dieses jedem Hirnphysiologen geläufigen Kunstausdruckes.

²⁾ Die hier folgenden eckigen Klammern sind von mir hinzugesetzt, weil Hr. Munk die betreffenden Stellen in einer späteren Mittheilung fortlässt (s. unten S. 52.)

sätzen, mehr oder weniger regelmässige Kreise inmitten des Zimmers beschreiben, [immer wieder in ungefähr derselben Weise], und dabei, [wenn nur spärliche Objecte in der Nähe sich befinden, zumal von so geringer Breite wie Tischfüsse], wiederholt an den Objecten vorüberkommen, ohne dass sie ihr Weg in Berührung mit den Objecten bringt. [So habe ich Kaninchen die Füsse eines inmitten des Zimmers befindlichen Tisches, die einen Male alle vier Füsse, die anderen Male nur zwei Füsse, manchmal sogar zuerst die einen und dann andere zwei Füsse, wiederholt umkreisen sehen, ohne anzustossen; so habe ich ein Kaninchen zu Anfang [566] des Laufstadiums zwei Stunden lang rings um eine ansehnliche Kiste herumlaufen sehen, in $1\frac{1}{2}$ — $1\frac{1}{2}$ Fuss Entfernung von ihr, ohne je die Kiste zu berühren; und dergl. mehr.] Derartige Beobachtungen waren es, welche Hrn. Christiani zu der Meinung verleiteten, dass die Thiere Hindernissen auswichen; und er ist bei dem Irrthume verblieben, obwohl das Auskunftsmittel so nahe lag: er brauchte nur in die hier genügend vorgegebene Bahn der Thiere einigermaßen breite Objecte zu stellen oder die Thiere in die Nähe der Wand zu versetzen, und er hätte gesehen, wie die Hindernisse nicht vermieden wurden. Um seine Meinung festhalten zu können, hat aber Hr. Christiani weiter alle die Versuchsthiere, welche er an Hindernisse stossen sah, kurzweg ausser Berücksichtigung gestellt, indem er sie ganz und gar willkürlich nicht zu den „bestgelungenen Fällen“ zählte;¹⁾ und er hat dabei

¹⁾ Der Leser mache den Versuch, diese von Hrn. Munk gegen mich gerichtete Beschuldigung aus meiner Arbeit (oben S. 14 und 15) zu begründen.

noch übersehen, dass, wenn die Enthirnung nicht Blindheit mit sich brachte, die Kaninchen nicht bloss bei den vermeintlichen „spontanen“ Bewegungen, sondern auch, wie der grosshirnlose Frosch, bei unwillkürlichen Bewegungen und insbesondere wenn er sie reizte, die Hindernisse hätten vermeiden müssen. Endlich, um das Maass voll zu machen, hat Hr. Christiani das Anstossen der Thiere an Hindernisse sogar da vernachlässigt, wo es ihm nach seiner eigenen Angabe bei den „bestgelungenen Fällen“ ganz deutlich zur Beobachtung gekommen sein muss, dort nämlich, wo die Thiere „Anhöhen erkletterten.““

Hr. Munk hatte, so musste ich bei Lesung dieses Theiles seiner Abhandlung annehmen, offenbar übersehen oder vergessen, dass ich ausdrücklich von den des Grosshirns und der Streifenhügel beraubten Kaninchen aussage:¹⁾

„Was das Umhergehen der Thiere nach dem spontanen Erwachen betrifft, so zeigte sich in den bestgelungenen Fällen durchaus nichts Abnormes“

und:

„Von Muskelschwäche in den Extremitäten oder von ungewöhnlicher Haltung des Kopfes, Reitbahnbewegung u. d. m. war nach besagter Operation in den bestgerathenen (zur Zeit²⁾ neunzehn) Fällen durchaus nichts wahrzunehmen: die Thiere sassen unmittelbar“ u. s. w.³⁾

Es schien mir ein einfacher Lapsus Hrn. Munk's um so wahrscheinlicher vorzuliegen, als in seiner Abhandlung auf Seite [556] in dem zweiten hier eben angeführten und dort citirten Satze: „Von Muskelschwäche . . .“ u. s. w. das Wort: „Reitbahnbewegung“ fortgelassen war.⁴⁾ Denn hätte er es

¹⁾ s. oben S. 15.

²⁾ s. oben S. 14, Anmerkung ¹⁾.

³⁾ s. oben S. 14.

⁴⁾ s. oben S. 37.

nicht übersehen, so würde sich doch Hr. Munk gesagt haben, dass gerade auf dieses Wort bei seiner Art, die Sache anzusehen, hier Alles ankommt? Denn es beweist, dass ich auf die Quelle des Irrthumes, in welchen verfallen zu sein Hr. Munk mir vorwirft, wohl achtete; es beweist mit Einem Wort, dass die Auskunft, mit deren Hülfe er meine ihm unerklärlichen Versuchsergebnisse hinweg zu erklären versucht, eine unzutreffende ist.

Ich hatte also geglaubt, Hr. Munk habe das Wort „Reitbahnbewegung“ übersehen, allein ich hatte mich getäuscht, er hat dasselbe absichtlich fortgelassen, wie er neuerdings erklärt, indem er sagt: ¹⁾

„dass das Citat sich gar nicht da findet, wo von den „Bewegungen der Thiere, oder vom Sehen oder vom „Vermeiden von Hindernissen die Rede ist, sondern da, „wo es sich ausgesprochenermaassen — es steht an der „Spitze des Absatzes — bloss darum handelte, „die Thiere „in der Ruhe zu charakterisiren“. Da war „offenbar „Reitbahnbewegung“ ebenso überflüssig wie „„nach besagter Operation“ und „zur Zeit neunzehn“, „welche Wörter gleichfalls ausgelassen sind.“

Also weil es hier für seinen Zweck ihm nicht passte, liess Hr. Munk das bezüglich seiner späteren Darstellung für meine Sache so wichtige Wort fort. Nun gut, dann hätte Hr. Munk doch aber in doppeltem Maasse die Verpflichtung gehabt, an der richtigen Stelle dem Leser eine richtige Vorstellung **von der Bewegung meiner Thiere** zu geben. Statt dessen lässt Hr. Munk an der Stelle, wo wie er selber sagt²⁾, er sich „mit den Dingen zu beschäftigen anfange, also am rechten Platze“ jenes Wort und zwar mit dem ganzen so wichtigen Vordersatze, in dem es enthalten ist, wiederum

¹⁾ Sitzungsberichte der Akad. 1884. S. 657.

²⁾ S. 657.

fort¹⁾. Hr. Munk meint zwar²⁾ ausser „durch ein langes Citat in der Anmerkung“ auch im Texte „eindringlich genug“ hervorgehoben zu haben,

„dass die grosshirnlosen Kaninchen nach Hrn. Christiani weit entfernt davon sind, Reitbahnbewegungen zu machen, dass sie vielmehr, gelegentlich aus dem Schlafe erwacht, ohne jede Abnormität einhergehen, mitten in der Bewegung Halt machen, klettern, springen, schliesslich sich wieder zur Ruhe begeben und einschlafen.“

Allein einerseits ist nirgends, weder in den Anmerkungen noch im Texte, wie man hiernach glauben könnte, bei Hrn. Munk ausgesprochen, dass meine grosshirnlosen Kaninchen „weit entfernt davon sind, Reitbahnbewegungen zu machen“, sondern Hr. Munk überlässt es dem Leser, dies explicite aus: „ohne jede Abnormität“ u. s. w. zu entnehmen, wobei es doch fraglich bleibt, ob jeder Leser hierzu geneigt ist, und andererseits ist dieser, wie er Hrn. Munk erscheint, „rechte Platz“, [S. 558] dem Leser eine Vorstellung von dem Verhalten meiner sich bewegendenden Operationsthier zu geben, noch um mehr als volle sieben Seiten, auf denen alle möglichen andern Dinge besprochen werden³⁾ von der Stelle [S. 566] entfernt, wo Hr. Munk mir vorwirft: „Derartige Beobachtungen waren es, welche Hrn. Christiani zu der Meinung verleiteten, dass die Thiere Hindernissen auswichen:“

Endlich drittens stehen die beiden herangezogenen Stellen Hrn. Munk's in Widerspruch mit einander. Denn wenn von ihm sieben Seiten vorher „eindringlich genug hervorgehoben“ wird, dass meine Thiere „ohne jede Abnormität umhergehen“, so kann doch Hr. Munk nicht ver-

¹⁾ Hr. Munk beginnt auf Seite [558] das Citat aus meiner Abhandlung S. 14 [223] folgendermaassen mit einem grossen Buchstaben und einem andern Worte: „Die Kaninchen“, sagt Christiani a. a. O. S. 223—24, „sassen unmittelbar nach der Operation da, wie“

²⁾ l. c. 657—658.

³⁾ s. oben S. 38 ff und S. 47 ff.

langen, man solle ihm gestatten, sieben Seiten später „mit den extremen Fällen, wie sie sich ihm „hin und wieder darbieten“, zu exemplificiren,¹⁾ mit Fällen, deren ausgesprochene Abnormität auch der beschränktesten Beobachtungsgabe nicht entgehen kann²⁾, und dann unmittelbar mit der Behauptung fortzufahren: „Derartige Beobachtungen waren es, welche Hrn. Christiani zu der Meinung verleiteten“

Hr. Munk wünscht dem Leser durch eine längere Auseinandersetzung klar zu machen,³⁾ dass ich kein Recht hatte an der in Rede stehenden Stelle das Wort „Reitbahnbewegung“ zu substituiren. Er erschwert demselben aber unnöthig die Entscheidung hierüber dadurch, dass er, aus seiner eigenen Abhandlung S. 565—566 citirend, alle die [oben S. 47 und 48] von mir deshalb eingeklammerten Stellen, geradezu fortlässt, und für deren letzte, gewichtigste einfach schreibt:

„(Es folgen Beispiele)“

Ja, aber was für Beispiele! Man lese diese Stelle [oben S. 48] und sage dann, ob ich berechtigt war hier „Reitbahnbewegung“ zu substituiren.

§ II.

Mein Verfahren zur Enthirnung der Kaninchen und dessen Folgen.

Der andere Punkt, den ich in meiner Mittheilung an die Akademie⁴⁾ gegen Hrn. Munk's Angriff hervorhob, betraf die Verschiedenheit meines Operationsverfahrens und seiner Folgen von dem Munk'schen Verfahren und seinen Folgen.

Um zu zeigen, dass die Beobachtung der von Hrn. Munk operirten Thiere und die Beobachtung der von mir enthirnten Thiere zu ganz unvergleichbaren Resultaten führen musste,

¹⁾ a. a. O. S. 659.

²⁾ s. oben S. 48 die von mir mit eckigen Klammern versehene und gesperrte Stelle.

³⁾ l. c. S. 658—659. ⁴⁾ Sitzungsber. der Akad. 1884 S. 635 ff.

beschrieb ich mein bis dahin im Druck nicht, wohl aber sonst schon ¹⁾ ziemlich bekannt gewordenes Verfahren, wie folgt. ²⁾

„Das Verfahren gestattet günstigen Falles, die Thiere ohne nennenswerthen Blutverlust und, was besonders hervorzuheben ist, ohne initialen Erschöpfungszustand zu erhalten; die Thiere können unmittelbar nach der Operation sitzen, stehen und gehen. Hierzu dürfen die Thiere aber weder durch Narcotica oder sonst irgendwie künstlich vorbereitet, noch in ihrer normalen Lebensweise gestört sein. Der Hauptkunstgriff besteht darin, die grossen Hemisphären unter Heraushebung aus dem oben geöffneten Schädel von Hinten nach Vorn hin so umzuklappen, dass die innere Fläche derselben, welche den Hirnstock umhüllte, nach Oben sieht und die *Striae corneae* zu Tage treten, worauf man dann jederseits mit einem einzigen sehr schnell, aber mehr drückend als ziehend, geführten Schnitt mittels eines zugeschärften, sieben Millimeter breiten, hölzernen Scalpellstieles die Trennung vom Hirnstock vollzieht. Ist der Schnitt tadellos ausgefallen, so läuft er, oben genau der *Stria cornea* entsprechend, unten hart am vorderen Rande des *Tractus opticus* bis zum Winkel des *Chiasma nervorum opticornum* hin sich erstreckend und ohne den Sehnerven in seinem Verlauf getroffen zu haben. Ferner dürfen nach Vollendung der beiden in beschriebener Weise rechts und links ausgeführten Schnitte keine arteriellen Blutungen auftreten, sondern es müssen sich unter dem leichten, quetschenden Drucke des Messerstieles die kleinen durchtrennten Arterien bereits geschlossen haben.

Wie man sieht, liegt in der Ausführung der so vorgeschriebenen Schnitte die letzte, aber auch die Haupt-

¹⁾ Ich demonstirte und besprach dasselbe wiederholt, sowohl in der physiologischen Gesellschaft als auch privatim vor zahlreichen Fachgenossen.

²⁾ vgl. Sitzungsber. der Akademie 1884. S. 636—638.

schwierigkeit des ganzen Unternehmens. Freilich drohen schon vorher dem guten Gelingen desselben mancherlei Gefahren. Die am meisten zu fürchtende unter ihnen ist ein plötzlich eintretender Stillstand der Athmung in angestrenzter Expiration, deren unmittelbare Folgen eine starke venöse Blutung aus dem eröffneten Sinus, heftige allgemeine Krämpfe und rascher Tod zu sein pflegen. Günstigsten Falles geht eine länger andauernde Erschöpfung des Thieres nach beendeter Operation hervor, wenn es gelungen ist durch schleunige Fortnahme des venösen, schwärzlichen Blutes von dem Schädelgrunde das Thier am Leben zu erhalten. Aber mit der Reinheit der Beobachtungen nach der Enthirnung ist es unbedingt vorbei: haben sich die Thiere im besten Falle nach ungefähr einer Viertelstunde erholt, können sie wieder sitzen, später auch stehen und gehen, so zeigen sie doch immer Schwäche und schlechte Haltung in den Extremitäten, Schiefstellung des Kopfes, Zwangsbewegungen, wiederholte Blutungen, tetanische Sätze und Krämpfe, vorwärtsstürmende Bewegungen und dergl. mehr.

Nichtsdestoweniger können solche Thiere noch längere Zeit leben. Meine längste Beobachtungszeit in dergleichen Fällen beträgt zwölf Stunden. Man hat nur dafür zu sorgen, dass die Blutcoagula entfernt werden, welche sich immer wieder ausbilden und durch Druck namentlich auf die von mir an der Basis cranii beschriebenen Centren¹⁾ schädlich einwirken.

Was kann man aber überhaupt thun, um so üble Erfolge der Operation zu vermeiden?

Zunächst gilt es, und hierauf ist ein ganz besonderes Gewicht zu legen, die ganze Operation so schnell wie möglich auszuführen. Namentlich darf die das Thier erfahrungsgemäss am meisten aufregende Eröffnung des

¹⁾ s. oben Capitel I und II.

Schädels nicht lange dauern. Nachdem das Thier sich von der Aufregung, die das Aufbinden hervorrief, erholt hat, führe man genau in der Mittellinie über der Sutura sagittalis einen scharfen bis auf den Schädel dringenden Schnitt von vier bis fünf Centimeter Länge, ziehe unter sorgfältiger Schonung der Musculatur die Weichtheile zur Seite und dringe mit einer kleinen Knochenzange oberhalb des Kiefergelenkes am Ende der Sutura coronalis durch den Knochen bis auf die Dura ein, um sofort durch Pronation der die Zange führenden Hand die vordere Hälfte des zugewandten Os parietale nach Aussen hin abzubrechen. Hierauf wende man sich, unter schonender Umgehung des Tuberculum interparietale und des Os interparietale mit dem darunter liegenden Sinus confluens ¹⁾, dem hinteren Theile des Schädeldaches zu, um wieder zur Sutura coronalis zu gelangen. Der Sinus longitudinalis anterior ist sobald als möglich von hinten nach vorn hin ergiebig zu eröffnen: hierbei fliesst in günstigen Fällen das einzige Blut ab. Schliesslich bricht man die hinteren Theile des Stirnbeines ab und hat damit eine ovale mit der Spitze nach vorn sehende Öffnung im Schädeldache von genügender Grösse erhalten, um die Enthirnung vorzunehmen. Zu letzterem Zwecke gehe man nach Spaltung der Dura mit einem Schielhäckchen von Innen, Oben und Hinten nach Aussen, Unten und Vorn etwa unter 45° gegen die Medianebene in die Hemisphäre ein, um sie aus dem Schädel herauszuheben und die Umklappung vorzunehmen. Mit der anderen Hand vollzieht man dabei den trennenden Schnitt durch die Stria cornea.

Die Gesamtdauer der Operation betrug in günstigen Fällen etwa zwei Minuten.

Nähte werden nicht angelegt. Den Hirnstock vor Trock-

¹⁾ s. Krause: die Anatomie des Kaninchens, Leipzig 1868, S. 45 u. 203, [und die neue Auflage vom letzten Jahre.]

niss zu schützen, genügt Einführung eines neutralen flüssigen Fettes (Hundefett). Ein Wattebausch, leicht über die Oeffnung des Schädels gelegt, stellt den Verband dar, der jederzeit leicht abnehmbar Einblick in die Schädelhöhle gewährt.

Als Kriterien für eine gelungene Operation galten mir stets folgende Dinge:

1. Normale, höchstens etwas vertiefte Athmung (s. oben S. 5 [216]);
2. Eine normale, höchstens etwas erweiterte Pupille (s. ebenda);
3. Das Fehlen jeder venösen Blutung und jedweder Krämpfe während und nach der Operation (s. oben S. 8 [219]);
4. Die vollständige Erhaltung der Coordination für Stand und Locomotion unmittelbar nach der Operation und in der Folge (s. oben S. 14 ff; [224]);
5. Die Abwesenheit aller Zwangsbewegungen und Zwangsstellungen unmittelbar nach der Operation und während der Beobachtungszeit von (in maximo) zwölf Stunden.
6. Die sehr bald nach der Operation nachweisbare Erhöhung der Reflexerregbarkeit, namentlich für Sinnesreize“ (s. oben S. 2 und 14; [214], [224]);

Wie wir gesehen haben, ermangelte das von Hrn. Munk enthirnte Kaninchen „nie“¹⁾ ein „Erschöpfungsstadium“ von „ungefähr einer halben“ bis „längstens etwa einer Stunde“ Dauer²⁾ zu zeigen, während dessen es „zunächst nach der Operation bei normaler ruhiger Athmung, in jeder beliebigen Lage, die man ihm ertheilt hat, wofern nur der Körper ausreichend unterstützt ist, unverändert und unbewegt liegen bleibt“. Dann erholt sich das Thier, sitzt, macht auch hin und wieder „zeigerartige“ Drehbewegungen.³⁾ Es folgen

¹⁾ A. a. O. S. 557 und hier oben S. 37. ²⁾ A. a. O. S. 553 und hier oben S. 34.

³⁾ A. a. O. S. 553 [hier oben im Referate S. 34.]

Veränderungen in der Athmung, Laufbewegungen. „Jetzt läuft das Thier, nicht unausgesetzt, sondern mit Pausen, während welcher es ruhig dasteht, manchmal geradeaus, meist in Kreisen oder Spiralen“. Dann fällt das Thier plötzlich um, richtet sich wieder auf und läuft u. s. w.

Wenn also auch schon nach Vorstehendem ohne Weiteres einleuchtet, dass die Beobachtung der von Hrn. Munk operirten Thiere, und die Beobachtung der von mir enthirnten Thiere schlechtweg zu ganz unvergleichbaren Resultaten führen musste, so wird die völlige Verschiedenheit der beiden Untersuchungen und die Unvergleichbarkeit der Resultate doch erst recht in die Augen springend, wenn man nach der Absicht fragt, in welcher jede der Untersuchungen geführt wurde, nach der Aufgabe, die jeder von uns, Hr. Munk einerseits, ich andererseits, sich gestellt hatte.

§ III.

Hrn. Munk's Aufgabe und Lehrmeinung.

Meine Hypothese über das Sehen enthirnter Thiere.

Hr. Munk hatte sich in früheren Arbeiten betreffs höherer Säugethiere, (Hunde und Affen) die Aufgabe vorgelegt, nachzuweisen, was für ihn von vornherein, wie er selber sagt¹⁾ „ein physiologisches Postulat“ war, dass eine Localisation der Functionen in der Grosshirnrinde stattfinde.

Auf Grund von Exstirpationsversuchen und mit Rücksicht auf die dadurch gesetzten Folgezustände der Thiere zog Hr. Munk den Schluss, dass u. A. auch namentlich die Sehfunction ihren einzigen Sitz in der Grosshirnrinde und zwar in der Rinde der Hinterhauptslappen habe. Er gründete hierauf seine Lehre von der völligen Blindheit des Grosshirnes beraubter Thiere, welche Lehre, so lange kein

¹⁾ Verhandlung. der Berlin. physiol. Ges. 23. März 1877; s. E. du Bois-Reymond's Archiv 1878 S. 599.

exacter zwingender Beweis dafür vorgebracht werden kann, als eine Hypothese zu betrachten ist. In der Bestimmtheit jedoch, mit der Hr. Munk diese Lehre ohne Erbringung solcher Beweise nunmehr auch für die niederen Säugethiere ausgesprochen hat¹⁾ erhebt er sie zum Dogma. In seiner Absicht lag es allerdings in der vorstehend referirten Untersuchung den Beweis dafür zu geben, dass die von ihm aufgestellte Lehre für die niederen Säugethiere Thatsache sei, dass diese Thiere nach Entfernung der Grosshirnhemisphären wirklich völlig blind seien: die Frage nach dem Sehen oder Nichtsehen der enthirnten Thiere überhaupt zu beantworten, ist, wie Hr. Munk selber sagt, (s. oben S. 42; [563]) „seine eigentliche Aufgabe.“ (s. auch S. 32; [549]).

Allein Hr. Munk hat diese Absicht nicht ausführen können, er bleibt unter Wiederholung der Behauptung den Beweis schuldig. (S. oben S. 42—45).

Gegenüber den von mir beobachteten Thatsachen, welche Hr. Munk nicht weg zu erklären im Stande ist, dass enthirnte Kaninchen Hindernissen ausweichen können auch ohne sie zu berühren, führt er seine eigenen Beobachtungen und die Beobachtungen anderer Forscher vor, dass enthirnte Kaninchen gegen Hindernisse anstossen, geradezu anrennen u. s. w.

Hätte Hr. Munk auch Beobachtungen an nichtenthirnten und zugleich nichtblinden Kaninchen angestellt, und gesehen, wie auch solche Thiere an Hindernisse rennen und stossen können²⁾, so würde er den Schluss aus den ersteren Beobachtungen nicht gezogen, auch diesen Schluss nicht für einen Beweis dafür angesehen haben, dass die Thiere wirklich völlig blind sind.

¹⁾ s. oben S. 42 [567] und 45 [568].

²⁾ s. oben S. 27 ff.

Indem aber Hr. Munk diesen seinen Schluss, dass die Thiere, weil sie in die Hindernisse rennen u. s. w., völlig blind seien, für einen Beweis hält, dürfen für die Zwecke seiner Untersuchung ihm auch alle diejenigen Operationsfälle genügen, die gleichviel, ob unmittelbar nach der Operation oder erst nach Überwindung eines Erschöpfungsstadiums überhaupt nur stehen und gehen können. Rennen sie dann sichtlich unter Zwangsbewegungen in Hindernisse, oder können sie das nicht, indem solche nicht in der „hier genügend vorgegebenen Bahn“ liegen, so entscheiden ihm diese Thiere nichts; „aber Hr. Christiani“ sagt Hr. Munk, „ist durch derartige Beobachtungen zu der Meinung verleitet worden, dass die Thiere Hindernissen ausweichen“. Glaubt Hr. Munk andererseits annehmen zu dürfen, dass die Thiere keine Zwangsbewegungen machen, und sieht er die Thiere dennoch in Hindernisse laufen, so hält er sich zu dem Schlusse berechtigt, dass die Thiere blind sind, und behauptet dann, ohne einen Beweis hierfür zu erbringen, dass ich alle solche Thiere, die ich an Hindernisse stossen sah, um meine Meinung festhalten zu können, ausser Berücksichtigung stellte, indem ich sie ganz und gar willkürlich nicht zu den bestgelungenen Fällen zählte.¹⁾

Da nichtenthirnte Thiere auf Reizung, leichter in Hindernisse laufen, als wenn sie sich spontan²⁾ in Bewegung versetzt haben, so wird man geneigt sein anzunehmen, dass enthirnte Kaninchen auf Reizung erst recht leichter in Hindernisse laufen, als wenn sie spontan³⁾ in Bewegung gerathen.

¹⁾ s. oben S. 48; [566].

²⁾ Hier liegt im Worte „spontan“ oder „von selbst“ implicite die Willkür, weil die Kaninchen noch das Grosshirn haben! s. die Anmerkungen S. 24; 38; 39; 40.

³⁾ Hier ist die Willkür ausgeschlossen, da das Grosshirn fehlt! s. dieselben Anmerkungen wie unter:²⁾

Diese Ansicht schwebt Hrn. Munk wohl nicht vor, wenn er meint, dass ich „übersehen“ habe, „dass wenn die Enthirnung nicht Blindheit mit sich brachte, die Kaninchen nicht bloss bei den vermeintlichen „spontanen“ Bewegungen, sondern auch, wie der grosshirnlose Frosch, bei unwillkürlichen Bewegungen und insbesondere auf Reizung¹⁾ die Hindernisse hätten vermeiden müssen.“

Aber es scheint mir doch nach den Erfahrungen an nichtenthirnten Thieren klar, dass es wirklich als etwas schwieriger zu Erreichendes, als etwas Gewichtigeres zu gelten hat, wenn sogar auch auf Reizung enthirnte Thiere Hindernisse vermeiden. Und gerade dieses gewichtigere Resultat liegt trotz Hrn. Munk aus meinen Beobachtungen vor. Denn nicht nur reizte ich durch äussere Eingriffe die enthirnten Thiere (z. B. durch Kneifen des Schwanzes) und sah sie darauf Hindernisse vermeiden oder überwinden, so wie ich es beschrieb, sondern es lagen auch, wie Hr. Munk selber ja so ausdrücklich hervorhebt, stets im Thiere mehr oder minder abnorme Reizungen vor, wenn das Thier zu den Bewegungen kam, die ich eben, weil die Reize immer innerhalb des Thieres, und so von selbst, nicht ausserhalb des Thieres von Seiten des Experimentators oder anderer äusserer Kräfte erfolgten, als „spontane“ bezeichnet hatte.

Aus allen diesen Gründen erscheint es also besonders wichtig und bemerkenswerth, dass nach meinen Beobachtungen die Thiere auch nach der Enthirnung im gereizten Zustande und auf Reizung von aussen her wirklich noch Hindernisse vermeiden können. Aus denselben Gründen aber, den Gründen vorliegender abnormer innerer Reizung, wird auch der Schluss Hrn. Munks immerhin fälliger, dass die Thiere nach der Enthirnung

¹⁾ im Original steht: „insbesondere wenn er sie reizte“; s. oben S. 49; [566].

völlig blind seien, weil sie in Hindernisse rennen.¹⁾ An eine Beweiskraft dieses Schlusses ist vollends nicht zu denken. Der Munk'sche Satz von der völligen Blindheit des Grosshirns beraubter Kaninchen bleibt also für uns eine sehr fragliche Hypothese, für Hrn. Munk ein Dogma, das einem physiologischen Postulate entspricht.

Wollte nun andererseits ich aus meinen Beobachtungen über das Vermeiden von Hindernissen den Schluss ziehen, dass die Thiere sehen und daher die Hindernisse vermeiden können, so könnte man diesen Schluss für um so eher berechtigt anerkennen, als man eben erwägt, dass die Thiere unter abnormen Reizungsverhältnissen der Retina und des Restgehirnes sich bewegen und trotzdem so häufig und so gut Hindernisse überwinden. Man wird aber mit mir einen solchen Schluss als nichts Weiteres, denn als eine annehmbare Hypothese ansehen, welche mit weiteren positiven Erfahrungen stehen oder fallen kann. Ich selber bin nun weit entfernt davon zu glauben, dass die des Grosshirns beraubten Thiere so sehen können, wie die normalen Thiere, aber das glaube ich allerdings annehmen zu müssen, dass in diesen Thieren optische Eindrücke noch zweckmässig verwerthet werden²⁾ und ich stelle mir vor, dass die optischen Eindrücke auf das im Sehhügel belegene Hauptreflex- und Coordinationscentrum³⁾ so einwirken, dass die Thiere zu zweckmässigen Reflexbewegungen gelangen.⁴⁾

¹⁾ Hier ist zu bemerken, dass gerade Hr. Munk vermöge seines Schnittverfahrens durch die Streifenhügel besonders heftig antreibende Reize zu setzen Gefahr läuft. (s. unten § V).

²⁾ s. oben S. 24 Anmerkung.

³⁾ s. Capitel I und II.

⁴⁾ Das Weitere hierüber folgt in den nächsten Capiteln, wo die Gründe für die Aufrechterhaltung meiner Hypothese ausführlich erörtert werden.

§ IV.

Meine Aufgabe. — Theorie der äquilibrirenden Schnitte und deren thatsächliche Bedeutung.

In der Aufgabe und Absicht meiner Untersuchung und ersten Mittheilung¹⁾ lag es aber zunächst nicht, diese Hypothese von den zweckmässigen optischen Reflexen aufzustellen oder ihr irgend weitere Stützen zu geben, und man sucht daher dort eine ausdrückliche Angabe über das Sehen der Thiere vergebens, vielmehr bestand die Aufgabe, die ich mir damals gestellt hatte, darin, zu erforschen: welche gröberen Functionen möglichst bald und bestenfalls auch möglichst lange noch nach völliger Ausschaltung des Grosshirnes und der Streifenhügel an einem Kaninchen ungestört erhalten bleiben. Was dann noch an Functionen längere Zeit hindurch vorhanden ist, so schloss ich, kann mit absoluter Gewissheit nicht seinen alleinigen Sitz im Grosshirn haben, kann nicht in der Grosshirnrinde ausschliesslich localisirt sein.

Weiter sollten mir dann noch mehr medullarwärts vorschreitende Schnitte durch Bestehenlassen von Functionen verrathen, welche Functionen unbedingt nicht ihren alleinigen Sitz in den vorhergelegenen, nunmehr entfernten Theilen haben. Nebenher sollten natürlich auch die directen Wirkungen des Schnittes, die Wirkungen im abklingenden Reize des Schnittes und die Ausfallerscheinungen beobachtet werden.

Die Ergebnisse meiner in diesem Sinne geführten Untersuchungen habe ich dann in knapper Form der Akademie mitgetheilt. Was ich über die Deutung meiner Ergebnisse, sowie über die mich leitenden Gedanken hinzuzufügen gedachte, wollte ich jener monographischen Darstellung überlassen²⁾, die

¹⁾ vom Jahre 1880/81.

²⁾ s. oben S. 13.

ich einst plante, statt welcher nunmehr diese, damals nicht geahnte erscheinen muss. —

An keinen Satz der experimentellen Hirnlehre glaube ich fester halten zu müssen, als daran, dass, wenn in Folge irgend einer localen Läsion im Gehirne irgend eine Function oder ein Functionencomplex qualitativ oder quantitativ geändert erscheint, aus dieser Beobachtung allein keinerlei Berechtigung vorliegt, die Läsionsstelle als einzigen Sitz der Function oder des Functionencomplexes anzusehen. Gelingt es von anderen Stellen aus, durch Läsion derselben die gleichen oder nur dem Grade nach verschiedenen Störungen zu erhalten, so leuchtet der Satz ohne Weiteres als richtig ein. Ich glaube aber, dass er auch dann gilt, wenn die Störung bislang nur von einer einzigen Stelle aus gelungen ist.

Deshalb schien mir das Studium der „Ausfallserscheinungen“ nach Hirnläsionen und auch nach Hirn-exstirpationen vorläufig nachstehen zu müssen dem Studium der „Resterscheinungen“, wie ich die Gesammterrscheinungen der nach einem abtrennenden Schnitte erhaltenen Functionen nennen will.

Die „Ausfallserscheinungen“ nach einer Hirnläsion oder Hirnabtrennung in irgend welcher Höhe sind vieldeutig, die Resterscheinungen dagegen eindeutig in Bezug auf die Localisationsfrage der Functionen.

Nennen wir Schnitte, Läsionen, Exstirpationen, welche Störung oder Ausfall einer der Betrachtung unterworfenen Function oder eines Functionencomplexes verursachen „positive Fälle“, diejenigen Eingriffe, welche das nicht thun, „negative Fälle“, so lautet unser Satz:

Bei Gehirnläsionen sind die positiven Fälle vieldeutig, die negativen Fälle eindeutig in Bezug auf die Localisationsfrage der betreffenden Function oder des betreffenden Functionencomplexes.

Die Resterscheinungen gehören speciellen Arten negativer Fälle an, nämlich solchen, welche durch ganz abtrennende Schnitte gewonnen werden. Solche ganz abtrennende Schnitte, welche ganze Functionencomplexe ungestört weiter bestehen lassen, so dass der Habitus des „Restthieres“ als ein im ganzen einem gewissen normalen Zustande entsprechender erscheint, nenne ich „äquilibrirende Schnitte“: es sind dies nach meiner Auffassung Schnitte, welche für das „Restthier“ ein gewisses „Hirngleichgewicht“ herstellen. Ein solcher äquilibrirender Schnitt¹⁾ ist, wie mich die Erfahrung gelehrt hat, ausführbar an der Grenze zwischen Streifenkörper und Sehhügel: derselbe ist so zu legen, dass, unter möglichster Schonung des Sehhügelkörpers, der Streifenkörper vollständig fortgenommen, bezüglich zerstört wird. Seine genauere Führung habe ich bereits oben beschrieben. Der trotz seiner Zuschärfung etwas drückend und quetschend wirkende hölzerne Messerstiel²⁾ zerstört, sich in ihr haltend, die Grenzschicht des Streifenkörpers, also die Grenzschicht derjenigen Gebilde, welche, wie Hr. Schiff in seinem „Lehrbuche der Physiologie des Menschen“ (Seite 339) hervorhebt, „nur die Wurzeln der Hirnlappenfaserung umfassen und deren Entfernung daher identisch wird mit der gründlichen Vernichtung der Thätigkeit der Lappen.“³⁾

Auf diese Weise, durch diesen Schnitt wird unter vollständiger Entfernung der Streifenhügel die Einwirkung des Grosshirns auf das Restthier vollständig aufgehoben, wird das Grosshirn völlig ausgeschaltet. Das Restthier zeigt sich

¹⁾ über weiterhin mögliche äquilibrirende Schnitte s. unten.

²⁾ Hr. Munk (Verhandlung. der physiolog. Ges. S. 71.) verwirft mit Recht seinen von dem meinigen jedenfalls sehr abweichenden Messerstiel, wenn er mit demselben nur „grob unebene Trennungsflächen“ erzeugen kann, „die besonders am unteren Ende oft geradezu lappige Begrenzung“ darbieten.

³⁾ s. hierzu unten S. 68 f.

unmittelbar danach dem normalen Thiere durchaus ähnlich: die Fähigkeit der Coordination für Stand, Sitz und Fortbewegung ist vollkommen erhalten, dabei verrathen die Bewegungen, sei es, dass sie von Zeit zu Zeit spontan erfolgen oder dass sie durch äussere Reize veranlasst werden, durchaus nichts Abnormes. Die Thiere machen bald wieder Halt, wenn sie zur Bewegung angeregt werden, können Hindernisse vermeiden u. s. w., kurz, sie erweisen sich so, wie ich sie früher beschrieben habe. Verstellt man ihnen die Füsse oder ertheilt man ihnen überhaupt eine andere Stellung oder Lage, als die normale Sitzstellung, so ziehen die Thiere die Füsse wieder an und kehren von selbst, und zwar meist sofort, zu jener normalen Ruhelage zurück.

Der Schnitt war ein äquilibrirender nicht bloss in Bezug auf die Coordination der Bewegungen und die Erhaltung des Körpergleichgewichtes, sondern auch in Bezug auf eine Reihe anderer Functionen. Nicht gestört oder wesentlich verändert erscheinen: die Athmung, die Schlagfolge des Herzens, die Weite und Beweglichkeit der Pupille, die optischen und acustischen Reflexe auf die Athmung, die Empfindlichkeit der Haut gegen tactile Reize, die Temperaturverhältnisse u. s. w. In diesem Zustande eines neuen Hirngleichgewichtes habe ich bis zu zwölf Stunden hin Thiere beobachten können, ohne dass abnorme Zwischenfälle, Nachblutungen, Krämpfe u. s. w. eintraten.¹⁾

¹⁾ Solche Thiere, Morgens um halb neun Uhr enthirnt, wurden noch Abends um halb zehn Uhr nach beendeter Sitzung Mitgliedern der physiologischen Gesellschaft vorgeführt, und dann durch medullarwärts vorschreitende Schnitte getödtet, um die übrigen von mir beschriebenen Beobachtungen (oben Cap. I.) darzubieten. Die Thiere starben mir also nach zwölfstündiger Beobachtung nicht durch Unfälle, sondern ich tödtete sie, da ich kein Interesse daran hatte, dieselben weiter zu beobachten, zu sehen, wie allmählig nun alles dasjenige auftreten werde, was ich in weniger günstigen Fällen oder mit Hülfe des Messers oder anderer Ausschaltungsmittel früher eintreten sah: den durch den Hirnrest medullarwärts vorschreitenden Tod (s. unten

War der Schnitt mit einer stärkeren Reizung der Sehhügel verbunden, so trat sofort das ein, was sonst erst einige Zeit nach der Operation bemerkbar wurde: es zeigten sich dann sofort die Folgen einer leichten Erregung der in den Sehhügeln befindlichen, von mir beschriebenen Centren, der Centren für die Pupille, für die Athmung und des Hauptreflex- und Coordinationscentrums, nämlich leicht erweiterte Pupille, etwas vertiefte Athmung, lebhaftere Einwirkung der acustischen und optischen Reize auf die Thiere, überhaupt mehr oder minder erhöhte Reflexerregbarkeit. (S. hierzu oben Capitel I.)

Waren die genannten Veränderungen nur leicht angedeutet und hielten sie nicht lange an, so galt mir immer noch der Schnitt als ein die Sehhügel nicht tiefer verletzender und die Operation als eine gelungene.

Dass in Folge später eintretender Entzündungen, Hämorrhagieen u. s. w. Erregungen der Sehhügel gesetzt werden können, die gleichartige und noch gesteigerte Symptome der Art hervorrufen, liegt für mich nach meinen Studien über die Reizbarkeit und Bedeutung der basalen Theile derselben ausser allem Zweifel, und es würden also hiermit gewisse Erfahrungen Munk's, der die Thiere in Bezug hierauf lange genug beobachtete, im schönsten Einklange stehen.¹⁾

In glücklichen Fällen traten Störungen der Sehhügelfunctionen innerhalb der ersten zwölf Stunden bei meinen Thieren nicht bemerkbar auf.²⁾

Cap. VI.) Ich führe dies an, weil Hr. Munk tadelnd hervorhebt, (s. unten § VI.) dass meine Beobachtungszeit nur zwölf Stunden gedauert hat. Aus meiner ausführlichen Darstellung, aber auch schon aus meiner ersten Mittheilung vom Jahre 1881 ist zu entnehmen, dass ich alles für meine Untersuchungsfrage Werthvolle, was Hr. Munk sah, ebenfalls gesehen habe, und noch einiges dazu, nur liess ich nicht die vieldeutige Entzündung, sondern das eindeutig wirkende Messer über die Dinge entscheiden.

• ¹⁾ vgl. unten § VI.

²⁾ Hr. Munk (Sitzungsberichte der Akademie S. 659 und d. physiol. G. S. 69) wirft es mir als „Willkür in der Forschung“ vor, wenn ich mich,

Ich muss zur Kenntniss der Werthigkeit des äquilibrirenden Schnittes noch hinzufügen, dass durch Ausführung desselben¹⁾ vorher gesetzte, durch höher gelegene Läsionen herbeigeführte Störungen in den gröberen Functionen sofort ausgeglichen werden können, falls solche Störungen nicht allzulange angedauert haben. Der äquilibrirende Schnitt gehört also in gewissem Sinne mit zu den corrigirenden Schnitten oder Läsionen, wenngleich man unter letzteren gemeinlich wohl nur diejenigen in gleicher Höhe symmetrisch beigebrachten Verletzungen begreift, welche gewisse Folgen vorher einseitig beigebrachter Eingriffe aufzuheben im Stande sind.

Als äquilibrirende Schnittführung darf nach meinen Erfahrungen wohl auch die durch symmetrische Schnitte erzielte völlige Abtragung des kleinen Gehirnes bezeichnet werden.²⁾

Meine Vorgänger kannten diesen äquilibrirenden Schnitt an der vorderen Grenze der Sehhügel nicht, und wenn sie ihn hin und wieder ausgeführt haben sollten, was ja bei denen, die wie Hr. Schiff bemüht waren, mit den Grosshirnhemisphären auch die Streifenhügel gänzlich fortzunehmen, recht wohl denkbar ist, so entging ihnen doch die volle Bedeutung desselben. In der Neuzeit erst, nachdem man experimentell an Thieren von der Grosshirnrinde aus durch Läsionen derselben mannigfache, für den Beobachter direct sinnfällige Störungen von Functionen hervorzu- bringen gelernt hatte, konnte die Bedeutung eines solchen Schnittes gewürdigt werden, der alle jene einzelnen Störungen

um von der Intactheit der Sehhügel unmittelbar nach dem Schnitte überzeugt zu sein, an diejenigen Kriterien halte, welche sich mir aus meinen früheren Studien über die Sehhügelreizungen und Zerstörungen ergeben haben, „weil mit derlei Kriterien anticipirt wird, was erst das Ergebniss der Untersuchung sein konnte“.

¹⁾ d. h. wohl gemerkt durch völlige Abtragung beider Streifenkörper.

²⁾ s. oben S. 21.

verschwinden lässt, indem er wiederum zu einem Hirngleichgewichte analoger Art wie das Hirngleichgewicht des intacten Thieres hinführt.

Ob nun bei diesem, wie ich es nennen will, „secundären Niveau“ des Hirngleichgewichtes gewisse feinere Functionen zum Theil oder gänzlich ausfallen, und welche Functionen so störend berührt werden, das ist eine andere Frage, die, obwohl vielleicht ungleich interessanter, doch schon wegen ihrer Schwierigkeit erst in zweiter Linie in Angriff zu nehmen ist.

Am ehesten lässt sich noch etwas über die Sinnesfunctionen aussagen. Dieselben scheinen nach meinen Beobachtungserfahrungen nicht völlig auszufallen, vielmehr in gewisser Richtung, nämlich was die Sinnesreflexe auf die Bewegungsvorgänge im und am Thiere betrifft, kaum verringert, zum Theil sogar erhöht zu sein. Was allerdings die höhere Richtung der Sinnesfunctionen, die psychosensoriellen Eindrücke betrifft, so werden dieselben als total verschwunden angesehen werden müssen, sobald man den Sitz der entwickelteren Psyche, wie auch ich durchaus geneigt bin es zu thun (s. unten Capitel VI), in das Grosshirn verlegt. Die Hauptsache aber, die uns hier angehen sollte, ist und bleibt, dass ein ganzer Complex der gröberen, für uns direct sinnfällig sich vollziehenden Functionen an den Thieren unmittelbar nach dem Schnitte und eine lange Zeit hindurch nicht gestört erscheint.

Man hat den Ausdruck Hrn. Schiff's, wonach die Streifenhügel „nur als die Anfänge der auseinanderstrahlenden Fasern der Hemisphären“ zu betrachten sind, nicht als ganz richtig gelten lassen wollen (s. u. A. Funke: Lehrb. d. Physiologie; vierte Aufl. 1866. Bd. II, 716), „weil damit der massenhaften, eigenthümlich vertheilten grauen Substanz dieser Gebilde jede Bedeutung genommen“ sei. Bis in die neueste Zeit war die

Frage strittig, ob die Ganglien des Streifenhügels Internodien für Stabkranzfasern aus der Hemisphäre bilden, oder ob sie eine mehr selbstständige Rolle spielen. Heutzutage nimmt man wohl allgemein an, dass die im Streifenhügel enthaltenen Ganglienmassen als den Hemisphären analoge Ausgangspunkte selbstständiger Stabkranzfasern zu gelten haben; (Wernicke). Im Gegensatze zu ihnen stände der Sehhügel da, welcher als ein von den Hemisphären abhängiges Internodium einen sehr bedeutenden Theil des Stabkranzes in sich aufnimmt und welcher, wie v. Gudden nachgewiesen hat, nach Entfernung der Hemisphären zur Atrophie kommt; (Wernicke).

Eine solche Selbstständigkeit der Streifenkörper verlangt aber erst recht, dass von diesen Theilen nichts übrig gelassen wird, wenn man zu einem Hirngleichgewichte des Restthieres gelangen will.

§ V.

Nichtäquilibrirende Schnitte und deren Folgen. — Correctur derselben. — Spontane Übergänge zum Hirngleichgewicht. — Theorie der nichtäquilibrirenden Schnitte.

In allen Fällen nicht gelungener Schnittführung bot sich mir ein von dem geschilderten wesentlich verschiedenes Verhalten der Kaninchen dar. War der Schnitt etwas zu weit nach hinten gefallen, waren die Sehhügel gröblich verletzt, so lagen die entfesselten Thiere da bis zum Tode, der, ohne durch Blutungen herbeigeführt zu sein, innerhalb weniger Stunden einzutreten pflegte ¹⁾: nur hin und wieder, mehr oder minder ungeordnete Bewegungen machend, waren sie unfähig zu sitzen, zu stehen, zu gehen. Dabei traten auch

¹⁾ Über die Gefährlichkeit der Sehhügelverletzung (s. oben Capitel I).

alle die anderen Erscheinungen auf, die ich als Folgen der Sehhügelverletzung kennen gelernt hatte.

Störungen der Coordination und des Gleichgewichtes bis zur Unfähigkeit für Stand und Fortbewegung boten die Thiere aber auch dann dar, wenn der die Grosshirnhemisphären abtrennende Schnitt zu weit nach vorn gefallen, scharf mit dem Messer geführt ¹⁾ und grössere Fetzen vom Streifenkörper stehen geblieben waren.

Nicht gerade häufig konnten Thiere, „mit verletzten Streifenkörpern“ ²⁾ unmittelbar nach der Operation stehen, sitzen und gehen: aber auch dann sassen, standen und gingen sie nicht wie normale Thiere. Auf stärkeren äusseren Reiz (Kneifen des Schwanzes) liefen sie fluchtartig dahinstürmend, an Hindernisse anrennend, und gleich durchgehenden Pferden wie festgenagelt an denselben stehen bleibend: selten machten sie, einmal angeregt, von selber Halt ³⁾.

Andererseits boten solche Thiere auch Abnormitäten beim Sitzen und Stehen dar, indem sie sich die Füsse abnorm verstellen liessen und in unnatürlichen Stellungen längere Zeit verharren ⁴⁾.

Im Allgemeinen verhielten sich die sich selbst überlassenen Thiere mit verletzten Streifenkörpern ganz ähnlich so, wie Hr. Munk seine Thiere in seiner ersten Mittheilung (s. oben Cap. III.) beschrieb, und wie er sie gleich mir und unseren

¹⁾ Über den Unterschied der Folgen scharfer und mehr drückend geführter Schnitte s. auch oben Cap. I.

²⁾ Wird der Schnitt scharf durch die Streifenkörper geführt, so bleiben relativ intacte Streifenkörperreste stehen: die Thiere dürfen also im obigen Sinne bezeichnet werden, als „Thiere mit verletzten Streifenkörpern.“

³⁾ Vgl. oben S. 27 und Schiff a. a. O. S. 340; ferner Munk a. a. O. S. 554, Anmerkung. Dass bei leichteren Reizen auch die im Streifenhügel operirten Thiere Halt machen, hat Hr. Munk sehr richtig bemerkt.

⁴⁾ Vgl. z. Th. Munk a. a. O. S. [557] hier S. 37 und Schiff a. a. O. S. 339 f.

Vorgängern finden musste, da er ja bis dahin kaum anders als mit Verletzung des Streifenkörpers operirt hatte.

Da nicht in allen, obschon in einigen Fällen derart stärkere venöse Blutungen auftreten, so glaube ich im Gegensatze zu Hrn. Munk ein anfängliches Zusammenfallen der Thiere mit verletzten Streifenkörpern im Allgemeinen nicht als Erschöpfungszustand, vielmehr als Gleichgewichtsstörung auffassen zu müssen. Nur da, wo unter dem Einflusse abnormer, angestrenzter Expirationsstösse venöse Blutungen auftraten¹⁾, sagte ich mir, gehe, neben der Störung des Körpergleichgewichtes durch abnorme Innervationsverhältnisse wegen des Schnittes, eine Erschöpfung der Thiere durch die venöse Blutung einher, und zwar sowohl wegen des Blutverlustes, als auch namentlich wegen der Vergiftung der nervösen Theile durch das venöse Blut.²⁾

Nachdem ich auf die schädliche Wirkung der Streifenkörperreste aufmerksam geworden war, versuchte ich durch nachträgliche Zerquetschung oder Entfernung derselben sofort den Erfolg der äquilibrirenden Schnittführung herbeizuführen.

¹⁾ S. oben S. 54; [636]. Durch Reizungen des Streifenkörpers an der Grenze der Sehhügel wird die Expiration angeregt (s. oben Cap. II. und Schiff a. a. O. S. 349); „vor dem Sehhügel, zwischen ihm und dem gestreiften Körper liegt eine Stelle, deren Reizung bei Kaninchen eine kurz angehaltene starke Expirationsbewegung mit eigenthümlicher Erzitterung im Larynx bewirkt.“

Die Reizung des vorderen Theiles des Sehhügels selbst giebt bei correct ausgefallenem äquilibrirenden Schnitte bei Kaninchen Inspiration (s. oben Cap. I.) Bei dem von mir operirten Hunde (S. 23 f.) war der Schnitt nicht rein und scharfbegrenzt ausgefallen, und erfolgte die das Winseln erzeugende Reizung wohl noch in Streifenkörperresten. Übrigens überwog die Erregbarkeit des Expirationscentrums da das Inspirationscentrum des dritten Ventrikels wegen der starken Blutung sich wenig erregbar erwies.

²⁾ Bei Hrn. Munk konnte z. Th. auch wegen der schädlichen Nachwirkung der Narcotica eine Erschöpfung leichter auftreten.

Dies gelang mir auch in einigen Fällen mit vollkommener Präcision, aber durchaus nicht immer, so dass die oben (S. 67) erwähnte corrigirende Wirkung des gedachten Schnittes sich mehr auf centraler gelegene Läsionen bezieht.

Aber auch von selbst stellte sich nach kürzerer oder längerer Zeit eine Correction bei den Thieren mit Streifenkörperresten ein: die Thiere gewannen allmählig ihr Körpergleichgewicht wieder; und es ereignete sich im Allgemeinen das, was Hr. Munk von seinen Thieren des Weiteren zunächst nach dem Erschöpfungsstadium beschreibt.¹⁾

Die nichtäquilibrirenden Schnitte durch den Streifenkörper, so stelle ich mir vor, können, durch functionelles Absterben der Streifenkörperreste bis zur Sehhügelgrenze hin, zu äquilibrirenden Schnitten werden. Im Allgemeinen wird zwar die Bahn für das Absterben nach dort hin verschieden lang ausfallen und verschieden leicht zu betreten sein, aber an der äquilibrirenden Grenze der Sehhügel selbst findet ein grosser Übergangswiderstand für das Absterben statt, so dass auf allen Wegen der Innervationstod geraume Zeit hindurch hier Stillstand macht. Gerade wie etwa einst bei der rindenwärts aufsteigenden Entwicklung der nervösen Bahnen, so bildet auch jetzt beim rindenabwärts vorschreitenden Tode der Sehhügel eine relativ feste Grenze, so dass geraume Zeit hindurch ein secundäres Niveau von Hirngleichgewicht eingehalten wird. Gerade so machen auch wohl absteigende Degenerationen mit Vorliebe an der Sehhügelgrenze längeren Halt.

So lange aber als sie nicht abgestorben sind, werden die Streifenkörperreste ihre Erregungen auf das Resthirn fortpflanzen, und da diese Erregungen nicht physiologisch geordnete sind, wie sie es vor dem Schnitte waren, da dieselben vielmehr je nach Länge, Lage, Art der Verletzung der Bahnen u. s. w. durch den Schnitt sehr zufällig zu einander

¹⁾ S. oben Capitel III. S. 34 und 37.

gefügt werden, so wird die Gesammtirregung der Streifenkörperreste einer ungeordneten Gesamtwirkung der Grosshirnhemisphären entsprechen¹⁾ und gleich der letzteren u. A. eine Aufhebung des Coordinationsvermögens setzen können.

Ausser den genannten Absterbevorgängen findet zweifellos und zwar zunächst nach der Schnittführung eine Superposition der Streifenkörperrestwirkung im abklingenden Reize des Schnittes auf die Erregungen im Restthiere statt, eine Superposition, welche, wie mich meine sonstigen Erfahrungen (s. oben Cap. I) lehren, um so länger andauert, je schärfer der Schnitt geführt war.

Denken wir uns einen nichtäquilibrirenden, durch den Streifenkörper geführten Schnitt etwas verlagert und zwar gedreht oder in der einen oder anderen Richtung seiner Normalen verschoben, so wird im Allgemeinen ein neuer nicht äquilibrirender Schnitt erhalten werden, der aber, was die ungeordnete Gesamtwirkung auf das Restthier betrifft, dem Grade und der Qualität nach sehr verschieden von dem ersteren sein kann. Es fragt sich daher, giebt es in Bezug auf alle, oder doch wenigstens in Bezug auf eine grössere Anzahl von Functionen eine Schnittführung minimalster Gesamstörung, giebt es einen äquilibrirenden Schnitt? So führt unsere theoretische Betrachtung zu unserem empirisch gefundenen Ausgangspunkte zurück, an welchem diese Frage bejaht wird.

Vom Standpunkte unserer Theorie der nichtäquilibrirenden Schnitte aus werden auch die so verschiedenartigen und häufig in directem Widerspruche mit einander befindlichen Beobachtungsangaben früherer Untersucher auf dem Gebiete der Grosshirnexstirpation verständlicher.²⁾

¹⁾ vgl. oben S. 64 unter Berücksichtigung von S. 68f.

²⁾ S. z. B. Schiff a. a. O. S. 339 ff. Es ist zu beachten, dass Hr. Schiff zunächst die Hemisphären und dann erst die Streifenhügel abträgt.

Ebenso leuchtet ohne Weiteres ein, dass die Erscheinungen an solchen Thieren, welche spontan, d. h. hier: durch Absterben der Streifenkörperreste, zum secundären Hirngleichgewichte gelangten,¹⁾ bei aller Ähnlichkeit immer doch noch in gewissen Hinsichten sehr verschieden sein können,²⁾ von denjenigen, welche wir an Thieren beobachten, die sofort³⁾ durch den äquilibrirenden Schnitt in jenes Gleichgewicht versetzt wurden, und ferner auch ist klar, dass die Folgeerscheinungen (das weitere Absterben medullarwärts, die sich entwickelnden Entzündungsprocesse u. s. w.), welche allmählig unter Störung des secundären Gleichgewichtes sich entwickeln, bei den einen Thieren haben viel anders sich gestalten können und müssen, als bei den anderen, und zwar Alles das, eben deswegen, weil bei den ersteren Operationsthieren die äquilibrirende Grenzschrift auf sehr verschieden langen Bahnen und mit sehr verschiedener und verschieden lange andauernder Reizung des Resthirnes längs jeder einzelnen Bahn erreicht wurde.

§. VI.

Hr. Munk: „Über Grosshirnexstirpation beim Kaninchen.“

Hrn. Munk's Ausspruch:⁴⁾ „dass es für die Zwecke seiner Untersuchung nicht darauf ankomme, ob er dicht vor den Thalami optici oder ein wenig weiter nach vorn die Grosshirnhemisphären vom übrigen Hirn abtrenne“, musste, wie nunmehr ersichtlich, seine Befunde in directen Gegensatz zu meinen bis dahin mitgetheilten Untersuchungen bringen, welche als ausdrückliche Bedingung die gänzliche Entfernung der Streifenkörper verlangt hatten.⁵⁾ So geschah es denn, dass

¹⁾ Hr. Munk sagt: „plötzlich“ oder „nach einigen Strampelbewegungen“ nimmt das Thier „die hockende Stellung“ an; (s. oben S. 34). Eine Erklärung hierfür giebt er nicht.

²⁾ Namentlich, wenn noch Narcotica vorher angewendet worden.

³⁾ Und ohne vorausgegangene Narcotisirung.

⁴⁾ S. oben S. 33.) ⁵⁾ S. oben S. 14.

Hr. Munk in seiner ersten Mittheilung meine Angabe über die Existenz solcher, wie ich mich jetzt kurz ausdrücken kann, äquilibrirenden Schnittführung als „nicht richtig“ hinstellte¹⁾ und behauptete, dass das von ihm definirte „Erschöpfungsstadium“ mir entgangen sei, dass dasselbe nie fehle, auch wenn die Thiere — infolge der Reizung —, wie ich sage: „schon beim Losbinden sich sehr ungeberdig benehmen und zu entfliehen suchen.“ Nachdem ich nun neuerdings mein Operationsverfahren genau beschrieben hatte, änderte allerdings Hr. Munk seine Ansicht zu meinen Gunsten. Zwar wirft er²⁾ es mir als einen gegen seine Mittheilung vom Jahre 1884 gerichteten „Discreditirungsversuch“ vor, wenn ich in Wiederholung meiner Angabe vom Jahre 1881, wonach die Thiere unmittelbar nach der Operation sitzen und gehen können, hervorhebe, dass mein Operationsverfahren mir günstigen Falles gestattet, „ohne initialen Erschöpfungszustand“ Thiere zu enthirnen, während eine länger andauernde Erschöpfung mir nur dann zur Beobachtung gelangte, wenn [namentlich in Folge von Streifenkörper oder von Vierhügelverletzung] angestrengte Expirationen venöse Blutungen hervorgerufen hatten.³⁾ Nichtsdestoweniger bestätigt aber Hr. Munk meine Angaben. Zunächst ändert er in Annäherung an dieselben seine Definition des Erschöpfungsstadiums,⁴⁾ indem er sagt:⁵⁾

„Ich hatte hinsichtlich des groben Verhaltens der Thiere in den gelungenen Versuchen angegeben, dass der Grosshirnexstirpation zunächst ein Erschöpfungsstadium von ungefähr einer halben Stunde Dauer folgt, in welchem die Thiere wohl auf Reizung stehen

¹⁾ S. oben S. 37.

²⁾ Verhandlung. der physiologischen Gesellschaft zu Berlin S. 67.f.

³⁾ S. oben S. 53 bis 54, und weiter S. 71; aber auch S. 5 und 7.

⁴⁾ S. oben S. 34. ⁵⁾ a. a. O. S. 67.

und laufen, ungereizt jedoch in jeder Lage mit ausreichender Unterstützung unbewegt verharren.“

In Hrn. Munk's ursprünglicher Definition des „Erschöpfungsstadiums“ war doch gar keine Rede davon, dass „die Thiere auf Reizung stehen und laufen, ungereizt jedoch in jeder Lage unbewegt verharren,“ sondern es war nur gesagt, dass „zunächst nach der Operation das Thier, bei normaler ruhiger Athmung, in jeder beliebigen Lage, die man ihm ertheilt hat, wofern nur der Körper ausreichend unterstützt ist, unverändert und unbewegt liegen bleibt.“¹⁾

Sodann aber bestätigt, wie schon gesagt, Hr. Munk²⁾ geradezu meine vorher von ihm als unrichtig erklärte Angabe, indem er wörtlich schreibt:

„Trennt man [jedoch]³⁾ die Hemisphären auf die Weise wie Hr. Christiani ab, und unterlässt man es, dem Kopfe des Kaninchens bei der Operation die verticale Stellung zu geben, so erhält man unter sonst gleichen Umständen Thiere, wie sie Hr. Christiani als „bestgerathene Fälle“ oder neuerdings als „gelungene Versuche“ beschrieb, Thiere, welche, ohne ein Erschöpfungsstadium zu zeigen, sogleich nach der Operation normal sitzen und von Zeit zu Zeit Laufbewegungen machen, — wie ich hinzufügen kann, zuerst nur seltene, später häufigere Laufbewegungen.“⁴⁾

¹⁾ a. a. O. S. [553].

²⁾ Ber. d. physiolog. Ges. S. 72. (du Bois-Reymond's Archiv 1884. S. 477).

³⁾ Nämlich im Gegensatze zu Hrn. Munk's Verfahren.

⁴⁾ Hr. Munk fährt a. a. O. fort: „Ja, solche Thiere zu gewinnen, genügt es schon in der Regel, dass man nur in einer einzelnen Richtung der letztbesprochenen Abweichungen mein Versuchsverfahren verlässt, dass man nur den Striae corneae mit dem Messerschnitte folgt oder nur meinen Frontalschnitt vor den Thalami, statt mit dem Messer, mit dem Messerstiele ausführt oder endlich nur die Stellung des Kopfes bei der Operation vernachlässigt.“ Ganz recht! füge ich erklärend hinzu; denn wenn man den

Obgleich nun ferner Hr. Munk bei seinem Operationsverfahren, wenn er unter „Grosshirn“ die Streifenkörper mit- versteht, das Grosshirn nicht vollständig exstirpirt hat, und wenn er im „Grosshirn“ die hinter demselben gelegenen Streifenkörper nicht mitinbegriffen wissen will, die Streifenkörper verletzt hat, lehrt er¹⁾ folgenden Satz an der Spitze seines neuesten, gegen meine Versuche gerichteten Angriffes, einen Satz, den ich, wie wohl jeder Hirnphysiologe, ohne Weiteres unterschreibe:

„Sollen die Folgen der Ausschaltung des Grosshirns an einem Thiere rein hervortreten, so muss das Grosshirn vollkommen exstirpirt, aber das Thier nicht noch anderweitig geschädigt sein; insbesondere darf kein wesentlicher Blutverlust stattgehabt haben, und müssen die hinter dem Grosshirn gelegenen Hirntheile unversehrt sein. Wo diese Bedingungen erfüllt sind, und so lange sie erfüllt bleiben, sind die Versuche gelungen, und müssen sich in allen Versuchen an derselben Thierart die reinen Folgen der Entfernung des Grosshirns ganz gleichmässig zeigen.“

Hr. Munk stellt aber nur theoretisch diesen Satz auf, um ihn thatsächlich zu verletzen.

Es genügt daher schliesslich, um, wie Hr. Munk sagt,

Striae corneae folgt, exstirpirt man die Streifenhügel vollständig; wenn man den Messerstiel gebraucht, vernichtet man die stehenbleibenden Theile des Streifenkörpers sicherer; und wenn man endlich von der verticalen zur horizontalen Schädellagerung übergeht, so lässt man bei gleicher Schnittrichtung im Raume von den unten an die Sehhügel grenzenden, vorliegenden Theilen weniger stehen und vermeidet auch besser den Blutandrang.

Nach dieser oben abgedruckten Bestätigung meiner Hauptangabe durch Hr. Munk darf ich mit Zuversicht erwarten, dass es bei fernerer und noch genauerer Ausübung meines Verfahrens Demselben gelingen wird, sich auch von der Richtigkeit meiner übrigen Beobachtungsangaben zu überzeugen.

¹⁾ Verhandl. der physiol. Gesellschaft zu Berlin 1884. S. 69.

„die Angaben und die Beobachtungsweise zu kennzeichnen, deren man sich auf unserem Gebiete zu erwehren hat“, dass ich hier einfach wiedergebe, in welcher Weise derselbe die Frage zu beantworten sucht, ob in dem oben definirten Sinne die von ihm oder die von mir als gelungen hingestellten Versuche wirklich gelungene waren. Hr. Munk schreibt:¹⁾

„Über die Antwort kann dann kein Zweifel sein. Beidemal war das Grosshirn vollkommen entfernt;²⁾ beidemal war das Thier durch Blutverlust nicht geschädigt, beidemal waren auch die hinter dem Grosshirn gelegenen Hirntheile bei der Operation nicht gröblich verletzt,³⁾ so dass abnorme Stellungen oder Reitbahnbewegungen und dgl. die Folgen gewesen wären. Aber bei Hrn. Christiani's Versuchen waren und blieben die letzteren Hirntheile nicht so unversehrt³⁾ wie bei meinen Versuchen; sie waren gequetscht und gezerrt durch die Abtrennung mit dem Messerstiele; sie unterlagen, infolge der grösseren Nähe der Trennungsfläche, früher und mehr den sogenannten schädlichen Wirkungen des Querschnittes; sie waren seitens des ihnen anliegenden Blutes dem Drucke und noch mehr der Durchtränkung ausgesetzt. Daher kam es, dass die Thiere in Hrn. Christiani's Versuchen⁴⁾ bald nach der Operation ein solches Verhalten zeigten, wie es in meinen Versuchen erst nach Stunden zu beobachten war, wenn die Entzündung der Hirntheile sich eingestellt hatte; und

¹⁾ a. a. O. S. 72—74.

²⁾ [Bei Hrn. Munk ev. nicht!]

³⁾ [s. hiergegen oben S. 65—66; und die Anmerkung S. 66.]

⁴⁾ [unmittelbar nach der Operation stehen, sitzen und gehen konnten und normalen Thieren glichen, während in Hrn. Munk's Versuchen ein eine halbe Stunde bis eine Stunde dauerndes Erschöpfungsstadium nie fehlte, in welchem die Thiere unverändert und unbewegt liegen blieben.]

daher sind Hrn. Christiani's „bestgelungene Versuche“ in Wahrheit nicht gelungene Versuche gewesen.“

„Wo möglich noch schärfer, weil in gewisser Hinsicht mit einem tieferen Verständnisse verknüpft, tritt dasselbe hervor in der methodischen Entwicklung der Untersuchung, welche mich das Versuchsverfahren hat finden lassen, das ich als zu gelungenen Versuchen führend beschrieb“.

„Gelungene Versuche von langer Dauer, wie bei Fröschen und Tauben, welche die Grosshirnexstirpation durch Monate überleben können, zeigten sich bei Kaninchen dadurch ausgeschlossen, dass diese Thiere in Folge der Grosshirnexstirpation unter allen Umständen und ausnahmslos in der nächsten Zeit zugrundegehen. Aber auch für die Lebensdauer der Kaninchen konnte von gelungenen Versuchen nicht die Rede sein, weil, wo ungehörige Blutungen oder Verletzungen weder bei noch nach der Operation vorgekommen waren, nach dem Tode doch immer eine Entzündung der dem Grosshirn benachbarten Hirntheile, der Thalami optici und manchmal auch der Corpora quadrigemina, durch die Section aufgedeckt wurde. Mithin stand der Erwerb gelungener Versuche bloß noch für die erste Zeit nach der Operation, bis jene Entzündung eintrat, in Aussicht, wofern die Entzündung nicht sogleich mit der Operation einsetzte und ihr Beginn sich bestimmen liess“.

„Die Kaninchen, deren Grosshirn ohne wesentlichen Blutverlust und ohne gröbliche Schädigung der niederen Hirntheile vollkommen entfernt war, führten nun sämmtlich Laufbewegungen in wachsender Frequenz aus: aber desto häufigere und desto stürmischere Laufbewegungen kamen zur Beobachtung, je rascher der Tod des Thieres eintrat. Hinwiederum erwiesen sich die entzündlichen Verän-

derungen der Thalami desto beträchtlicher, je kürzer die Lebensdauer des Thieres gewesen war. Danach war nur anzunehmen, dass eine ursächliche Beziehung der Entzündung zu den Laufbewegungen bestand; und das fand auch in der Folge seine Bestätigung. Denn nicht nur ergab sich weiter, dass die Laufbewegungen desto eher nach der Operation eintraten und desto rascher an Frequenz und Intensität wuchsen, je früher das Thier erlag; sondern es liessen sich auch regelmässig, sobald das Thier mehrmals gelaufen und die Verkürzung der Ruhepausen deutlich geworden war, durch die Section des Thieres anatomische Veränderungen der Thalami constatiren, während zu einer früheren Zeit nach der Operation die Thalami normal erschienen. Die Laufbewegungen waren also durch die abnorme Beschaffenheit der Thalami bedingt und zeigten eine solche sogar feiner an, als die grobe anatomische Prüfung.“

„Nunmehr war das Versuchsverfahren offenbar dahin auszubilden, dass es erst möglichst spät in den Versuchen zu Laufbewegungen kam.¹⁾ Bisher waren diese, wenn nicht bald nach der Operation, immer doch in den ersten Stunden eingetreten, und die Thiere waren innerhalb 24 Stunden gestorben. Jetzt schaffte ich das Blut von der Schädelbasis fort, weil die Verfärbung, welche die unteren Partien der Thalami erfuhren, das Verbleiben desselben verdächtig machten. Ich verwarf für die Abtrennung des Grosshirns den Messerstiel, der mir vom Herausheben der Hemisphären zur Hand und vom Pedunculus der Taube her geläufig gewesen war, und zog den scharfen Schnitt mit dem Messer vor.²⁾ Ich hielt endlich auch den Schnitt etwas von den Thalami

¹⁾ [!]

²⁾ [s. hierzu oben S. 70 ff.]

entfernt, weil ich dadurch die gerade gewünschte, nicht aber noch eine andere Veränderung der Versuchsergebnisse veranlasst sah. So gewann ich Thiere, bei welchen die Laufbewegungen erst 4—20 Stunden nach der Operation eintraten und der Tod erst nach 30—50 Stunden erfolgte. Das Erschöpfungsstadium, welches diese Thiere zunächst nach der Operation für etwa eine halbe Stunde darboten, konnte mich natürlich nicht irre machen.¹⁾ Wohl aber durfte ich darin, dass diese Thiere bis zum Eintreten der Laufbewegungen dasselbe Verhalten zeigten, wie der grosshirnlose Frosch und die grosshirnlose Taube, dass sie, von seltenen kurzen Reflexbewegungen abgesehen, so lange ruhig in normaler Haltung verblieben, die volle Gewähr sehen, dass ich erreicht hatte, was hier zu erreichen war.

Dass einer solchen Entwicklung gegenüber, welche die Untersuchung nehmen musste, Hrn. Christiani's Vorgehen ein rein willkürliches war, dass er durch die längstens zwölfstündige Beobachtung der Thiere und die Vernachlässigung der Sectionsbefunde sich durchaus der Mittel entschlug, die Versuche im ganzen wie die Beobachtungen im besonderen richtig zu beurtheilen, das werde ich nicht mehr zu besprechen brauchen. Ich habe nur hinzuzufügen, dass, wie durch die Verfolgung der Laufbewegungen, so auch durch die der Reflexerregbarkeit, allerdings etwas schwieriger, die richtige Einsicht zu gewinnen war. Denn um die Zeit, zu welcher die Laufbewegungen auftreten, macht sich zugleich eine Erhöhung der Reflexerregbarkeit bemerklich, und diese wächst dann in demselben Maasse an, wie die Laufbewegungen zunehmen:²⁾ so dass für die Laufbewe-

¹⁾ [?]. ²⁾ Vgl. Sitzungsberichte der Akademie. S. 558.

gungen und das Ansteigen der Reflexerregbarkeit die gleiche Beziehung zu den anatomischen Veränderungen der Thalami sich ergibt. Und wenn Hr. Christiani ein Kriterium für eine gelungene Operation gerade darin sah, dass sehr bald nach der Operation die Erhöhung der Reflexerregbarkeit nachweisbar war,¹⁾ so thut das eben nur von neuem dar, wie Hrn. Christiani's „bestgelungene Fälle“ nichts anderes als misslungene Versuche waren.“ Hr. Munk schliesst mit den Worten:

„Wenn in der Physiologie des Gehirns so viele Widersprüche vorkommen, so trägt die Schuld nicht, wie es dem Fernerstehenden scheinen mag, die Unzugänglichkeit des Untersuchungsobjectes: es liegt nur an der oft unzureichenden Beobachtung und der noch öfter mangelhaften Methodik der Untersuchung, es liegt an den Untersuchern.“

Ob diesem letzten Ausspruche Hrn. Munk's im Allgemeinen unbedingte Anerkennung zu zollen sei, dürfte fraglich erscheinen. Mit Rücksicht aber auf den vorliegenden Fall bedauere ich allerdings sagen zu müssen:

Ganz auch meine Meinung!

¹⁾ Ebenda. S. 638. [hier S. 56; s. aber auch S. 66].

Fünftes Capitel.

Die Frage von der Localisation der Sehfunction.¹⁾

(Erster Theil: die Zeit bis 1876.)

Wenn die von mir mitgetheilten und ähnliche Beobachtungen es als unzweifelhaft erscheinen lassen, dass bis zu den Sehhügeln hin enthirnte Kaninchen optische, akustische und tactile Eindrücke bis zu einem gewissen Grade noch zweckmässig verwerthen können, so fragt es sich: wie vertragen sich diese Befunde und Anschauungen mit denen anderer Forscher und namentlich mit der zur Zeit herrschenden Lehre von der Localisation der Sinnesfunctionen in der Grosshirnrinde? Oder, wenn ein Widerspruch unversöhnlicher Art vorliegen sollte: was hat man überhaupt nach dem heutigen Stande der Forschung von dieser Theorie, soweit sie die höheren Sinnesfunctionen betrifft, zu halten?

Fragen wir die Geschichte, was sie über Entstehung und Inhalt der Lehre von der Localisation der Sehfunction zu berichten weiss.

§ I.

Albrecht von Haller.

Schon zu Haller's Zeiten, und früher noch, hatten unter den Forschern gewisse Vorstellungen Platz gegriffen, welche auf Centralisirung der Sehfunction hinzielend, den Sitz der

¹⁾ Genauere Ausführung der am 20. Juni 1884 in der Berliner physiologischen Gesellschaft von mir angedeuteten historischen Skizze. In den jetzt folgenden Capiteln suche ich durch eine möglichst objective Darstellung — ich lasse soviel wie möglich die Autoren selber sprechen, —

Gesichtsempfindung und der optischen Wahrnehmung nicht im Auge, oder doch nicht ausschliesslich dort, sondern an einer bestimmten Stelle im Gehirne suchten. Jedoch waren alle diese Vorstellungen noch so wenig durchgearbeitet und so wenig befriedigender Art, dass es nicht der Mühe lohnt, auf dieselben in ausführlicherer Weise und in historischer Folge einzugehen. Wir begnügen uns vielmehr damit, in Haller's wenigen Worten von diesen Localisationsbestrebungen Kenntniss zu nehmen.

An diversae diversarum animae functionum provinciae.¹⁾

Cum diversis ex cerebri sedibus nervi visorii, et olfactorii, et acustici, et alii proveniant, eorumque nervorum aliqui propriis, et insignibus ex collibus nascantur; potuit probabile videri, in iis cerebri regionibus et tuberibus species rerum et sensationum vestigia potissimum habitare, quae quisque nervus advehere consuevisset, ut in thalamis nervorum opticorum ea conjuncta haerent, quae per oculos advecta essent vestigia, et eo modo se in aliis nervis haberet . . .

Poterant etiam experimenta aliqua morbo adduci, qui certis in sedibus residentes, cerebri certos etiam sensus, aut peculiares unice motus adficerent. A compressis nervis opticis caecitatem (0) . . .

(0) Si peculiari alicui sensui nervus praefectus fuerit, eodem modo is sensus destruitur ab omni causa, quae eum nervum compresserit, aut destruxerit: quocunque demum modo, et quacunque in sede nervus fuerit compressus. Idem fiet, si ea causa ipsum cerebrum compresserit.

Ita a tumoribus nervos opticos comprimentibus caecitas²⁾: et a glandula

den vielfach an mich ergangenen Aufforderungen nachzukommen, auch für Fernerstehende die Entstehung und den Stand der Frage von der Localisation der Sehvorgänge zu beleuchten. Bei dieser Absicht der Darstellung wird es manchem Leser gegenüber entschuldigt erscheinen, wenn ich auf einzelne bekannte Dinge etwa zu elementar eingehen sollte.

¹⁾ Albert v. Haller: Elementa physiologiae corporis humani. Tom. IV. Lib. X. § XXVI. p. 396 f.

(0) pag. 297. (Lib. X. § XIV).

²⁾ s. die Citate a. a. O. S. 297.

pituitaria turgida¹⁾: a lapide in nervo optico¹⁾, aut in glandula pineali²⁾: a cerebri vulnere¹⁾, abscessibus¹⁾, corruptione aut tumeribus variis¹⁾: a tumore cerebri aqueo¹⁾: ab effuso sanguine¹⁾: a compressis thalamis opticis¹⁾: a depresso cranio³⁾: a vulneribus capitis et cranii⁴⁾: a nervo optico extenuato¹⁾ et corrupto.

Nondum tamen velim nimis his theoriis confidere. Experimenta non demonstrant, regionem visoriam circa opticum nervum esse, aut sonorum provinciam circa nervi acustici originem: et id unice ostendunt, nervum quemque ex aliqua peculiari sede suas suppetias sentientis et moventis causae habere, quas amittat, quando ea pars male adfecta est.

Deinde filamentum quodque nerveum ab initio ad finem distinctum esse constat, ut sensatio cujuslibet filamentum ab omni alterius filamentum sensatione pura ad cerebrum venire queat.⁵⁾ Porro video, nervos ejusdem organi, ut olfactorium, etiam opticum, late, variis ex cerebri sedibus oriri⁶⁾ . . . Haec si eo modo se habent, non sinunt certe, ulla cum veri specie nos definire de complicatis magis animae functionibus⁷⁾, aut in encephalo imaginationi⁷⁾ suam sedem, suam sensui⁷⁾ communi, suam memoriae adsignare. Ejusmodi hypotheses ab omni tempore plurimae in physiologorum scriptis regnaverunt, pariter debiles, caducae, brevisque aevi.

Mir scheint, vorsichtiger und nüchterner konnte Haller die damals vorliegenden, für oder gegen eine Localisation der höheren Functionen sprechenden Thatsachen nicht beurtheilen. Um so bedeutungsvoller aber müssen demnach auch die von ihm seinen Citaten ausdrücklich hinzugefügten Be-

¹⁾ s. die Citate a. a. O. S. 297.

²⁾ Gunz. de lap. gland. pin. Sed isti homini etiam pars corticis cerebri callosa fuerat.

³⁾ Ex terebrato sincipite caecitas fugax. [Citat (d) a. a. O. S. 297.]

⁴⁾ Ex vulnere bregmatis diuturna caecitas tandem superata Costaeus. Ex vulnere occipitis caecitas perpetua Marcell. Donatus L. II. c. 10. [Citat (e) a. a. O. S. 297.]

⁵⁾ a. a. O. S. 188: „nusquam (si a gangliis recesseris) confusi, nusquam racemosi, sed ab ipso cerebro, aut a spinali medulla, ad suum usque finem distincti, (Willis de cerebro p. 241, Cheselden alii) ut non plures in fine sint, quam in principio.“ (Galen. de usu partium L. 9. C. II.)

⁶⁾ Ille ex tribus, hic ex duobus potissimum principiis.

⁷⁾ s. d. Citate a. a. O. S. 397.

merkungen erscheinen, nämlich, dass in einem Falle von Blindheit neben der Glandula pinealis ein Theil der Hirnrinde erkrankt war, und ferner, dass Verletzungen des Vorderhauptes flüchtige, oder auch länger andauernde, aber schliesslich doch vorübergehende Blindheit hervorriefen, während eine Verletzung des Hinterhauptes beständige Blindheit zur Folge hatte.

§ II.

Johanne's Müller.

Erst gegen die Mitte unseres Jahrhunderts erscheinen die Ansichten bezüglich des näheren Sitzes der Sehfunction geklärt und abgerundeter und zwar war es kein Anderer als Johannes Müller, welcher durch seine bahnbrechenden Untersuchungen über die unvollkommene Kreuzung der Sehnervenfasern, sowie durch die Aufstellung des Principes der specifischen Energieen jene Klärung und Abrundung der Anschauung ermöglichte. Da Johannes Müller selber¹⁾ den damaligen durch seine Forschung und Auffassung vertieften Standpunkt der Frage auf das Eingehendste besprochen hat, so wüsste ich nichts besseres zu thun, als seiner Darstellung in aller Kürze zu folgen, einer Darstellung, an deren Spitze wir den schon früher von Magendie, Flourens, Serres u. A. in ähnlicher Gestalt ausgesprochenen Satz finden:

„Die einzige constante Folge jeder tieferen Verletzung der Hemisphären ist Blindheit des Auges der entgegengesetzten Seite und Stumpfsinn.“

Andererseits bewirken auch „Degenerationen in den verschiedensten Theilen des Gehirnes, welche nach den Versuchen nicht unmittelbar mit den Centralorganen des Sehsinnes zusammenhängen, gleichwohl oft Blindheit; dies darf uns um so

¹⁾ In seinem Handbuche der Physiologie des Menschen. Vierte Auflage. Bd. I S. 727; 731—732; Bd. II (1840) S. 350—352; 381—382;

weniger wundern, als wir selbst in Rückenmarkskrankheiten, wie bei der Tabes dorsalis, öfter Amblyopie erfolgen sehen.“

Was zunächst die Kreuzung der Wirkungen betrifft, so erzeugt eben die Verletzung der Hemisphären Blindheit auf der entgegengesetzten Seite. „Aber nach der Theorie sollte durch einen einseitigen Hirnfehler weder eine kreuzende noch eine gleichseitige Blindheit, sondern halbseitige Lähmung der Markhäute beider Augen, also Halbsehen erfolgen, indem die linke Sehnervenzwurzel in den linken Theil der Sehnerven beider Augen, die rechte Sehnervenzwurzel in den rechten Theil der Sehnerven beider Augen im Chiasma übergeht. Man hat zwar schon öfter Halbsehen als vorübergehendes Symptom beobachtet. (Siehe Müller's Physiologie des Gesichtssinnes Leipzig 1826 p. 93.) Aber bei einseitigen Hirnfehlern kommt nicht Halbsehen, sondern in der Regel Blindheit des einen, oder des andern, oder beider Augen vor.“

Da, wie wir in der Folge sehen werden, die Lehre vom Halbsehen und von der Kreuzung der Sehnervenzfasern eine grosse und wichtige Rolle in der Localisationstheorie spielt, so wollen wir hier noch einiges Nähere nach Müller's Darstellung beibringen.

Durch die unvollkommene Kreuzung der Sehnervenzfasern erklärte schon 1824 der bekannte Arzt und Physiker Wollaston,¹⁾ welcher selber in Folge einer später bei der Section nachgewiesenen Thalamuserkrankung vorübergehend an Halbsehen litt, dieses „zuweilen vorkommende Halbsehen, wo nämlich die ganze eine Seite des Sehfeldes in beiden Augen bis zum Mittelpunkte der Augen unthätig wird, und er vermuthete, dass der Hirntheil eines Sehnerven dabei unthätig werde.“ Ebenso hatte noch früher Newton in seinen Quaestiones opticae eine Erklärung für das Einfachsehen mit beiden Augen in jener Vertheilung der Sehnervenzwurzeln erblickt. Allein

¹⁾ S. Heller: Geschichte der Physik, Bd. II. (1884) S. 635.

Johannes Müller hatte in der Schrift über den Gesichtssinn gezeigt, dass, wenn eine solche Theorie die Erscheinungen vollständig erklären solle, sie die Theilung jeder einzelnen Faser einer Sehnervenwurzel anzunehmen habe, so zwar, dass sich jede einzelne Faser im Chiasma nervorum opti-
corum in zwei Zweige für die identischen Stellen beider Augen theile.

Die Theorie von Rohault (Physic. p. I Cap. 31) nahm auf die theilweise Kreuzung der Fasern im Chiasma nicht Rücksicht: sie setzte voraus, dass jeder Sehnerv gerade so viele Fasern enthalte, als der andere, und dass die entsprechenden Fasern beider Nerven in demselben Punkte des Sensoriums verbunden seien.

Eine verbesserte Theorie Johannes Müller's berücksichtigte zugleich den Bau des Chiasma: je zwei von identischen Stellen beider Augen kommende Fasern gehen im Chiasma in die Sehnervenwurzel einer Seite ein, und hängen entweder durch eine Schleife im Gehirn zusammen, oder entspringen von demselben Punkte des Sensoriums oder demselben Ganglienkörperchen des Gehirnes. „In der linken Hirnhälfte würde das Bild der beiden linken Hälften der Augen, in der rechten Hirnhälfte der beiden rechten Hälften präsentirt werden.“

Somit wären der Idee nach die Leitungsbahnen bis zu ihren centralen Endigungen verfolgt. Welches ist nun aber der Sitz der Empfindung, welches die Wechselwirkung der Nervenhaut und des Sensoriums beim Sehen, wo wird der Zustand der Nervenhaut empfunden, in ihr selbst oder im Gehirne? Hier liegt „eines der schwierigsten Probleme der Physiologie“ vor. „Diesen Theil der Physiologie“, sagt Johannes Müller, „kann man geradezu metaphysisch nennen, da es uns zur Zeit an genügenden empirischen Hilfsmitteln zur Aufklärung dieser Wechselwirkung gebricht.“

Zunächst aber scheint durchaus klar einzuleuchten, dass, wenn die Zustände der Theilchen der Nervenhaut erst im Gehirne zur Empfindung kommen, dieselben im Sehnerven bis zum Gehirne in derselben Ordnung geleitet werden müssen, welche die Theilchen der Nervenhaut nebeneinander haben. Jedem kleinsten Theilchen der Nervenhaut muss eine Nervenfasern des Sehnerven entsprechen. Hiergegen scheint wiederum die relativ zu geringe Zahl der Sehnervenfasern zu sprechen. Bedenkt man aber, dass die Empfindung nur im mittleren Theile der Netzhaut scharf ist, und nimmt man an, dass nur in der Mitte der Netzhaut die Enden der Fasern dichter liegen, so fällt ein Theil der Schwierigkeiten, die sich dieser Auffassung entgegenstellen, fort.

„Die Empfindung ist in der Mitte der Netzhaut so scharf und auf den Seiten derselben so ganz unbestimmt, als wenn in der Mitte der Netzhaut einzelnen kleinen Theilchen des Bildes die Enden einzelner Fasern, an den Seiten vielen kleinen Theilchen des Bildes nur eine Faser entsprechen, und als wenn hier eine Faser in einiger Länge den Eindrücken ausgesetzt wäre, während sie in der Mitte der Netzhaut nur durch ihr punktförmiges Ende empfindet.“¹⁾

Wie würde aber eine Faser die Veränderungen ganzer Reihen von Raumtheilchen in ihrer Länge bis zum Sensorium leiten können, wenn im Sensorium erst die Empfindung der Orte entstehen soll? Findet die Präsentation der Empfindungen nur im Gehirne durch die Enden der Nervenfasern

¹⁾ Hier dürfte es mit Rücksicht auf die Allgemeinverständlichkeit zweckmässig sein, daran zu erinnern, dass man heutzutage nicht die Nervenfasern in ihrem Verlaufe als erste Angriffspunkte des Lichtes betrachtet, sondern alles deutliche Sehen darauf beruhen lässt, dass auf der Netzhaut Localzeichen erzeugt werden, welche einzeln und gesondert zum Gehirne gebracht werden. Diese Localzeichen in der Retina dürfen nicht im Verlaufe einer Faser erzeugt werden, sondern die optischen Eindrücke müssen

statt, so kann eine Faser auch alle Affectionen in aliquoten Theilen ihrer Länge nur in einem Punkte präsentiren. Fände hingegen die Empfindung verschiedener Orte an aliquoten Theilen der Länge einer Faser statt, so müsste man sich die Seele als in jedem Theilchen der Länge einer Faser wirkend vorstellen, wogegen für die Rückenmarksnerven die Erfahrungen über die Empfindungen der Amputirten sprechen. „Diese Schwierigkeit liesse sich durch die Supposition heben, dass die höheren Sinnesnerven verschieden von anderen Nerven näher an dem Wirken der Seele participiren, so dass die Seele bis in die Nervenenden der Retina fortwirke, indem die Sinnesnerven nur Fortsätze des Sensoriums sind.“

„Wie sich das auch verhalten mag, so ist es jedenfalls gewiss, dass auch nach Verlust der Retina und des äusseren Theiles des Sehnerven die inneren oder Hirntheile des Sehsinnes nicht bloss die Empfindungen von Licht, sondern selbst dieselben Anschauungen von einem Sehfelde, in welchem Bilder gesehen werden, hervorbringen können. Hieraus scheint hervorzugehen, dass die Affectionen der Nervenfasern des Sehnerven erst im Gehirn selbst zur Construction eines Sehraumes verwandt werden und eine Consequenz davon wäre wieder, dass die ganze Mosaik der Retina durch eine Anzahl übereinstimmender

zunächst auf mosaikartig angeordnete Gebilde übertragen werden, welche einzeln entweder direct oder indirect mit den Sehnervenfasern in Verbindung stehen. In der That haben wir ja nach Heinrich Müller's Ausführung des Purkinje'schen Versuches die Stäbchenzapfenschicht als Ort des ersten Angriffes für das Licht anzusehen, und es gelten in ihr gerade die Zapfen als zunächst erregte Elemente, weil nur sie an der Stelle des deutlichsten Sehens in der Fovea centralis vertreten sind. Die Schwierigkeit aber, dass im Verhältnisse zur Anzahl der Retinaelemente die Anzahl der Sehnervenfasern viel zu klein ist, liegt (nach Salzer's Zählungen) noch immer vor. Auch erscheinen die Verbindungen dieser Elemente mit den Opticusfasern noch keineswegs völlig klar hingestellt. (Vgl. Brücke: Vorlesungen üb. Physiologie. Wien 1884. Bd. II.)

Nervenfasern im Sensorium repräsentirt werde, was durch die Erfahrung nicht nachweisbar ist.“

„Der Prozess der Wechselwirkung zwischen den Endtheilen des Sehapparates und den Centraltheilen desselben ist daher noch sehr unklar, und wir können nur bei dem Factum stehen bleiben, dass alle Ordnung des Gesehenen im Sehfelde von der Ordnung der afficirten Netzhauttheilchen abhängt.“

Soweit Johannes Müller. Welches ist der Fortschritt in den darauf folgenden vierzig Jahren; was unsere heutige Anschauung von der Localisation der Sehfunction?

§ III.

Die Zeit bis zu Hitzig's Entdeckung (1874) und Ferrier's Versuchen.

Die Pathologen verhielten sich nach Hrn. Hirschberg¹⁾ sehr skeptisch gegen die Lehre von der auf die Semidecussation begründeten Hemianopsie;²⁾ und die Ansicht von Serres (1827, *anatomie comparée du cerveau*), dass Läsionen einer Hirnhälfte, wenn sie die Sehkraft afficiren, totale Erblindung des Auges der gegenüberliegenden Seite bewirken, fand die Billigung des ausgezeichneten Klinikers Mackenzie. Erst Albrecht von Graefe gelang es durch seine geistreiche Arbeit vom Jahre 1856 (*Arch. f. Ophth. Bd. II. 2. Abth.*

¹⁾ „Über Hemianopsie“, Vortrag gehalten in der Berliner medicin. Ges., Decemb. 1877. (Abgedruckt in der „Deutschen Zeitschr. für pract. Med.“ von B. Fränkel, 1878, No. 4 u. 5.)

²⁾ Diesen Namen hat Prof. Hirschberg an Stelle der älteren „Hemiopie“ für das Halbsehen eingeführt, „weil wir nur so in Übereinstimmung mit den Grundsätzen nosologischer Namengebung verbleiben und namentlich auch alle Zweideutigkeiten vermeiden.“

Man könnte auch [mit Monoyer] „Hemianopie“ sagen, „wesentlich ist aber die Anwendung des α privativum.“ (s. *Arch. f. Psychiatrie Bd. XIV S. 174* und Féré: *Contribution à l'étude des troubles fonctionnels de la vision par lésions cérébrales. Paris 1882. S. 42.*

S. 286), welche überhaupt die genaue Untersuchung des Gesichtsfeldes dem Schatze der medicinischen Diagnostik einverleibte, einen Umschwung herbeizuführen und die Aerzte so fest von der Richtigkeit der Semidecussation zu überzeugen, dass einzelne widersprechende Stimmen, wie die von Bisiadecki (1861) fast ungehört verhallten. A. v. Graefe hob hervor, wie besonders lehrreich für die Sehnervenphysiologie die hemiopischen Gesichtsfeldbeschränkungen bei Cerebralleiden erscheinen.

Was aber die Localisationstheorie im Speciellen in der Mitte der sechziger Jahre betrifft, so haben wir zunächst der Luys'schen Ansichten zu gedenken, welche, anfänglich nur durch wenige Thatsachen gestützt, doch allmählich zu einer gewissen Geltung gelangten. Luys fasste die Sehhügel auf als „Zwischenstationen zwischen einfachen spinalen Erregungen und Äusserungen des psychischen Lebens“. Ihre gesonderten, von einander unabhängigen grauen Kerne bewirken gleichsam eine Verdichtung der besonderen sensoriellen Eindrücke, und sind die einzigen Einlasspforten für alle von Aussen kommenden Reize, die den Zellen der Hirnrinde als *Pabulum vitae* dienen sollen, sie sind das alleinige Communicationsmittel, mittels dessen die Laboratorien der psychischen Thätigkeit mit der Aussenwelt in Wechselwirkung treten können.²⁾ Jeder graue Kern des Thalamus steht, wovon man sich durch horizontale Schnitte des Gehirnes genau soll überzeugen können, mit besonderen Feldern der Hirnrinde in näherer Beziehung. „Damit ist klar dargethan, dass in den verschiedenen Regionen der Hirnrinde einzelne von einander unabhängige Felder unterschieden werden

¹⁾ Recherches sur l'anatomie, la physiologie et la pathologie du système nerveux. Paris 1865 und: Das Gehirn, sein Bau und seine Verrichtungen. Internation. wissensch. Bibliothek, Bd. XXVI. Leipzig 1877.

²⁾ Ähnlich Longet, Schroeder van der Kolk, Todd, Carpenter u. A.

können, die als Aufnahmestätten dieser oder jener Art sensorieller Eindrücke fungiren.“

Auf den erwähnten Gehirnschnitten soll man auch „auf's deutlichste sehen, dass der mittlere Kern durch von ihm ausgehende weisse Fasern die in ihm zusammengedrängten sensoriellen Eindrücke nach vorn und zur Seite in's Gehirn ausstrahlen muss.“ Dieser mittlere Kern steht aber nach Luys' Untersuchungen „mit den grauen Wurzeln des Opticus in unverkennbarem Zusammenhange und dient der Concentrirung der Gesichtseindrücke.“ Kommt es zum sensoriell-motorischen Vorgange, so gelangen die Gesichtseindrücke vom Bulbus behufs Concentration zu ihrem Sehhügelcentrum; sie irradiiren dann von hier zum allgemeinen Sensorium in der vorderen Hirnrinde, werden zu den grossen Zellen des Streifenhügels reflectirt und pflanzen sich von hier auf das Rückenmark fort.

Eine genauere und den physiologischen Beobachtungsthatsachen „vorläufig gerecht werdende Theorie des centralen Sehactes“ stellte sodann im Jahre 1868 Hr. Wilhelm Wundt auf.¹⁾

In der Netzhaut, die nach ihrer ganzen Structur zwischen einem Sinnesorgan und einem Bestandtheil des Centralorganes die Mitte hält, setzen sich die Äthervibrationen in andere sich mit ihnen verändernde und überdies von localen Unterschieden abhängige Vorgänge um. Ob diese Vorgänge schon Empfindungen sind, oder erst in ihrem Zusammenwirken mit centralen Prozessen Empfindungen werden, bleibt dahingestellt. Jedenfalls ist es die Netzhaut nicht allein, die Empfindung vermitteln kann, da noch der Erblindete mit atrophirten Sehnerven sich farbenreicher Träume erfreut; andererseits ist aber auch das Gehirn, ohne dass zuvor die Netzhaut in Function gewesen ist, zu keinen Farbenempfindungen fähig,

¹⁾ In seinem „Lehrbuche der Physiologie des Menschen.“ Erlangen 1868 S. 672—674.

wie die Beobachtung Blindgeborener lehrt. Wir werden daher annehmen dürfen, dass zur ersten Entstehung der Lichtempfindung der Zusammenhang der Netzhaut mit den centralen Apparaten erforderlich ist, dass aber die in den letzteren erzeugten Signale einigermaassen die Existenz der Netzhaut ersetzen können, wenn auch allerdings nur in sehr mässigem Grade, da bekanntlich Erinnerungsbilder viel blasser und vergänglicher sind als Empfindungen, die unmittelbar von äusseren Eindrücken kommen.

Die Fortsetzungen der Opticusfasern strahlen nach Wundt's Hypothese direct in die Grosshirnhemisphären aus, „finden hier wohl in den Nervenkörpern der Hirnrinde ihr definitives Ende“ und treten zugleich irgendwie mit den motorischen Endigungen wieder in Zusammenhang. „Die enorme Zahl und die regelmässige Schichtung jener Nervenkörper fordert fast dazu heraus, die Hypothese, welche der Bau der Retina und des Corti'schen Organes für die periphere Licht- und Schallperception an die Hand gab, auf den centralen Perceptionsvorgang auszudehnen. Wir werden also annehmen, dass durch jede qualitativ verschiedene Erregung auch verschiedene Elementargebilde des Centralorgans oder verschiedene Gruppen solcher Elementargebilde erregt werden. Einer Summe differenter peripherischer Eindrücke wird so eine Summe differenter Empfindungssignale correspondiren. Jeder Eingriff in eines jener die Sehfunction vermittelnden Nervenorgane muss den Seheffect stören. Bei nur stellenweiser Trennung des Zusammenhanges, „wird die Erregung, wie im Rückenmarke, andere Bahnen einschlagen, es werden andere Verknüpfungen zwischen den peripherischen Vorgängen und centralen Signalen sich bilden müssen, aber wenn erst

die neuen Verbindungen eingeübt sind, so werden die Functionen, falls nur der Eingriff nicht zu umfangreich war, wieder ungestört von Statten gehen. Anders werden sich freilich die Erscheinungen gestalten müssen, wenn grössere Massen jener centralen Gebilde, in welchen ein bestimmtes Nervengebiet endigt, verloren gehen. Hier wird entweder complete Aufhebung oder äusserste Beschränkung der Function die Folge sein.“

Wohl selten ist eine Theorie, wie diese Wundt'sche, so unmittelbar vorausgegangen einer Fülle neuer bahnbrechender Thatsachen, nach deren Erkenntniss sie aber ebenso gut hätte aufgestellt werden können, Thatsachen, deren Bestehen sie also als wahre Theorie z. Th. zutreffend voraussagte, so zutreffend, dass jede spätere Theorie sich insoweit ihr eng anzuschliessen hat¹⁾.

Inzwischen hatte die feinere Gehirnanatomie den Verlauf der Sehnervenfasern im Gehirne besser zu verfolgen gewusst. Schon in den fünfziger Jahren hatte Rudolf Wagner gefunden, dass der Opticus wenigstens zum Theil in Verbindung mit den multipolaren Ganglienzellen der Kniehöcker tritt. Auch hatte dieser Forscher nachgewiesen, dass von den Vierhügeln aus die Opticusfasern mit den Ursprungszellen der Oculomotoriusfasern und mit der Medulla oblongata durch die Schleife in Verbindung stehen. Endlich auch liess Wagner, wie schon früher von Valentin, Krause u. A. behauptet worden war, einen grossen Theil der Opticusfasern in die Ganglienzellen der Sehhügel sich einsenken. „Von diesen letzteren, sagt Funke,²⁾ „geht höchstwahrscheinlich eines der wichtigsten Commissurenfaser-

¹⁾ s. Cap. VI. § 2 Hrn. Munk's Anschauungen.

²⁾ Lehrbuch der Physiologie, vierte Auflage. Leipzig 1866.

systeme für den Opticus ab, Fasern nämlich, welche nach aussen verlaufend zu der grauen Substanz der Windungen des grossen Hirns gehen, „und so die von den peripherischen Enden der Retinafasern empfangenen Eindrücke schliesslich dem grossen Gehirn zur letzten Phase der Innervation mittheilen, um in den Kreis seelischer Wahrnehmung als vollendete Gesichtsvorstellung zu gelangen.“ (R. Wagner).“

Die rindenwärts aufsteigenden Verbindungen, die von Wagner, Wundt u. A. nur vermuthet wurden, haben, wie allbekannt, Gratiolet¹⁾ am Affengehirne und Meynert²⁾ am Menschengehirne wirklich aufgefunden. Sie nahmen wahr, dass die Rinde des Hinterhaupts- und Schläfenlappens mit Fasern aus den Ganglien zusammenhängt, mit denen sich der Tractus opticus verbindet,³⁾ und zwar entspringt nach Meynert der Tractus opticus aus den beiden Kniehöckern, aus den Vierhügeln und aus dem Pulvinar des Sehhügels.

Meynert fasste in seinen 1867—1874 erschienenen Arbeiten die graue Gehirnrinde als ein grosses Projectionsfeld auf, wobei er von der Hypothese ausging, dass die Grosshirnrinde das Organ des Bewusstseins sei. So sollten die Nervenbahnen des „Projectionssystemes“ einerseits alle Sinnesober-

¹⁾ Anatomie comparée II p. 188. s. auch Huguenin, Allgem. Pathol. d. Krankh. des Nervensystemes. 1873.

²⁾ Wiener Sitzungsber. Bd. 60, S. 560. s. auch Stricker's Handbuch Bd. II. S. 721.

³⁾ „Ferner treten in diese letztere Regionen der Rinde jene Bündel der inneren Kapsel ein, deren Zerstörung Türck mit Hemianaesthesia verbunden fand, und es war bekannt, dass die vordere Commissur, deren Bedeutung als ein Riechchiasma geschildert wurde, ebenfalls nicht mit der Rinde der vorderen Hirnlappen, sondern nach Arnold mit jener der Schläfenlappen, nach Burdach und Meynert auch mit der Rinde der Hinterhauptsappen zusammenhängt.“ (Meynert: Psychiatrie. Wien 1884. S. 129.)

flächen, andererseits die gesammte willkürliche Musculatur mit der Hirnrinde verbinden.

Aus dem Umstande, dass die von ihm als motorisch betrachteten Ganglien des Hirnschenkelfusses der Schweifkern und Linsenkern, ihre grösste Masse nach vorn kehren und nach hinten schmal auslaufen, zog Meynert den Schluss, dass besonders solche Fasern, welche aus dem vordern Theil der Hemisphäre, dem Stirnlappen, stammen, in ihnen unterbrochen würden; dass daher dort das Ursprungsgebiet der motorischen Fasern, der Ausgangspunkt der das Bewusstsein mit der Aussenwelt verknüpfenden centrifugalen Bahnen zu suchen sei. Im Gegensatz hierzu betrachtete er die Rinde des Hinterhaupt- und Schläfenlappens als sensorisch. Hierhin liess sich ja die vordere Commissur, die er als gekreuzte Fortsetzung des Riechlappens ansah, verfolgen. Auch die schon von Gratiolet als Sehstrahlungen aufgefassten und nach ihm benannten Faserzüge, welche in den hinteren Theil des Sehhügels und in die Kniehöcker gelangen sollen, und von denen das von Wernicke beschriebene „sagittale Marklager“ nur ein Theil ist, leitet, wie wir oben bemerkten, Hr. Meynert theils aus dem Schläfen-, theils aus dem Hinterhauptlappen her. Dazu kommt, dass die Rinde des Hinterhauptlappens durch Einlagerung von Körnerschichten ausgezeichnet ist, welche mit den Körnerschichten des Riechlappens, der Retina und des Rückenmarkshinterhornes, sämmtlich sensiblen Apparaten, eine grosse Ähnlichkeit haben.

„So gelangte Meynert“, sagt Hr. Wernicke in seinem Lehrbuche der Gehirnkrankheiten, „zur Aufstellung eines vorderen motorischen und eines hinteren sensorischen Rindengebietes.“ „Erinnerungsbilder der Sinneseindrücke bevölkern im sensorischen Gebiete, Bewegungsvorstellungen im motorischen die Rinde.“

Die Annahme Johannes Müller's aber, dass verschiedenen Theilen des Gehirnes von vornherein verschiedene functionelle Energieen anhaften, verwirft Meynert¹⁾ als entbehrliches Erklärungsmittel: die specifischen Energieen fallen ganz mit den Differenzen der Endorgane zusammen und die einzige specifische Energie der Gehirnzellen ist die Empfindungsfähigkeit.

Wernicke drückt dies dahin aus, dass er sagt: die Ganglienzelle ist an sich weder motorisch noch sensibel; sie hat nur eine ursprüngliche Eigenschaft, die Empfindungsfähigkeit, und von den Apparaten, mit denen sie in Verbindung steht, der Musculatur einerseits und den Sinnes-

¹⁾ Meynert, Psychiatrie. 1884. S. 126—127.

oberflächen andererseits, hängt es ab, dass sie verschieden functionirt: der innere Vorgang ist derselbe.

Die so erschlossene „Auseinanderhaltung von Sinnesterritorien und Territorien der Bewegungsinervation auf der Hirnrinde ist“, wie Hr. Meynert sagt, „durch physiologische Experimente nachträglich bestätigt worden.“¹⁾

So fanden zunächst die Herren Eduard Hitzig und Gustav Fritsch²⁾ auf Reizung durch den elektrischen Strom einen Theil der Convexität des grossen Gehirns des Hundes motorisch, einen anderen Theil nicht motorisch, und zwar eben den motorischen Theil allgemein ausgedrückt mehr nach vorn, den nicht motorischen nach hinten liegend, also der Meynert'schen Auseinanderhaltung z. Th. entsprechend. Die Genannten glaubten sich zur Aufstellung der Ansicht berechtigt, „dass sicher einzelne seelische Functionen, wahrscheinlich alle, zu ihrem Eintritt in die Materie oder zur Entstehung aus derselben auf circumscripte Centra der Grosshirnrinde angewiesen sind.“³⁾

Dies etwa war der Stand von Forschung und von Theorie als Ende Juli 1874 Hr. Eduard Hitzig⁴⁾ die wichtige Entdeckung hinzufügte, dass man auf experimentellem Wege beim Hunde und zwar durch Abtragungen im Bereiche eines Hinterlappens (Gyri n. o, Fig. 3. seines Buches: „Untersuchungen über das Gehirn.“) „Blindheit“ des gegenüberliegenden Auges und paralytische Dilatation der entsprechenden Pupille hervorbringen kann. „Die Erscheinungen der halbseitigen Blindheit“, sagt Hitzig, sind so charakteristisch, dass ein Irrthum darüber unmöglich ist. Andererseits entstehen bei dieser Methode leicht Nebenverletzungen, deren Einfluss ich noch nicht hinreichend habe feststellen können. Jedoch wird die Annahme, dass es sich

¹⁾ Meynert, Psychiatrie. 1884. S. 129.

²⁾ Archiv für Anat. und Physiol. von Reichert und du Bois-Reymond. 1870.

³⁾ Ähnlich bezeichnet Andral (Clinique médicale, Paris 1834, T. V. pag. 357 ff.) die Grosshirnrinde als den Sitz der seelischen Functionen, und auch Foville „en fait carrément le siège spécial, le substratum matériel de toutes les fonctions intellectuelles.“ Levillain, Thèse. Paris 1884.

⁴⁾ Centralblatt f. d. med. Wissensch. 1874 S. 548.

hierbei um die Grosshirnhemisphäre selbst handelt, durch die Beobachtung unterstützt, dass Reizung der gleichen Stelle eine starke und anhaltende Verengung der Pupille nach sich zieht“. Die Tiefe der Abtragung giebt Hitzig in einem Falle als mindestens 4 mm betragend an.¹⁾

Sehr bald nach Hitzig hatte auch Ferrier²⁾ durch elektrische Reizversuche an der Rinde des Grosshirnes beim Affen Bewegungen des gekreuzten Auges und Beeinflussungen des Pupillenstandes erhalten und durch Zerstörung dieser Stelle (Gyrus angularis) mittels des Galvanokauters eine vollständige, aber vorübergehende „Blindheit“ an diesem gegenüberliegenden Auge erzielt. Ferrier nannte deshalb diese Stelle „das Sehcentrum“ („the visual centre“) des Affen.

Entsprechende Ergebnisse erhielt er in der zweiten äusseren Windung bei der Katze und auch beim Hunde fand er für elektrische Reizung an dieser Stelle dieselben Erscheinungen wie bei der Reizung des Sehcentrums des Affen. In gleicher Weise belegen zeigte sich ihm auch das entsprechende Centrum beim Kaninchen.³⁾

Endlich hatte auch Schön bereits 1874 ein Rindencentrum für das Sehorgan angenommen, als dessen wahrscheinlichen Sitz den Gyrus postcentralis bezeichnet und einzelne Formen von Hemianopsieen ausdrücklich als Cortexhemiope von Läsion dieser Rindenpartie abgeleitet.⁴⁾

¹⁾ Reichert und du Bois-Reymond's Archiv 1876.

²⁾ Philosoph. Transactions 1875 und Ferrier: The functions of the brain. London 1876. S. 144 f. und 164 f.

³⁾ Tartuferi glaubt das Sehcentrum des Kaninchens in der Spitze des Occipitallappens annehmen zu müssen (Italia medica, 1880 No. 5).

⁴⁾ Schön: „die Lehre vom Gesichtsfeld“, S. 65 u. 66, und Archiv f. Heilk. XVI S. 19. (Hofmann-Schwalbe XII, II S. 137 f.)

Sechstes Capitel.

Die Frage von der Localisation der Sehfunction.

(Zweiter Theil: die Zeit von 1876 bis 1881.)

§ I.

Erfahrungen und Anschauungen von Friedrich Goltz.

Im Jahre 1876 brachte Hr. Goltz seine erste Mittheilung „über die Verrichtungen des Grosshirns.“¹⁾

Dieser ausgezeichnete Forscher hatte von vornherein die Bedeutung erkannt, welche in der Aufdeckung der Gehirnfunktionen zunächst namentlich Ausrottungen ausgedehnter Abschnitte des grossen Gehirnes zukommen müssen. So entdeckte derselbe, „dass nach erheblicher Verstümmelung des Grosshirns auf einer Seite immer das Sehvermögen auf dem Auge der entgegengesetzten Seite eine merkwürdige Einbusse erfährt.“ Trat in Folge solchen Eingriffs Blindheit der gekreuzten Augen auf, die anfänglich auch eine vollständige sein konnte, so kehrte doch immer wieder das Sehvermögen zurück: das Thier konnte dann Hindernisse mit grossem Geschick umgehen, war also nicht blind, gleichwohl nahm es Fleisch nicht wahr, hatte die Schätzung der Tiefe verloren, erschrak nicht mehr beim Anblick furchterregender Gegenstände. Es war also durch die Goltz'sche Entdeckung der alte Satz von einer gekreuzten „Blindheit“, welche einer tieferen Hemisphärenverletzung oder Abtragung (Magendie,

¹⁾ Pflüger's Archiv, Bd. XIII. S. 1–44.

Flourens, Serres u. A.¹⁾ folgen sollte, in den Satz von einer gekreuzten „Sehschwäche sui generis“ umgewandelt worden.

Ein genaues Gegenstück zu seiner an Hunden gemachten Beobachtung, bildet nach Hrn. Goltz die von Lussana und Lemoigne²⁾ gemachte Beobachtung an einer Taube, welcher die ganze linke Hälfte des Grosshirns und das linke Auge ausgeschnitten worden war:³⁾ das Thier verstand es vortrefflich bei seinen Bewegungen Hindernissen auszubiegen, sah aber vorgeworfenes Futter nicht und gerieth nicht in Furcht beim Anblick drohender Geberden. Lussana und Lemoigne erklärten diesen merkwürdigen Zustand durch die Annahme, dass die hinter dem Grosshirn liegenden Centralorgane für die Fortbewegung durch die Eindrücke, welche sie vom unverletzten Auge empfangen, richtig regulirt werden, so dass das Thier rein maschinenmässig den Hindernissen aus dem Wege geht. Nach dieser Ansicht würde ein solches Thier also ohne Bewusstsein sehen. Es würde die Netzhautbilder zweckmässig verwerthen und doch keine bewusste Lichtempfindung haben.

Nun hatte aber Goltz bereits zwei Jahre zuvor in seinen „Beiträgen zur Lehre von den Functionen der Nervencentren des Frosches“ dargethan, dass die Fähigkeit bei der Fortbewegung des Körpers mit Benutzung der Augen Hindernisse zu vermeiden, eine Function der Hirntheile ist, welche hinter dem grossen Gehirn liegen. Derselbe hatte also, zunächst freilich nur an Fröschen, die Angaben der älteren Forscher widerlegt, wonach die des Grosshirnes beraubten

¹⁾ Magendie: *Leçons sur les fonctions et les maladies du système nerveux* 1822. Flourens: *Recherches expérimentales sur les propriétés et les fonctions du système nerveux dans les animaux vertébrés*. 2^{ème} édition. Paris 1842. (1^{ère} édition 1824.)

²⁾ Lussana e Lemoigne, *Fisiologia dei centri nervosi encefalici* Padova 1871.

³⁾ Bei der Taube findet im Chiasma eine vollständige Kreuzung der Sehnervenfasern statt, beim Hunde nicht. (S. § IV; aber auch Cap. VII, § V.)

Thiere vollständig erblinden (Flourens), oder zwar noch Gesichtseindrücke empfangen, dieselben aber nicht mehr für zweckmässiges Handeln zu verwerthen wissen (Longet). So musste Hr. Goltz der Ansicht von Lussana und Lemoigne beistimmen nur konnte er die Erklärung für die von ihm an einseitig enthirnten Hunden beobachteten Erscheinungen für nicht zureichend ansehen, weil er überzeugt war, dass bei Hunden jede Halbkugel des Grosshirns mit beiden Augen in Verbindung steht.

Es liegt in der Natur der Sache, dass jede Vorstellung, die wir uns von dem Empfinden eines Anderen machen, eine Hypothese bleiben muss. „So ist es also auch nur eine Hypothese“, sagt Hr. Goltz, „wenn ich es ausspreche, wie etwa die Gesichtsempfindungen beschaffen sein mögen, die ein Hund auf dem rechten Auge hat, nachdem ihm die linke Hälfte des Grosshirns längere Zeit zuvor vernichtet wurde.“

Hr. Goltz stellt sich nun zunächst vor,¹⁾ dass solcher Hund einen ausserordentlich geringen Farbensinn und auch einen sehr verschlechterten Ortssinn der Netzhaut besitzt, und dass er alles grau in grau und verwaschen, wie in Nebel gehüllt sieht: Er erkennt nicht mehr eine Peitsche als Peitsche, eine Person nicht mehr als ein bestimmtes Individuum, weil die Anschauungsbilder, die er empfängt, verwaschen und farblos nicht entfernt mehr den Erinnerungsbildern gleichen. Dagegen nimmt er die Bewegungen von Körpern ganz gut wahr. „Auch bleibt sein bewusstes Empfinden in Einklang mit dem maschinenmässigen Handeln der niederen Centralorgane, wenn er beim Gehen Hindernisse

¹⁾ Später genügte die hier aufgeführte Hypothese Hrn. Goltz nicht mehr allein, um die „Hirnsehschwäche“ beider Augen bei tief verblödeten Thieren zu erklären. Vielmehr erschien ihm die Hirnsehschwäche Theilerscheinung einer allgemeinen Sinnenstumpfheit und des Mangels an Aufmerksamkeit zu sein.

vermeidet. Denn er unterscheidet die im Wege stehenden Körper von ihrer Umgebung hinreichend durch die wechselnde Lichtstärke an den Grenzen, wenn er auch die Einzelheiten in der Natur der Körper nicht wiedererkennt. So können wir ja auch in ziemlich dichtem Nebel, wenn wir langsam gehen, vorwärts kommen, ohne anzustossen.“

In einer zweiten Mittheilung ¹⁾ berichtet Hr. Goltz über die Sehstörungen solcher Hunde, welchen die graue Rinde beider Grosshirnlappen mittels Brunnenwassers herausgespült worden war. ²⁾

War der Verlust an grauer Substanz auf beiden Seiten ein sehr beträchtlicher, so schienen die Thiere vollständig blind zu sein und zu bleiben. Es gelang dann nicht mit Sicherheit eine Wiederkehr der Lichtempfindung nachzuweisen. Bei Hunden dagegen, welchen nur ein mässiger Theil der grauen Rinde beider Grosshirnlappen herausgespült worden, zeigte sich keine so tiefe, aber immer eine deutlich ausgeprägte Sehstörung. Solche laufen oder gehen allen Hindernissen mit Sicherheit ausbiegend im Zimmer herum, erkennen Menschen und Hunde aus grösserer Entfernung, äussern Furcht, wenn sie von Weitem mit der Peitsche bedroht werden, scheinen also ein völlig normales Sehvermögen zu besitzen. Allein die nähere Untersuchung ergiebt, dass sie Nahrungsmittel mit dem Auge nicht mehr erkennen, wenn diese ihnen an ungewöhnlicher Stelle dargeboten werden. Sie rennen gegen grobe Drahtgitter wiederholt an, während sie gegen ein Brett gelockt, vor demselben angelangt, unmittelbar Kehrt machen. Diese Sehstörung ist nach Hrn. Goltz als bleibende Ausfallserscheinung zu betrachten; sie besteht in einem Verluste von Functionen, welche die Hirntheile be-

¹⁾ Pflüger's Archiv Bd. XIV (1877).

²⁾ über die Methode s. a. a. O. Bd. XIII. S. 3 f. und weiter Bd. XX. (1879).

sassen, die durch den operativen Eingriff vernichtet wurden.

Weiterhin ¹⁾ gelang es aber auch Hrn. Goltz bei einem Hunde mit sehr grossem Substanzverlust beider Hälften des Grosshirns nach anfänglicher vollständiger Blindheit die Rückkehr des Sehvermögens zu beobachten. Zwar war das Thier durch keinen Anblick zu irgend einer Äusserung von Theilnahme, Freude, Überraschung, Unbehagen oder Furcht zu bringen. Allein es trug den Kopf nicht so, wie stockblinde Hunde ihn tragen, auch schien ihm die andauernde Beleuchtung der Netzhaut unangenehm zu sein. Folgender Versuch aber bewies ganz entschieden, dass der Hund sah. Hr. Goltz hatte bemerkt, dass, wenn der Hund hungrig war, derselbe ausdauernd im Zimmer umherging, dabei meistens regelmässige grosse Kreise beschrieb und grossen Hindernissen aus dem Wege ging. Um dies zu prüfen, wurde ihm auf seinem Rundgange ein breites Brett in den Weg gestellt. Er änderte alsbald die Richtung seiner Schritte und vermied das Brett. „Der Versuch wurde sehr oft angestellt, und jeder der Beobachter gewann die Überzeugung, dass die Gangbewegungen des Hundes durch die empfangenen Netzhautbilder regulirt werden. Er geht also ähnlich wie ein Schlafwandler. Was er sieht, bringt in ihm keine Gemüthsbewegung hervor, aber er versteht es, Hindernisse zu umgehen.“

„Sehr kennzeichnend für die Art und Weise, wie er sieht, ist auch die Thatsache, dass er oft den dunkel-schwarzen Schatten eines Brettes auf dem Fussboden vermeidet, wenn die Umgebung durch die Sonne grell beleuchtet ist.“

Wenn so sich Hunde mit einem grossen doppelseitigen Substanzverlust des Grosshirns u. A. namentlich auch durch „Hirnsehschwäche“ dauernd von normalen Thieren unterscheiden, so fragt sich doch noch und bleibt noch zu erforschen „wie-

¹⁾ Dritte Abhandlung, in Pflüger's Archiv, Bd. XX. (1879).

viel von den geschilderten Störungen auf Verletzung der grauen Rinde, wieviel auf Verletzung der weissen Substanz und wieviel endlich vielleicht auf nicht beabsichtigte theilweise Mitbeschädigung des Streifenkörpers und des Sehhügels zu beziehen ist.“ Unter Goltz' Beobachtungen „spricht für eine Localisation der Grosshirnfunctionen nur die Erfahrung, dass Thiere mit Verlust der Hinterhauptslappen weniger stumpfe Empfindung, keine Plumpheit der Bewegungen, dagegen dauernd eine erheblichere Sehstörung zeigen als andere Hunde, welche eine gleichgrosse Verletzung beider Scheitellappen erlitten.“

Wenn Goltz einerseits zugiebt, dass Verletzungen des Hinterhauptslappens gegenüber denen des Scheitellappens eine tiefere, dauernde Sehstörung zur Folge haben, so zeigte er andererseits, dass auch Verletzungen im Bereiche des Stirn- und Scheitellappens Sehstörungen hervorrufen können, dass also die letzteren nicht wie aus Hitzig's¹⁾ und Ferrier's Versuchen hervorzugehen schien, an die Verletzung des Hinterhauptslappens allein gebunden sind.

§ II.

Hrn. H. Munk's Mittheilungen über eine Localisation der Sehfunction.

In der Wahl des von Goltz i. J. 1876 betretenen Beobachtungsweges lag, wie die Folge lehrte, eine nicht hoch genug zu schätzende maassvolle Beschränkung, zumal da sie zu einer Zeit erfolgte, in der, wie wir gesehen haben, Alles darauf hindrängte, die Johannes Müller'sche Theorie von der centralen Localisation der Sehempfindung durch experimentelle Begründung zum Abschluss zu bringen. War doch die Localisationsidee nach verschiedenen Entwicklungsstufen

¹⁾ Neuerdings hat sich Hitzig der Ansicht von Goltz zugewendet s unten S. 149.

schliesslich in Verfolgung Meynert'scher Anschauungen bis zur Projection der Empfindung auf die hinteren Gebiete der Rinde gediehen. Nachdem nun vollends die Gültigkeit des alten Satzes von der gekreuzten Blindheit in Folge von Verletzung der einen Hemisphäre am Hunde experimentell dargethan schien und, was das Neue dabei, in Übereinstimmung mit der Meynert'schen Theorie, als gerade auf Verletzung des Hinterhauptslappens beruhend von Hitzig hingestellt war, da konnte es für den physiologischen Experimentator verlockend genug erscheinen, den einen noch übrig bleibenden Schritt zu thun, einen vollkommeneren Anschluss gleichzeitig an die Meynertsche Anschauung und an die Hitzig'sche Erfahrung zu gewinnen, und durch das Experiment womöglich nur die Rinde des Hinterhauptslappens als Ort positiver Läsionen¹⁾ für das Sehvermögen aufzudecken.

Diesen experimentellen Schritt versuchte, und zwar soweit es den anatomischen Verhältnissen nach möglich ist,²⁾ mit bestem Erfolge Hr. Hermann Munk. Denn er wies (1877) zuerst nach, dass man auch durch circumscripte etwa nur 2mm tiefe³⁾ Exstirpationen aus der oberflächlichen Schicht des Hinterhauptslappens am Hunde Sehstörungen im gekreuzten Auge hervorrufen kann; er entdeckte auch später (1879), dass solche Störungen, wie es nach der Art der Kreuzung der Sehnervenfasern anatomischerseits zu erwarten war,⁴⁾ sich nicht als Blindheit des ganzen Auges, sondern als Halbsehen offenbaren. Auch beim Affen und beim Pferde hatte Hr. Munk durch entsprechende Abtragungen der Hinterlappenrinde das Eintreten von Sehstörungen beobachtet, und zwar hatte er bei einseitiger Rindenläsion den Affen im

¹⁾ s. oben S. 63.

²⁾ s. unten S. 150—151, und auch die Anmerkungen auf S. 116 u. 118.

³⁾ Munk a. a. O. S. 11. S. dagegen Hitzig, oben S. 99.

⁴⁾ s. unten S. 123 ff.

Gegensätze zum Hunde sogleich (1878) hemiopisch gefunden. Munk's Versuche beweisen aber weder, dass die Rinde nur der Hinterlappen, noch, dass von den Hinterlappen auch nur die Rinde als Ort positiver Läsionen des Sehvermögens gelten darf. Dennoch konnte die functionelle Deutung der von den subcorticalen Ganglien zur Occipitalrinde hin aufsteigenden Gratiolet-Meynert'schen Strahlungen als Bahnen optischer Eindrücke um so mehr gesichert erscheinen, als auch die Aufmerksamkeit der Pathologen durch die Munk'schen Mittheilungen von Neuem erregt, in verstärktem Maasse sich der Beobachtung des Zusammenhanges zwischen Sehstörungen und Hinterhauptserkrankungen zuwandte und in kurzer Zeit eine ganze Reihe einschlägiger Fälle von Hemianopsieen am Menschen auffand, welche in Folge von Erkrankungen des Hinterhauptslappens eingetreten zu sein schienen.¹⁾

Zwar hatte vor Munk auch schon Hr. Charcot²⁾ in seinen Vorlesungen (1875) hervorgehoben, dass in den von ihm gesammelten Beobachtungsfällen von oberflächlicher Erweichung des Hinterhauptslappens es sich ebenso oft um Hyperästhesieen, Gesichtshallucinationen u. s. w. als um Hemianästhesieen und um Amblyopieen gehandelt habe, auch waren Fälle von Hemianopsie mit Erkrankung am Hinterhauptslappen von Chaillu

¹⁾ Marchand zählt 1882 (v. Graefe's Arch. f. Ophthalm. XXVIII. Abthlg. II. S. 63—96) zweiundzwanzig Fälle von homonymer bilateraler Hemianopsie auf, als deren Ursache eine einseitige Erkrankung des Gehirnes durch die Section nachgewiesen werden konnte. Dieselben zerfallen in: 1) solche, bei welchen die Hemianopsie durch Läsion des Tractus opticus der einen Seite bedingt war; und 2) solche, bei welchen die Sehstörung durch einseitige, im engeren Sinne centrale Herde verursacht wurde. Da durch Läsionen der Vierhügel verursachte Hemianopsieen bisher nicht bekannt sind, so hat man im Ganzen drei Gruppen von Hemianopsieen, nämlich Läsionen: 1) des Tractus der einen Seite, 2) der Sehhügel, 3) des Hinterhauptslappens. Von den letzteren, uns hier interessirenden führt Hr. Marchand zwölf Fälle, darunter einen von ihm selber beobachteten auf.

²⁾ Leçons sur les localisations dans les maladies du cerveau faites à la faculté de médecine de Paris (1875) Paris 1876. S. 113. Anmkg.

(1863), Wernicke (1874) u. A. bekannt gemacht, allein die vollere Würdigung und die Häufung solcher pathologischen Fälle entwickelte sich erst unter dem Eindrucke der Munk'schen Mittheilungen, über welche wir nunmehr¹⁾ ausführlicher berichten wollen.

(1877.)²⁾

Eine von dem Endpunkte der Fissura Sylvii gegen die Falx vertical gezogene Linie trennt beim Hunde nach Hrn. Munk die vordere motorische von der hinteren sensoriiellen Sphäre der Grosshirnrinde. „Im Bereiche der sensoriiellen Sphäre wird regelmässig volle Seelenblindheit — ohne jede Veränderung der Pupille — erzeugt, wenn die Exstirpation den Hinterhauptslappen nahe seiner hinteren oberen Spitze trifft (Stelle A₁);“ „das Thier hat die Erinnerungsbilder der Gesichtsempfindungen verloren.“³⁾

„Nach Exstirpation vor oder unterhalb der Stelle A₁ haben sich gar keine Veränderungen an den operirten Thieren wahrnehmen lassen.“ Nur hin und wieder, wenn 2—3 Tage später die entzündliche Reaction ungewöhnlich stärker ist, tritt „an dem bis dahin vom normalen gar nicht abweichenden Thiere eine rasch zunehmende Seelenblindheit ein, die nach 1—2 Tagen wieder ganz geschwunden ist.“

Die von Hrn. Munk exstirpirten Stücke der Grosshirnrinde waren ungefähr kreisrund, von ca. 15 mm Durchmesser und ca. 2 mm Dicke. Die „Seelenblindheit sah“ Hr. Munk

¹⁾ Nach Hrn. Munk's „gesammelten Mittheilungen über die Functionen der Grosshirnrinde“. Berlin 1881.

²⁾ Sitzungen der physiolog. Ges. zu Berlin vom 23. März 1877 und vom 27. Juli 1877.

³⁾ Schon 1874 hatte Hr. Wernicke in seinem Werke: „der aphasische Symptomencomplex“ die Anschauung ausgesprochen, dass die Erinnerungsbilder der Gesichtseindrücke im Hinterhaupte sich ansammeln, dass jedes Erinnerungsbild an einer besonderen Stelle hafte und mit deren Zerstörung verloren gehe.

aber auch sonst „ganz allmählig innerhalb 4—6 Wochen und zwar stets vollständig, bis auf die letzte Spur sich verlieren, so dass die operirten Thiere schliesslich sich in nichts mehr von normalen Thieren unterschieden. Die ganze Beobachtung besonders der auf beiden Seiten zugleich operirten Thiere ergab, dass die Thiere von neuem sehen lernten, gerade so wie in der frühesten Jugend.“

Danach hält Hr. Munk dafür, dass die Grosshirnrinde „in verschwenderischem Überschuss“ angelegt ist, „weil immer neue Vorstellungen, neue Erinnerungsbilder gewonnen werden können.“ Dass die Grosshirnrinde erst in der Jugend mit Erinnerungsbildern besetzt werde, habe Soltmann's schöne Untersuchung gezeigt.¹⁾ „Nun ist es aber nicht anzunehmen, dass gerade die Stelle A_1 die ganze Sehsphäre repräsentirt.“ Vielmehr glaubt Hr. Munk, „dass die Sehsphäre ausgedehnter ist, dass in dieser Sehsphäre die Erinnerungsbilder in der Reihenfolge etwa, wie die Wahrnehmungen dem Bewusstsein zuströmen, gewissermassen von einem centralen Punkte aus in immer grösserem Umkreise deponirt werden, und dass nach Exstirpation der zur Zeit alle oder die meisten Erinnerungsbilder beherbergenden Stelle A_1 , der Rest der Sehsphäre in der Umgebung von A_1 mit neuen Erinnerungsbildern besetzt wird. Weder ein beliebiger Abschnitt derselben Hemisphäre, noch der symmetrische Abschnitt der anderen Hemisphäre, noch endlich auch bereits besetzte und mit anderen, nur gleichartigen Functionen betraute Nachbarpartieen würden also den Ersatz der verlorenen Grosshirnrindenstelle übernehmen, sondern bis dahin unbesetzte Partieen der vom Verluste betroffenen Sehsphäre.“²⁾

Um diese Vorstellung zu prüfen, wurden Versuche mit

¹⁾ Soltmann, Experimentelle Studien über die Functionen des Grosshirns der Neugeborenen. Jahrbuch für Kinderheilkunde. Neue Folge, Bd. 9. 1875. ²⁾ Das auf die Hörsphäre Bezügliche fehlt im Citate.

secundärer Exstirpation der Stellen vor und unterhalb A_1 an seelenblind gemachten und restituirten Hunden zahlreich aber sämmtlich mit unglücklichem Verlaufe ausgeführt. Ebenso erfolglos waren Versuche von vornherein die ganze Sehsphäre zu entfernen. Dagegen glaubte Hr. Munk „die Lösung der Aufgabe“ in der Beobachtung solcher seelenblind gemachten Hunde finden zu können, welche früher oder später, oft erst nach Monaten, wenn sie wieder vollkommen sehen gelernt hatten, einer von der verletzten Stelle ausgegangenen, mehr oder weniger ausgebreiteten Meningitis mit oberflächlicher Encephalitis verfielen. Dann zeigte sich wiederum eine Sehstörung, wobei aber der Hund als „vollkommen blind sich erwies, indem er nur sehr schwer zum Gehen zu bewegen war, die Hindernisse auf seinem Wege nicht umging, überall anstiess u. s. w.“ In den leichteren Fällen kehrte das Sehvermögen zurück.

„Offenbar hatte hier der pathologische Prozess die Umgebung der Stelle A_1 theils vorübergehend, theils dauernd functionsunfähig gemacht.“

„Es ist also“, so glaubt Hr. Munk, schliessen zu dürfen, „der Hirntheil, in welchem der unmittelbare Einfluss der Gesichtsempfindungen auf die Bewegungen statthat, bei dem Hunde die Grosshirnrinde“ und: „der Ort der Gesichtswahrnehmung ist die Rinde des Hinterhauptslappens in weiter Ausdehnung, während nur ein Theil dieser Rindenpartie mit den Erinnerungsbildern der Gesichtsempfindungen besetzt ist.“

(1878).¹⁾

Erst jetzt giebt Hr. Munk durch ein Beispiel eine genauere Vorstellung von der eigenthümlichen Sehstörung beim Hunde, die er „Seelenblindheit“ genannt und übrigens auch beim Pferde beobachtet hatte, und die darin bestehen soll,

¹⁾ Sitzung der physiolog. Ges. zu Berlin am 15. März 1878.

dass das auf beiden Seiten der Stelle A_1 beraubte Thier „die Gesichtsvorstellungen, welche es besass, seine Erinnerungsbilder der früheren Gesichtswahrnehmungen, verloren hat, so dass es nichts kennt oder erkennt, das es sieht.

Der von Hrn. Munk beschriebene Hund konnte Hindernisse mit grossem Geschick umgehen oder überwinden; er nahm aber durch das Gesicht Nahrungsmittel nicht mehr wahr; er blieb kalt beim Anblick von Menschen und Hunden; er erschrak nicht mehr beim Anblick der Peitsche. Es verhielt sich also insoweit der „seelenblinde Hund“ Hrn. Munk's wie die „hirnsehschwachen Hunde,“ welche Hr. Goltz schon im Jahre 1876 und weiterhin beschrieben hatte. (s. oben S. 100—104.)

Das „seelenblinde Thier“ Hrn. Munk's sieht noch mit Bewusstsein, es kann von neuem Gesichtsvorstellungen, von neuem Erinnerungsbilder der Gesichtswahrnehmungen gewinnen, und es kann 3 bis längstens 5 Wochen nach der Operation im Gebiete des Gesichtssinnes restituirt und von unversehrten Hunden nicht mehr zu unterscheiden sein. Alles das geschieht offenbar mit Hülfe des noch übrigen Theiles der Grosshirnrinde, während Hrn. Goltz' „hirnsehschwache Hunde“ wegen der meist sehr viel umfänglicheren Rindenzerstörung blödsinniger sich verhalten und bleiben.

Für die Richtigkeit der Vorstellung, dass nach Exstirpation der Stelle A_1 der Rest der Sehsphäre in der Umgebung von A_1 mit neuen Erinnerungsbildern besetzt werde, glaubte Hr. Munk mit am einseitig operirten Hunde gewonnenen experimentellen Belegen eintreten zu können. Allein durch seine damalige, später von ihm selber verlassene Erkenntniss, die Hunde besässen eine vollkommene Kreuzung der Sehnervenbahnen zu den Hemisphären hin, müssen diese Beobachtungen getrübt und die Schlüsse fraglich erscheinen.

Wenn Hr. Munk bis dahin „trotz aller Mühe von einer der Verletzung gleichseitigen Sehstörung nie beim Hunde sich

hatte überzeugen können“, um wieviel mehr muss seine damalige Mühe vergeblich erscheinen, die Ablagerung von Erinnerungsbildern in die Umgebung der Stelle A_1 durch ausgedehntere aber einseitige Rindenabtragungen zu verhindern, wie gewagt vollends gar sein damaliger Versuch, die Retina auf die Hinterlappenrinde experimentell zu projeciren d. h. durch die Beobachtung am Hunde feststellen zu wollen, dass „mit der Exstirpation einer zusammenhängenden Rindenpartie immer die Wahrnehmung für eine zusammenhängende Partie der lichtempfindlichen Netzhautelemente ausfällt, und dass „die centralen Elemente der Sehsphäre, in welchen die Opticusfasern enden und die Gesichtswahrnehmung statthat, regelmässig und continuirlich angeordnet sind wie die lichtempfindlichen Netzhautelemente, von welchen die Opticusfasern entspringen.“ Zwar gelang Hrn. Munk sogleich der Nachweis der Hemiope [Hemianopsie] beim Affen, für dessen Hinterhauptslappen er im grossen und ganzen dasselbe geltend fand, wie für den Hinterhauptslappen des Hundes. „Die Sehsphäre des Affen ist die Rinde seines Hinterhauptslappens. Bloss Verletzungen dieser Rinde bringen Störungen im Gebiete des Gesichtssinnes mit sich, und bloss derartige Störungen treten durch Verletzung dieser Rinde ein.“ Allein auch hier beim Affen erscheinen die aus den Beobachtungen gezogenen Schlüsse sofort als äusserst gewagte.

Denn wenn auch „die entzündliche Reaction nach der Hirnverletzung beim Affen viel unbedeutender als beim Hunde ist, so dass der Affe gewöhnlich schon nach 24—36 Stunden fieberfrei erscheint und wohlauf wie zuvor,“ so ist doch sicher, dass eine „nur am zweiten und dritten Tage nach der Operation“ anstellbare Beobachtung noch an einem bestenfalls eben genesenden, nicht aber an einem normalen Thiere gemacht wird. Der erfahrene Arzt weiss, dass Niemand unlustiger, theilnahmloser und launischer ist, als ein eben unter

allmählich weichendem Fieber genesender Mensch. Sollte es beim Affen sich anders verhalten? Ich glaube nicht, und wenn in dreien von fünf solchen Fällen die Affen „am zweiten oder dritten Tage nach der Operation“ ihre Unlust beim Anblick ihres Lieblingsgerichtes, Mohrrüben, überwand, beim Anblick anderer Dinge aber theilnahmlos blieben, so scheint mir, dass man dieses Gebaren auch noch anders erklärlich finden kann, als durch die Hypothese Hrn. Munk's, wonach u. A. „das Erinnerungsbild der Mohrrübe“ noch vorhanden war, einzelne andere Gesichtsvorstellungen aber fehlten, später nach dem dritten Tage jedoch wieder erworben wurden. Abgesehen von seinem unbehaglichen Allgemeinbefinden wird auch wohl ein solcher Affe schon wegen der gestörten circulatorischen Verhältnisse vorübergehend überhaupt schlechter sehen. So kommt es denn, dass er sich an jenen ersten Tagen regelmässig und sehr oft „und besonders dann, wenn es ihm auf scharfes Sehen kleiner Gegenstände ankommt, mit der Hand über die Augen reibt, gerade wie ein Mensch, der, weil er nicht deutlich sieht, etwas, das das Sehen stört, am Auge vermuthet und es fortzuschaffen sucht.“

Untersuchungen mit dem Augenspiegel hat, wie es scheint, Hr. Munk anzustellen verabsäumt.

Hr. Munk lehrt auf Grund solcher von ihm mitgetheilten Beobachtungen:

„Die Exstirpation der Stelle A, bringt Seelenblindheit des Thieres d. h. den Verlust seiner Gesichtsvorstellungen mit sich und hebt zugleich für die Stelle des deutlichsten Sehens der Retina die Gesichtswahrnehmung auf, setzt für diese Stelle der Retina, „Rindenblindheit;“ aber die Gesichtswahrnehmung von der übrigen Retina her ist erhalten, und die Gesichtsvorstellungen können im Reste der Sehsphäre sich von Neuem bilden.“ Je umfangreicher die Exstirpation der Rinde ausgeführt ist, desto unvollkommener

wird Wahrnehmung und Vorstellung durch das Auge vermittelt. „Endlich wenn durch die Encephalomeningitis [!] die ganze Rinde des Hinterhauptslappens vernichtet ist, so gründlich wie wir mit dem Messer es nicht zu leisten im Stande sind, ohne dass die Nebenverletzungen zum Tode führen, haben alle Gesichtswahrnehmungen und alle Gesichtsvorstellungen für immer aufgehört, ist volle Rindenblindheit für immer eingetreten.“

Einen experimentellen Beweis für das Eintreten voller und für immer andauernder Rindenblindheit d. h. für den dauernden und völligen Verlust aller Gesichtswahrnehmungen nach völliger Zerstörung der Rinde, aber auch nur der Rinde des Hinterhauptslappens, giebt Hr. Munk nicht.

Seine beiden einseitig operirten Hunde konnten, wie die Beobachtung ergab, mit dem gekreuzten Auge noch sehen; da sie bei verbundenem gleichseitigen Auge „schliesslich beim langsamen Gehen recht gut die Hindernisse vermieden.“

Als sie aber darauf auch an der anderen Seite operirt wurden „gingen beide Hunde bald zu Grunde.“

Auch bei dem Affen, welchem die ganze Rinde an der convexen Fläche beider Hinterhauptslappen exstirpirt wird, „bessert sich mit der Zeit und ganz allmählich sein Sehen etwas, doch nur so weit, dass er beim langsamen Gehen nicht mehr anstösst.“

(1879) ¹⁾.

An einem schlagenden Beispiele hatte Hr. Munk gezeigt, wie unzulässig der Schluss ist, dass solche Thiere vollkommen blind sind, welche, abgesehen davon, dass sie schwer zum Gehen zu bewegen sind, ²⁾ Hindernisse nicht umgehen, sondern überall anstossen; denn er hatte ³⁾ jene beiden ein-

¹⁾ Sitzung vom 4. Juli 1879. ²⁾ s. Anmerkung zu S. 117 ³⁾ a. a. O. S. 35 u. S. 77.

seitig operirten Hunde aus diesem Grunde bei verbundenem gleichseitigen Auge für anfänglich vollkommen blind erklärt, obgleich sie nur hemiopisch gewesen sein konnten, worüber jetzt „verfeinerte Prüfungen“ bei Untersuchung ebenso operirter Hunde ihn „bei der ersten Untersuchung“ belehrten.¹⁾

Mit Hülfe der „verfeinerten“ Prüfungen (Vorhalten und Bewegung der Finger, eines brennenden Streichholzes, eines Peitschenstockes u. dgl.) erkannte Hr. Munk nicht nur, dass die Hunde auf beiden Augen hemiopisch waren, sondern er glaubte auch durch Experiment und Beobachtung feststellen zu können, dass die äussere laterale Partie der Retina nicht der gegenseitigen Sehsphäre zugehöre, indem der Hund die hier vorgehaltenen und vorbeibewegten Gegenstände zwar wahrnimmt, zunächst aber nicht erkennt, wohl aber, was das gekreuzte Auge betrifft, mit der Zeit erkennen lernt.

Nachdem nunmehr die für das Chiasma anatomisch bereits festgestellte²⁾ unvollkommene Kreuzung der Sehnervenfaseru beim Hunde auch physiologisch erkannt war, fühlte sich Hr. Munk genöthigt, daran zu denken, durch neue Versuche die Retina auf die Occipitalrinde zu projiciren. Alles zusammengenommen ergab sich ihm folgendes: Jede Retina ist mit ihrer äussersten lateralen Partie zugeordnet dem äussersten lateralen Stücke der gleichseitigen Sehsphäre. Der viel grössere übrige Theil jeder Retina gehört dem viel grösseren übrigen Theile der gegenseitigen Sehsphäre zu, und zwar so, dass man sich die Retina derart auf die Sehsphäre projicirt denken kann, dass der laterale Rand des Retinarestes dem lateralen Rande des Sehsphärenrestes, der innere Rand der Retina dem medialen Rande der Sehsphäre, der obere Rand der Retina dem vorderen Rande der Sehsphäre,

¹⁾ Es erscheint daher im hohen Grade erstaunlich, dass Hr. Munk bei seinen Angriffen auf meine Untersuchungen noch einmal in denselben Fehler verfallen ist. (s. oben S. 58 ff.) ²⁾ S. unten § IV.

endlich der untere Rand der Retina dem hinteren Rande der Sehsphäre entspricht. Die Stelle A_1 der Sehsphäre gehört demjenigen Theile der Retina zu, welcher die Stelle des deutlichsten Sehens enthält.¹⁾ So löst sich nach Hrn. Munk das Räthsel, dass trotz der grossen Ausdehnung der Sehsphäre die Erinnerungsbilder der Gesichtswahrnehmungen so gesammelt in der Stelle A_1 sich finden. Immer diese selbe Stelle der Retina wird für deutliches Sehen in Anspruch genommen; darum wird die deutliche Wahrnehmung der Objecte immer der gehörigen Stelle A_1 der Sehsphäre zufallen, und darum werden hier die Erinnerungsbilder der Gesichtswahrnehmungen in der Reihenfolge etwa, wie die Wahrnehmungen dem Bewusstsein zuströmen, gewissermaassen von einem centralen Punkte aus in immer grösserem Umkreise deponirt werden.

(1880)²⁾.

„Jetzt endlich“ ist Hr. Munk, wie er meint, „im Stande von der Ausführung der totalen Exstirpation beider Sehsphären am Hunde zu berichten.“³⁾ Ein bis zwei Monate nach Entfernung der ersten wird die zweite Sehsphäre abgetragen: von Stund an, da die zweite Sehsphäre entfernt wurde, ist und bleibt der Hund auf beiden Augen vollkommen blind. „An alle Hindernisse auf seinem Wege

¹⁾ S. hierzu Figg. 5. u. 6 in E. du Bois-Reymond's Archiv 1879 S. oder in Munk's gesammelten Mittheilungen über die Functionen der Grosshirnrinde. Berlin 1881. S. 89 u. 90. Hier wird auch die symmetrische Umsetzung der Sehnervenfasern dargestellt, welche die correspondirenden Netzhaut- und Sehsphärenpunkte verbinden sollen.

²⁾ Mittheilung in der Gesamtsitzung der Königl. Akademie d. Wiss. zu Berlin am 3. Juni 1880 (Monatsber. d. K. A. 1880 S. 485 ff) und in der Sitzung der physiologischen Gesellschaft zu Berlin am 2. Juli 1880. (du Bois-Reymond's Archiv, 1880. S. 149.)

³⁾ Goltz bemerkt dagegen (Pflügers Arch. 1884 Bd. XXXIV S. 452), dass Munk mit seiner nur etwa drei Millimeter tiefen Abtragung in Wahrheit nicht die gesammte graue Rinde der Sehsphäre abgetragen haben könne, da dieselbe an mehreren Stellen zehn Millimeter tief liegt.

stösst er an,“ und auch im Übrigen erweckt er anfangs den Anschein vollkommener Blindheit. „Mit der Zeit“ jedoch „stösst er immer weniger heftig an die Hindernisse auf seinem Wege an, und schliesslich weicht er ihnen meist sogar gut aus, nachdem er sie bloss mit den Tasthaaren oder mit den weit nach vorn gestellten Ohrmuscheln berührt hat.“ Aber auch bei diesem Hunde kann das Sehvermögen, wenn auch unvollkommen, allmählich zurückgekehrt sein, denn er „orientirt sich, sagt Hr. Munk mehr und mehr in den für ihn bestimmten Räumen, sein Gang wird weniger vorsichtig und langsam, er trägt den Kopf höher, er umgeht die ständigen Hindernisse ganz, er hält auf den Zuruf die richtige Richtung immer besser ein, er bewegt sich immer häufiger und andauernder von freien Stücken.“ „Wer in diesen Räumen den Hund nach Monaten oberflächlich betrachtet, kommt nicht auf die Vermuthung, dass er ein ganz blindes Thier vor sich hat.“ Aber Hr. Munk hält diesen Hund dennoch für vollkommen blind, weil derselbe „auf ein ihm unbekanntes und einigermaassen schwieriges Terrain“ versetzt wieder „in allen wesentlichen Zügen“ das frühere Bild darbietet.¹⁾

Einzelne Hunde blieben über 4 Monate nach der zweiten Operation gesund und zeigten doch nicht die mindeste Veränderung ihres Gesichtssinnes und so, meint Hr. Munk, „unterliegt es keinem Zweifel, dass die Blindheit eine andauernde ist“, freilich nur dann, wenn nicht (auch nur kleine) Stücke der einen oder der anderen Sehsphäre dem Messer entgangen sind. Wo früher oder später Spuren von Erhaltung des Ge-

¹⁾ Da auch an einem sehr schlecht, z. B. durch einen dichterem Schleier alles in Nebel gehüllt sehenden Hunde dieselbe Beobachtung gemacht werden kann, so bleibt Hr. Munk auch hier den zwingenden Beweis noch schuldig, dass der Hund vollkommen blind ist. Gesetzt aber auch der Hund erwiese sich in Wahrheit als vollkommen und dauernd blind, so würde doch noch nicht folgen, dass die zerstörte Rindenpartie der einzige Sitz der Sehfunction sei. (s. die nächsten Capitel.)

sichtssinnes sich zeigen, da würde nach Hr. Munk die Section auch die Erhaltung ganz kleiner Stücke der Sehsphären feststellen.¹⁾ So soll auch beim Affen, bei dem sich das Sehen besserte (s. oben S. 114), durch die restirende Rinde an der unteren Fläche des Hinterhauptslappens noch eine Spur von Gesichtswahrnehmung erhalten geblieben sein. Von der totalen Exstirpation beider Sehsphären des Affen hat Hr. Munk Abstand nehmen zu müssen geglaubt.³⁾ Dagegen hatte schon Ferrier (s. dessen Functionen des Gehirnes, übers. von Obersteiner. 1879. S. 218.) „einem Affen beide Hinterhauptslappen vollständig zerstört.“ „1 1/4 Stunde nach der Operation gab das Thier lebhafteste Beweise für die Erhaltung seines Sehvermögens. Es lief hinweg, wenn ich mich ihm näherte, und vermied dabei sorgfältig alle Hindernisse. Da es bemerkte, dass die Thüre seines Käfigs offen stand, ging es hinein und stieg auf die darin befindliche Querstange, wobei es einer Katze, welche sich unterdessen im Käfige breit gemacht hatte, vorsichtig auswich. Es entwichte, wenn ich es mit den Händen zu fangen trachtete und fand eine Traube, die ich in den Käfig gelegt hatte. Zugegeben, dass sich das Thier noch in dem Zustande der Reaction in Folge der Operation befand, so ist es, wenn sich nach Munk's Meinung das Sehcentrum im Hinterhauptslappen fände, doch völlig unbegreiflich, wie dann das Thier noch im Besitze seines Sehvermögens sein konnte. Munk scheint aber diesen Versuch, wie andere ähnliche, gänzlich übersehen zu haben.“²⁾

Weiter noch berichtet Hr. Munk beobachtet zu haben, dass ein Hund nach beiderseitiger Exstirpation der Stelle A,

¹⁾ Nach Goltz' (s. hier S. 116) und Loeb's Darlegung (s. unten S. 150 f.) kann Hr. Munk auch nicht in einem einzigen Falle die Rinde der „Sehsphäre“ gänzlich abgetragen haben. Den anatomischen Verhältnissen nach kann er im besten Falle etwa die Hälfte der grauen Masse entfernt haben.

²⁾ Phil. Trans. 1875, Vol. II. p. 478. Experiment 22. Figg: 29, 30, 31 und Ferrier in „Brain“ Vol. I. p. 229 f.

³⁾ S. auch Sitzber. d. Berl. Akad. 1883, S. 802.

seine Augen ganz anders, viel seltener und unregelmässiger bewegt, als ein normaler Hund, dass er nicht mehr fixirt d. h. nicht mehr durch passende Einstellung der Augen das betrachtete Object an den Stellen des directen Sehens auf seinen Retinae zur Abbildung bringt.

Da nun nach Hrn. Munk (s. oben S. 116.) die Stelle A_1 der Sehsphäre demjenigen Theile der Retina zugehört, welcher die Stelle des deutlichsten Sehens enthält, so konnte die durch die Zerstörung der Stelle A_1 hervorgerufene „Seelenblindheit,“ durch das indirecte Sehen veranlasst scheinen. Mit anderen Worten das Nichterkennen optisch wahrgenommener Gegenstände konnte einfach darauf beruhen, dass, wie bekannt, die Wahrnehmung im indirecten Sehen mit undeutlicher Auffassung verbunden ist, mit undeutlichen Gesichtsvorstellungen, die erst durch Übung dahin vervollkommenet werden können, dass mit der Wahrnehmung im indirecten Sehen ein gleichzeitiges Erkennen des Wahrgenommenen eintritt. So bestreitet Hr. Mauthner ¹⁾ die Existenz der Seelenblindheit und meint, dass nach der Exstirpation der Stelle A_1 der Hund keine seiner Gesichtsvorstellungen, kein einziges Erinnerungsbild verloren habe, sondern dass er die Objecte bloss deshalb nicht erkenne, weil das jetzt allein mögliche indirecte Sehen ihm nur undeutliche Netzhautbilder liefere, deren Bedeutung er erst später, nachdem anderweitige Sinneswahrnehmungen hinzuge treten sind, erfasst und erfassen kann, eben gerade weil ihm die Erinnerungsbilder nicht verloren gegangen sind.

Hr. Munk (ges. Mitth. S. 124) sieht hierin vom Standpunkte seiner Theorieen aus einen Gedankenfehler, worin man ihm jedoch nicht beizustimmen vermag, da er voraussetzen muss, aber nicht nachweisen kann, dass bei excentrischem Sehen nach Exstir-

¹⁾ Anzeiger der K. K. Gesellschaft d. Aerzte in Wien No. 32; 10. Juni 1880; ausführlicher in der Wien. med. Wochenschr. 1880. No. 26, 27 u. 28. S. auch Mauthner, „Gehirn und Auge“, Wiesbaden 1881.

pation von A, wirklich nichtmehr ähnliche Anschauungsbilder zu Stande kommen. Alles andere als der Wirklichkeit entsprechend angenommen, kann doch eine Configuration, ein Bild äusserst undeutlich aber immer noch ähnlich ausgeführt sein einer anderen bis in's Feinste dargestellten Configuration, einem Bilde derselben Art. So bleiben auch die undeutlichen Netzhautbilder beim indirecten Sehen in der That immer noch ähnlich den deutlichen Bildern beim directen Sehen, und sie erscheinen immer fasslicher, je mehr die Aufmerksamkeit ihnen zugewendet wird oder zugewendet werden muss: so können die latenten Erinnerungsbilder des directen Sehens erwachen.

§ III.

Luciani und Tamburini.

Etwa gleichzeitig mit Munk hatten auch Luciani und Tamburini¹⁾ Untersuchungen über die Folgen von Rindenexstirpationen sowohl an Hunden, wie auch an Affen angestellt und gleichfalls, aber von verschiedenen Stellen der Rinde aus, Sehstörungen erhalten. Das Sehcentrum des Hundes, die Gesammtheit der Stellen, von denen aus durch Exstirpation umschriebener Rindenstücke Sehstörungen erzielt werden konnten, erstreckt sich nach Luciani und Tamburini von der Stirnregion bis zur Hinterhauptsregion hin, ist aber nur in der zweiten äusseren Windung belegen, so dass Verletzungen der Nachbarwindungen ohne Einfluss auf das Sehvermögen bleiben.²⁾

¹⁾ Ricerche sperimentale sulle funzioni del cervello. Rivista sperimentale di freniatria e di medicina legale. Reggio-Emilia 1879; „Brain“, a journal of neurology, 1879; Centralblatt für die medicin. Wissensch. Berlin 1879; Féré a. a. O. S. 34 f. J. Loeb in: Pflüger's Archiv 1884. H. Munk in: gesammelte Mittheilungen u. s. w. S. 79 f. und S. 125 f.

²⁾ Bianchi glaubt dagegen in der ganzen zweiten Windung und auch noch in einem Theile der ersten und dritten Windung das Sehcentrum zu finden, für welches aber keine scharfen Grenzen angebbar sind. Zerstörung desselben bringt homonyme laterale Heminanopsie hervor, welche bei un-

Ein Theil dieser Sehzone entspricht also dem von Ferrier (s. oben S. 99) angegebenen Sehcentrum und fällt in die Stelle A₁ der Munk'schen Sehsphäre. Durch die Ausdehnung dieses Centrums nach vorn hin wird die Angabe von Goltz z. Th. bestätigt, wonach (s. oben S. 105) auch von der sogenannten motorischen Zone aus Sehstörungen hervorgerufen werden können. Das Sehcentrum des Affen umfasst wahrscheinlich nicht allein den Gyrus angularis, sondern auch einen grossen Theil, vielleicht sogar die gesammte Convexität des Hinterhauptlappens.

Die beiderseitige Zerstörung des Sehcentrums ruft beim Hunde sofort eine beinah vollständige und beiderseitige Blindheit hervor, beim Affen dagegen nur eine bilaterale Amblyopie. Einseitige Zerstörung des Sehcentrums giebt: beim Hunde beinah vollständige Blindheit des gekreuzten, und leichte Amblyopie des gleichseitigen Auges; beim Affen folgte bilaterales Halbsehen für die der operirten Seite gleichnamige Retinahälfte. Diese Beobachtungen liessen auf eine unvollkommene Kreuzung der Sehnerven, sowohl beim Affen als auch beim Hunde, schliessen.

Die Blindheit, welche der Zerstörung des Rindencentrums folgt, fanden die Genannten nicht in einer Seelenblindheit, in einem Verluste der optischen Erinnerungsbilder, sondern in einer mehr oder weniger vollständigen Unfähigkeit für die Gesichtswahrnehmung überhaupt bestehend. Die ophthalmoskopische Untersuchung ergab ihnen niemals nachweisbare Veränderungen.

Die Sehstörungen waren alle insgesamt vorübervollkommener Zerstörung wieder vorübergeht. Im vorderen Theile der zweiten Windung sollen die Licht- und Farbeindrücke deponirt, im mittleren Theile Form und Grösse der Objecte erkannt und durch den hinteren Theil diese „elementaren Factoren der optischen Perception“ coordinirt werden. (L. Bianchi: sulle compensazioni funzionali della corteccia cerebrale, Napoli 1883.)

gehende. Dieselben zeigten sich beim Hunde um so bedeutender entwickelt und um so länger andauernd, je mehr nach vorn oder nach hinten die Läsionen von dem Ferrier'schen Sehcentrum aus übergegriffen hatten. Die Wiederherstellung des Gesichtsinnes erfolgte überhaupt um so eher, je geringer der Substanzverlust war; so auch bei einseitiger Zerstörung früher, als bei doppelseitiger. Bei theilweiser Zerstörung beider Sehcentren übernehmen, so meinen Luciani und Tamburini, die Reste derselben die Sehfunction, bei vollkommener Zerstörung treten die subcorticalen Centren ebenso dafür ein, wie sie es für die Wiederherstellung der Functionen nach vollkommener Exstirpation der psychomotorischen Rindencentren thun.

Hr. Munk (ges. Mitth. S. 79 ff.) hält die Untersuchung von Luciani und Tamburini für „nicht genügend sorgsam“. Er meint: „Dass jede Hemisphäre mit beiden Augen in Verbindung steht, dafür kann die linksseitige Amblyopie, welche die Hrn. L. und T. als die Folge ihrer linksseitigen Exstirpation angeben, als Nachweis nicht gelten; denn diese Amblyopie that sich ihnen nur darin kund, dass die Hunde in der ersten Zeit nach der Operation, mochten beide Augen offen oder das rechte Auge verschlossen sein, langsam und vorsichtig gingen, und das sieht man bei jedem normalen Hunde, welchen man auf ein Auge beschränkt, so lange er sich an diese Beschränkung noch nicht gewöhnt hat. Dagegen ist durch die Versuche von Hrn. Nicati, wie durch diejenigen Versuche einerseits der Hrn. Luciani und Tamburini, andererseits des Hrn. Goltz, bei welchen der linksseitigen Exstirpation später die rechtsseitige folgte und nunmehr neue Sehstörungen am rechten Auge bemerklich waren, jener Nachweis wohl geführt.“ So deutet Hr. Munk jene letzterwähnte Beobachtung von Luciani und Tamburini, während diese selber daraus entnehmen zu sollen glaubten, dass bei einseitigen Zerstörungen, wenigstens theilweise Compensation durch das Centrum der anderen Seite stattfinde.

Was die Untersuchung von Nicati betrifft, so hatte derselbe an jungen Katzen die mediane Halbirung des Chiasma ausgeführt und danach constatirt, dass die Thiere sahen (s. Munk, a. a. O. und Comptes rendus de l'Acad. d. sc., T. 86. p. 1472 sowie: Archives de physiologie norm. et pathol., 2. ser. T. 5. 1878. p. 674.)

Die Bestätigung der beiderseitigen Hemiopie des Affen durch Luciani und Tamburini wird nach Hrn. Munk (a. a. O. S. 125) dadurch entwerthet, dass sie die Hemiopie auch auf Zerstörung der Rinde des Gyrus angularis eintreten und dann sich wieder verlieren sehen. Da nämlich nach Hrn. Wernicke das sagittale Marklager dicht unter der Rinde des Gyrus angularis hinzieht, so könnte die Erscheinung durch Quetschung oder Entzündung sowohl dieses sagittalen Marklagers, wie der benachbarten Rinde der Hinterhauptslappen bedingt sein. Nach nochmaliger Untersuchung des Gyrus angularis wiederholt Hr. Munk mit aller Bestimmtheit seine Behauptung, dass dessen Rinde mit dem Sehen nichts zu schaffen hat.

§ IV.

Hr. v. Gudden und die pathologisch-experimentelle Methode.

Ganz eigenartige Experimente stellte seit längerer Zeit Hr. v. Gudden an. Er exstirpirte und trennte die verschiedensten Theile des peripheren und centralen Nervensystems an neugeborenen Thieren, um später durch Untersuchung der consecutiven atrophischen Veränderungen, namentlich mit Hülfe von Schnittpräparaten, den anatomischen Verlauf der betroffenen Bahnen zu erforschen. So hatte derselbe die alte Streitfrage vom Ursprunge des Sehnerven dahin entscheiden zu müssen geglaubt, dass nur aus dem Pulvinar des Sehhügels, aus dem Corpus geniculatum externum und aus dem vorderen Paare der Vierhügel Sehnervenfasern entspringen, weil nur diese genannten Theile nach Exstirpation des Bulbus atrophiren. Nach gleicher Methode untersuchte er den Opticus bezüglich der Vollständigkeit oder Unvollständigkeit der Kreuzung seiner Fasern und gelangte schliesslich zu dem Resultate,¹⁾ dass im Allgemeinen der bereits von Johannes Müller ausgesprochene Satz gilt, wonach bei denjenigen Thieren — und so auch beim Menschen, — deren Gesichtsfelder zusammenfallen, die Sehnerven sich nur theilweise kreuzen, vollständig dagegen bei Thieren mit getrennten Ge-

¹⁾ v. Gräfe's Arch. f. Ophthalm. XXV. Abth. I. S. 48.

sichtsfeldern, also bei Fischen, Vögeln, Reptilien.¹⁾ Beim Kaninchen ist das ungekreuzte Bündel verhältnissmässig am kleinsten.

Entfernt man bei neugeborenen Kaninchen eine ganze Hemisphäre bis auf das Corpus striatum und den Lobus pyriformis, so ist später nach v. Gudden an den Pupillen beider Augen nichts wahrzunehmen, was sie von denen eines ganz verletzten Thieres unterschiede. Auch die Retinae und die Nervi optici verhalten sich durchaus normal. „Das Einzige was wird angenommen werden müssen, ist, dass die Nervenbahnen, die von den bezüglichen primären Centren des Gesichtssinnes aus zur Hirnrinde gehen, soweit sie der exstirpirten Hemisphäre angehören, zu Grunde gegangen sind“.

Hr. v. Gudden hat sich auch bemüht, „darüber in's Klare zu kommen, ob und in welcher Weise, d. h. in welcher Vertheilung auf die beiden Augen Kaninchen, denen eine Grosshirnhemisphäre in dem angegebenen Umfange entfernt wurde, hemisphärenblind werden.“

Peripher blind gemachte Thiere zeigen ein ganz charakteristisches Aussehen. Die Ohren und auch die Nase treten vicariirend für die Augen ein: der Hals wird gestreckt, die Obermuskeln reagiren lebhafter und ausgiebiger, die Thiere horchen und tasten. „Wurde nur ein Bulbus enucleirt, so drehen bei ihrer weiteren Entwicklung die Thiere den Kopf so um die Längs- und Queraxe, dass das erhaltene Auge etwas mehr nach vorn gerichtet ist und sie halten und bewegen die Ohren in einer Weise, dass sie vorzugsweise die

¹⁾ Eine ausführlichere geschichtliche Darstellung der Streitfragen über den Ursprung des Opticus, sowie über die Art der Kreuzung seiner Fasern findet u. A. der Leser im ersten Capitel des Buches von Féré: *Contribution à l'étude des troubles fonctionnels de la vision par lésions cérébrales*. Paris, 1882.

blinde Seite beherrschen, das der blinden Seite meist in der Richtung nach vorn das der sehenden meist in der Richtung nach hinten. Auch diese Bewegung, sowie für den geübteren Beobachter schon die Stellung der Ohren in der Ruhe, ist ungemein bezeichnend. Abtragung des einen oberen Hügels des Corpus quadrigeminum, nach der in auffallender Weise nur das Sehvermögen der entgegengesetzten Seite gestört ist (unvollständige Atrophie des bezüglichen Sehnerven), führt ein ähnliches Verhalten herbei.“

„Nichts von diesem sieht man bei einem Kaninchen, dem der grösste Theil einer Hemisphäre abgetragen wurde. Man kann noch weiter gehen und auch den grössten Theil des Streifenhügels und den ganzen Lobus pyriformis fortnehmen; wurde nur nicht bei dieser Operation was leicht geschieht, der Tractus opticus verletzt, so bewegen die Thiere ihre Ohren ganz normal, orientiren sich auch in einem ihnen fremden Raume mit einer Sicherheit, dass man glauben möchte, sie sähen auf beiden Augen gut und zwar gleich gut, zeigen überhaupt in Allem, in ihrer ganzen Lebensweise, in ihrer Empfindung und Bewegung auch nicht die geringste Abweichung vom nicht operirten Kaninchen.“ Auch Hunde, denen Hr. von Gudden „sehr bald nach der Geburt den dorsalen Theil des Stirnhirns oder dieselbe Partie des Scheitel- und Hinterhaupthirnes abtrug, benahmen sich in Allem in ganz derselben Weise, wie nicht defecte.“

„Es liegt“, sagt Hr. v. Gudden im Hinblick auf die Munk'schen Mittheilungen, „etwas Räthselhaftes und auf den ersten Blick Unverständliches in diesen Beobachtungen, das noch der Aufklärung harret. Es ist gewiss nicht dasselbe, ob man an neugeborenen oder erwachsenen Thieren die Operation vornimmt. Im neugeborenen Thiere befinden sich die Grosshirnhemisphären in den ersten Anfängen ihrer Function und die verschiedenen Möglichkeiten der Anpassung unter veränderten Bedingungen sind noch unbekannt.“

„Munk hat an erwachsenen Thieren experimentirt und zwar an Affen

und Hunden, die ungemein viel höher stehen, als die Kaninchen, und deshalb auch viel leichter zu controliren sind.“

Die Munk'schen Versuche zeigten, wie wir gesehen haben (oben S. 111), in ihren ersten Resultaten einen Widerspruch darin, „dass nach Abtragung identischer Hirnrindenpartieen beim Affen beiderseitige Hemiopsie, beim Hunde dagegen entgegengesetzte vollständige Blindheit eintrat.“

„Hr. Munk musste den Widerspruch lösen“, sagt Hr. v. Gudden, „und dass er ihn so prompt gelöst hat, verdient volle Anerkennung“.

Noch in einem anderen wichtigen Punkte widersprachen die Munk'schen Mittheilungen den von Hrn. v. Gudden gemachten Erfahrungen. Während nämlich Letzterer bei Tauben, Kaninchen und einem Hunde, denen gleich nach der Geburt ein Bulbus zerstört worden war, bei der Section der erwachsenen Thiere keinen Unterschied in der Entwicklung beider Hemisphären, geschweige denn eine localisirte Atrophie gefunden hatte, berichtete Hr. Munk der Berliner physiologischen Gesellschaft im Juli 1877, dass er wiederholt Hunden desselben Wurfes am vierten bis sechsten Tage nach der Geburt dem einen Drittel das Auge und einem zweiten Drittel das Ohr theils ein-, theils beiderseitig zerstörte, während das letzte Drittel unversehrt blieb, und dass er dann, nach acht bis vierzehn Wochen, an den gleich entwickelten unversehrten und verstümmelten Hunden desselben Wurfes bei der Section bei den geblendeten Hunden wirklich den früher von ihm als Sehsphäre erkannten Hinterhauptslappen, bei den tauben (taubstummen) Hunden den früher von ihm als Hörsphäre erkannten Schläfenlappen des Grosshirnes in der Ausbildung gegen die Norm zurückstehend fand. Bei den blinden Hunden sah dafür Hr. Munk den Schläfenlappen, bei den tauben Hunden den Hinterhauptslappen compensatorisch über die Norm ausgebildet.

Dass Hr. v. Gudden keine Rückwirkung auf das Grosshirn bei seinen Blendungsversuchen fand, diesen „Misserfolg“ glaubt Hr. Munk dadurch erklären zu können, dass die Ver-

suche des Ersteren „fast ausschliesslich an Kaninchen und Tauben und besonders immer vereinzelt, ohne die Beschaffung des nöthigen Vergleichsmateriales, angestellt waren.“

Hr. Munk bemerkte in der Folge, dass er auf diese Untersuchung, welche ihn noch weiter viel beschäftigt habe, in seinen späteren Mittheilungen deshalb nicht mehr zurückkomme, weil ihm ein Fortschritt über den von ihm angegebenen Erfolg hinaus nicht gelungen sei. Auch wenn er die Hunde acht Monate hatte leben lassen, fand er die Abnormitäten kaum grösser, als nach zwei bis drei Monaten; und „so überzeugend der Totaleindruck“ für Hrn. Munk war, „so liessen sich doch weder genaue Bestimmungen in den Einzelheiten noch vollends Messungen machen.“

Den Veränderungen des Hirns sah Hr. Munk zwar noch Veränderungen des Schädels entsprechen. „Alles in allem ergab sich“ ihm aber „keine durchweg brauchbare Handhabe, um die Untersuchung auf bloss makroskopischem Wege zu besserem Ende zu führen und die mikroskopische Verfolgung glaubte er, da er trotz einigen günstigen Beobachtungen (Atrophie von Theilen der corona radiata, sowie zugehöriger Rindenpartieen) auch hier auf besondere Schwierigkeiten stiess, „geübteren und erfahreneren Händen überlassen zu müssen.“ (Ges. Mittheil. S. 23 und 26.)

Bald nach Hrn. Munk hatte Hr. Vulpian unter den verschiedenen Beobachtungsreihen, welche er über denselben Gegenstand machte, eine verwerthbare gefunden, von welcher er sagt: „si d'autres expériences donnaient des résultats semblables ou analogues à ceux que j'ai obtenus, on pourrait en conclure que la perte unilatérale de la vue, éprouvée par un chien peu de temps après sa naissance, a pour conséquence, lorsque le nerf optique correspondant s'atrophie, un défaut plus ou moins marqué du développement de la partie postérieure des circonvolutions cérébrales du côté opposé, sur-

tout de la seconde circonvolution, et, comme corollaire, qu'il y a une relation anatomo-physiologique croisée entre la partie postérieure de cette circonvolution et l'appareil de la vision.“¹⁾

Bei diesem zweifelhaften Stande der Frage war es von Bedeutung, dass noch ein anderer Forscher, Professor Fürstner,²⁾ sich eingehender mit derselben beschäftigte. Schon im Jahre 1879 hatte derselbe der zu Heidelberg tagenden Wanderversammlung südwestdeutscher Neurologen und Irrenärzte drei Hirne vorgelegt, welche einer grösseren bezüglichlichen Untersuchungsreihe angehörten, und demonstriert, „dass allerdings in der Entwicklung beider Hemisphären eine Differenz vorhanden, dass aber keineswegs die von Munk als Sehsphäre bezeichnete Partie auf der gekreuzten Seite atrophisch war oder auch nur im Volumen hinter der entgegengesetzten zurückstand.“ Kleiner erschien vielmehr auf der gekreuzten Seite der ganze Hemisphärenabschnitt, der durch die erste und zweite Windung gebildet wird von der Spitze des Hinterlappens bis zur Übergangsstelle der medianen (zweiten Windung) in den Gyrus postfrontalis; ja in dem vorderen Abschnitte dieser Partie, welche der Augenmuskelregion Munk's entsprechen würde, schien die Differenz am deutlichsten hervorzutreten.

Seitdem hat Fürstner bei 15 Hunden wenige Tage nach der Geburt Zerstörungen des vorderen Bulbusdrittels vorgenommen und die operirten Thiere, ebenso wie die zum Vergleich gelassenen, unverletzten desselben Wurfes, 6, 8, 12, 14 Monate leben lassen. Es fanden sich: Atrophie des Opticus, in geringerem Grade auch des gekreuzten Tractus und eine nicht sehr bedeutende Verkleinerung des vorderen zugehörigen Vierhügels; auch den

¹⁾ Robin: Des troubles oculaires dans les maladies de l'encéphale. Paris 1880. ²⁾ Archiv f. Psych. Bd. XII. (1882) S. 611.

früheren Beobachtungen Fürstner's entsprechende unvollkommene Entwicklungen in den von ihm bezeichneten Hirnabschnitten kamen in der Mehrzahl (zehn von fünfzehn) der Fälle vor. „Aber in keinem Falle bestand eine Atrophie der gekreuzten sogenannten Sehsphäre, und, wie dies Munk weiter behauptet, eine compensatorische stärkere Entwicklung des betreffenden Schläfenlappens.“ Auf Grund dieses Materiales spricht sich in Übereinstimmung mit v. Gudden, entgegen den Angaben Munk's und Vulpian's, Hr. Fürstner dahin aus, „dass bei Anwendung dieser Methode es nicht gelingt, einen Zusammenhang zwischen Hirnrinde d. h. Sehsphäre und der entgegengesetzten Retina makroskopisch darzustellen.“

Auch hebt Hr. Fürstner hervor, dass die in Robin's Werk gegebenen Abbildungen keineswegs eine Atrophie der circumscribten Munk'schen Sehsphäre darstellen, sondern eher mit seinem an zehn Thieren gemachten Befunde harmoniren, welcher nach v. Gudden'schen und eigenen Beobachtungen auf Beeinträchtigung des Oculomotoriuskernes auf der Seite der Läsion zu beruhen scheint. Ebenso wenig hat sich Hr. Fürstner bei der mikroskopischen Untersuchung der durch möglichst genau correspondirende Stellen der beiden Sehsphären gelegten Schnitte von einer Atrophie der Rinde oder der Corona radiata überzeugen können; namentlich differirten die beiderseitigen Ganglienzellen weder deutlich an Grösse noch an Zahl.

„Als Munk“, sagt Hr. Fürstner, „die ersten Resultate seiner Bulbusexstirpationen publicirte, glaubte er noch an eine totale Kreuzung der Sehnerven beim Hunde, später nahm er bekanntlich eine partielle an; ist die letztere Ansicht die richtige, so müssten beim Ausfall einer Retina beide Sehsphären in ihrer Entwicklung Abbruch erleiden, andererseits würden der gekreuzten Sehsphäre durch ein Bündel des

intacten Opticus Erregungen zufließen, und höchst wahrscheinlich sogar eine stärkere compensatorische Inanspruchnahme dieses Weges vorausgesetzt werden dürfen. Bei dieser Sachlage dürfte der Versuch, durch Ausschaltung einer Retina Atrophie der entgegengesetzten Sehsphäre zu erzeugen, schon a priori wenig Aussicht auf Erfolg haben.“¹⁾

So konnte denn in der That auch Ganser²⁾ an den Grosshirnhemisphären einer Katze, welcher bald nach der Geburt der linke Tractus intracraniell zerstört worden war, keine abnorme Entwicklung der Windungen constatiren und auch v. Monakow³⁾ nahm bei einem einseitig enucleirten Kainchen, obwohl es länger als ein Jahr nach der Operation am Leben geblieben war, keinen nachweisbaren Unterschied in der Hemisphärenentwicklung wahr.

Hiernach schien die experimentell-pathologische Richtung der anatomischen Forschung bezüglich der Frage über die Zugehörigkeit der sogenannten Sehsphäre zu den subcorticalen Opticuscentren und zu dem Sehnervenverlaufe überhaupt, darauf angewiesen, einen ganz anderen und zwar den entgegengesetzt gerichteten Weg einzuschlagen.

Ogleich nun die Verfolgung dieses Weges erst der neuesten Zeit angehört, so erscheint es doch zweckmässig bereits hier von den Ergebnissen dieser Bemühungen Kenntniss zu nehmen.

Nach v. Gudden's Erfahrungen durfte in Folge von Zerstörung eines von zwei von einander abhängigen Centralorganen nur dann das andere atrophiren, wenn letzteres das erregte war. Wenn also

¹⁾ Zu erwähnen sind jedoch Huguenin's und Kowalewsky's Fälle, in welchen nach vieljähriger Blindheit Atrophieen am Occipitalhirn des Menschen zur Beobachtung gekommen waren. (s. Munk a. a. O. S. 27 und Hofmann-Schwalbe, Jhrb. XII, II. S. 143.)

²⁾ Arch. f. Psychiatrie. Bd. XIII. S. 353. ³⁾ ebenda Bd. XIV. S. 702.

auch v. Gudden durch Exstirpation der Hitzig'schen motorischen Rindencentren am Hunde und am Kaninchen die Pyramide der Oblongata der anderen Seite und den medialen Theil des Pedunculus zur totalen Atrophie gebracht hatte, so liess sich doch auf Zerstörung sensorischer Rindenfelder keine secundäre Atrophie subcorticaler Ganglien erwarten.

Nichtsdestoweniger berichtet Hr. v. Monakow¹⁾ über günstige Erfolge in dieser Richtung. Die wichtige Entdeckung v. Gudden's,²⁾ wonach auf Abtragung einer Hemisphäre bei neugeborenen Kaninchen und Hunden neben Atrophie der beiden gleichzeitigen Kniehöcker die normale Entwicklung des Sehhügels bis zum völligen Schwunde des letzteren gehemmt wird, will v. Monakow dahin vertieft haben, „dass durch Exstirpation circumscripfter Partien der Hirnrinde des neugeborenen Kaninchens isolirte Atrophieen von Kernen des Thalamus opticus zu Stande gebracht werden können.“

Übrigens liess sich bei den etwa 1 mm tiefer Abtragungen der Hirnrinde eine Läsion der Marksubstanz nicht vermeiden.³⁾

In den beiden zuerst mitgetheilten Versuchen wurden die der Munk'schen Sehsphäre entsprechenden Theile der Rinde in dem einen Falle mitverletzt, in dem anderen Versuche fiel die Operationsstelle „ziemlich genau mit dem Centrum der Munk'schen Sehsphäre (Zone A₁ beim Hunde) zusammen.“ Neben ausgedehntem Schwunde der Marksubstanz in der Umgebung der Operationsstelle atrophirten in beiden Fällen in der Folge namentlich der hintere Theil der inneren Kapsel, der äussere Kern des Thalamus, das Corpus genicul. extern. der gleichnamigen Seite, und im zweiten Falle auch der zugehörige Antheil des Tractus opticus.

„Es wurde hier also isolirt und beinahe vollständig eine Bahn zerstört,

¹⁾ Archiv für Psychiatrie 1882 und 1883. Bd. XII, S. 141 ff. und S. 535 ff. Bd. XIV, S. 699 ff.

²⁾ Forel, Correspondenzblatt für schweizerische Ärzte 1880.

³⁾ a. a. O. S. 144 u. S. 536.

die auch beim anderen Versuche in nicht geringem Grade in Mitleiden-schaft gezogen war, nämlich die in den Cortex führende Bahn des Opticus.“ „Die zum Schwunde gebrachten Bahnen im Stabkranz und in der inneren Kapsel sind keine anderen als die beim Menschen und bei den höheren Säugethieren vom Pulvinar (beim Kaninchen vom lateralen Stratum am äusseren Thalamuskerne) und vom Corpus geniculatum externum in die Occipitalgegend führenden, nämlich die Gratiolet'schen Fasern.“

In den Folgezuständen der peripheren und der centralen Läsionen besteht nach v. Monakow ein bemerkenswerther Unterschied. Im Falle nämlich der Bulbusexstirpation atrophiren ausser dem Nervus opticus, der Tractus und der vordere Zweihügel der gegenüberliegenden Seite in hohem, das Corpus gen. ext. und der hintere (äussere) Theil des Thalamus in geringerem Grade; nach Abtragung der Munk'schen Sehsphäre dagegen werden gerade umgekehrt der Tractus opticus und der vordere Zweihügel nur ganz unbedeutend, Corpus gen. ext. aber und hinterer (äusserer) Thalamustheil im hohen Grade atrophisch. Das umgekehrte Verhältniss, in dem Corp. gen. ext. und vorderer Zweihügel hier stehen, beweist nach v. Monakow ihre verschiedenartige Stellung zur Hirnrinde. Während nach Ausschaltung der corticalen Sehbahn der vordere Zweihügel fortfährt von aussen Eindrücke zu empfangen, muss das Corpus geniculatum externum offenbar in seiner „Thätigkeit ganz innig mit derjenigen der corticalen Sehsphäre verknüpft sein. Dasselbe muss offenbar eine Sammelstätte sein für Eindrücke, die der Sehsphäre mitgetheilt werden sollen.“ (a. a. O. S. 152 und 153; vgl. hier S. 92.)

Analog der Trennung der infracorticalen Ganglien in besondere Kerne, müssen wir nach weiteren Untersuchungen v. Monakow's (a. a. O. S. 537) die Gehirnoberfläche in um-grenzte Zonen zerlegen, die mit den einzelnen Kernen in ge-nauem Zusammenhange stehen und von deren Integrität die Existenz letzterer abhängt. Von diesen Zonen interessirt uns hier die von v. Monakow mit A bezeichnete am hinteren Rande des Occipitalhirnes beginnende, sich nach vorn er-streckende und schwach ein Drittheil der Hemisphäre ein-nehmende. Sie grenzt medial an den Sulcus long., lateral ist sie nicht scharf begrenzt. Exstirpirt man aus dieser Re-gion, „die ihrer Lage nach zweifelsohne mit der Munk'schen

Sehsphäre zusammenfällt,“ umschriebene Stellen, so ist der Erfolg stets der nämliche, nur je nach Ausdehnung der Operation von verschiedener Intensität und nach Entfernung der ganzen Zone am mächtigsten; es atrophiren: die zugehörigen Stabkranzbündel, die bogenförmig in den hinteren Theil der inneren Kapsel verlaufen, das Corp. gen. ext., das laterale Stratum des äusseren Sehhügeskreises, (Pulvinar); als „Atrophie zweiter Ordnung“ (indirecte Atrophie durch Vermittelung infracorticaler Centren“) tritt auch noch Schwund des aus dem Corp. gen. ext. entspringenden Tract.-opt.-Antheiles auf. „Solche indirecte Atrophieen pflegen aber in der Regel nur geringfügig zu sein, ja häufig mitten im Verlauf der secundären Bahn sich auszugleichen.“ (a. a. O. Bd. XII S. 549 u. Bd. XIV S. 701.)

Wenn die Thiere mehrere Monate nach der Operation am Leben blieben, so atrophirten auch: der Tract. peduncul. transv. und der vordere Zweihügel und in ganz geringem Grade auch der Nervus opticus.

Es bilden also sowohl für die von der Peripherie aufsteigenden, wie für die von der Rinde absteigenden Atrophieen oder Entwicklungshemmungen die infracorticalen Ganglien in ihren Kernen eine relativ feste Grenze. (vgl. oben S. 72). So hat auch Ganser¹⁾ beim Kaninchen und bei der Ratte, welche einer ganzen Hemisphäre beraubt und Monate lang am Leben gelassen wurden, keine Reduction des gekreuzten Sehnerven gefunden, wiewohl das Corp. gen. ext. und der vordere Vierhügel der operirten Seite eine bedeutende Atrophie aufwiesen. Mit Rücksicht aber auf die unbedeutende Verbindung der Grosshirnrinde mit den primären Opticuscentren bei den niederen Säugern legen sowohl Ganser

¹⁾ Arch. f. Psych. Bd. XIII, S. 341 ff.

wie v. Monakow (a. a. O. S. 701) diesen negativen Erfolgen für die Entscheidung der gesammten Frage keine wesentliche Bedeutung bei. Neue Aufklärungen erwartete vielmehr v. Monakow vor allen Dingen von sorgfältigen mikroskopischen Untersuchungen der secundären Veränderungen nach operativen Eingriffen innerhalb der peripheren und der centralen Opticusbahn. „Würde nach beiderlei Eingriffen auch nur ein gemeinsamer histologischer Angriffspunkt der secundären Atrophie sich ergeben, dann wäre die Frage zu Gunsten einer Abhängigkeit des Sehnerven von der Occipitalrinde entschieden.“

In diesem Sinne angestellte Untersuchungen ergaben Hrn. v. Monakow, dass, obwohl nach beiderlei Eingriffen gemeinsame graue Regionen von der Atrophie ergriffen werden, die eigentlichen Angriffspunkte der letzteren dennoch eine nicht unwesentliche Differenz darbieten. Nach einseitiger Entfernung des Bulbus erleiden im Corp. gen. ext. und im Pulvinar vor Allem die graue Grundsubstanz, im vorderen Zweihügel letztere und die Ganglienzellen des oberflächlichen Grau's eine wesentliche Veränderung; nach Abtragung der „Sehsphäre“ werden hingegen im Corp. gen. ext. vorwiegend die Ganglienzellen atrophisch und im vorderen Zweihügel findet eine Reduction des oberflächlichen Grau's mit völliger Intactheit der Structur der zelligen Elemente statt. Ebenso sind die Bestandtheile des Tractus und deren Wurzeln, die nach beiderlei Eingriffen atrophiren, zum grossen Theil verschieden.

Den gesuchten gemeinsamen Angriffspunkt soll das graue Netzwerk der genannten Centren abgeben, indem dieses „nach beiderlei Eingriffen eine gewaltige Einbusse erleidet, nach Bulbusentfernung vielleicht in etwas höherem Grade.

„Dieses Verhalten“, meint Hr. v. Monakow, „bildet einen anatomischen Beweis, dass die beiden Bahnen beim Kaninchen

in einem gewissen Zusammenhang stehen, und dass die sogenannte Sehsphäre in indirecter Beziehung zur Retina steht.“ So sollen denn auch u. A. die Fasern des N. opt. im Corp. gen. ext. ihren Ursprung zunächst im grauen Netzwerk nehmen und zu den Ganglienzellen in nur mittelbarer Beziehung stehen, während die aus der Rinne des Occipitallappens stammenden Fasern im Corp. gen. ext. mit den Ganglienzellen dieses Körpers in directe Verbindung treten, so dass ihre Integrität eine Existenzbedingung für die Ganglienzellen ist, u. s. w.

Beim Kaninchen soll auch der N. opt. unter Vermittelung der infracorticalen Centren speciell mit der 3. und 5. Schicht (nach Meynert) der Occipitalrinde in enge Beziehung treten, und „dürften somit diese Schichten vor allen anderen in der Sehsphäre beim Sehact in Thätigkeit sein.“

Aus seinen Versuchen gehe, so meint Hr. v. Monakow, hervor, dass nach Exstirpation umschriebener Rindenregionen beim neugeborenen Kaninchen, die von denselben abhängigen Bahnen isolirt zu Grunde gehen, gleichviel ob die Regionen mit motorischen oder mit sensorischen Functionen verknüpft sind. Die nach Exstirpation oben gedachter Zone atrophirende Bahn diene ohne Zweifel dem psychischen Sehacte. (a. a. O. S. 545).

Aus seinen eigenen Beobachtungen entfluss aber für Hrn. v. Monakow dieser letzte Satz nicht; denn: „das operirte Kaninchen bot während des Lebens kaum irgendwelche bemerkbaren Ausfallserscheinungen, es verhielt sich vielmehr in jeder Beziehung wie ein nicht operirtes Thier.“ (a. a. O. S. 147.) Überhaupt aber auch berichtet v. Monakow durchaus nichts über von ihm selber beobachtete Sehstörungen an hirnnoperirten Thieren. Insoweit könnte ihm also auch nur dogmatisch die Sehsphäre als rein sensorische Rindenzone gelten und sein paradox erscheinender Satz, dass auch Atrophie oder Ent-

wickelungshemmung, um mich kurz so auszudrücken, der Richtung der functionellen Innervation entgegensteigend sich entwickeln und fortschreiten könne, würde wie mir scheint, alles Befremdende verlieren, sobald man sich von der vorgefassten Meinung frei gemacht hat, dass die betreffende Rindenzone, deren Abtragung das zu Grundegehen der Bahnen veranlasste, rein sensorisch ist, d. h. in jenen zerstörten Bahnen nur corticalwärts aufsteigende Innervationen empfing. Wie aber gar, wenn dieses ausschliesslich Bahnen wären, die von der Rinde absteigende Willensimpulse, etwa als Hemmungen optischer Reflexe, führten? Ich will nicht gerade sagen, dass mir diese Ansicht ganz besonders sympathisch sei, aber an solche Möglichkeit darf man doch denken. (S. u. Cap. VIII.)

Hierzu kommt noch ein Umstand. Wenn nämlich auch nach der Meinung Einiger schon aus dem anatomischen und histologischen Habitus einer Rindenregion ein Schluss auf deren motorische oder sensorische Function sich ziehen lässt, (s. oben S. 97), so fehlt es doch auch nicht an gewichtigen Stimmen, die das Gegentheil behaupten. So ist z. B. Golgi¹⁾ zu ganz anderen Anschauungen hierüber gelangt. Zwar kann man und muss man auch nach seinen Untersuchungen²⁾ sowohl motorische (psychomotorische) von sensorischen (psychosensorischen) Zellen unterscheiden, als auch der motorischen und der sensiblen Sphäre angehörige Fasern auseinanderhalten; aber es ergiebt sich, dass die einzelnen

¹⁾ C. Golgi, Recherches sur l'histologie des centres nerveux. Arch. ital. de biologie III, p. 285—317; IV, p. 92—123. S. auch Riv. sperim. de fren. e di med. leg. VIII, 1882 und IX, 1883. Obiges nach Bizzozero in Hofmann-Schwalbe: Jahresber. Bd. XII, Abthlg. I. Literatur von 1883.

²⁾ Golgi's Verfahren besteht bekanntlich darin, dass die Gewebstücke vor der Darstellung der Schnitte folgeweise mit Kaliumbichromat und mit Höllenstein behandelt werden, wodurch die Elemente des centralen Nervensystemes eine tief schwarze Farbe erhalten, welche ihre Formverhältnisse in den geringsten Einzelheiten sehr deutlich hervortreten und die feinsten Ausläufer ihrer Fortsätze auf weite Strecken verfolgen lässt.

Nervenfasern mit ausgedehnten Zellengruppen in Verbindung stehen können, und dass ebenso jede centrale Ganglienzelle mit mehreren Nervenfasern, welche ganz verschiedene Bestimmungen und Functionen haben, zusammenhängen kann. Auf Grund dieses Verhaltens, welches darauf gerichtet sein soll, die Beziehungen zwischen den Nervenzellen und den Nervenfasern möglichst vielfältig zu machen, glaubt Golgi sich zu dem Ausspruche berechtigt, dass dem sogen. Gesetze der isolirten Leitung, sofern man es auf die Verrichtungen der Ganglienzellen und Nervenfasern der Centralorgane ausdehnen will, alle anatomische Grundlage fehlt. Der Begriff der sogen. Localisation der Hirnfunctionen in dem strengen Sinne, dass bestimmte Verrichtungen an scharf begrenzte Zonen gebunden seien, sei nicht annehmbar.

Im Allgemeinen fand Golgi die vordere Centralwindung, als Vorbild der Rindendistricte, welchen die Physiologen motorische Thätigkeit zuschreiben, dem Aufbau nach sehr wenig verschieden von dem G. occip. sup. als dem Vertreter sensorieller Verrichtungen, und er glaubt daher, dass die functionell specifische Bedeutung der verschiedenen Hirnzonen nicht sowohl von den Eigenthümlichkeiten der anatomischen Organisation abhängt, als vielmehr von der specifischen Verschiedenheit der peripherischen Organe, in welchen die von denselben Zonen entspringenden Fasern endigen.

Siebentes Capitel.

Die Frage von der Localisation der Sehfunction.

(Dritter Theil: die Zeit von 1881 bis zur Gegenwart.)

§ I.

Hrn. Goltz' Versuche über Localisation.

In seiner Abhandlung vom Jahre 1881 ¹⁾ schlägt Hr. Goltz „zur Erreichung eines neuen Zieles neue Wege ein.“

Während seine bisherigen Untersuchungen ²⁾ der Restitutionsfrage galten, und zu diesem Zwecke möglichst ausgedehnte Stücke der Grosshirnrinde mit thunlichster Vermeidung von Blutungen wegzunehmen waren, was mit der Ausspülungsmethode erreicht wurde, wendet sich Hr. Goltz nunmehr der Localisationsfrage zu, für welche Untersuchung die Spülmethode verworfen und die Exstirpation scharf begrenzter Abtragungen der Hirnrinde durch die White'sche Bohrmaschine als passend befunden wurde.

Goltz trug die vier Quadranten der Hirnoberfläche in allen möglichen Combinationen ab, und er gelangte stets zu dem Resultate, dass die Thiere keine dauernde Blindheit sondern eine mehr oder minder hochgradige dauernde „Hirnsehschwäche“ davontragen: sie verhielten sich gegen die optischen Eindrücke gleichgültig, blödsinnig, aber ihre Handlungen wurden noch durch Netzhautbilder bestimmt.

Besonders interessant für uns erscheint der Fall, in

¹⁾ Pflüger's Archiv Bd. XXVI.

²⁾ S. oben S. 100—105.

welchem ein Hund die beiden hinteren Quadranten der Grosshirnrinde eingebüsst hatte, wovon eine genaue nach der Tödtung des Thieres gewonnene Abbildung des vor 3 1/2 Monat operirten Gehirnes Zeugniß ablegt.

„Ein Blick auf die Abbildung,“ (Pflüger's Arch. Bd. XXVI, Tafel II, Figur 3), „lehrt, dass die ganze sogenannte Sehsphäre Munk's und ausserdem die sogenannte Fühlsphäre der Augenregion in das Zerstörungsgebiet fallen. Beide Hinterlappen sind stark geschrumpft.“ „Dieser Hund war in mässigem Grade blödsinnig. In's Zimmer freigelassen, sprang er unter Benutzung aller Gliedmaassen lustig umher . . .“ „Er fixirte Niemand mit den Augen.“

„Besonders wichtig ist die Thatsache, dass dieser Hund offenbar ganz gut auf beiden Augen sehen konnte. Er vermied nicht nur beim Laufen Hindernisse mit Sicherheit, sondern sprang sogar über eine ihm in den Weg gehaltene Leiste. Als seine Augen mit dem Augenspiegel untersucht wurden, wandte er den Kopf stets weg, sowie die reflectirten Lichtstrahlen der Lampe in sein Auge geschickt wurden. Die Untersuchung (Stilling) ergab keine merklichen Veränderungen im Augenhintergrunde. Ferner bog er auch sofort nach anderer Richtung aus, als ihm eine grosse Gasflamme in den Weg gestellt wurde.“

Er folgte den Bewegungen der gehobenen Hand mit dem Kopfe, fand seinen Napf mit Speisen sofort, wenn er ihm hingestellt wurde; auf dem Boden zerstreute Fleischstücke dagegen fand er nur langsam. Bei Bedrohungen mit der Faust oder der Peitsche äusserte er keine Furcht, sondern wedelte er freundlich mit dem Schwanze.

Auch auf Grund seiner neueren Versuche (Vergleichung der Ausfallserscheinungen nach Zerstörung der vorderen oder

hinteren Quadranten der Hirnrinde) musste Hr. Goltz einen grösseren Einfluss des Hinterhirnes auf das Sehvermögen für festgestellt erachten, dabei kam es ihm aber nicht in den Sinn, „etwa eine begrenzte Sehsphäre zuzugeben, wie sie Ferrier, Munk und Luciani construirt haben.“ Gegen den Versuch, ein begrenztes Centrum der Grosshirnrinde mit der Function der Gesichtswahrnehmung zu betrauen, sprechen ihm entscheidend vor Allem folgende zwei Thatsachen:

1) Ein Thier mit vollständiger Abtragung der Rinde der Hinterlappen ist keineswegs dauernd blind.

2) Ein Thier, welches ausser den Hinterlappen auch noch die Rinde der Scheitellappen eingebüsst hat, zeigt eine weit tiefere Sehstörung, als dasjenige, welches nur die Hinterlappen verlor.

Um aber dem gegen ihn erhobenen Einwande, Reste der Sehsphäre stehen gelassen zu haben, ¹⁾ endgültig Schweigen gebieten zu können, ist Hr. Goltz in seiner neuesten Arbeit ²⁾ zur Entfernung ganzer Hirnlappen unter Anwendung des Messers oder auch eines von Hrn. Ewald construirten Scheerenbohrers übergegangen. So ist es ihm u. A. gelungen, einen Hund am Leben zu erhalten, welchem er beide Hinterhauptslappen mit dem Messer vollständig abgeschnitten hatte. Die frontalen Schnitte, durch welche beide Hinterhauptslappen vom übrigen Grosshirn abgelöst wurden, fielen in das absteigende Horn des Seitenventrikels, und jedesmal wurde

¹⁾ Munk hatte (Sitzber. d. Akad. 1883 S. 801) bemerkt, dass Goltz die Rinde bloss an der Convexität der Hemisphären, also nicht „die gesamte Sehsphäre Munk's“ abgetragen habe, indem zu der letzteren auch die mediale und die hintere Rinde der Hinterhauptslappen gehören soll, und dass diese Zugehörigkeit bei der totalen Exstirpation der beiden Sehsphären am Hunde (s. oben S. 116) von ihm ausdrücklich berücksichtigt sei.

²⁾ Pflüger's Archiv Bd. XXXIV, 9. und 10. Heft, ausgegeben am 28. Juli 1884.

das Ammonshorn in erheblicher Strecke verletzt. Das Thier zeigte sich in der Folge (auch noch 1 $\frac{1}{2}$ Jahr nach der letzten Operation) munter und wohlgenährt. Allein es blieb gleichgültig gegen bedrohende und erschreckende Gesichtseindrücke aller Art; es ist ausser Stande die Dinge zu erkennen, kann aber trotzdem sehen. Beobachtet man nämlich den Hund, während er umherwandert, so bemerkt man, dass er im Wegestehende Hindernisse meistens gut vermeidet und nur selten anstösst.

Dass der Hund die Hindernisse nicht durch Geruch oder Getast wahrnimmt, erkennt man, wenn man ihm die Augen verklebt, dann weigert sich der Hund zu gehen, er bleibt dauernd stehen und versucht die Augen von dem Heftpflaster frei zu machen. Ein positiver Beweis aber, dass er durch das Gesicht die Hindernisse unterscheidet, wird durch folgenden Versuch gegeben. Es wurden auf dem Fussboden des Zimmers eine Anzahl von Bogen weissen Papieres zu einem zusammenhängenden Streifen befestigt. So oft dann der Hund bei seiner langsamen Wanderung in die Nähe des Streifens kam, stutzte er und senkte er dann den Kopf, wie wenn er die weisse Bahn betrachten wollte und wendete sich zur Seite, indem er am Rande des Streifens entlang gehend sich sorgfältig scheute, hinüberzutreten. Während gesunde Hunde ohne Bedenken über das Papier hinübertrampelten, ist der operirte Hund nicht davon zurückgekommen, ein bloss eingebildetes Hinderniss zu scheuen.

„Das Handeln des Thieres, so weit es durch Gesichtseindrücke bestimmt wird, hat wesentlich den Character eines allerdings verwickelten reflectorischen Vorganges.“ „Sieht es, weil es noch den ganzen grossen Rest des Grosshirns besitzt? Dieser ist gewiss beim Sehen nicht unbetheiligt.“ „Ich glaube aber,“ fährt Hr. Goltz fort (a. a. O. S. 493—494), „dass selbst durch das

Mittelhirn und das Kopfmark (medulla oblongata) unabhängig vom Grosshirn reflectorische Handlungen vermittelt werden können, wenn ein Reiz auf der Bahn des Sehnerven diesen Hirnthteilen zufließt. Die geeigneten Wege, welche die centripetalen Reize einzuschlagen haben, sind durch Stilling¹⁾ nachgewiesen.“ „Ich vermuthe also, dass ein Säugethier ohne Grosshirnrinde noch ähnliche Proben von fortbestehendem Sehvermögen wird ablegen können wie ein Frosch, der denselben Eingriff überstanden hat.“²⁾ Auf entgegenstehende Beobachtungen Munk's (Sitzungsber. d. Berl. Akad. 1883; XXXIV S. 793) lege ich nicht das geringste Gewicht. Wenn dieser gefunden hat, dass Säugethiere und Vögel³⁾ nach Wegnahme gewisser Abschnitte der Rinde stockblind werden, so ist . . . mit solchen negativen Ergebnissen nicht viel anzufangen. Sie werden für die Frage der wissenschaftlichen Erforschung der Function des Hinterhauptslappens werthlos, sowie auch nur ein einziger Fall bekannt wird, in welchem trotz des Eingriffs das Sehvermögen fortbesteht.“

1) J. Stilling: Untersuchungen über den Bau der optischen Centralorgane. Kassel und Berlin 1882. Aus J. Stilling's „Untersuchungen über die centralen Endigungen des Nervus opticus“ folgt, „dass der Opticus z. Th. aus dem verlängerten Mark, resp. dem Rückenmarke entspringt, so dass derselbe höchst wahrscheinlich z. Th. ein reiner Spinalnerv ist, eine Thatsache, die nicht nur in anatomischer, sondern auch in physiologischer und pathologischer Hinsicht von grosser Bedeutung ist.“

2) Unter dem 1. August 1884 schrieb mir Hr. Goltz:

„Sie werden sich wundern, dass ich auf S. 494 der Abhandlung, die ich Ihnen beifolgend zusende, Ihrer neuesten Arbeiten auf diesem Gebiet nicht Erwähnung thue. Zu meiner Entschuldigung führe ich an, dass meine Arbeit bereits fertig gedruckt war, als ich Ihre letzten Mittheilungen empfang. Allerdings hätte ich mich Ihrer früheren Veröffentlichungen erinnern können, als ich meine Abhandlungen schrieb. Sie haben aber damals den Gegensatz Ihrer Erfahrungen zu den Lehrmeinungen Munk's etc. nicht betont.“ [Man vergleiche hiergegen Hrn. Munk's Auffassung meiner früheren Veröffentlichung, hier oben S. 32.]

3) s. § V.

§ II.

Ferrier und Yeo gegen Munk.

Sahen wir so, dass ein heftiger Streit zwischen Munk und Goltz entbrennen musste, so blieb doch der Letztere nicht der einzige Gegner des Ersteren, vielmehr wandte sich auch sogleich Ferrier¹⁾ gegen die Munk'schen Angaben, indem er namentlich den oben (S. 118) erzählten Fall von dem nicht blinden, seiner beiden Hinterhauptslappen vollständig beraubten Affen vorführt, von dem Munk gar keine Kenntniss genommen oder gar keine Erwähnung gethan habe. Im Übrigen haben wir die Annäherung zu betonen, welche die neueren z. Th. in Gemeinschaft mit Yeo angestellten Untersuchungen Ferrier's²⁾ an die Munk'schen Angaben machen, indem Ferrier das von ihm (s. oben S. 99) aufgestellte Sehcentrum für den Affen nunmehr auch auf die Hinterhauptslappen sich erstrecken lässt. Ferrier und Yeo haben nämlich beobachtet, dass bei dem Affen die einzige Verletzung, welche einen vollständigen und anscheinend dauernden Verlust des Sehvermögens herbeiführt, in der gänzlichen Zerstörung der Gyri angulares und der Hinterhauptslappen auf beiden Seiten besteht. Alle anderen Verletzungen haben mehr oder weniger schnell vorübergehende Wirkungen, und ein Thier kann mit beiden Augen sehen, wenn ihm nur ein Gyrus angularis, oder auch wenn ihm nur ein unverletzter Hinterhauptslappen blieb. Verletzungen in der Occipitoangular-Region haben aber nur Sehstörungen, nicht auch andere Sinnes- oder Bewegungsstörungen zur Folge. Vollständige Entfernung beider Gyri angulares ruft vorübergehende Amaurose mit für immer zurückbleibenden Gesichtsdefecten in beiden Augen hervor. Einseitige Zerstörung der Rinde

1) „Brain“: a journal of neurology. vol. I p. 229 f.

2) Ebenda vol. III und vol. VII (1884), p. 139; sowie: Proceedings Royal Society, XXXVI p. 229.

des Gyrus angularis verursacht zeitweilige Aufhebung oder eine Verminderung des Sehvermögens nicht hemiopischen Charakters für das gekreuzte Auge.

Tiefe Einschnitte gleichzeitig in beide Occipitallappen, sowie die Entfernung des grössten Theiles eines oder gleichzeitig beider Occipitallappen können ohne irgend eine merkliche Beeinträchtigung des Sehvermögens ausgeführt werden.

Zerstörung des G. angularis und des Hinterhauptslappens an einer Seite ruft vorübergehende Amblyopie auf dem gekreuzten und homonyme Hemianopie auf beiden Augen an der der Verletzung gegenüberliegenden Seite hervor.¹⁾

§ III.

Luciani und Hitzig gegen Munk.

Noch einiger neuesten Anstürme auf die Munk'sche Lehrfeste haben wir zu gedenken. Das Juliheft von 1884 der neurologischen Zeitschrift „Brain“ brachte nämlich (auf S. 145—160) eine vorläufige Mittheilung von Luigi Luciani über Localisation von Sinnesfunctionen in der Hirnrinde, in welcher die von Luciani in Gemeinschaft mit Tamburini früher veröffentlichten Ergebnisse und Ansichten (s. oben S. 120 ff.) theils modificirt, theils erweitert werden.

Die beste Prüfung auf Vorhandensein und Art einer

¹⁾ Hr. Munk (Vhdlg. d. physiolog. Ges. zu Berlin, Sitzung vom 1. Juli 1881) nennt zwar die Mittheilungen von Ferrier und Yeo „Ergebnisse, welche dermassen in sich von Widersprüchen starren, und welche so offenbar der ganzen Untersuchung den Stempel der Unreife aufdrücken, dass eine eingehendere Besprechung derselben unnütz wäre;“ er hebt jedoch ebenso, wie wir es gethan haben, hervor, dass Ferrier nunmehr gleichfalls die Hinterhauptslappen des Affen, allerdings nur in Verbindung mit den Gyri angulares, als diejenigen Theile bezeichnet, deren Zerstörung anscheinend permanente Blindheit hervorruft. Jedenfalls aber, so meint Hr. Munk (Sitzber. d. Berl. Akad. 1883 S. 802), seien Ferrier und Yeo, wenn überhaupt soweit, nicht weiter gekommen, als er schon bei der ersten Untersuchung.

Sehstörung ist nach Luciani die durch Fütterungsversuche. Ist es nun aber auch im Allgemeinen schon schwer zwischen Hemiopie und Hemiamblyopie zu unterscheiden, so ist die Auseinanderhaltung von amblyopischen Erscheinungen und von Munk'scher Seelenblindheit noch bei Weitem schwieriger.

Um hierbei zum Ziel zu gelangen, hat man kleine Fleischstücke abwechselnd mit ebenso grossen Stücken Zucker's oder einer anderen nicht riechenden Substanz auf der Erde entlang zu legen. Ist dann das Thier einfach amblyopisch, so hat es sich nur den Zuckerstücken zu nähern, um dieselben mit dem Auge zu erkennen, ist es aber seelenblind, hat es die optischen Erinnerungsbilder verloren, so wird es, um die Stücke zu erkennen, noch anderer Hülfsmittel bedürfen, wie des Geruches oder des Getastes.

„In gewissen Fällen zeigen sich rindenoperirte Hunde vollständig blind für in kleinen Stücken ausgestreutes Futter, und sie bedienen sich, um dasselbe zu finden, einzig und allein des Geruches und des Gefühles. Trotzdem aber haben wir es nicht mit vollständiger und unbedingter Blindheit, mit Rindenblindheit nach Munk, zu thun, sondern vielleicht mit einer Seelenblindheit höchsten Grades mit oder ohne Amblyopie. Denn wenn wir das Thier in's Freie führen, in einen Garten, in welchem es sich aufzuhalten gewöhnt war, so sehen wir es stracks die Pfade entlang laufen und glücklich die Berührung mit Hecken, Mauern und anderen feststehenden Hindernissen vermeiden, welche ihm in den Weg kommen; andererseits freilich stösst das Thier stets gegen ungewohnte Hindernisse, z. B. gegen ein ihm in den Weg gestelltes Brett an.“

Was nun die Localisation des Sehcentrums betrifft, so ergaben die neusten Versuche Luciani's an Hunden, dass merkliche Sehstörungen nicht allein der Exstirpation der occipitalen, sondern auch der Zerstörung der parietalen, tempo-

ralen und frontalen Lappen folgen. Aber die Verletzungen der Stirn- und Schläfenlappen geben nur zu vorübergehenden, nach wenigen Tagen oder Wochen verschwindenden Sehstörungen Anlass, während ähnliche Verletzungen der Hinterhaupt- und Scheitellappen, abgesehen von einer gewissen anfänglichen Verbesserung in den ersten Tagen nach der Operation, bleibende Wirkungen hervorbringen. Ferner können kleine, umschriebene Läsionen im Stirn- und Schläfenlappen ohne merkliche Sehstörungen verlaufen, während ebenso begrenzte Verletzungen in der Occipitoparietal-Provinz stets deutliche Sehstörungen hervorrufen. Hieraus ist Luciani geneigt zu folgern, dass die Sehsphäre, obwohl sie hauptsächlich in der Occipitoparietal-Zone concentrirt ist, nicht scharf darin umschrieben gedacht werden darf, sondern dass dieselbe mit anderen Centren in Verbindung tretend, durch directe anatomische Verlängerungen verkettet vorzustellen ist.

Hiermit stimmen auch die neueren Versuchsergebnisse Luciani's am Affen überein. Während einerseits der Haupteinfluss der Occipitallappen als Sehcentren sich geltend macht, zeigt sich andererseits, dass diese Centren in die Parietallappen einstrahlen, namentlich in die Gyri angulares hinein, wie schon früher Luciani und Tamburini und neuerdings Ferrier und Yeo zeigten.

Luciani's neuere Versuche ergaben ausserdem, dass eine auf die Gyri angulares beschränkte Zerstörung nur leichte und leichter vorübergehende Sehstörungen hervorrufen, und dass die Wirkungen der Hinterlappenzerstörung durch eine nachträgliche Entrindung der Gyri angulares zwar beträchtlich gesteigert, aber nicht permanent gemacht werden.¹⁾

¹⁾ Nachdem schon früher Hr. Munk (s. oben S. 123) die Befunde Luciani's und Tamburini's dadurch zu erklären versucht hatte, dass die

Um die Analogie zwischen der Sehsphäre des Hundes und des Affen vollständig zu machen, erübrigte noch, dass ausgedehnte Entrindung in der Gegend des Stirnlappens auch beim Affen vorübergehende aber merkliche Sehstörungen erzeugen. Auch hier zeigen die Versuche Luciani's, dass die Sehcentren solche Verbindungen mit anderen Centren eingehen, Verbindungen „welche als die organische Bedingung des grossen psychologischen Principes der Association von Empfindungen und Vorstellungen zu betrachten sind.“

Luciani giebt weiter an, dass seine neuen Experimente die unvollständige Kreuzung der Sehnervenfasern beim Hunde und die zuerst von Munk nachgewiesene homonyme Hemiofie nach Entfernung des einen Hinterhauptslappens bestätigen, dass dagegen die Munk'sche Theorie von der Projection der einzelnen Retinatheile auf bestimmte Theile der Sehsphäre durch drei Thatsachen zerstört wird. Nämlich:

1) Bilaterale homonyme Hemiofie folgt nicht allein auf vollständige Exstirpation eines Hinterhauptslappens, sondern ebenso auch auf ausgedehnte Entrindungen eines Parietal- oder eines Temporal-Lappens.

2) Partielle doppelseitige Exstirpationen der Munk'schen Sehsphäre bringen niemals Erscheinungen partieller Blindheit hervor, wohl aber erzeugen sie Sehstörungen, die mehr oder minder deutlich und gleichmässig oder nahezu gleichmässig über die verschiedenen Abtheilungen der beiden Retinae ausgebreitet sind.

3) Die letztgenannten Sehstörungen sowohl, als auch die

Fasern des sagittalen Marklagers, welche unter der Rinde des Gyrus angularis hinziehen, von Quetschung und Entzündung, ebensowohl wie der Hinterhauptslappen betroffen werden können, meldete derselbe am 1. Juli 1881 der physiologischen Gesellschaft zu Berlin, dass auch er vorübergehende Sehstörungen vom Gyrus angularis aus erhalten habe, wenn er am Sulcus parieto-occipitalis nicht bloss wie bisher in etwa 2 mm, sondern in etwa 4 mm Dicke die Rindenschicht entfernte.

unter 1) angeführten Hemiopieen sind nicht bleibende, sondern nur vorübergehende Erscheinungen.

„Die einzige gut bewiesene Thatsache Munk's ist die bilaterale homonyme Hemiopie (des Affen), welche unmittelbar der Entrindung („exstirpation“) eines ganzen Occipitallappens folgt,“ wie solches Luciani's neue Untersuchungen bestätigen. Aber nach Munk's Lehre würde diese Erscheinung dauernd sein, während Luciani's Ergebnisse zeigen, dass dieselbe vorübergehend ist, und dass sie durch wiederholte partielle Exstirpationen auf derselben Seite („of the same lobe“) wieder erzeugt werden kann. Die Sehsphäre der Affen ist danach nicht auf den Hinterhauptslappen begrenzt und jedes Segment des Sehcentrums ist geradeso wie beim Hunde sowohl mit den gekreuzten wie mit den nicht gekreuzten Opticusfasern in Beziehung gesetzt.

Endlich soll nach Luciani thatsächlich nach der ausgedehntesten Exstirpation des occipitotemporalen Feldes, die weit ausgedehnter als die Munk'sche Sehsphäre sein kann, absolute Blindheit nicht länger als wenige Tage bestehen, ja sie soll sogar überhaupt gar nicht erst auftreten, wenn die Exstirpation in auf einander folgenden Operationen geschieht. Und wenn absolute Blindheit auftritt, so bestehe sie in vollständiger Seelenblindheit, wodurch das Thier zwar für jedwede ausgestreute Nahrung blind, aber doch noch fähig erscheint, feststehende im Wege liegende Hindernisse zu vermeiden und einen Pfad in gerader Linie zu verfolgen. Später dann werde die Seelenblindheit unvollständig, bleibe aber noch immer bestehen.

„Diese und manche andere neue Ergebnisse“ will Hr. Luciani in einer demnächst erscheinenden Monographie ausführlicher behandeln. „Sie beweisen, dass das Rindensehcentrum nicht der Sitz von Empfindungen, sondern von Wahrnehmungen allein ist; seine Verrichtung besteht in seelischer

Ausarbeitung der Sehempfindungen, welche in den Mittelhirnganglien besonders in den Corp. quadrigemina Platz greifen. Dieselben nehmen, wohlbegründeten wissenschaftlichen That-sachen gemäss, in dieser Hinsicht einen hohen Rang ein.“

Finden wir Luciani nach wie vor (s. oben S. 120 f.) in bester Übereinstimmung mit Goltz in Bezug darauf, dass auch von anderen Stellen der Rinde, von der sogenannten motorischen Zone aus, Sehstörungen zu erzielen sind, so werden diese Gegner Hrn. Munk's in schwerwiegender Weise unterstützt durch die neusten Befunde Desjenigen, der zuerst die hervorragende Bedeutung des Hinterhauptslappens für die Sehfunction nachwies. Hr. Hitzig nämlich hat neuerdings ¹⁾ Versuche mitgetheilt, die, am Grosshirn des Hundes angestellt, ihm ergeben haben, dass auch Verletzungen in den Vorderlappen des Grosshirnes zu Sehstörungen auf dem gegenüberliegenden Auge führen. Hitzig sagt (a. a. O. S. 271—272): „Auf der anderen Seite habe ich, wiederum abweichend von Munk, erhebliche Sehstörungen auf dem gegenüberliegenden Auge, Störungen in der Bewegung der Extremitäten und vor Allem einen erheblichen Intelligenzdefect beobachtet. Diese (Sehstörungen) verschwinden allerdings nach einigen Tagen, so dass ich leichtes Spiel mit ihnen hätte, wenn ich, wie dies von meinen Gegnern durchgehends und sonst vielfach geschieht, auf das, was zu dieser Zeit beobachtet wird, überhaupt kein Gewicht legte . . . In der That vermag ich nicht einzusehen, welchen Einfluss ein Trauma der Spitze des Vorderhirns auf die Hinterhauptslappen — die Sehsphäre — ausüben sollte, es müssten denn directe Verbindungen zwischen den beiden Hirnthteilen existiren“ . . .

„Ich stimme,“ sagt Hitzig, „was die Thatsache angeht, also soweit mit Goltz überein, wie ich ausdrücklich constatiren möchte.“

¹⁾ Archiv f. Psychiatrie Bd. XV, S. 270 ff.

§ IV.

Hrn. Jacques Loeb's Versuche und Mittheilungen über die Sehstörungen nach Verletzung der Grosshirnrinde am Hunde.¹⁾

Noch kurz vor Luciani's neuester Mittheilung hat Hr. Jacques Loeb zahlreiche und sorgfältige Untersuchungen veröffentlicht, welche im Strassburger physiologischen Laboratorium ausgeführt, der Hauptsache nach eine eingehende Experimentalkritik der Munk'schen Angaben über corticale Sehstörungen darstellen.

Diejenigen Hunde, bei welchen Loeb die Rinde mit einem scharfen, dünnen Messer abgetragen hatte, starben entweder nach der Operation oder zeigten doch schwerere Folgeerscheinungen. „Es ist sehr wahrscheinlich, dass gerade das Messer die schweren Erscheinungen bedingte. Bei der Abtragung mit demselben werden die Hirngefässe glatt durchschnitten und ergiessen eine beträchtliche Menge Blutes in's Gehirn.“ Es wurde daher der White'schen Bohrmaschine der Vorzug gegeben, bei deren Anwendung die Abtragung der Rinde fast unblutig ist, indem die Gefässe nicht scharf durchschnitten, sondern gequetscht und zerrissen werden.²⁾ Die in einer Operation weggenommenen Rindenstücke variirten in ihrer Ausdehnung etwa von der Grösse der Stelle A₁ bis zur Grösse der Munk'schen „Sehsphäre“. Von einer reinen und totalen Exstirpation der Rinde ohne Schädigung der weissen Substanz kann aber, so bemerkt Hr. Loeb sehr richtig, weder bei der Abtragung mittels des Messers noch bei der mittels der Bohrmaschine die Rede sein. Man hat in beiden Fällen nur die Wahl, entweder die weisse Substanz mitzuverletzen oder Rin-

¹⁾ Pflüger's Archiv Bd. XXXIV 1884. (In den Heften vom 21. Mai und vom 7. Juni.) S. 76—172.

²⁾ Vgl. hierzu mein Verfahren zur Enthirnung mittels des zugeschärften, hölzernen Messerstieles (s. oben S. 53) und andererseits Munk, oben S. 40.

denstücke stehen zu lassen, da die Rindendicke ziemlich stark und in unbekannter Weise variirt, und da ausserdem die Rinde in einer Weise in die Furchen sich einwölbt, dass ihre reine Abtragung unmöglich ist.¹⁾

Hr. Loeb behandelt zunächst die Localisation der Sehstörungen.

Giebt es in der Grosshirnrinde eine Stelle, deren Zerstörung nothwendig und auch ausschliesslich zu Sehstörungen führt?

Die Schlüsse, die Hr. Loeb aus allen seinen Beobachtungen über eine Localisation zu ziehen sich berechtigt glaubt, lauten folgendermaassen:

1) Jede Stelle der Rinde des Hinterhauptslappens, insbesondere die Stelle A₁ mit Umgebung, die mediale wie die laterale Partie der Munk'schen „Sehsphäre“, die „Sehcentren“ Dalton's,²⁾ Ferrier's, Luciani's und Tamburini's können weggenommen werden, ohne dass die geringste Sehstörung darauf erfolgt. Die Behauptung der Autoren, dass die Wegnahme dieser Stelle **nothwendig** zu Sehstörungen führen müsse und erst recht die darauf basirte Anschauung, dass diese Stellen Centren des Sehens seien, ist irrig.

2) Wenn eine Sehstörung bei einem erst operirten

¹⁾ „Endlich noch ist eine Mittheilung, die Professor Yeo auf dem medicinischen Congress in London machte, von Interesse. Yeo hatte die Thiere Munk's gesehen und meinte, „„die Versuche desselben seien verhältnissmässig roh, Munk habe stets ausgebreitete secundäre Entzündungen bekommen, während Ferrier's Verletzungen — mittelst des Thermokauters — ganz localisirt seien.““ (Centralblatt für Nervenheilkunde IV, S. 366, cit. nach J. Loeb. a. a. O. S. 91.)

²⁾ Dalton (The Medical Records 1881) machte an Hunden zwei Versuche über das Sehcentrum im Hinterhauptslappen, als deren Resultat er die Beobachtung hinstellt, dass Verletzung des Gyrus angularis Blindheit auf dem gekreuzten Auge hervorbringt.

Thiere nach Exstirpation einer Stelle des Hinterhauptslappens eintritt, so präsentirt sich diese Störung, gleichviel an welcher Stelle des Hinterhauptslappens der Eingriff erfolgt ist, stets als eine homonyme laterale Hemiambyopie,¹⁾ die der Seite der lädirten Hemisphäre gegenüber liegt.

3) In allen Fällen einseitiger wie doppelseitiger Hemiambyopie fixiren und sehen die Thiere am besten mit der Stelle des deutlichsten Sehens, sei es, dass dieselbe bei den Operationen gänzlich intact bleibt, sei es, dass sie bloss relativ am wenigsten geschädigt wird.

4) Es treten nach Verletzung des Scheitellappens und Schläfenlappens ebenfalls Hemiambyopieen auf. Ein specifischer Unterschied zwischen der Rinde dieser Grosshirnbezirke und der des Hinterhauptlappens besteht nicht.

Sehstörungen combinirt mit der Neigung nach der Seite der verletzten Hemisphäre umzudrehen, sah Loeb sowohl nach Schädigung des Hinterhauptslappens, als auch des Scheitellappens in die Erscheinung treten; nie beobachtete er indess nach Verletzung des Hinterhauptslappens eine bloss motorische Störung ohne Sehstörung, und nie nach Verletzung des Scheitellappens eine Sehstörung ohne motorische Störung. Bloss Sehstörungen nach operativen Eingriffen am Hinterhauptslappen waren indess nicht selten.

Auf diese Thatsachen, sowie darauf dass nach Verletzung des Hinterhauptslappens die Sehstörungen an Intensität die Störungen der anderen Functionen übertreffen, redu-

¹⁾ So, und nicht Hemianopsie, will Hr. Loeb die eintretenden Sehstörungen benannt wissen, die in ihrer Intensität variiren von einer scheinbar zufälligen, leichten Vernachlässigung einer Gesichtsfeldpartie bis zur ausnahmslosen völligen Ignorirung alles dessen, was in derselben vorgeht, ohne indessen nachweisbar bis zur halbseitigen Blindheit — Hemianopsie — auszuarten.

cirt sich wohl, so meint Loeb, die ganze moderne Lehre eines umschriebenen „Sehcentrums“ in der Grosshirnrinde. Zu ähnlichen Resultaten war auch Goltz gekommen.

Die Angaben Munk's über eine Projection der Retina auf die „Sehsphäre“, eine Coordination der einzelnen „Rindenelemente“ zu den Retinaelementen, fanden sich in keinem einzigen der zahlreichen und lange an denselben Hunden ausgeführten Loeb'schen Versuche bestätigt.¹⁾

Da die meisten Hunde das Verkleben eines Auges nur ungern ertragen, und „ausserdem das plötzliche Ausschalten eines Auges durch Verkleben eine neue Sehstörung bedeutet, die wir nicht taxiren und in Abzug bringen können,“ so machte Loeb einen Theil seiner Versuche an Thieren, die von vornherein einäugig waren. Wie Loeb angiebt, sind die Resultate gerade bei solchen Thieren viel präciser.

So wurden namentlich zwölf Thiere, denen die Stelle A₁ theils einseitig, theils doppelseitig fortgenommen war, wochenlang zur Lösung der Frage beobachtet, ob die Stelle A₁ der Stelle des deutlichsten Sehens coordinirt sei, so wie Munk es angiebt. Es fand sich in allen Fällen übereinstimmend, dass solche Coordination nicht besteht. Es wurden an zweien von diesen Hunden die Sehprüfungen auf das Genaueste beschrieben, und es ist zu bemerken, dass nicht nur die von

¹⁾ Vgl. hiermit Luciani, oben S. 147. Es ist noch zu bemerken, dass Hr. Munk (1881 a. a. O.) auch der Frage nachgegangen ist, „ob von den centralen Elementen, in welchen die Opticusfasern enden, diejenigen, welchen identische Netzhautpunkte zugehören, durch eigene Commissuren- oder Associationsfasern mit einander verbunden sind.“ Nach 4—5 mm tiefen Schnitten, welche in beide Hinterhauptslappen senkrecht zur Oberfläche in der sagitalen Halbirungslinie der convexen Fläche oder dieser Linie parallel etwas mehr nach Innen durch die ganze Länge der Convexität geführt wurden, sah der Affe so wie zuvor, (vgl. Ferrier, oben S. 144.) und verrieth er in keiner Weise das Vorhandensein von Doppelbildern. „Damit ist“, so meint Hr. Munk, „von allen den Möglichkeiten, an welche seit Newton gedacht worden ist, wie es anatomisch begründet sein könn“

Munk angegebenen Proben genau befolgt, sondern auch noch andere Prüfungen überzeugender Art ausgeführt wurden.

Als ein Beispiel dafür, wie wenig die Angaben Munk's durch das Experiment bestätigt wurden, führt Loeb an, dass bei einem Hunde, dem er links die Sehsphäre zerstört hatte, keine Sehstörung erfolgte, während rechts bei demselben Thier eine Zerstörung ausserhalb der Sehsphäre unter Verschonung der letzteren eine schwere Hemiambyopie hervorrief.

Das Wesen der Hemiambyopie fand Loeb darin, dass die Reizschwelle für optische Reize auf der vernachlässigten Gesichtsfeldpartie erhöht ist; nie sah er die Hemiambyopie zur Hemianopsie sich steigern.

Die Hemiambyopie pflegte nach der ersten Operation sich wieder zu verlieren; wenn dann nach Restitution des Sehvermögens, die alte Narbe, in der also die weisse Substanz frei zu Tage lag, leicht lädirt wurde, so trat die Hemiambyopie von neuem auf. Es konnte also die nach Rindenläsion auftretende Hemiambyopie unmöglich allein durch den Ausfall der grauen Substanz bedingt sein.

Die Restitution des Sehvermögens der Thiere mit Hemiambyopie vollzog sich auch wenn den Thieren keine Gelegenheit zur Übung ihres Sehvermögens geboten wurde.

Wurden die Operationen an einem einzigen Thiere ge-

dass die von zwei identischen Netzhauptpunkten kommenden Erregungen zu einer einfachen Erregung bez. Empfindung verschmelzen, auch die letzte Möglichkeit — Johannes Müller's Schleife zwischen den centralen Enden der beiden Opticusfasern, welche mit identischen Netzhauptpunkten verknüpft sind — beseitigt.“

Da die Munk'sche Lehre von der Projection der Sehsphäre sich den Untersuchungen nicht nur Luciani's, sondern auch den gleichzeitig und ganz unabhängig davon geführten Untersuchungen Jacques Loeb's gegenüber, als hinfällig erwiesen hat, so dürfte auch die eben berührte Angelegenheit noch keineswegs so, wie Hr. Munk glaubt, entschieden sein. (S. übrigens hierzu oben S. 88 und S. 136 f.)

häuft, so wurde einerseits die Hemiamblyopie dauernd, andererseits traten psychische Alterationen der mannigfachsten Art auf, insbesondere Unruhe und Vergesslichkeit. Derartige Thiere boten dann die Symptome dar, die Goltz unter dem Namen der Hirnsehschwäche beschrieben hat. Licht- und Farbenempfindung waren im allgemeinen bei diesen Thieren nicht gestört.

Die Prüfungen des Farbensinnes wurden in der Weise vorgenommen, dass quadratische, farbige Lättchen in gleichen, grösseren Abständen bald in einer kreisförmigen, bald in einer geschlängelten Linie, bald zu einem Quadrat geordnet, auf dem Fussboden niedergelegt wurden.

Der Hund pflegte, wenn er noch hungrig war, die von den Lättchen gebildeten Figuren abzulaufen und bei jedem einzelnen Lättchen den Kopf zu senken und zu schnüffeln.

Dagegen war die Raumwahrnehmung, insbesondere die Schätzung der Entfernung nicht mehr intact.

„Schon nach Eintritt einfacher Hemiamblyopie fiel es auf, dass Thiere, die vor der Operation Fleischstücke aus der Hand des Beobachters sorgfältig nahmen, ohne die Hand zu berühren, nach Eintritt der Hemiamblyopie oft die Finger mitfassten, vielfach aber auch zweimal nach dem Fleisch aufspringen mussten, weil der erste Sprung etwas zu kurz bemessen war.“ Bei den Thieren mit Hirnsehschwäche war der Fehler in der Bemessung der Entfernung ausserordentlich gross und auffallend.

„Es kam vor, dass das Thier nach einem Stück Fleisch, das man ihm ganz in der Nähe vorhielt, so dass der Hund höchstens nöthig gehabt hätte sich ein wenig auf den Hinterpfoten hoch zu richten, um es zu erreichen, mit so gewaltiger Wucht aufsprang, als ob das Fleisch sich in der mehrfachen Entfernung über seinem Kopfe befunden hätte; wenn man nicht zurückwich, wurde die Hand durch Reibung an den

Zähnen übel zugerichtet. Und andererseits sah ich, dass das Thier, wenn man ihm in mehr als 1 m Entfernung ein Stück Fleisch vorhielt, sich nur leicht auf die Hinterpfoten erhob und dann zuschnappte in der Richtung der Gesichtslinie, freilich aber doch sehr entfernt von dem Ort des Fleischstücks.“ Die Thiere wagten es nicht mehr vom Tische oder vom Stuhle auf den Boden zu springen.

Hr. Munk hatte behauptet, dass die Symptome der Hirnsehschwäche, die er Seelenblindheit nennt, stets nach Wegnahme der Stelle A_1 eintreten. Von 12 Hunden, denen Loeb theils einseitig theils doppelseitig die Stelle A_1 wegnahm, hatte auch nicht ein einziger die Symptome der Hirnsehschwäche oder „Seelenblindheit.“ Die Theorie Munk's, dass die Erinnerungsbilder des Gesichtssinnes einzeln in den Rindenelementen localisirt seien, und dass durch Wegnahme dieser Elemente und der darin enthaltenen Erinnerungsbilder die Hirnsehschwäche entstehe, weist Loeb in einer eingehenden kritischen Discussion als unhaltbar zurück.¹⁾ Loeb, der stets beobachtete, dass die Hirnsehschwäche bei Thieren mit Hemiambyopie nur dann eintrat, wenn zu der Hemiambyopie sich noch psychische Störungen hinzugesellten, ist der Meinung, die Hirnsehschwäche beruhe darauf, dass die Thiere, die in Folge der Hemiambyopie die Gegenstände verändert und unvollkommener sehen und nicht mehr im Stande seien, den Defect im Sehen durch grössere Aufmerksamkeit etc. zu compensiren.

Ich erlaube mir hier noch eine Mittheilung hinzuzufügen, welche Hr. Jacques Loeb mir brieflich gemacht hat, und die in bemerkenswerther

¹⁾ Auch Meynert (Psychiatrie 1884 S. 135) verhält sich der Munk'schen Theorie gegenüber z. Th. ablehnend: „Das Einmengen der Projection der Macula lutea auf ein innerstes Projectionsfeld der Sehsphäre führt in's Unbegreifliche“ u. s. w. „Munk hält Wahrnehmungsbilder und Erinnerungsbilder für identisch.“

Weise im directen Widerspruche mit den Moeli'schen Erfahrungen über einseitige Occipitalrindenzerstörung steht. Während nämlich Hr. Moeli (Virchow's Archiv Bd. 76, 1879) nach ausgiebiger Zerstörung der hinteren Hälfte der Grosshirnrinde des Kaninchens durch Kauterisation eine Sehstörung des gegenüberliegenden Auges, und zwar bei nicht allzugrossen Verletzungen von nur kurzer Dauer (3 Tage), gefunden hat, schreibt mir Hr. Loeb unter dem 14. Juni 1884:

„Vielleicht interessirt es Sie, wenn ich Ihnen bei dieser Gelegenheit auch mittheile, dass ich vor einem Jahre einen vereinzelt, lediglich zu meiner eigenen Information dienenden Versuch bei einem Kaninchen anstellte, der Ihre Angaben bestätigte. Mit der Bohrmaschine zerstörte ich jenem Thier die Rinde des ganzen Hinterhauptslappens und einen Theil der Marksubstanz. Ich war im höchsten Grad erstaunt, als das Thier unmittelbar nach der Operation nicht nur ohne motorische Störung umherlief und Hindernissen auswich, sondern auch sofort nach der andern Seite hin wegsprang, wenn man mit der Hand oder mit dem Stock lautlos und sachte in das Gesichtsfeld des gleichseitigen oder gekreuzten Auges gelangte. Es war kein Unterschied in der Function beider Augen nachzuweisen.“

§ V.

Hrn. H. Munk's Versuche an Tauben.¹⁾

In der Absicht, seiner Lehrmeinung von der völligen Blindheit des Grosshirnes beraubter Thiere experimentelle Stützen zu verleihen, musste sich Hr. Munk der Enthirnung niederer Thiere zuwenden, da ihm schon die alleinige totale Entfernung der „Sehsphären“ bei höheren Säugethieren (Affe und Hund) als äusserstes Wagniss und die erfolgreiche Exstirpation des Grosshirns bei diesen als unausführbar, bezüglich unverwerthbar erschienen war.²⁾ An Frosch und Fisch war aber ebenfalls nicht zu denken. „Flourens' Angabe, der grosshirnlose Frosch sei blind, war bereits von Desmoulins und Magendie und seitdem wiederholt als irrig erkannt, da das

¹⁾ Sitzber. der Berlin. Akad. d. W. 1883 XXXIV. S. 805 ff.

²⁾ Ebend. S. 803 f.

Thier, wenn Reize es zur Bewegung bringen, die Hindernisse auf seinem Wege vermeidet.“¹⁾ Ähnliches gilt für Fische.²⁾

Somit boten sich Hrn. Munk zunächst die Vögel und sodann die niederen Säugethiere, namentlich das Kaninchen dar. Über die Versuche an letzterem ist in den früheren Capiteln ausführlich berichtet worden. Was die Entrindung und Enthirnung von Vögeln betrifft, so waren die Erfahrungen, welche verschiedene neuere Beobachter bezüglich der Erhaltung und Nichterhaltung des Sehvermögens gemacht hatten, der Munk'schen Lehre nicht sonderlich günstig. Namentlich auch „war Hr. Blaschko,“ unter Munk's Leitung, „mit seinen Versuchen an der Taube weniger glücklich“ gewesen. Immer noch sahen die Thiere nach Entfernung der als Sehsphäre angesprochenen hinteren Hemisphärentheile.

Zufolge einer vorgefassten Meinung, „dass solche Sehsphären der Grosshirnrinde, wie dem Hunde, auch der Taube zukommen, und dass es bei letzterer bloss noch nicht gelungen war, eine Sehsphäre gänzlich zu entfernen,“³⁾ suchte nunmehr Hr. Munk nach stehen gebliebenen Resten. Dieselben mussten sehr versteckt liegen, sie mussten dem bei der Entfernung der Hemisphären stehenbleibenden Hirnstocke sich möglichst genau anschmiegen oder bei der Abtragung der Hemisphären leicht abreißen und zurückbleiben. Denn wie anders sonst wäre es auch, im Sinne Hrn. Munk's gesprochen, erklärlich, dass so viele bestimmte Angaben von Forschern vorliegen, welche das Sehen enthirnter, der Hemisphären beraubter Tauben als unzweifelhaft hinstellen?⁴⁾ Die Anschauung, dass

¹⁾ S. hierzu Goltz' Untersuchungen (oben S. 101). Blaschko musste in seiner unter Munk's Leitung angefertigten Inauguraldissertation („das Sehcentrum bei Fröschen“, Berlin 1880) bestätigen, dass der enthirnte Frosch nicht schlechter als der normale Frosch sieht.

²⁾ Renzi, Vulpian u. A.

³⁾ A. a. O. S. 805.

⁴⁾ S. die Literaturangaben bei Munk a. a. O. S. 819.

die niederen Hirntheile noch zweckmässige Bewegungen auf optische Eindrücke vermitteln können, eine Anschauung, die Hr. Munk für den Frosch zugeben muss, kommt ihm für die Vögel von vornherein nicht in Betracht. Wenn es gelingt, wahrscheinlich zu machen, dass alle jene Forscher bei der Enthirnung Theile der Grosshirnrinde stehen gelassen haben, dann könnte ja dadurch zur Genüge erklärt scheinen, dass die „grosshirnlosen Tauben“ jener Forscher noch sahen. Der Beweis für die völlige Blindheit grosshirnloser Tauben sei dann, meint Hr. Munk, so zu geben, dass jene Theile, die Sehsphärenreste, gleichfalls entfernt werden.

„Während man die Technik des Versuches meist nach Flourens' Vorgänge gar nicht zu besprechen für nöthig hielt, oder wo man ihrer gedachte, als eine sehr einfache beschrieb“ wird nach Hrn. Munk „ein ungemein schwieriges und zartes operatives Verfahren erforderlich, das man erst durch viele Übung mit einiger Sicherheit durchführen lernt.“ Hierbei gelte es namentlich, die dünne Membran von Hirnsubstanz, welche an der hinteren und an der medialen Partie der Hemisphäre die Ventrikeldecke bildet, mitzuentfernen¹⁾. Hr. Munk glaubt nicht zu viel zu behaupten, indem er sagt, dass, Flourens allein etwa ausgenommen,²⁾ keiner seiner Vorgänger einen Vogel nach gänzlich entferntem Grosshirn beobachtet habe, so oft auch die besondere Versicherung einer gelungenen totalen Exstirpation zu finden sei. Einen Beweis für die Richtigkeit dieser Behauptung kann Hr. Munk nicht geben: als Stütze für dieselbe führt er nur aus seinen Beobachtungen von ihm gezogene Schlüsse vor.

¹⁾ Ich habe mich von der ungemeinen Schwierigkeit, die nach Hrn. Munk vorliegen soll, das Grosshirn bei Tauben völlig und glatt zu entfernen, nicht überzeugen können.

²⁾ Dieser hatte die enthirnten Vögel für blind gehalten, also in Hrn. Munk's Sinne befunden.

War in Hrn. Munk's Versuchen, nach Aussage der später ausgeführten Section, jene Ventrikeldeckenschicht völlig abgetragen, so hatten sich die betreffenden Thiere nur spärlich bewegt und waren gegen alle Hindernisse gestossen, die sich ihnen darboten. Dieselben waren also, so schliesst Hr. Munk wiederum ohne einen zwingenden Beweis zu liefern, dauernd und vollkommen blind.¹⁾ Dagegen verriethen solche Tauben noch Reste des Gesichtssinnes, bei welchen die Section noch Fetzen jener Membran auffand. Wurde das Grosshirn bis auf jene Ventrikeldecken entfernt, so zeigten die Vögel nach einigen Wochen keine groben Sehstörungen mehr.

Wurde nur die eine Hemisphäre, diese aber, im Munk'schen Sinne, vollständig abgetragen und danach auch das gleichseitige Auge extirpirt, so konnten nach einiger Zeit solche Tauben dennoch sehen und zwar, meint Hr. Munk, so gut, dass nicht etwa äusserst kleinen, der Constatirung sich entziehenden Resten der Hemisphäre das restirende Sehvermögen zugeschrieben werden durfte. Auch scheuten diese Tauben nie anders, als wenn die Hand von vorn her sich dem Auge näherte, dann aber scheuten sie durchweg u. s. w.

Aus seinen Versuchsergebnissen fliesst für Hrn. Munk auch noch die Erkenntniss, „dass jede Retina bei der Taube zu beiden Hemisphären in Beziehung steht und vorwiegend mit der gegenseitigen, viel weniger²⁾ mit der gleichseitigen Hemisphäre verbunden ist.“ Hiernach würden die oben³⁾

¹⁾ Namentlich aber hat auch Hr. Munk den Nachweis dafür nicht erbracht, dass die Tauben alsbald nach der Enthirnung vollkommen blind waren. Die späteren Untersuchungen der Wochen und Monate lang beobachteten Tauben haben nach meiner Auffassung eine ganz andere Bedeutung, so dass, selbst wenn dabei die Tauben streng nachweisbar als völlig blind sich ergeben hätten, daraus noch nicht mit Nothwendigkeit der Schluss zu ziehen wäre, dass ihre Grosshirnhemisphären den einzigen Sitz der Sehfunction abgaben. (S. hierzu unten Cap. VIII.)

²⁾ Nämlich nur mit der äussersten lateralen (hinteren) Partie.

³⁾ S. 101.

erwähnten Versuche von Lussana und Lemoigne eine andere Bedeutung erhalten, als diese Forscher ihnen beileigten.

„Auch bei den Vögeln sind also“, so schliesst Hr. Munk, „wie beim Hunde und beim Affen, alle centralen Vorgänge des Gesichtssinnes an das Grosshirn geknüpft und ist ebenso jede Hemisphäre mit beiden Retinae in Verbindung gebracht; ja sogar die Lage der Sehsphären und die Projection der Retinae auf die Sehsphären finden sich bei den Vögeln derart, wie bei jenen höheren Säugethieren, wieder.“

§ VI.

Sigmund Exner über Localisation und Marchand über pathologische Hemianopsieen beim Menschen.

In seinen „Untersuchungen über die Localisation der Functionen in der Grosshirnrinde des Menschen“¹⁾ hat Hr. S. Exner gezeigt, wie man in exacter Weise das klinische Material zu verwerthen hat, wenn man sich ein von aller Willkür freies Urtheil über die Bedeutung und die Tragweite der Localisationslehre überhaupt verschaffen will.²⁾

Bis dahin geschah die Verwerthung des Materiales nur nach einer Methode. Man beobachtete, dass die Läsionen einer bestimmten Rindenpartie bisweilen, häufig oder sehr häufig mit einer bestimmten Störung einhergeht, und betrachtete in Folge dessen den betreffenden Rindenantheil als das Rindenfeld für die betreffende Function. Diese Methode ist aber mit grösster Vorsicht zu gebrauchen und kann nur als eine vorläufig orientirende angesehen werden. Vom Standpunkte der Gegner der Localisationslehre aus muss es aber vor allem auch auffallend erscheinen, dass man zuweilen auf einige wenige Fälle hin localisirte, obgleich eine genauere Kenntniss der Literatur lehrte, dass auch bei Verletzung derselben Rindenstelle die betreffenden Symptome fehlten.

Im Gegensatze zu den bisher üblichen unvollkommenen Verfahren, wandte Hr. Exner die folgenden drei Methoden an:

¹⁾ Wien 1881.

²⁾ Für uns kommen namentlich in Betracht die S.: 4—17; 60—63; 68—87; 127—148.

1) Die Methode der negativen Fälle.

Alle Läsionen der Rinde, bei welchen die zu localisirende Function nicht gestört war, werden auf einer Hemisphäre verzeichnet: bei hinreichender Anzahl von Beobachtungsfällen bleibt dann das gesuchte Feld leer.

2) Die Methode der procentischen Berechnung.

Die Hirnrinde wird in willkürliche Felder getheilt und für jedes bestimmte Feld das Verhältniss aus der Zahl der hier überhaupt beobachteten Fälle von Läsionen zur Zahl der für die zu localisirende Function zutreffenden Fälle procentisch ausgedrückt.

„**Absolute** Rindenfelder“ nennt Hr. Exner solche, deren Verletzung jedesmal das betreffende Symptom hervorruft, „**relative**“ solche, deren Läsion nicht unbedingt, sondern nur häufig das zugehörige Symptom veranlasst. Zum Studium der absoluten Rindenfelder im Vergleiche zu den relativen zeigt sich die procentische Methode als unentbehrlich.

3) Die Methode der positiven Fälle.

Sie giebt die unsichersten Resultate und hat überhaupt nur Berechtigung, wenn alle Läsionen, welche Beeinflussungen bezüglich Störungen der zu localisirenden Function hervorriefen verzeichnet werden. An dem Orte der dichtesten Anhäufung darf man dann das gesuchte Rindenfeld vermuthen.

„Gänzlich ungerechtfertigt ist es, aus einigen, wenn auch sehr circumscribten Läsionen, welche von einem bestimmten Symptome begleitet wurden, das Rindenfeld zu construiren, ohne sich um die anderen Läsionen zu bekümmern, bei welchen dasselbe Symptom aufgetreten war.“

Die uns hier interessirenden Ergebnisse Hrn. Exner's sind kurz folgende. „Ein absolutes Rindenfeld“ des Gesichtssinnes „ist nicht vorhanden“. ¹⁾ Als Maximum der Intensität des Rindenfeldes für den Gesichtssinn ergiebt die procentische Methode: 67. Die Methode der procentischen Berechnung, sowie die der positiven Fälle, ergeben aber übereinstimmend das Resultat, dass das Rindenfeld des Auges im Occipitallappen und der intensivste Theil desselben am oberen Ende des Gyrus occipitalis prim. zu suchen ist. „Die Fälle, aus denen dies

¹⁾ L. c. S. 60.

erschlossen ist, sind zwar nicht zahlreich, doch sind sie in so guter Übereinstimmung, dass das Resultat als gesichert betrachtet werden kann.“

Noch ist zu bemerken, dass auch im Winkel zwischen Sulcus praecentralis und Sulcus frontalis superior ein relatives Sehfeld von der mittleren Intensität 13 für die rechte, 18 für die linke Hemisphäre liegt, wie aus der procentischen Methode (a. a. O. S. 141—143) hervorgeht. Dasselbe liegt in den Feldern No.: 247—250; 262; 268; 274; welche einen zusammenhängenden Complex bilden.¹⁾

Die Sehstörungen, welche zur Beobachtung gelangen, werden eingetheilt in: a) Hemianopsieen, b) Gesichtshallucinationen, c) abnorme geistige Verwerthung noch bewusst werdender Gesichtseindrücke.

Wenn Exner, wie wir sehen, Localisator ist, so hat er sich doch von gewissen schwerwiegendsten Vorurtheilen der orthodoxen Localisation frei gemacht, wie er ja überhaupt der von ihm gewählten exacten Untersuchungsmethode entsprechend „so voraussetzungslos als möglich“ vorging. So theilt er nicht „die fast allgemein als selbstverständlich betrachtete Anschauung, dass die einzelnen Rindenfelder nicht ineinander übergreifen, dass jedes derselben mit scharfer Grenze an ein benachbartes anstösst; er theilt vor Allem nicht die Voraussetzung, „dass die Verletzung eines Rindenfeldes **immer** das betreffende Symptom hervorrufen muss,“ sondern er zeigt, „dass die Aufstellung der relativen Rindenfelder eine durch die Thatsachen erforderte Nothwendigkeit ist. Endlich auch hat er sich frei gemacht von der vorgefassten Meinung, „dass die „Centren“ auf den Hemisphären beider Seiten gleich sind.“ Seine Stellung als Localisator über-

¹⁾ L. c. Taf. I, Fig. B.

haupt vertheidigt aber Exner, indem er sich auf die Reinheit seiner Methode subjectivem Ermessen gegenüber beruft und schliesst mit den Worten: „Ich werde erst dann glauben, dass die verschiedenen Rindenbezirke gleichwerthig sind, wenn die gleiche Bearbeitung einer in gleicher Weise zu Stande gekommenen Sammlung ein absolutes Rindenfeld der oberen Extremität an der unteren Fläche des Sphenoidalappens, das Rindenfeld des Hypoglossus im Occipitallappen und des Auges im Stirnlappen ergeben wird.“

In einem soeben erschienenen Artikel: „Kritischer Bericht über die neueren physiologischen Untersuchungen, die Grosshirnrinde betreffend“ (Biolog. Cbl. Bd. V. No. 1 u. 2) erkennt Hr. Exner an, dass Goltz' „Widerstand gegen die Localisationslehre, nicht gegen deren Princip gerichtet ist, sondern gegen die Art, wie sie insbesondere von Ferrier und Munk ausgeführt wurde.“ Vor Allem aber hebt Exner hervor, wie Goltz' „zahlreiche Versuche ihn gelehrt haben, dass man grosse Antheile der Gehirnrinde entfernen kann, in welchen mehrere der Territorien der genannten beiden Forscher gelegen waren, ohne dass die Symptome aufgetreten wären, welche nach den genannten Territorialeintheilungen erwartet werden müssten.“ Die Goltz'schen Befunde, sagt Exner, seien „so erhärtet, dass sie wohl binnen kurzem allgemein anerkannt sein dürften.“

Es kann auch nicht im Entferntesten in unserer Absicht liegen, hier des Genaueren alle die bisher bekannt gewordenen Fälle von Hinterhauptslappenerkrankung mit Hemianopsie zu besprechen, vielmehr wollen und dürfen wir für unsere Zwecke diesen Gegenstand mit den Worten Marchand's als erledigt ansehen, mit welchen er seine Aufzählung derartiger Fälle ¹⁾ begleitet.

¹⁾ S. oben S. 107.

„Von besonderem Interesse in Bezug auf die Localisation des Sehvermögens im Grosshirn ist die genaue Bestimmung des Umfanges der Läsionen“ dieser Fälle. „Am wichtigsten werden natürlich diejenigen Fälle sein, bei denen die Läsion möglichst klein und scharf begrenzt war, indess sind diese gerade die seltensten, da es sich meist um Erweichungen durch Arteriosklerose oder Embolie grösserer Gefässstämme handelt, und zwar besonders bei denjenigen Läsionen, welche die Rinde betreffen.“¹⁾

„Wo die Rinde nicht selbst zerstört ist, kann selbstverständlich ein Herd in der Marksubstanz dieser Gegend denselben Effect hervorrufen“ . . . „Am reinsten ist die Läsion des Hinterhauptslappens in dem Falle von Baumgarten ausgesprochen, in welchem sich ausschliesslich eine Erweichung jener drei Windungen und eine wallnussgrosse Cyste unmittelbar darunter vorfand.“ „Ist die Gesamtzahl der Empfindungszellen dieses Gebietes zerstört, so wird daraus eine totale und vollständige Hemianopsie hervorgehen; ist die Zerstörung weniger vollständig, so kann man sich vorstellen, dass die Sehstörung weniger vollständig ist. Ob aber die einzelnen Stellen dieses Gebietes auch mit bestimmten Abschnitten der Retina correspondiren, wie Munk dies für den Hund wahrscheinlich zu machen sucht, lässt sich aus den vorliegenden Beobachtungen am Menschen nicht beurtheilen.“

¹⁾ A. a. O. S. 86.

Achtes Capitel.

Rückblicke und Ausblicke.

Sowohl aus den experimentellen, als auch aus den pathologischen Beobachtungen der übrigen Forscher folgte, wie wir gesehen haben, im Widerspruche mit der Munk'schen Lehre:

1) dass die oberflächliche Schicht der Hinterhauptslappen, wenngleich den vorzüglichsten, so doch nicht den einzigen Angriffspunkt positiver Läsionen in der Rinde für das Sehvermögen abgiebt;

2) dass absolute und andauernde Blindheit nicht nothwendig mit der Zerstörung gerade der Rinde der Hinterhauptslappen verbunden ist.

Vor Allem aber wurde weder durch die experimentellen noch durch die pathologischen Erfahrungen nachgewiesen, dass die Occipitalrinde, oder auch nur die Grosshirnrinde überhaupt, als der einzige Sitz der Sehfunction zu gelten hat, wenn wir unter „Sehfunction“ den Gesamtcomplex aller Folgewirkungen verstehen, die den Einwirkungen des Lichtes auf die Retina zugeordnet sind.

Die Energie, welche das Auge in Form von Strahlung aufnimmt, wird eben nach verschiedenen Enden hin dispergirt und in verschiedener Weise aufgespeichert und umgesetzt. Sehen wir auch ab von den vegetativen, Athmung und Herzbewegung betreffenden, optischen Nutzwirkungen,¹⁾ und sondern wir auch die Schutz- und Anpassungswirkungen

¹⁾ S. oben Cap. I u. II.

(Accommodation, Einstellung u. s. w.) für den Sehapparat aus, so bleiben, wie die Erfahrung lehrt, neben den eigentlichen optischen Eindrücken, die als Gesichtsbilder zum Bewusstsein gelangen, und die in Verbindung mit zahllosen feinen und feinsten Associationen das Sehen im engeren Sinne ausmachen, doch noch unbewusst oder halbbewusst vor sich gehende Reactionen auf Retinaeindrücke in Form zweckmässiger Reflexe auf die Bewegungsorgane übrig, Reactionen, die ihrem Zustandekommen gemäss ebenfalls zu den „centralen Vorgängen des Gesichtssinnes“ gehören. Von diesen Reactionen kann aber keinesweges von vornherein mit Bestimmtheit behauptet werden, dass sie stets nur unter Mitwirkung des Grosshirnes verlaufen: vielmehr erscheinen sie uns von vornherein, insofern sie unbewusst bleiben, als solche Vorgänge, welche auch ohne Grosshirn zu Stande kommen.

Auf die Frage, inwieweit zweckmässige sensomotorische Reflexe erst durch Erziehung und Übung erlangt oder von vornherein schon im Organismus des Menschen und der verschiedenen Thiere mechanisch verrechnet und vorgesehen, bezüglich vererbbar sind, können wir hier nicht näher eingehen.¹⁾

Dass solche zweckmässigen Reactionen aber wirklich und zwar in grosser Anzahl vorhanden sind, und dass solche auch durch bewusste Übung erworben und zu halb bewusst oder unbewusst verlaufenden Vorgängen, zu zweckmässigen Reflexen umgewandelt werden können, steht nach unserer alltäglichen, eigenen Erfahrung ausser allem Zweifel.

¹⁾ Lotze (Götting. gel. Anz. 1853) hat zuerst, worauf Goltz (1869, s. oben S. 101) aufmerksam macht, „eingehend den Satz begründet, dass durch Übung Reflexmechanismen erworben werden können.“

Hr. Goltz selber hat das Vermögen des grosshirnlosen Frosches, die ihm gelassenen Muskelkräfte zur Erreichung gewisser Ziele höchst zweckmässig zu verwerthen, „centrales Anpassungsvermögen“ genannt.

„Alle Ausübung der schönen Künste,“ sagt Hr. E. du Bois-Reymond¹⁾ „alle Handfertigkeiten, die feineren und feinsten, wie die gröberen alltäglichen, beruhen schliesslich auf nichts Anderem als auf einer allmählig mehr oder minder unbewusst verlaufenden Thätigkeit des Centralnervensystems, auf durch Übung erworbenen Verkettungen der Actionen der Ganglienzellen, auf Nervengymnastik.“

„Wer,“ fragt Goltz (a. a. O. S. 89), „vermag durch Selbstbeobachtung eine scharfe Scheidewand zu ziehen zwischen den durch Übung erworbenen Reflexbewegungen und den echten willkürlichen?“ „Wenn ich Jemand auf der Strasse begegne, und er zieht vor mir den Hut, so erwidere ich seinen Gruss, bevor ich Zeit habe, ihn als Bekannten zu erkennen. Der erworbene Reflexmechanismus arbeitet schneller, als die von der Willkür abhängige Handlung. Wie allmählig entsteht aber hier der Reflexmechanismus in Folge der oft wiederholten willkürlichen Handlung? Wie nahe sich Reflexact und willkürliche Handlung stehen, dafür noch ein anderes Beispiel: Wenn zwei Schmiede an einem Ambos hämmern, so ist der erste Hammerschlag, den ein jeder führt, gewiss ein willkürlicher Act, aber die folgenden nehmen alsbald den Charakter der Reflexbewegung an. Sie hämmern im Takt. Jeder wartet auf den Schlag des Andern bis er selbst zuschlägt. So bilden Gehörs- und Gesichtswahrnehmung, hervorgebracht durch den Hammerschlag, den Reiz zur Wiederholung des Bewegungsactes.“

„Das Auge,“ sagt E. v. Hartmann, „schützt nicht nur sich selbst reflectiv vor Verletzungen, welche es herannahen sieht, durch Schliessen, Ausbiegen des Kopfes und des Körpers, oder Vorhalten des Armes, sondern es schützt auch andere bedrohte Körpertheile auf dieselbe Weise, ja sogar andere Dinge; z. B. wenn ein Glas von dem Tische herunterfällt, vor dem man sitzt, so ist das plötzliche Zugreifen gerade so gut Reflexbewegung, wie das Ausbiegen des Kopfes vor einem heranfliegenden Stein, oder das Pariren der Hiebe beim Fechten; denn im einen wie im anderen Falle würde der Entschluss nach bewusster Überlegung viel zu spät kommen.“

„Sogar Vorlesen und Clavierspielen nach Noten können, wenn das Bewusstsein anderweitig beschäftigt ist oder schläft, als blosse Reflexbewegungen der Gefühlseindrücke vorgenommen werden . . . Dass man das Lesen oder vom Blattspielen oft völlig bewusstlos und ohne die geringste nachherige Erinnerung des Inhalts fortsetzt, wenn das Bewusstsein in anderweitige fesselnde Gedanken ausschweift, kann jeder an sich selbst beobachten.“

Selbst an Thieren, welche nur noch die *Medulla oblongata*

¹⁾ In der Rede: „Über die Übung.“ 1881.

besitzen, und an tief schlafenden Menschen und Thieren, lassen sich, wie namentlich Hr. Pflüger gezeigt hat, zweckmässige veränderliche Reflexe nachweisen.¹⁾ Kommen nun gar Beobachtungen an des Grosshirnes beraubten Thieren hinzu, wie solche Hr. Goltz an Fröschen und ich (s. o. Cap. I u. II) an Kaninchen gemacht haben, wobei sichtlich von den grosshirnlosen Thieren Hindernisse auch ohne Berührung vermieden und überwunden wurden, so werden wir keinen Anstand nehmen, zweckmässige optische Abwehr- und Anpassungs-Reflexe, so lange zuzulassen, als noch die ersten Endstationen des Sehorganes, die primären Opticus-centren in den subcorticalen Ganglien, intact sind. Mögen immerhin die mit Bewusstsein und Zweckmässigkeit höheren Grades verknüpften Vorgänge im Grosshirn allein stattfinden, mag mit der Ausschaltung des Grosshirnes, bezüglich seiner Rinde, eine noch so grosse Associationsarmuth für optische Eindrücke eingetreten, mag das Erkennen der Gesichts-Eindrücke auf ein Minimum gesunken sein, gewisse optische Reflexe auf die Bewegungsmechanismen, wodurch die Handlungen und Bewegungen der Thiere zweckmässig beeinflusst werden, können nach Ausschaltung des Grosshirnes bestehen und sich kund geben. Das ist unsere Anschauung; sie stützt sich auf Beobachtungen, welche ohne dieselbe unerklärlich erscheinen, und wir wollen und dürfen sie daher festhalten. Mit ihr nehmen wir keinen verlorenen Posten unter den Forschern ein, wie u. A. schon daraus hervorgeht, dass der grössten unter den Hirnforschern einer, Hr. Meynert, soeben noch ausdrücklich diese Anschauung kund gegeben hat.

Hr. Meynert äussert sich (in seiner Psychiatrie, 1884, S. 185; 186; 189; 190) folgendermaassen:

„Kein Ganglion hat eine gleich allseitige und allseitig mächtige Ver-

¹⁾ Pflüger: Die sensor. Funct. des Rückenmarks 1853. S. auch oben S. 18 und Volkmann in Wagner's Hdwch. II. S. 545.

bindung mit der Hirnrinde, als der *Thalamus opticus* so dass der oberflächliche Anschein ihm die Verbindung mit dem gesammten Stabkranze beimessen liesse. Weil die mit dem Sehhügel verbundenen ausgedehnten Gebiete der Rinde fast allen Functionsinhalt der Rinde in sich schliessen müssen, so muss man daran denken, dass auch der Functionsinhalt des Thalamus ein sehr vielfacher sei. Das Thier, welches noch den Thalamus besitzt, hat eigentlich an Leistung nichts eingebüsst, ausgenommen die centrifugalen Impulse durch Erinnerungsbilder. So ist die Wahrscheinlichkeit, dass im Thalamus und Vierhügel alle Formen der Sensibilität repräsentirt seien, eine sehr hohe. Dies beweist schon die allseitige Einwirkung von Sinneseindrücken auf Bewegungserfolge, die bei erhaltenem Thalamus noch stattfindet. Vor Allem muss die Projection der Retina im Sehhügel anerkannt werden, und wie aus den von Nothnagel angeführten pathologischen Ergebnissen hervorgeht, verbinden sich Störungen des Gesichtssinnes mit den Läsionen des hinteren Sehhügelabschnittes, was vollkommen mit den anatomischen Thatsachen übereinstimmt. Nur wenn der Sehhügel noch erhalten ist, weichen nach Renzi die Thiere Hindernissen aus und verhalten sich Vögel, in die Luft geworfen, so, als könnten sie die Distanz und Richtung des Bodens, auf den sie zurückkommen, mit den Blicken messen. Im Besitze des Thalamus kriechen sie durch eine Spalte in einem vor ihnen gelegenen Hindernisse hindurch, was schon Magendie beobachtete¹⁾, oder springen, wie dies Goltz bei Fröschen bemerkte, an einem vor ihnen stehenden Hindernisse, wenn sie zur Flucht gereizt werden, vorbei.“

„Dass der Thalamus einen Mechanismus höheren Ranges für Reflexe darstellt, die so viel vom Anscheine des Psychischen haben, dass Goltz der Ausdruck Reflexe nicht genügend erschien, sondern von ihm für die complexen Leistungen solcher im Gehirne höher gelegener physiologischer Mechanismen der Ausdruck „Anpassungsvermögen“ gewählt wurde, muss in's Auge gefasst werden, um den Feinheiten der Thatsachen nicht gar zu grosse Einfachheit der Auffassung entgegen zu bringen.“

„Wir müssen im Zwischen- und Mittelhirn nach einer Richtung die subcorticalen Sinnescentren suchen, welche zugleich alle möglichen Bewegungsformen oberster Ordnung durch ihre Eindrücke, beispielsweise durch Retinabild und Hautempfindung zur Vollendung bringen. In dem Regulativ, welches den Bewegungsformen hier durch die Retinaeindrücke anhaftet, muss man aber auch schon eine Anbahnung räumlicher Gesichtseindrücke

¹⁾ Vgl. auch meine Beobachtungen oben S. 25.

erblicken, wenngleich für das Vorderhirnbewusstsein dieselben erst durch das Associationsspiel sich gestalten.“

Und endlich sogar citirt Hr. Meynert, wie auch ich es that, (s. oben S. 29¹⁾), den Ausspruch Hrn. Eckhard's aus dem Jahre 1879:

„Alle Erfahrungen machen es wahrscheinlich, dass in den Sehhügeln die Gesichtswahrnehmungen zu einer gewissen Vollendung gebracht werden.“

Dadurch, dass nicht die Hinterhauptsrinde allein als einziger Sitz der Sehfunction zu gelten hat, erscheinen die von dort aus zu erhaltenden Sehstörungen nicht minder verständlich. Wenn die Rinde am Hinterhauptsappen, in der Nähe des dichtesten Zuges der Gratiolet-Meynert'schen Fasern, verletzt oder abgetragen wird, so werden — unter Voraussetzung des doppelsinnigen Leitungsvermögens für die fremden, nicht functionellen Reize — durch diese Fasern stärkere Innervationsströme nach den subcorticalen Sehcentren hin absteigen als bei entfernteren, gleichgrossen Abtragungen, welche nur die zerstreuten Ausläufer oder Associationsfasern treffen. Im abklingenden Reize des Schnittes, der Läsion, werden andererseits für die nämliche Rindenzone grössere Erregungen stattfinden und rindenabwärts sich fortpflanzen bei grösserer als bei kleinerer Ausdehnung der Läsion. Ferner kann man sich recht gut vorstellen, dass unter sonst gleichen Umständen eine Zerstörung durch Kauterisation nachhaltiger werde wirken können, als ein scharfer Schnitt.²⁾

Soweit also die Gratiolet-Meynert'schen Fasern im normalen Zustande rindenwärts aufsteigende functionelle Erregungen zu leiten haben, soweit sie höheren optischen Verrichtungen dienen, werden, und das ist das zu Betonende, nach der Rindenläsion zwei entgegengesetzt verlaufende Erregungsströme vorhanden sein, ein normaler, functioneller und ein, so-

¹⁾ Auf S. 29 letzte Z. lies: „darüber.“

²⁾ So erklären sich wohl gewisse Widersprüche, wie solche z. B. in Hrn. Loeb's und Hrn. Moeli's Befunden vorhanden zu sein scheinen. (S. oben S. 156 f.)

wohl der Richtung, wie wegen des heterogenen Reizes auch dem zeitlichen Verlaufe nach, abnormer. Letzterer Strom wird überdies unausgesetzt während der Dauer der experimentell oder pathologisch an der Grosshirnoberfläche gesetzten Reizung bestehen, auch wird er bei ausgedehnteren pathologischen Prozessen besonders andauernd und ergiebig fliessen.

So kommt es wohl im Widerstreit der Innervationen zu einer Art von totaler Interferenz derselben in den subcorticalen Ganglien, mehr noch, zu einem Überwiegen der abnormen, nach den subcorticalen Ganglien hin absteigenden Innervation. Die normale Function dieser Ganglien wird danach beeinträchtigt oder auch gänzlich aufgehoben, oder endlich völlig pervers: es treten Sehstörungen in Form von Amblyopie oder Amaurose, bezüglich Hemiambyopie oder Hemianopsie auf.

Je nach dem Grade und der Dauer der Störung werden die subcorticalen Ganglien zur normalen Function zurückkehren können oder nicht können. Als Sitze periodischer Innervation, als Angriffspunkte oscillirender, adäquater Reize werden dieselben gegen eine zeitweise Aufhebung der normalen durch eine perverse Erregung besonders empfindlich sein: sie werden nach einer einmal gesetzten, länger andauernden Störung ihrer Periodik, ähnlich etwa wie die Ganglien der Athmungscentren schon nach kürzerer Unterbrechung, schwieriger wieder „einzuläuten“ sein, und schliesslich nicht nur functionell, sondern auch, wie v. Monakow es fand, anatomisch sichtbar degeneriren. Nach dem functionellen Absterben der subcorticalen Ganglienzellen und nach dem Erlöschen des an der Oberfläche der Hemisphäre gesetzten Reizes werden schliesslich auch die betreffenden Leitungsbahnen, die Gratiolet-Meynert'schen Fasern atrophiren.

Dass nach Entfernung der Grosshirnhemisphären durch den äquilibrirenden Schnitt¹⁾ die Thiere auch noch insoweit

¹⁾ S. oben Cap. IV, § IV.

sehen können, als sie bei ihren Bewegungen optische Eindrücke zweckmässig reflectorisch verwerthen, darf uns um so weniger verwundern, als die ersten Endstationen der optischen Bahnen zunächst und unmittelbar nach der Operation gar nicht, weder von übergrossen, noch von perversen Erregungen betroffen werden, jene Endstationen, von denen aus nicht nur dem Grosshirn, sondern, nach meinen Erfahrungen und Auffassungen, auch den übrigen Hirnthteilen und der Medulla Erregungen übermittelt werden. Nach wie vor erhalten dieselben von der Retina her normale Erregungen und geben sie an solche andere Hirnthteile weiter, so dass eine sie blendende „Stauung der Innervationsenergie“ in ihnen nicht einzutreten braucht; wenn auch das eine gute Nebenschliessung bildende Grosshirn ausgeschaltet ist, so giebt es noch der Aufnahmestellen für die von der Retina her anlangenden Erregungen genug, nur lässt die Forträumung der guten Nebenschliessung das Resthirn für Sinnes-Eindrücke in Bezug auf die noch möglichen Reactionen erregbarer erscheinen. Die Endstationen aber für die von der Trennungsfläche ausgehenden abnorm gerichteten Innervationen sind von den erstgenannten Endstationen in Etwas getrennt. Wenigstens gestatten die v. Monakow'schen Ergebnisse solche Auffassung.

Wenn nun aber auch zunächst nach Anlegung des äquilibrirenden Schnittes diese Befunde statthaben, so werden die sich in der Folge entwickelnden Störungen, namentlich die Entzündungszustände, doch allmählig auch die primären Endstationen befallen und so wirklich totale und dauernde Blindheit erzeugen können. Sehprüfungen sind daher möglichst bald nach der Enthirnung und an gut operirten, nicht erschöpften Thieren anzustellen, soll man, wie ich, Erhaltensein des Sehvermögens, nicht aber, wie Hr. Munk, Blindheit finden.

Beilagen.

Tafeln zum Ersten Capitel.

In sämtlichen Curven steigt die Inspiration in Richtung eines von Unten nach Oben zeigenden Pfeiles. Als Schreiber diente meist ein Rosenthal'scher Phrenograph, doch wurden auch die hauptsächlichsten der übrigen bekannten Verfahren zur Gewinnung und Prüfung der Befunde herangezogen. Ein für unsere Darstellung zu berücksichtigender Unterschied der Athemcurven ergab sich bei Anwendung der verschiedenen Aufnahmeverfahren nicht. Übrigens wurde auch, wo es anging, die Ocularinspection zu Rathe gezogen.

Die Einzeichnungen geschahen in berusstes Glanzpapier, welches auf den Cylinder eines Ludwig'schen Kymographion gespannt war.

Von der sehr grossen, im Laufe eines Jahres (1. März 1880 bis Februar 1881) gewonnenen Anzahl von Tafeln können hier nur einige Proben und zwar in Buchdruck nach photographischem Facsimile vorgeführt werden.

Tafel I.

Die Figuren 1—4 zeigen den Einfluss der electrischen Reizung auf das Inspirationscentrum des dritten Ventrikels eines Kaninchens, welches des Grosshirnes beraubt im Übrigen aber intact, namentlich nicht narkotisirt oder durch Blutverlust geschwächt ist. (E. du Bois-Reymond's Schlitten-inductorium, v. Helmholtz'sche Anordnung, 60 bis 100 mm. Rollenabstand, fünf Eisenbündel). Bemerkenswerth erscheinen auch noch die secundären inspiratorischen Wirkungen, welche sich bald nach Aufhören der Reizung zeigen, sowie die activen Expirationen, welche compensatorisch auftreten können.

Figur 5 zeigt das Nämliche, Reizung des Centrums im dritten Ventrikel für ein enthirntes aber durch Chloralhydrat narkotisirtes Kaninchen.

Figur 6 bringt die respiratorischen Folgen der (rechten) Trigemiusdurchschneidung (an der Basis cranii) eines zwei Stunden vorher bis zu den Sehhügeln hin enthirnten Thieres zur Anschauung. Bei * erfolgt der Schnitt, und Σ bedeutet einen der charakteristischen, von einem eigenthümlichen inspiratorischen Schrei begleiteten Gipfel, (s. oben S. 7).

Tafel II.

In Figur 1 wird erst das Inspirationscentrum des dritten Ventrikels, sodann das Expirationscentrum am Aquaeductus Sylvii gereizt (s. oben S. 7 ff.).

Die Figuren 2 und 3 führen die Folgen der Reizung des letzteren Centrums allein, nach Entfernung auch der Sehhügel, vor.

In Figur 3 wird die Umgebung des Expirationscentrums und zuletzt dessen allernächste Nähe gereizt.

Figur 4 zeigt besonders schön, wie nach Reizung des Inspirationscentrums des dritten Ventrikels ein länger andauernder compensatorischer Stillstand der Respiration stattfinden kann.

Figur 5 endlich lässt den Einfluss erkennen, welchen die locale Beibringung von etwa einem Milligr. Strychnin in Substanz in den III. Ventrikel eines enthirnten Thieres auf die Athmungscentren im Mittelhirn hat. Ein ungewöhnlich heftiger und lang andauernder Inspirationstetanus beantwortet die leiseste Erregung des inspiratorischen Centrums; aber auch von der Gegend des Expirationscentrums her gewinnt man auf Reiz nur inspiratorische Erfolge, wie die obere Curve zeigt, in welcher (bei * *) das Expirationscentrum am Aquaeductus Sylvii gereizt wurde.

Zusätze.

(Zu Seite 4.) An Stelle der im Centralblatt in Aussicht gestellten näheren Mittheilung in du Bois-Reymond's Archiv erschien die im ersten Capitel oben wiedergegebene Abhandlung.

(Zu Seite 28, Anmerkung.) In dem Abdrucke der Berichte der physiologischen Gesellschaft fehlen die Worte: „leises Geräusch, nämlich.“

(Zu Seite 42.) Die genannte Abhandlung wurde von dem Referenten meiner Arbeit in Hrn. Paul Börner's „Deutscher klinischer Wochenschrift“ (1881, No. 21) in Aussicht gestellt.

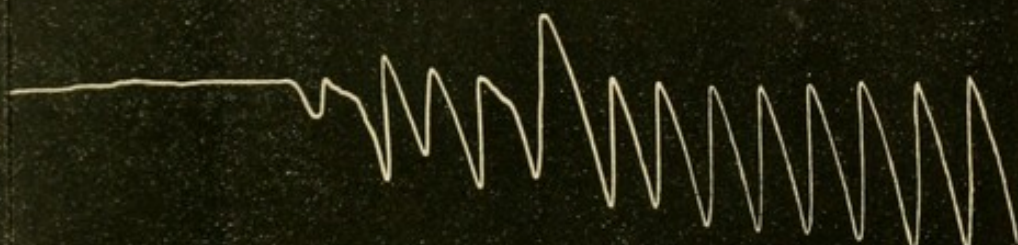
Eine ausführlichere Besprechung der Forschungen über die Beziehungen des Gehirnes zur Athmung, und auch meiner diesbezüglichen Befunde, hat Hr. Danilewsky, welcher selber auf diesem Gebiet schöne Erfolge erzielte, im „Biologischen Centralblatt“ Bd. II, No. 22 gegeben.

(Zu Seite 65 f., Anmerkung.) Streiche „s. unten Cap. VI.“

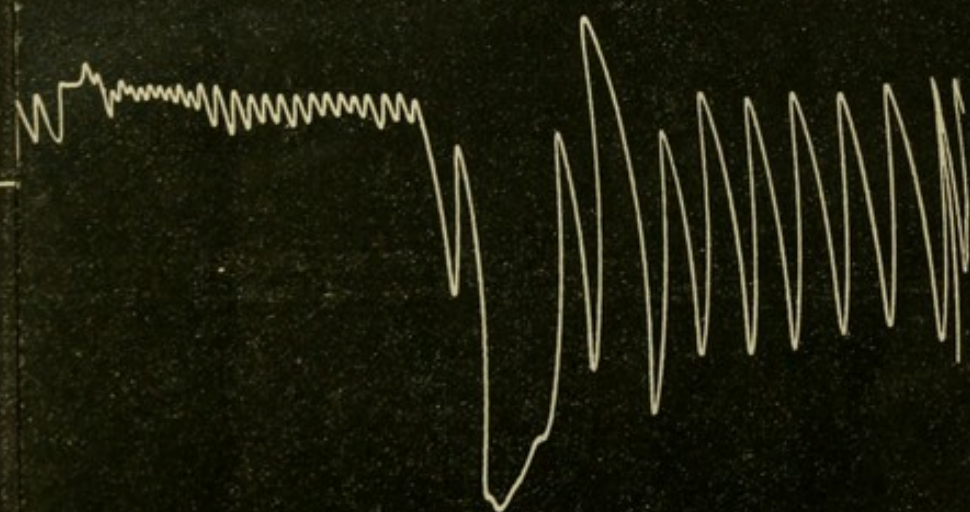


1

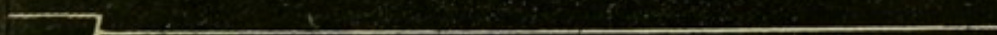
2



3

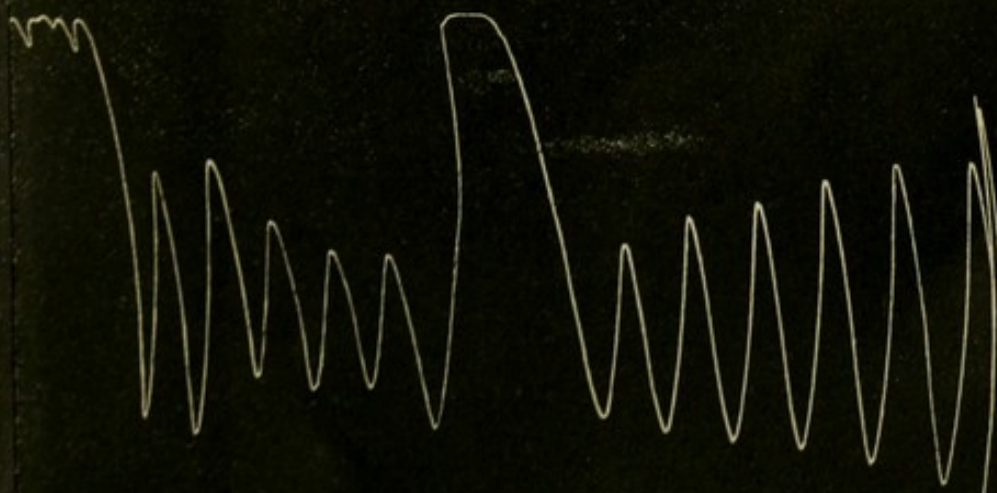


5

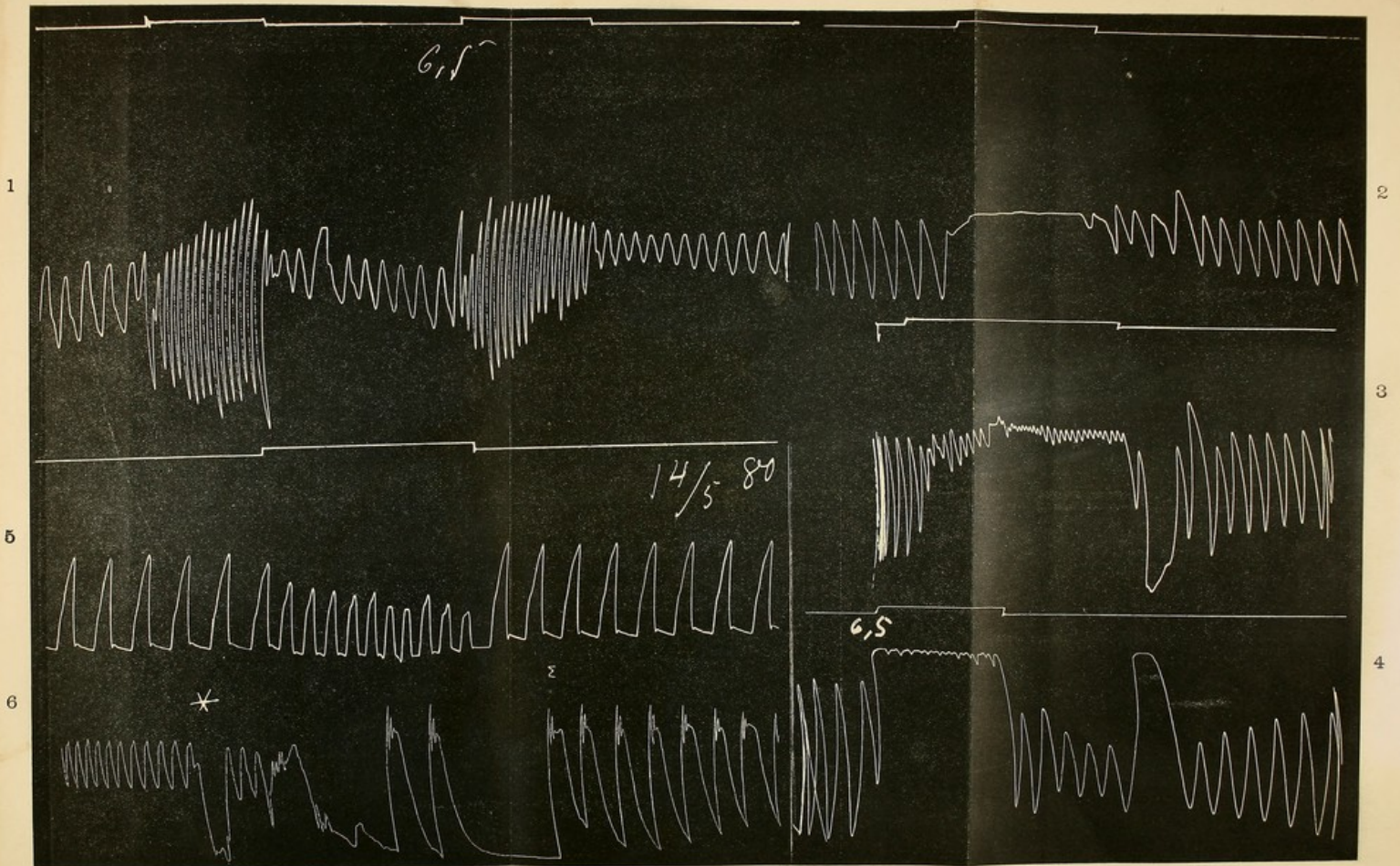


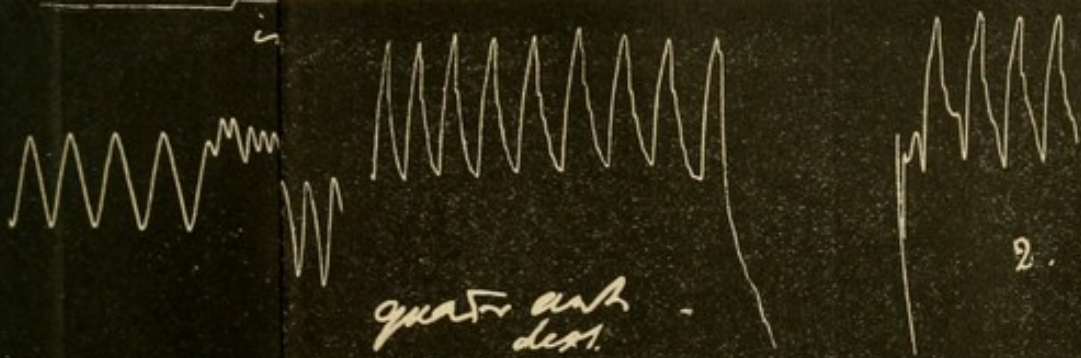
4

6



Tafel I.

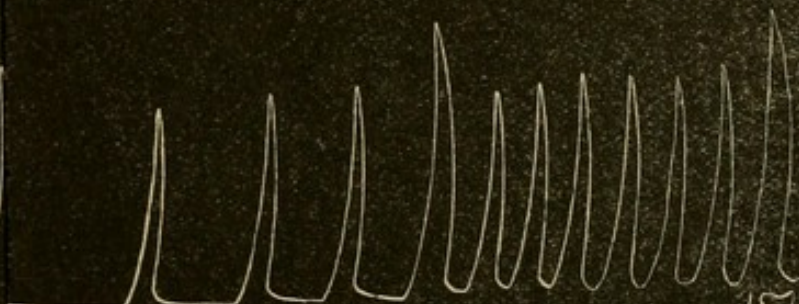




quasi arb.
dest.

slit

4



15/281

*

**
no C in eq. Sylabi



5b

**



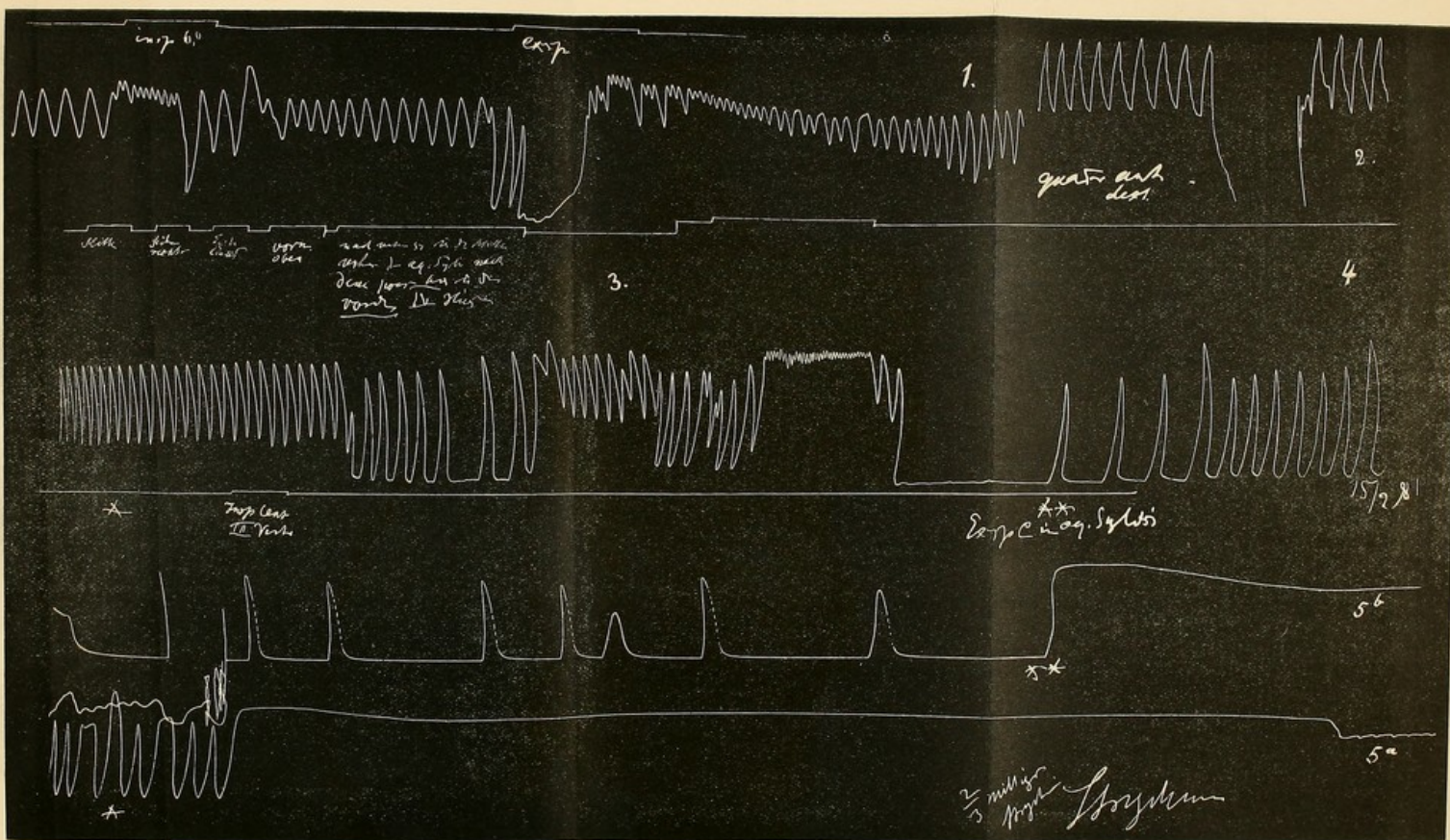
*

milli-
seconds

Loyd

5a

Tafel II.









Date Due

Annex



QP385

C46

Anne

Christiani

~~Zur physiologie des gehirnes.~~

ON PERSONAL RESERVE SHELF

11.18

ON PERSONAL RESERVE SHELF

FOR DR. I Loewenfeld till 9/23

OCT 4 1965

Loewenfeld

Annex
Annex

