

Greifswalder Universitätsreden

13

Bauplan und Verrichtungen der Großhirnrinde des Menschen

Rede

gehalten bei der Übernahme des Rektorats
am 15. Mai 1924

von

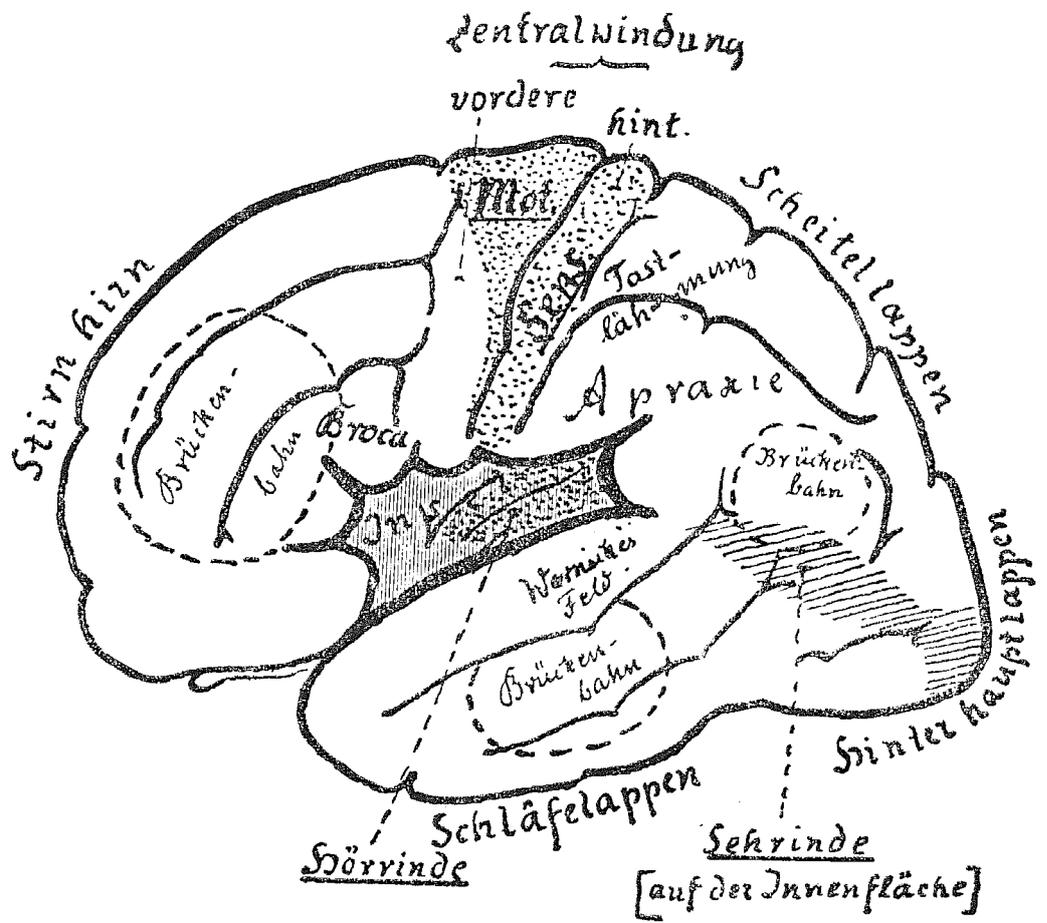
Dr. Paul Schröder

o. ö. Professor der Psychiatrie und Neurologie



1924

Verlag Ratsbuchhandlung L. Bamberg
Greifswald





Die letzten 50 bis 60 Jahre haben uns in einem glänzenden Aufschwung, anfangs langsam, zuletzt in raschem Tempo unerwartet reiche Kenntnisse über den Bau und die Leistungen des Gehirns gegeben. Im Vordergrund des Interesses stand und steht immer noch, sobald es sich dabei um allgemeine Fragestellungen handelt, die Großhirnrinde, wenn auch neuerdings wieder die „tieferen“ Teile des Gehirns eine größere Rolle zu spielen beginnen.

Gleich bei den ersten klinisch-anatomischen und experimentell-physiologischen Feststellungen wurde in die Erörterungen das psychologische Element der Bewertung hereingetragen und es hat sich seitdem fest darin eingemistet.

Zunächst festgestellt wurden in der Großhirnrinde Stellen, welche in enger Verbindung mit den Sinnesorganen für das Sehen, Hören, Fühlen stehen, und ein weiteres Feld, welches entsprechende Verknüpfungen mit der gesamten willkürlichen Muskulatur des Körpers hat; für die chemischen Sinne des Riechens und Schmeckens kennen wir auch heute noch ihre Rindenzentren im Gehirn nur sehr ungenau.

Zweitens haben wir in der Rinde Stellen kennen gelernt, deren Vernichtung oder Ausschaltung Störungen setzt, welche nach dem fachwissenschaftlichen Sprachgebrauch „Seelen“-blindheit, Seelentaubheit, Tastblindheit usw. heißen; es kann durch Hirnrindenherde allein gestört werden das Vermögen: Gegenstände, Personen usw. durch Sehen wiederzuerkennen bei gutem oder ausreichendem Sehvermögen; Gegenstände durch Tasten zu erkennen bei gutem Gefühl; die gebrauchsfähigen Sprachwerkzeuge zum Sprechen zu benutzen; die Worte grammatikalisch zusammenzufügen; gesprochene oder geschriebene Worte zu verstehen trotz nachweislich guten Gehörs und Gesichts; zweckmäßig zu handeln bei nicht gelähmten Gliedern; und einiges andere mehr.

Aus diesen Feststellungen am Krankenbett, bei der anatomischen Untersuchung des Gehirns und auf dem Operationstisch erwuchs die Zentrenlehre für das Gehirn. Nach ihr besteht die Hirnrinde aus einer Reihe von verschiedenen selbständigen, untereinander in bestimmter Weise verknüpften Gebieten, in deren jedem besondere nervöse und seelische Leistungen vor sich gehen und durch festgelegte Nervenfaserverknüpfungen weitergeleitet werden.

Schon für *Munk*, einen der ersten der großen Bahnbrecher auf dem Gebiet der experimentellen Physiologie des Gehirns, waren die Sehrindengebiete des Hirnmantels einmal der alleinige Ort, an welchem die Gesichtswahrnehmungen statthaben, sie enthielten aber zweitens nach ihm auch Gewebselemente, deren Erregung optische Vorstellungen erzeugt, und in denen zugleich die Erinnerungsbilder früherer Gesichtswahrnehmungen festgehalten werden.

Diese Anschauungen sind im einzelnen später vielfach abgeändert und ausgebaut worden, aber sie kehren dem Wesen nach in den Lehren vieler Hirnanatomen und Hirnpathologen immer wieder und sind von da aus in weite Kreise eingedrungen. Die Schulpsychologie mit ihrem Schema der intellektuellen Leistungen ist in den gesuchten Aufbauplan des Gehirns gewissermaßen hineinprojiziert worden. Im Aufbau unseres Geistes spiegelt sich klar und deutlich die Architektonik unseres Gehirns wieder, heißt es bei *Flehsig*.

War man nach den anfänglichen Feststellungen namentlich beim Tier mehr geneigt anzunehmen, daß sich die ganze Hirnoberfläche auch beim Menschen als ein Nebeneinander von lauter „Sinneszentren“ herausstellen werde, so kam bald die anatomisch und klinisch besser begründete Lehre von *Flehsig* immer mehr zum Siege, nach welcher nur ein kleinerer Teil der Hirnoberfläche als Sinneszentren mit direkten Zuleitungen aus den primären Endstätten der

Sinnesnerven angesehen werden darf, während der größere Rest solche Faserbündel. Projektionsfasersysteme genannt, nicht hat, vielmehr lediglich Verknüpfungen von Rindenstelle zu Rindenstelle.

Aber auch für *Flechtsig* sind seine anatomisch abgegrenzten Sinnesfelder die Organe der Raum- und Zeitanschauung beim Menschen. während es die Tätigkeit der großen „Assoziationsfelder“ zwischen den Sinnesgebieten ist, die Erregungszustände der verschiedenen Sinnesfelder zu verknüpfen, woraus sich einerseits das ergibt, was wir positives Wissen, phantastische Vorstellungstätigkeit, Geist nennen, andererseits aber wahrscheinlich noch eine Reihe von Komplexen entsteht, welche an dem Aufbau des Ich, des Charakters beteiligt sind.

Der bekannte und verdienstvolle schwedische Kliniker *Henschen* geht in dieser Verwertung von anatomisch-physiologischen Feststellungen für psychologische Schlußfolgerungen noch weiter; er zerlegt die drei großen Assoziationsfelder *Flechtsigs* in eine große Zahl von kleinen örtlichen Hirnzentren und hält z. B. für abgrenzbar oder für bereits abgegrenzt besondere Rindenstellen für musikalische Tontaubheit, Notenblindheit, Fähigkeit bestimmte Blasinstrumente zu spielen, für Reihenzählen, Ziffernhören, Ziffernschreiben usw.; auch nach *Henschen* lagern sich Vorstellungen und Erinnerungen an umschriebenen Rindenstellen ab, so daß z. B. die Gesichtserinnerungsbilder im rechten Hinterhauptslappen des Gehirns nach links und die des linken nach rechts in den Raum projiziert werden. Die Sinneszentren der älteren Autoren sind ihm nur Durchgangstationen, mit eigener Leistung nur insofern ausgestattet, als die Reize von den Sinnesorganen her hier transformiert werden und Raumqualität erhalten; erst in den nächst „höheren“ Rindenzentren werden die peripheren Reize zu bewußten Wahrnehmungen und dann dort als Gedächtnisbilder deponiert.

Der Einwand gegen alle solche Hypothesen und Lehren liegt auf der Hand und ist oft gemacht worden: ihre Grundlagen sind hirnpathologische Erfahrungen am Menschen (das Tierexperiment erlaubt so gut wie keine psychologischen Schlüsse). Diese aber lassen zunächst immer nur die eine negative Folgerung zu: ohne Vorhandensein der betreffenden Stellen im Gehirn sind die als fehlend beobachteten und gegebenenfalls als seelisch in Betracht kommenden Leistungen nicht möglich; sie beweisen aber nicht, daß die zerstörten Stellen der Sitz der durch den Ausfall negativ gekennzeichneten seelischen Funktionen sind, und auch der Nachweis, daß es sich überhaupt um seelische Ausfälle, nicht um physiologische Unmöglichkeiten auf Grund von Zerstörungen handelt, müßte erst noch im einzelnen erbracht werden.

Um zu allen solchen Fragen Stellung nehmen zu können, müssen wir uns zunächst erst einmal vergewissern, was wir denn tatsächlich vom Gehirn, von seinen Bauelementen und von seinem Bauplan wissen, und welche vollberechtigten, welche wahrscheinlichen Schlüsse auf die Hirnfunktionen wir aus diesen Kenntnissen ziehen dürfen. Dabei soll wieder ganz vorwiegend auf die Großhirnrinde Bezug genommen werden, welche nach der noch immer geltenden Auffassung zu allererst als Seelenorgan in Betracht kommt.

Dieser Glaube ist bekanntlich nichts weniger als sehr alt. Für *Aristoteles* war das Herz das Zentrum des Seelenlebens, hatte das Gehirn keine psychischen Funktionen. Diese Anschauung blieb herrschend trotz *Hippokrates* und *Galen*; sie beherrscht auch heute noch unsere Dichtersprache; das Gehirn ist ein unpoetisches Organ, das Herz ist poetisch. Viel später erst wurde das Gehirn das Seelenorgan, aber die Meinungen über seinen wichtigsten Teil in dieser Hinsicht haben immer gewechselt; für die einen war es die große

Markfasermasse unter der Rinde, für andere der Balken, das verlängerte Mark, das Rückenmark, die harte Hirnhaut, die Flüssigkeit in den Hirnkammern (s. Ausführliches darüber in dem lesenswerten Buch des ungarischen Arztes Dr. Béla Revécz „Geschichte des Seelenbegriffes und der Seelenlokalisation“ Ferd. Enke 1917).

Die graue Rinde, welche die Oberfläche beider Hirnhalbkugeln überzieht, hat eine durchschnittliche Dicke von 2,5 mm. Denkt man sie sich mit ihren vielen Furchen und Windungen ausgebreitet, so hat sie eine Oberflächenausdehnung von 222 600 qmm, gleich einem Quadrat von etwa 47 cm (*Henneberg*). Bei ihrem spezifischen Gewicht von etwa 1,03 beträgt ihre Masse etwa 550 ccm und ihr Gewicht etwas mehr als 1 Pfund. Die unter ihr liegende weiße Substanz des Gehirns besitzt annähernd die gleiche Masse.

Über die mikroskopischen Bausteine der Rinde und der darunter liegenden großen Fasermassen sind wir zu einem Teil ganz ausgezeichnet unterrichtet, zum andern Teil aber fehlt uns noch immer recht Wichtiges, das wir gerade für das Verständnis des inneren Bauzusammenhanges wissen möchten.

Sehen wir ab von den ernährenden und stützenden Gewebsbestandteilen, dann ist die graue Rinde zweifellos aufzufassen als ein unendlich kompliziertes, anatomisch erst zu einem kleinen Teil durchsehbares Gewirr von Fasern, Fäden und Fädchen, deren gröbere sich durchflechten, deren feinste vielleicht auch überall Verbindungen und Verschmelzungen miteinander eingehen. Es sind das die groben Nervenfasern teils mit, teils ohne Markhülle, sodann feine und feinste Nervenfibrillen und, vorläufig untrennbar damit gemischt, die Fortsätze von Nervenzellen.

Daß es sich bei allen diesen gestreckten, zum Teil recht langen Gewebsbestandteilen um Gebilde handelt, welche irgendwie dem Zweck der Leitung dienen und insofern mit der Funktion zu tun haben, haben wir allen Grund zu

glauben. Die langen Markfasern sehen wir zum größten Teil aus der Rinde in das darunter liegende Mark tauchen und irgendwo wieder an anderer Stelle in die Rinde eintreten. teils dicht daneben, teils weit oder sehr weit entfernt. Fasern, die den gleichen Weg auf längere Strecken nehmen, schließen sich zu Bündeln und Fasersystemen zusammen (Assoziationsfasern). Ihnen als Bauelement gleichwertig sind die Bündel und Systeme, die von tieferen grauen Massen des Gehirns und vom Rückenmark zur Rinde ziehen oder umgekehrt (Projektionsfasern).

Für die Verbindung eng benachbarter Elemente untereinander dient vermutlich das System der feinen Fibrillen und Nervenzellfortsätze, die in ihrer innigen Verflechtung auf dünnen Querschnitten der grauen Rinde ein ausgesprochen körniges Aussehen geben. Wieweit der Aktionsradius dieser feinen und feinsten Faserverknüpfungen ist, davon haben wir keine sichere Vorstellung. Durchaus möglich wäre, daß durch endlose Summation solcher kürzesten Verknüpfungen auch Verbindungen weit entfernter Rindengebiete erfolgen, gewissermaßen neben den Verknüpfungen durch lange Markfaserbahnen, dabei dauernd mit der Möglichkeit des Nebenschlusses nach allen Seiten. Das zu wissen, wäre recht wichtig, doch versagen unsere Kenntnisse hier ganz. Vielleicht sind wir mit unseren Vorstellungen vom Bauplan des Gehirns viel zu sehr auf die isolierten langen Bahnen eingestellt, die je zwei umschriebene Stellen der Rinde einsinnig verbinden.

Das zweite Bauelement der Hirnrinde wie jeden nervösen Graues sind die **Nervenzellen**, die, in großen Mengen, unvollkommen in Schichten und Reihen gesondert, der Hirnrinde ein charakteristisches Aussehen verleihen.

Diese Nervenzellen der Hirnrinde haben lange Zeit eine große Rolle in den Anschauungen vom seelischen Geschehen gespielt und spielen sie heute zum Teil noch. Galten die Rindenfelder insgesamt als Orte jeweils besonderer

psychischer Vorgänge, so wurden ihre Nervenzellen gewissermaßen, jede für sich, als ein selbständiges Mikrozentrum angesehen mit besonderer psychischer Betätigungsfähigkeit. Ihre Funktionssumme war dann gleichzusetzen dem seelischen Geschehen beim Menschen.

Aber gerade immer nur den Nervenzellen der Großhirnrinde hat man solche psychischen Funktionen zugeschrieben; man dachte nicht daran, das Gleiche für die sich uns in nichts unterscheidenden Nervenzellen der ganz analog gebauten grauen Massen des Rückenmarks, der Kleinhirnrinde, des Sehhügels usw. anzunehmen oder gelten zu lassen.

Der — weitverbreitete — Glaube an die enge Gebundenheit seelischen Geschehens an die Nervenzellen der Großhirnrinde steht auf sehr schwachen Füßen. Langsam ist es immer wahrscheinlicher geworden, daß die speziellen Leistungen der Nervenzellen aller grauen Massen vielleicht überhaupt nicht über das rein Nutritive (Ernährende) hinausgehen.

Ganz allgemein werden wir also die Hirnrinde als den Ort ansehen dürfen, welcher in gewaltigem Umfang Gelegenheit und Möglichkeit zu Verknüpfung von riesigen Mengen nervöser Fasern, Fibrillen, Nervenzellfortsätze, auf kurze, weitere und recht weite Strecken hin gibt. Die Hirnrinde ist aber nicht der einzige Ort solcher Verknüpfungsmöglichkeiten. Graue Massen von gleichem allgemeinen Bau weist das Zentralnervensystem in großer Reihe auf. Die Rinde des Großhirns ist entwicklungsgeschichtlich die jüngste dieser Zusammenfassungen, Zusammenballungen, sie stülpt sich gewissermaßen über die älteren und entnimmt ihnen Nebenschlüsse behufs neuartiger Zusammenfassung.

Es ist unter den verschiedensten Gesichtspunkten versucht worden, in der für das bloße Auge wie unter dem Mikroskop weitgehend gleichartig erscheinenden grauen Masse der Hirnrinde einschneidende anatomische Ver-

schiedenheiten festzustellen, welche der Ausdruck der funktionellen Ungleichwertigkeit einzelner Teile wären und zum Ausgangspunkt für ein anatomisches Einteilungsprinzip gemacht werden könnten.

Ein sehr sorgfältiges Studium hat auf dem Hirnrindenquerschnitt deutlich erkennbare, immer wieder an den Ort geknüpfte Unterschiede in der Nervenzellschichtung und im Markfasergehalt nachweisen lassen. *Brodmann* hat „zytoarchitektonisch“ rund 40, *C. und O. Vogt* nach dem Markfaserbild sogar etwa 200 solcher unterscheidbaren Felder in der grauen Rindenbekleidung des Großhirns abgegrenzt. Insbesondere *Brodmann* hat seine sehr umfangreichen Untersuchungen in jahrzehntelanger Arbeit auch nach der vergleichend-anatomischen Seite hin ausgedehnt. Aber, wie das oft mit solchen weit vorgeschrittenen und ins einzelne gehenden anatomischen Feststellungen ist, wir können damit für Bewertung und Beurteilung der Funktion der Hirnrinde vorläufig noch recht wenig anfangen. Lediglich an einigen ganz wenigen Stellen (Sehrinde, motorisches Rindenfeld) haben sie dazu gedient, Abgrenzungen, welche physiologisch und klinisch im Groben bereits feststanden, zu bestätigen und in Einzelheiten genauer festzulegen. Mit der Abgrenzung der Sinnesfelder für Gehör, Geruch und Geschmack haben sie uns nicht weiter geholfen, geschweige daß sie als Stütze für die anatomische und funktionelle Unterteilung der großen Assoziationsfelder *Flechsigs* verwertbar wären.

Der einzige große anatomische Gesichtspunkt, der sich bisher als fruchtbar erwiesen hat, und den weitgehend, trotz aller Widersprüche, verwertet zu haben ganz wesentlich *Flechsigs* Verdienst ist, ist der faseranatomische, sich auf die Tatsache der Projektionsfaserung stützende.

In die große einheitlich erscheinende Rindenmasse münden an bestimmten Stellen, den Sinnesfeldern, anfangs mehr geschlossen verlaufende, zuletzt sich fächerartig ausbreitende Fasersysteme ein, welche Fortsetzungen von den

Nerven der Sinnesorgane für das Sehen, Hören, Fühlen darstellen. Aus der Fühlphäre bzw. ihrer unmittelbaren Nachbarschaft geht umgekehrt eine solche geschlossene Bahn abwärts zu den Nervenkerneln der Muskulatur. Für das Geruchs- und Geschmacksorgan wird eine gleiche Verknüpfung angenommen, doch kennen wir weder die genaue Lage ihrer Rindenfelder noch wissen wir Sicheres über die letzten Verlaufsabschnitte ihrer Projektionsfasersysteme zur Hirnrinde.

Treffend hat man die Eintrittsstellen der Projektionsfaserungen, d. h. die Sinnesrindengebiete, die periphersten Stellen der Hirnrinde genannt.

Einseitig und in dieser Form nicht berechtigt ist die häufig anzutreffende Darstellung, als ob die Sinnesnerven der Seh-, Hör- und Fühlorgane direkt ihren Endstätten in den Sinnesfeldern des Hirnmantels zustrebten, auf diesem Wege nur hier und dort in Ganglienknotten des Rückenmarks und der tieferen Hirnteile unterbrochen werden und dabei Gelegenheit zu Nebenschlüssen bieten. Zum mindesten ebenso richtig, wenn nicht berechtigter, ist die Darstellungsweise, welche die Endstätten der Sinnesbahnen in den tiefen grauen Massen erblickt und die Verlaufsstrecke von da zur Rinde gewissermaßen nur als nachträglich darübergefügt ansieht zwecks Schaffung von neuen, weiter unten nicht gegebenen und von besonders ausgewählten Möglichkeiten der Verknüpfung und Zusammenfassung.

Es ist noch immer strittig, ob die gesamte Rinde Projektionsfasern besitzt oder nicht, es ist jedoch kaum mehr strittig, daß die Sinnesfelder sie in besonders großen Mengen haben, und es gilt als gesichert, daß diesen allein unmittelbare Verbindungen mit den primären Endstätten der Sinnesorgane zukommen. Eine bekannte zweite Gruppe von Projektionssystemen der Hirnrinde wird dargestellt durch die drei Hirnrindenbrückenbahnen; möglicherweise gibt es jedoch noch weitere solche Projektionssysteme.

Die Rindengebiete der Sinneszentren hätten demnach mit ihren Projektionsfasern etwas Besonderes, das die anderen Gebiete nicht besitzen. Ihr Charakter aber als hochkomplizierter Verknüpfungsgebiete bleibt an sich dabei der gleiche, nur daß ein Teil ihrer Verknüpfungen von jenseits der Hirnrinde, aus grauen Massen von anderer entwicklungsgeschichtlicher Bedeutung stammt. Anatomisch spricht sich dieser Tatbestand in keinerlei erkennbarer Abänderung des Aufbaues aus. Wir haben deshalb auch kein Recht, weder anatomisch noch physiologisch, die Sinnesrindengebiete als etwas wesentlich Verschiedenes, Besonderes in den Rest der Rinde eingefügt anzusehen.

Der Umfang und die Ausdehnung von zweien der Rindfelder, nämlich der Sehsphäre und der motorischen Region läßt sich bei ihrer guten anatomischen Abgegrenztheit ausreichend genau bestimmen. Mißt man sie nach dem von *Henneberg* dafür angegebenen Verfahren, so ergibt sich für erstere jederseits eine Flächengröße von etwa 2800 bis 3000 qmm, d. h. von ca. 2,5 % der Hirnoberfläche überhaupt, für letztere 3200 bis 3500 qmm oder etwa 3 % des Gesamtrindengraues. Die Fühlsphäre ist anscheinend etwas größer, die Hörrinde vermutlich erheblich kleiner; setzen wir auch noch die Geruchs- und Geschmackssphäre, von der wir allerdings nichts Sicheres wissen, mit kleinen Werten ein (entsprechend ihrer geringen Bedeutung beim Menschen), dann ergibt sich für die Gesamtheit der Sinnesflächen ein Betrag von 15 bis 18 % oder rund $\frac{1}{6}$ der Gesamtrinde. Rechnet man dazu ferner noch 10 bis 12 % der Oberfläche auf die Ursprungsgebiete der Brückenbahnen, dann hätten wir $\frac{1}{4}$ (bis allerhöchstens $\frac{1}{3}$) der gesamten grauen Hirnrinde als reich mit Projektionsfasern ausgestattet anzusehen.

Wie spärlich dazu in diesen Gebieten die Projektionsfasern sind, ergibt sich aus folgender Überlegung: Das sog. Pyramidenbahnbündel, welches alle aus der motorischen Region stammenden Fasern, mit dicken Markhüllen umgeben,

abwärts leitet, hat einen Querschnitt von ungefähr 10 qmm; sein Ursprungsgebiet in der vorderen Zentralwindung bedeckt aber, wie wir sahen, eine Fläche von etwa 3000 qmm; das ergäbe für die Projektionsfasern in der motorischen Rinde einen Ausbreitungsquotienten von 300 : 1. Ähnliches läßt sich für die Sehrinde errechnen. Der Tractus opticus (eine genaue Bestimmung der Sehstrahlung ist nicht möglich) hat einen Querschnitt von 7—8 qmm; hier würde sich also ein Ausbreitungsverhältnis von 450 : 1 ergeben.

Auch danach sind die Sinnesfelder der Rinde einschließlich der motorischen Zone nur in recht beschränktem Maße „Projektionsgebiete“. Unter ihren zahlreichen Verknüpfungen stellen diejenigen zu tiefer gelegenen grauen Massen einen verschwindend kleinen Prozentsatz dar. An sich denkbar wäre, daß die Sinnesfelder anatomisch außerdem dadurch eine Sonderstellung einnehmen, daß sie ausschließlich kurze „uniregionale“ Verknüpfungen ihrer eigenen Teile untereinander enthalten und daß erst vor Zusammenfassungen höherer Ordnung an ihrem Rande Straßen und Wege ausgehen, welche der Verbindung mit anderen Hirnrindenteilen dienen. Anatomisches Material zur Stützung einer solchen Annahme steht uns nicht zur Verfügung; nach den an histologischen Tatsachen reichen Beobachtungen von *Ramon y Cajal* nimmt dieser aber jedenfalls für die Sehrinde an, daß sie zahlreiche von weither stammende starke Fasern enthält.

Was wir sonst noch anatomisch wissen, ist die Kenntnis von allgemeinen großen Verlaufsrichtungen in dem riesigen Fasergewirr der Markmassen unter der Rinde; eine der wichtigsten davon ist der Balken, die massige Verbindung zwischen beiden Hirnhälften. Aber auch hier kennen wir immer nur die großen Mittelstücke, wissen nichts Genaueres von den Endaufsplitterungen der einzelnen Faserbündel und ihren Verknüpfungen. Unser Wissen in dieser Hinsicht pflegen wir mehr für Begründungen und Erklärungsversuche

klinischer Beobachtungen zu benutzen, als daß es selber uns Aufklärungen für das physiologische Verständnis gäbe.

Hier unsere Einblicke in Bauplan und Verrichtungen des Gehirns wesentlich zu vertiefen, gibt uns die Hirnpathologie mit ihren Feststellungen bei umschriebener Rindenerstörung durch Blutungen, Erweichungen, Geschwülste usw. ein reiches Material, das nur für die Frage der örtlichen Gebundenheit bestimmter Funktionen der Rinde an umschreibbare Stellen mit Vorsicht verwertet werden muß. Herdförmige Vernichtungen von Rindenstücken betreffen in den Sinnesfeldern notwendig stets gleicherweise die einmündenden Projektionsfasern und die eintauchenden und abgehenden Assoziationsfasern sowie die gesamte lokale Eigenfaserung zum Zweck der Verknüpfung nächstgelegener Punkte. Außerhalb der Sinnesfelder ist gleichfalls gewöhnlich die Feststellung erschwert, welche der zerstörten zahlreichen eng zusammenliegenden Verknüpfungen in Rinde und darunter liegendem Mark in Betracht kommen.

Lehrreicher können unter Umständen gewisse seltene elektive Krankheitsprozesse in der Rinde sein, wenn sie histologisch gut studiert sind. Dahin gehört z. B. ein bemerkenswerter Fall *Spielmeyers* von „Hemiplegie bei intakter Pyramidenbahn“, bei welchem sich, allerdings neben einem diffusen Schwund der ganzen vorderen rechten Hirnhälfte, ein fast völliger Nervenzellausfall in den oberen Rindenschichten der vorderen Zentralwindung und eine Zellverarmung in ihren tieferen Schichten rechts fand; wohl erhalten waren nur die *Betz*schen Zellen und die gesamte Pyramidenbahn. Klinisch bestand eine Halbseitenlähmung, wie sie sonst nur bei Zerstörung der Pyramidenbahn oder ihres Ursprungsgebietes bekannt ist. Zu entnehmen wäre dieser Beobachtung, daß die mutmaßliche Vernichtung aller Verbindungen in unmittelbarer Nähe der Ursprungselemente

der Pyramidenbahn den gleichen Funktionsausfall hat wie die Zerstörung der Pyramidenbahn selber.

Das gleiche wie für die herdförmigen Zerstörungen gilt für ihr physiologisches Gegenstück, die elektrische Reizung einzelner Punkte der motorischen Rindenfelder gelegentlich ihrer operativen Freilegung beim Menschen. Sie ist ein ausgezeichnetes Hilfsmittel für die Feststellung, welche bestimmten Einzelbewegungen und Bewegungsgruppierungen vom motorischen Felde der vorderen Zentralwindung her ausgelöst werden können, und wie die einzelnen „foci“ im Gebiet der Zentralwindung örtlich zueinander liegen. Jedoch vermag uns auch dieser Versuch nichts Sicheres darüber zu sagen, auf Rechnung welcher Gewebselemente der Enderfolg bei der elektrischen Reizung zu setzen ist, insbesondere nicht, ob es etwa die als unmittelbare Ursprungselemente der Pyramidenbahnfasern vielfach angesehenen *Betz*schen Riesenzellen, oder ob es auch wieder erst die nächsten Verknüpfungsbahnen sind, auf deren Reiz Bewegungen erfolgen. Bei mechanischer Reizung (Verletzungen, Geschwülste) der Sehfelder treten grelle subjektive Lichterscheinungen auf, derselben Art wie bei Reizung der gesamten Sehbahnen vom Auge an aufwärts; das gleiche war der Fall bei einem Kranken, bei welchem *Borchardt* eine faradische Reizung des Hinterhauptlappens während der Operation vornahm. Experimentell ist diese Tatsache noch nicht weiter verwertet worden.

Trotz solcher generellen Schwierigkeiten erlaubt uns die Hirnpathologie, vor allem da, wo sie Hand in Hand mit der pathologischen Anatomie vorzugehen vermag, mancherlei zuverlässige Rückschlüsse auf den Bauplan des Gehirns, wo uns die rein anatomische Forschung keinen Einblick gewährt.

Für die Sehsphäre hat schon *Munk* auf Grund seiner experimentellen Hirnabtragungen beim Tier eine regelmäßige feste Verbindung bestimmter Teile mit ebenso bestimmten Abschnitten der Netzhaut des Auges als erwiesen bezeichnet.

Henschen hat diese Anschauung seit 40 Jahren für den Menschen gelehrt und mit Hilfe eines sorgfältig untersuchten klinischen und pathologisch-anatomischen Materials zur Geltung gebracht. Jede Stelle der Stäbchen- und Zapfenschicht im Auge ist danach funktionell, über die dazwischen gelagerten grauen Substanzen hinaus, fest und unabänderlich verknüpft mit je einer entsprechenden Stelle im Sehfeld der Rinde; letzteres ist ein Abklatsch der Netzhaut, eine *Retina corticalis*, d. h. nur das Ende der langen, von den Elementen der *Retina* ausgehenden Sehfasern, welche bis zu diesem ihren Ende die gleichen räumlichen Anordnungen bewahren.

Das gleiche Verhältnis nimmt *Henschen* für das Hörorgan und die Hörrinde an.

Die Fühlsphäre hat gegenüber den anderen Sinnesfeldern der Rinde ein Besonderes in ihren engen Lagebeziehungen zum motorischen Feld für die Körpermuskulatur. Daß auch andere Sinneszentren eigene kleinere, ebenso eng an sie gebundene motorische Gebiete besitzen, die uns noch nicht bekannt sind, und daß sie deshalb nicht genötigt wären, durch lange Verknüpfungsbahnen auf das große Feld in der vorderen Zentralwindung einzuwirken, ist recht fraglich. In Betracht käme dafür nach unserem Wissen die Seh-sphäre mit einem kleinen „Motorium“ für die Einstellbewegungen der Augen und des Kopfes. Die in dieser Hinsicht vorgebrachten klinischen Erfahrungen sind nicht zwingend und eindeutig. Augeneinstellbewegungen sehen wir bei Schädigung mehrerer ganz verschiedener Gegenden des Gehirns.

Die räumlichen Beziehungen zwischen Fühlsphäre und motorischem Feld sind so eng, daß die alte Lehre von *Munk*, von *Flehsig* u. A. immer noch nicht widerlegt ist, nach welcher das gesamte Gebiet, welches heute meist dem Fühlfelde und der motorischen Zone gesondert zugeteilt wird, dem ersteren zugehört, nur daß dann innerhalb dieses Gesamtgebietes ausschließlich ein in der vorderen Zentralwindung

gelegener Teil Ursprungsbezirk der motorischen Pyramidenbahn ist.

In der motorischen Rinde rufen wir durch elektrische Reizung auch mit kleinsten Elektroden und schwächsten Strömen nicht Zusammenziehungen von Muskelbündeln oder Muskelteilen hervor, sondern stets Beugung, Streckung, Drehung, Hebung usw. ganzer Gliedabschnitte; nur bei den sehr hoch differenzierten Bewegungen der Finger und des Mundes können die Reizeffekte gelegentlich nahezu mit der Aktion einzelner kleiner Muskeln zusammenfallen. Auch klinisch werden durchaus nicht alle an sich möglichen Muskeln und Gruppen isoliert geschädigt angetroffen, sondern stets bestimmte Typen (*Bonhoeffer*). Was der elektrische Reiz trifft, sind also bereits Zusammenfassungen verschiedener Wertigkeit, sei es, daß in der motorischen Rinde überhaupt nicht alle Muskelfasern, Muskelteile und Muskeln für sich einzeln „vertreten“ sind, oder sei es, daß wir aus vorläufig unbekanntem Gründen nur immer diese kombinierten Enderfolge durch Reize zum Ablauf zu bringen vermögen. Lokalisatorisch mag damit die Tatsache zusammenhängen, daß ein nicht unbeträchtlicher Teil der bekannten Reizpunkte weit nach vorn auf der vorderen Zentralwindung liegt und damit außerhalb des durch die *Betz*-schen Zellen anatomisch charakterisierten motorischen Rindengebietes, welches beim Menschen größtenteils in der Tiefe der Zentralfurche versteckt und unseren Reizversuchen nicht unmittelbar zugänglich ist.

Das was wir Gefühlssinn nennen, setzt sich aus einer Reihe von „Sinnen“ zusammen. Ihm unterstehen die gesonderten Apparate und Leitungen für die Berührungs-, Schmerz-, Temperaturempfindung (= Oberflächensensibilität), sowie für die sog. Tiefensensibilität. Wo die letzten Verlaufsabschnitte aller dieser Systeme im einzelnen schließlich innerhalb der Gefühlssphäre enden, ist vielfach noch strittig und unbekannt. Für eine einfache, glatte und gleich-

mäßige Projektion in die Rinde der hinteren Zentralwindung und ihre Nachbarschaft, etwa derselben Art, wie wir sie in der Hinterhauptrinde für das Sehorgan annehmen, sprechen unsere klinischen Erfahrungen nicht. Die sensible Vertretung in der hinteren Zentralwindung geht wohl im allgemeinen der Anordnung der entsprechenden Muskelgebiete in der vorderen Zentralwindung parallel, aber die Verteilung ist im einzelnen noch weniger gleichartig wie hier; für Hand, Fuß und Mund scheinen die Rindengebiete unverhältnismäßig groß zu sein, während andere Stellen des Körpers nur in sehr kleinen Rindengebieten, oder möglicherweise überhaupt nicht, vertreten sind.

Die Beobachtungen an Hirnverletzten und Hirnkranken ergeben eine Reihe verschiedener Ausbreitungstypen von Sensibilitätsstörung bei Rindenverletzungen; es findet sich entweder Ausfall auf einer ganzen Körperhälfte mit auffallend starker Beeinträchtigung der Gliedenden und mit Ausparung in der Mittellinie; oder Ausfall nur auf der Speichen- oder auf der Ellenseite der Hand und entsprechend des Fußes sowie des Mundwinkels derselben Seite; oder Ausfall nach dem Typus der Rückenmarksegmente; schließlich mannigfache Kombinationen aller dieser Typen. Daß dem die Zerstörung von Zusammenfassungen höherer und niederer Art je nach Lage des Herdes zugrunde liegt, erscheint einleuchtend. Der nicht seltene durch Rindenherde bedingte Ausfall des Gefühls in den ersten drei Fingern einer Hand (Zehen eines Fußes) deutet nach *Marburg* auf das Vorhandensein einer Zusammenfassung im Sinne des üblichen Tastmechanismus hin, der Ausfall der Kleinfingerseite von Hand und Vorderarm auf eine entsprechende Zusammenfassung im Sinne eines einheitlichen Stützmechanismus, bei welchem die Kleinfingerseite aufrucht, wie z. B. beim Schreiben.

Die Kenntnis von solchen Zusammenfassungen niederer und höherer Art nach funktionellen Mechanismen sowie von

ihrem örtlichen Gebundensein an uns bekannte Stellen des Rindengraues macht einen wesentlichen Teil dessen aus, was die Verwertung der klinischen Erfahrungen uns über das rein anatomische Wissen hinaus lehrt. Der Tatbestand der Tastlähmung einer Hand, d. h. der Unfähigkeit, mit der betreffenden Hand Gegenstände allein durch Berühren zu erkennen bei ausreichend oder gut erhaltener Sensibilität, ist wahrscheinlich, wenigstens zu einem Teil, durch die Zerstörung solcher ersten größeren Zusammenfassungen jenseits der Einmündungsstelle der sensiblen Projektionsfasern in die Rinde zu erklären. Die Herde werden dabei mit großer Regelmäßigkeit im hinteren Teil der hinteren Zentralwindung und dem ihr angrenzenden Gebiet angetroffen. Ähnliches wird vermutlich für die Seelenblindheit anzunehmen sein. Was klinisch als Typus der reinen motorischen Aphasie gilt, ist zu einem großen Teil als Ausdruck der Vernichtung derjenigen mannigfachen, auch wieder nach außen (auf den Fuß der linken unteren Stirnwindung) gerückten Verküpfungsbahnen zu deuten, welche zwischen den Einzelteilen des Gebietes für Zunge, Lippen, Gaumen, Kehlkopf usw. laufen; gestört ist dabei die Zusammenfassung der für den Sprechmechanismus notwendigen motorischen (und tiefensensiblen) Rindenvertretungen. Entsprechend wird bei der sensorischen Aphasie eine Beeinträchtigung der in die linke erste Schläfenwindung herauslaufenden Verknüpfungsbahnen zwischen den einzelnen Teilen des in der Insel gelegenen akustischen Feldes angenommen werden dürfen (= *Wernickes Zentrum*).

Alle diese Orte uniregionaler Verknüpfungsbahnen sind, anatomisch-lokalisatorisch betrachtet, einseitige Ausbuchtungen der Sinnessphären (einschließlich der motorischen Rinde) und sind deshalb in deren allernächster Nachbarschaft, eng an sie gebunden und allmählich aus ihnen hervorgehend, gelegen. Wir werden sie auch nicht als scharf umgrenzt ansehen dürfen, vielmehr als von Anfang an ver-

mischt mit den „pluriregionalen“ Verknüpfungswegen. Als den großen Tummelplatz dieser außerordentlich mannigfachen Verbindungsstraßen zwischen mehreren Sinnesfeldern haben wir das ausgedehnte Rindengebiet an der Außen-, Innen- und Unterfläche des Hirnmantels hinter den Zentralwindungen zu betrachten (*Flechsig's* große hintere Assoziationssphäre). Hier müssen die vielfachen Wege zwischen Körperfühlfeld (+ Motorium), Hör- und Sehrinde zusammenlaufen und sich kreuzen. Ein zweites solches großes Gebiet stellt die Stirnhirnrinde vor den Zentralwindungen dar, ein drittes kleineres die Insel und ihre Nachbarschaft.

Innerhalb der letzteren haben wir die Verknüpfungsbahnen zu suchen zwischen den beiden hauptsächlich an der Sprache beteiligten Sinnesfeldern (Hörfeld und unterer Teil der Fühlsphäre + Motorium) bzw. zwischen *Brocascher* Stelle (Fuß der dritten Stirnwindung) und *Wernickescher* Stelle (erste Schläfewindung), als den Orten primärer uni-regionaler Zusammenfassungen für die Sprachmechanismen. Den mannigfachen aphasisch genannten Sprachstörungen liegen in jedem Falle Zerstörungen im weiteren Umkreis des Inselgebietes und in der Insel selbst zugrunde; Herde am vorderen und hinteren Pol (*Brocasche* und *Wernickesche* Stelle) machen vorwiegend oder ausschließlich motorisch-aphasische und sensorisch-aphasische Symptome, Herde dazwischen verursachen „Überleitungsstörungen“, örtlich weniger beschränkte Herde haben gemischte und unreine Formen von Aphasie im Gefolge.

Auch in der großen, fast die ganze hintere Hirnhälfte einnehmenden „Assoziationssphäre“ lassen sich solche großen Richtwege wahrscheinlich machen, deren Unterbrechung uns klinisch erkenntlich wird an charakteristischen Ausfällen, wie beispielsweise beim Lesen und beim Schreiben. Einen für die physiopathologische Klärung dieses Gebietes überraschend erfolgreichen Vorstoß bedeutet die Apraxie-

lehre von *H. Liepmann*. Er unterscheidet nach dem klinischen Gesichtspunkt des motorischen Enderfolges eine gliedkinetische Apraxie bei Herden weit vorn im Zentralwindungsgebiet, welche aufzufassen ist als Verlust von Verknüpfungen motorischer Innervationen untereinander; der Kranke kann sehr einfache und sehr geübte Bewegungen, wie Winken, Faustschließen, nicht oder nur verstümmelt ausführen, kurze geübte Worte nicht aussprechen; auf dem Gebiet der Sprache heißt diese Form motorische Aphasie. Bei der zweiten Stufe (*Liepmanns* ideokinetische Apraxie) sind im Gegensatz dazu die Verknüpfungen der ersten als erhalten vorzustellen, aber sie sind durch Zerstörungsherde „dissoziiert“ vom Optischen, Akustischen, Taktilen, Kinetischen; die Bewegungen des Kranken sind erhalten, aber sie gelingen nicht, wenn er soll und wenn er will; sie sind gut „am Gegenstand“, schlecht ohne ihn; pathologisch-anatomisch sind zahlreiche Fasern aus den ganzen hinteren und unteren Hirnhälften zur Gegend der Zentralwindungen unterbrochen. Die dritte Stufe (ideatorische Apraxie) bedeutet nach *Liepmann* den Verlust der räumlich-zeitlichen „Bewegungsentwürfe“ selbst; sie findet sich ausschließlich bei allgemeinen seelischen Störungen und bei sehr ausgedehnten Krankheitsvorgängen der hinteren Hirnhälften.

Für Bewertung der Funktionen und der Faserverknüpfungen des dritten großen Hirnrindengebietes in den beiden weit vorgelagerten Stirnhirnen haben uns namentlich *Hartmann* und *Kleist* Anhaltspunkte gegeben, zum mindesten für einen Teil dieses Gebietes. Nach *Hartmanns* Untersuchungen muß zum Ablauf einer Handlung das Gesamthirn seine Leistungen über das Stirnhirn (namentlich das linke) senden, bevor sie auf das motorische Feld in den Zentralwindungen übergeführt werden; das (linke) Stirnhirn ist danach ein hochstehender Verknüpfungsapparat, dem von fast allen Sinnensystemen beiderseits Komponenten aus den Gesicht-, Gehörs- und Gefühlsstationen zugeleitet werden. Als

klinisches Symptom der groben Schädigung des Stirnhirns kennen wir den Ausfall an motorischen Leistungen (*Kleists* „Mangel an Antrieb“). Das würde anatomisch bedeuten, daß aus den Gebieten der Scheitellappen und ihrer weiten Umgebung breite Verbindungszüge (vermutlich unter den Zentralwindungen hinweg) in die Stirnhirne führen; von hier gehen Projektionsfasersysteme abwärts, welche Einfluß auf die Massenbewegungen des Körpers sowie seine jeweilige Stellung und Haltung vermitteln und zu den sog. extrapyramidalen Bahnen gehören. Einer ihrer uns gut bekannten Teile ist die im Stirnhirn entspringende frontale Brückenbahn. Die durch die Pyramidenbahnen übermittelten Einzelbewegungen bedürfen dauernd der Mithilfe dieser extrapyramidalen Systeme und sind ohne sie nicht möglich.

Eine weitere solche allein aus der klinischen Beobachtung sich ergebende Tatsache ist die Vorrangstellung der linken Hirnhälfte vor der rechten. deren anatomische Grundlage uns die faseranatomische Verfolgung nicht hat erkennen lassen und auch jetzt in dem unendlichen Markfasergewirr nicht erkennen läßt, nachdem diese Tatsache uns bekannt geworden ist.

Der Mensch hat seine Sinnesorgane paarweise links und rechts; auch für die Gefühlssinnapparate der Haut und der Tiefe gilt diese Halbseitigkeit; dabei gehen alle Verbindungen von der rechten Körperhälfte zur linken Großhirnrinde gekreuzt und umgekehrt. So sind eigentlich je zwei, in den Aufnahmestationen, in den Leitungen und bei der Einmündung in die Hirnrinde getrennte Sinnesapparate vorhanden. Das darin begründete, die notwendige funktionelle Einheitlichkeit störende Moment wird dadurch ausgeglichen, daß die eine Hirnhälfte eine Suprematie über die andere bekommen hat; das ist bei 95 % der Menschen die linke. Damit im Zusammenhang steht u. a. die bekannte Ungleichwertigkeit unserer Gliedmaßen, namentlich der Arme und Hände; die überwiegende Mehrzahl der Menschen ist, wie wir

sagen, rechtshändig, d. h. ist motorisch geschickter für feine Bewegungen auf der rechten Seite. Der kleine Rest der Menschen von 5 % mit größerer Geschicklichkeit links (die sog. Linkser) hat, wie wir aus klinischen Tatsachen ersehen können, eine Suprematie der rechten Hirnhälfte. Hirnpathologisch steht fest, daß die Erscheinungen der Seelenblindheit, der Tastlähmung, der Seelentaubheit, die mannigfachen Sprach-, Schreib- und Lesestörungen (für sie weiß man es bereits am längsten), aber auch die Apraxie *Liepmanns* und das motorische Stirnhirnsyndrom *Hartmanns* ausschließlich auftreten oder nur dann grob ausgesprochen sind, wenn die Zerstörungsherde in der linken Hirnhälfte (bei den 5 % Linksern in der rechten) sitzen, oder wenn wenigstens die Verbindungswege zu den entsprechenden Stellen nach rechts (im Balken) miterkrankt sind. Das ergibt für den anatomischen Bauplan eine erhebliche Asymmetrie zwischen links und rechts. Die Verknüpfungen höherer und höchster Ordnung erfolgen vorwiegend oder ausschließlich letzten Endes in der linken Hirnhälfte, oder sie müssen wenigstens über diese laufen; namentlich wissen wir das von denjenigen, welche bei der Funktion zu Bewegungen und Handlungen „realisiert“ werden. Dabei sind Maße und Gewicht des Rindengraues und des Markes der rechten Hirnhälfte nicht geringer als der linken. Das hat u. a. *Schleich* zu der geistreichen, aber nicht weiter stützbaeren Behauptung im Rahmen des Assoziationspsychologie Veranlassung gegeben: Wird die rechte Hirnhälfte in bezug auf solche immer noch verhältnismäßig niedere Funktionen für den geregelten Ablauf von Handlungen durch die linke entlastet, so bleibt ihr um so mehr Platz und Möglichkeit für noch höhere Leistungen, wie sie beispielsweise für die Phantasietätigkeit, die Reflexionen usw. Vorbedingung sind, und dann ist schließlich wieder die rechte Hirnhälfte die höherwertige.

Alle solche allgemeinen Betrachtungen nehmen die Hirnrinde mit der Unmasse ihrer Verknüpfungen als etwas

Fertiges, Gegebenes, berücksichtigten nicht ihre Entwicklung in der Kindheit und die Frage der Möglichkeit einer Fortentwicklung im späteren Alter. Die kurzen und langen Fasern und Faserbündel von Rindenstück zu Rindenstück, von Windung zu Windung, von Hirnhälfte zu Hirnhälfte, auch ihre Asymmetrie zugunsten der linken Hirnhälfte sowie die Projektionsfasersysteme als Ganzes werden wir nicht umhin können als anatomisch im Keim und in der Anlage gegeben zu betrachten; wie weit das Gleiche für alle feinen und feinsten Verbindungen durch kurze Fasern, Nervenfibrillen und Nervenfortsätze innerhalb der grauen Rinde der Fall ist, wissen wir nicht; wahrscheinlich haben wir aber auch hier eine weitgehende Festlegung durch Anlage und Vererbung anzunehmen. Möglicherweise hängt dann das schließlich erreichte Funktionsmaximum lediglich von der rechtzeitigen Benutzung und Übung der durch den Bauplan festgelegten und nach einem bestimmten frühen Kindheitsalter nicht mehr entwickelungsfähigen Verknüpfungselemente ab.

Mit solchen Annahmen und Erklärungen stoßen wir, wie schon früher wiederholt, auf die Notwendigkeit, uns einer Theorie zu bedienen, ohne welche schwer auszukommen ist, sobald wir uns mit nerven- und hirnphysiologischen Fragen beschäftigen. Das ist die Annahme der Versetzung der Nervenlemente in eine dauernde erhöhte Bereitschaft, der Bahnung, der Gewöhnung infolge einmaliger oder wiederholter funktioneller Inanspruchnahme von Verknüpfungswegen, oder auch der Hinterlassung von Spuren, von Engrammen nach solcher Inanspruchnahme. Was, und ob überhaupt etwas, anatomisch dem parallel geht, wissen wir nicht; Theorien darüber, aber eben bloß Theorien und mancherlei anatomische Scheinbeweise gibt es genug. Ganz fehlt es uns auch an Stützen für die Annahme, daß die wiederholte Benutzung etwa die Entstehung von neuen, bis dahin nicht vorhandenen Verknüpfungswegen begünstigt.

Was sich aus einer solchen Aufzählung unserer Kenntnisse ergibt, ist, wenn wir den Kreis unserer Betrachtungen etwas weiter ziehen:

Das periphere und zentrale Nervensystem dient in seiner Gesamtheit der Verknüpfung aller Körperteile untereinander durch Nervenbahnen. Die grauen Massen im Rückenmark und Gehirn sind die Orte der Umschaltmöglichkeiten und der Zusammenfassungen nach zweckdienlichen Mechanismen. Das ausgedehnteste Grau ist die Großhirnrinde. Auch ihre Funktion ist die der Verknüpfung.

Daraus ergibt sich das Recht einer assoziations-physiologischen Betrachtung des Gehirns. Weiter können wir Sicheres nicht aus unseren anatomischen und klinischen Feststellungen schließen.

Insbesondere ergibt der anatomische Vergleich mit anderen grauen Massen nichts dafür, das uns berechtigte, der Hirnrinde eine Sonderstellung unter den grauen Massen einzuräumen, etwa derart, daß Rückenmark, Kleinhirn und die tiefen Hirnganglien nur Umschaltungs- und Verknüpfungsorte seien, der Hirnrinde aber besondere, darüber hinausgehende, seelische Funktionen zuzuschreiben seien. Es mag dahingestellt bleiben, ob überhaupt eine anatomische und physiologische Betrachtungsweise des Gehirns in solchen Fragen entscheidend mitzureden vermag.

Es ist hervorgehoben worden, daß der uns anatomisch bekannte Apparat im Gehirn lediglich physiologischen Zwecken dient, daß aber daneben möglicherweise in demselben Gehirn ein zweites Organ vorhanden sei, das mit dem Seelischen irgendwie verbunden ist und dessen Vorgänge sich in einem besonderen uns unbekanntem Substrat nach besonderen Gesetzen abspielen (*Bunke*). Auch das kann, leicht ersichtlich, nur als eine Hypothese ad hoc gemeint sein, um die durch mancherlei Gründe gestützte Lehre von der Lokalisation des Seelischen im Gehirn zu retten gegenüber einer lediglich physiologischen Bewertung.

Von Hirnpathologen wird die Hirnrinde neuerdings gern nicht mehr als alleiniger Ort des seelischen Geschehens angesehen, sondern eine Teilung in dem Sinne angenommen, daß das Wollen, Fühlen, die Triebe und Affekte als Funktionen tieferer Großhirnteile gedeutet werden (*Reichardt*). Die klinische Erfahrung spricht sicherlich im Sinne einer solchen Teilung.

Andererseits hat es von jeher nahe gelegen, den geschilderten, anatomisch und physiologisch in einem gewissen Umfang erschließbaren Apparat in Beziehungen zu setzen zu den dem Seelischen zugerechneten Akten des Wahrnehmens, der räumlich-zeitlichen Orientierung, des Wiedererkennens und Vergleichens.

Es ist das bekanntlich vielfach in der Weise geschehen, daß man ein weit verbreitetes synthetisches, einseitig an die Wahrnehmungsvorgänge anschließendes Psychologieschema gleichsam in das Hirnbauschema hineinprojizierte. Wir sahen, daß den Lehren nicht weniger Hirnphysiologen und -pathologen Gedankengänge etwa folgenden Inhalts zugrunde liegen: Physikalische (und chemische) Reize der Außenwelt treffen die Sinnesorgane, werden (modifiziert) zur Hirnrinde weitergeleitet, rufen dort Empfindungen, Wahrnehmungen, Vorstellungen, Erinnerungen hervor oder wach, es folgen bewußte Überlegungen, Urteile, Willensentschlüsse, und diese wiederum werden umgesetzt, realisiert zu komplizierten Muskelbewegungen (Handlungen); d. h. seelische Leistungen sind eingeschaltet zwischen physiologische Reizvorgänge einerseits und physiologische Endeffekte andererseits; dementsprechend werden, wie für die physiologischen Vorgänge, so auch für die seelischen die Orte ihres Ablaufs in der Hirnrinde als feststellbar oder als bereits festgestellt erachtet.

Was uns warnen muß, uns solchen Gedankengängen anzuschließen, ist die darin enthaltene Nebeneinanderstellung oder Gleichsetzung von physiologischen Vorgängen mit seelischem Geschehen, meist unter der stillschweigenden

Voraussetzung, daß letzteres gewissermaßen eine höhere Stufe, eine Art Sublimierung der physiologischen Vorgänge darstellt.

Übersehen wird sehr vielfach auch, daß anatomisch eine sehr wunde Stelle der Assoziationspsychologie schon die erste Stufe ihres Systemaufbaues ist. Sie vermag bereits den Akt des Wahrnehmens und des Wiedererkennens von Gegenständen nicht zu erklären, nicht zu stützen auf den Vorgang einfacher Verknüpfung zwischen den jeweils erregten Elementen in den Sinnesfeldern und auf Nachklänge (Spuren, Engramme) in den zugehörigen festen Verknüpfungsbahnen; denn die lokale Rindenprojektion von den gleichen gesehenen und getasteten Gegenständen, von den gleichen gehörten Tonfolgen und Zusammenklängen dürfte kaum je zweimal im Leben eines Menschen die gleiche sein, sie wechselt fließend nach Entfernung, Stellung, Drehung, Neigung bezw. Tonhöhe usw., abgesehen von den Verschiedenheiten durch jeweilige Fixierung einer bestimmten Stelle des gesehenen Gegenstandes, durch Sehen (Hören) mit einem oder beiden Augen (Ohren), Tasten mit einer, mit beiden Händen, mit anderen Körperteilen, durch Intensität der ursächlichen Reize und vieles andere mehr. Die Erklärung für die Konstanz der assoziativen Verknüpfung und für die Möglichkeit des Zurückbleibens gleicher Spuren in den Verbindungsbahnen jenseits der erregten Hirnrindenelemente bei dauerndem Wechsel der durch den gleichen Gegenstand erregten Elemente in den Sinnesfeldern selbst, vermag die Assoziationspsychologie auf Grund Analogieschlusses zur Assoziationsphysiologie nicht zu geben. Und doch ist gerade die Annahme einer leicht glaubhaft zu machenden einfachen faseranatomischen Grundlage für den Akt der Wahrnehmung und für die Tatsache konkreter Erinnerungsbilder das Hauptelement der ganzen Assoziationspsychologie, von dem aus sie durch Analogie die weiteren Grundlagen für „höhere“ seelische Vorgänge erschließt. Wir wissen heute längst, daß

die Wahrnehmung ein sehr verwickelter Vorgang ist, bei dem die objektiven Sinnesreize oft nur eine geringe Rolle spielen. —

Die anatomische Betrachtung gestattet uns einen gewissen Einblick in den Bauplan des Großhirnmantels, die vorsichtige Verwertung zahlreicher klinischer Beobachtungen vertieft diesen Einblick in mancher Hinsicht über das anatomisch Feststellbare hinaus. Stets handelt es sich um den Nachweis oder um die Wahrscheinlichmachung von Verknüpfungen.

Die Frage, was in der Hirnrinde lokalisiert ist, können wir nur anatomisch beantworten (*v. Monakow*). Darüber hinaus ist vielleicht überhaupt eine solche Fragestellung unberechtigt; zum mindesten ist sie nicht mit Hilfe von anatomischen und hirnpathologischen Erfahrungen zu beantworten.

Versuchen und ganzen Lehrgebäuden, welche heute auf solchem Grunde komplexen Wahrnehmungen, Vorstellungen, Erinnerungsbildern oder ihren Teilen, dazu ganzen allgemeinen Seiten des seelischen Geschehens umschriebene Hirnrindenstellen als Ort ihrer Entstehung, ihres Zustandekommens zuschreiben, werden wir uns äußerst kritisch gegenüberstellen; *von Monakow* nennt sie kurzerhand naiv.

