

JOURNAL
FÜR
PSYCHOLOGIE UND NEUROLOGIE

ZUGLEICH
ZEITSCHRIFT FÜR HYPNOTISMUS

HERAUSGEGEBEN VON
AUGUST FOREL UND OSKAR VOGT

REDIGIERT VON
K. BRODMANN

SONDER-ABDRUCK

LEIPZIG
Rossplatz 17
VERLAG VON JOHANN AMBROSIOUS BARTH

Das aus der Zeitschrift für Hypnotismus und Psychotherapie hervorgegangene

Journal
für
Psychologie und Neurologie

herausgegeben von

August Forel und Oskar Vogt

redigiert von

K. Brodmann,

will aus dem Gebiet der normalen, pathologischen und vergleichenden Psychologie und Neurobiologie (Anatomie und Physiologie des Nervensystems) solche Arbeiten bringen, die

1. von spezieller Bedeutung für ein anderes der von ihm gepflegten Wissensgebiete oder
2. speziell ärztlich-psychologischer Natur sind und zwar
 - a) entweder die psychische Genese, Therapie oder Prophylaxe von Krankheits-symptomen oder
 - b) psychopathologische Probleme berühren.

Gegen früher soll also mehr als bisher das Gebiet der Neurobiologie berücksichtigt werden. Es soll ein Journal geschaffen werden, das die verschiedenen Gebiete der Psychologie und der Neurobiologie in gleicher Weise zu fördern bestrebt sein wird. Die vereinigte Pflege dieser verschiedenen Gebiete soll das Charakteristikum der neuen Folge der Zeitschrift bilden.

Inhalt des ersten Bandes:

Heft 1/2.

VOGT, OSKAR, Psychologie, Neurophysiologie und Neuroanatomie.

FOREL, AUGUST, Die Berechtigung der vergleichenden Psychologie und ihre Objekte.

BRODMANN, DR. K., Plethysmographische Studien am Menschen. (Mit 8 Tafeln.)

LEWANDOWSKY, DR. M., Über den Muskeltonus, insbesondere seine Beziehung zur Grosshirnrinde.

Referate: FRENKEL, Behandlung der tabischen Ataxie. FOERSTER, Physiologie und Pathologie der Koordination. OPPENHEIM, Zur Psychotherapie der Schmerzen. WIEDEBURG, Über die psychischen Einflüsse auf Patienten. KRAEPELIN, Einführung in die psychiatrische Klinik.

Heft 3.

LEWANDOWSKY, M., Nachruf auf Friedrich Goltz.

FOREL, AUGUST, Beispiele phylogenetischer Wirkungen und Rückwirkungen bei den Instinkten und dem Körperbau der Ameisen als Belege für die Evolutionslehre und die psychophysiologische Identitätslehre.

JUNG, C. G., Ein Fall von hysterischem Stupor bei einer Untersuchungsgefangenen.

Referate: v. KRIES, Die materiellen Grundlagen der Bewusstseinserscheinungen. MARBE, Experimentell-psychologische Untersuchungen über das Urteil. v. BUNGE, Lehrbuch der Physiologie des Menschen. RAMON Y CAJAL, Studien über die Hirnrinde des Menschen, Heft 3: Hörrinde.

Heft 4.

OPPENHEIM, H., Kleine Beiträge zur Neuropathologie.

VOGT, OSKAR, Die möglichen Formen seelischer Einwirkung in ihrer ärztlichen Bedeutung.

Referate: MOTT and HALLIBURTON, The chemistry of nerve-degeneration. MOTT, Vier Vorlesungen aus der allgemeinen Pathologie des Nervensystems. BRUCE, A topographical Atlas of the spinal cord. BAER, Der Selbstmord im kindlichen Lebensalter. SPECHT, Über den pathologischen Affekt in der chronischen Paranoia. PICK, Über eine neuartige Form von Paramnesie. MOLL, Die ärztliche Bedeutung des Hypnotismus. FOREL, Der Hypnotismus und die suggestive Psychotherapie. FOREL et MAHAÏM, Crime et anomalies mentales constitutionnelles. GIESSLER, Die Gemütsbewegungen und ihre Behandlung. RISSART, Der Hypnotismus, seine Entwicklung und seine Bedeutung in der Gegenwart. POHL, Die mikroskopischen Veränderungen am menschlichen Kopfhaut unter dem Einfluss nervöser Erregungen.

Fortsetzung auf der
3. Seite des Umschlags.

Sonder-Abdruck aus
„Journal für Psychologie und Neurologie“
Band II, 1903.
Verlag von Johann Ambrosius Barth in Leipzig.

Zur anatomischen Gliederung des Cortex cerebri.¹⁾

Von

Oskar Vogt.

Mit 5 Tafeln und 2 Textabbildungen.

Im Folgenden möchte ich kurz auseinander setzen, warum uns im Neurobiologischen Laboratorium eine verfeinerte anatomische Gliederung der Großhirnrinde, d. h. sowohl eine Zerlegung in nebeneinander gelagerte Rindenfelder wie in übereinander liegende Rindenschichten, so erstrebenswert erscheint. Ich werde mit der Erörterung derjenigen Anforderungen beginnen, welche man an eine möglichst vollkommene anatomische Einteilung der Großhirnoberfläche stellen muß. Ich will dann untersuchen, auf welche Weise wir prüfen können, wie weit ein bestimmtes Einteilungsprinzip diesen Anforderungen genügt. Sodann werde ich zu der Frage übergehen, in welchem Grade die bisher geschaffenen Einteilungen die genannten Anforderungen erfüllen, um endlich kurz den Weg und die Aussichten des Fortschritts auf diesem Gebiete zu berühren.

I.

Die Anforderungen, die wir an eine anatomische Gliederung der Großhirnoberfläche stellen müssen, hängen von den verschiedenen Zwecken einer solchen Gliederung und der Art und Weise ab, wie diesen Zwecken am meisten Rechnung getragen wird.

Wenn wir an dieser Stelle nur den Wert einer Cortexgliederung für die menschliche Physiologie in Betracht ziehen, so lassen sich vier verschiedene Zwecke unterscheiden: zwei indirekte und zwei direkte.

Ein erster der indirekten Zwecke ist die Ermöglichung einer raschen und sichern topographischen Orientierung.

Des weiteren kann eine vergleichende Einteilung der Großhirnrinde als Basis für die Übertragung gewisser Lokalisationsbefunde von Tieren auf den Menschen dienen. Daraus kann auf indirekte Weise ein Nutzen für die menschliche Physiologie entstehen.

Drittens kann eine geeignete Cortexeinteilung noch unerkannte funktionelle Verschiedenheiten vermuten lassen und so direkte Fingerzeige für die Physiologie bilden.

Endlich kann noch ein anderer direkter Vorteil für die Physiologie erwachsen. Jede Cortexeinteilung, die sich auf Befunde des entwickelten Gehirns bezieht, fördert die Erkennung einer eventuellen anormalen Gestaltung von

¹⁾ Nach Vorträgen in dem Berliner Verein für Kinderpsychologie (XII, 1902) und in der Jahressitzung des deutschen Vereins für Psychiatrie (Jena, IV., 1903).

Rindenabschnitten. Aus dem Parallelismus zwischen solchen morphologischen Abweichungen und gewissen individuellen Besonderheiten des Lebenden lassen sich aber dann möglicherweise hirnlokalisatorische Schlußfolgerungen ableiten. In analoger Weise kann eine auf genetischen Prinzipien beruhende Hirnrindengliederung uns veranlassen, solche Schlüsse aus der zeitlichen Reihenfolge des Auftretens der morphologischen Differenzierungen und der einzelnen Funktionen abzuleiten.

* * *

Wie muß nun eine Großhirnrindengliederung beschaffen sein, um am besten die erörterten Zwecke zu fördern?

Der zuerst genannte Zweck einer raschen und sichern topographischen Orientierung erfordert eine Cortexeinteilung, die sich auf leicht erkennbare Merkmale aufbaut. Dagegen ist es für ihn belanglos, ob diese Merkmale das Gehirn in Gebiete von struktureller und funktioneller Differenz zerlegt.

Anders liegt dagegen die Sache, wenn unsere Cortexgliederung einem andern der genannten Zwecke dienen soll. Ihr muß dann die Abgrenzung in physiologisch differente Bezirke zu Grunde liegen. Diese physiologisch differenten Bezirke müssen des weiteren noch für das Tier- und das Menschengehirn gleichwertig sein, soll ihre Festlegung ermöglichen, am Tier erhobene physiologische Befunde auf den Menschen zu übertragen.

* * *

Gehen wir nach diesen Feststellungen nunmehr zu der Frage über, auf welche Weise wir prüfen können, wie weit ein bestimmtes Einteilungsprinzip den soeben entwickelten idealen Anforderungen einer möglichst vollkommenen Cortexgliederung gerecht wird.

Die leichte Erkennbarkeit der Grenzen der einzelnen Rindenabschnitte, zu deren Unterscheidung ein Einteilungsprinzip führt, tritt naturgemäß sofort in die Augen und erspart uns jede weitere Erörterung.

Welche Mittel hat dagegen der Anatom, physiologisch differente Bezirke voneinander zu scheiden? A priori läßt sich als sicher hinstellen, daß physiologisch ungleichwertige Rindenabschnitte auch von struktureller Verschiedenheit sind. Diese strukturelle Verschiedenheit muß sich in zwei Richtungen äußern. Einmal muß jedem physiologischen Zentrum wenigstens eine besondere, eine spezifische Faserverbindung eigentümlich sein. So arbeiten eine Reihe von Forschern an einer Zerlegung des Cortex cerebri in solche Abschnitte, welche durch Faserverknüpfung mit differenten Gebieten des Thalamencephalon und des Mesencephalon charakterisiert sind. Handelt es sich dabei nun auch — wie bisher bei den meisten fasersystematischen Untersuchungen — zunächst nur um eine Zergliederung in nebeneinander gelagerte Felder, so wird eine spätere Forschung diese Gliederung auch wohl noch auf die übereinander liegenden Rindenschichten ausdehnen können. So wird sich — um diese Möglichkeit an einem Beispiel kurz zu demonstrieren — möglicherweise herausstellen, daß in der caudalen Hälfte des Gyrus centralis anterior nur die Schicht der Riesenpyramidenzellen ($V\gamma$) mit der Pyramidenbahn in Verbindung steht.

Neben derartigen fasersystematischen Besonderheiten — wie ich dieselben entsprechend unserer Definition des Fasersystems nennen will¹⁾ — muß das einzelne physiologische Zentrum nun auch noch a priori histologische Eigentümlichkeiten aufweisen. Dagegen läßt sich die Grobheit der histologischen Differenzen der physiologischen Rindenfelder nur empirisch feststellen. Handelt es sich dabei etwa ausschließlich um vorläufig rein hypothetische molekulare oder doch wenigstens erst bei starker Vergrößerung eben hervortretende Verschiedenheiten an den einzelnen Bestandteilen eines Rinden-zentrums? Oder sind es gröbere architektonische Eigentümlichkeiten, d. h. Differenzen in der Anordnung, der Zahl, der Größe, der äußeren Form oder dem gröbern Bau der Nervenzellen und Nervenfasern und endlich in der Verteilung und der Gestaltung der Neuroglia? Manche Angaben neuen Datums von Seiten anderer Forscher und unsere eigenen sich auf die Architektonik der Zellen (Cytoarchitektonik) und der Markfasern (Myeloarchitektonik) beziehenden Untersuchungen zeigen uns in unzweideutigster Weise, daß derartige architektonische Besonderheiten in früher nicht geahnter Weise vorhanden sind.

Ich möchte hier nun zunächst diesen letzten Satz durch Erwähnung einiger Resultate unserer cytoarchitektonischen Untersuchungen erhärten. Diese Erwähnung soll dabei eine so umfangreiche sein, daß sie in Verbindung mit den vorangegangenen beiden ersten Beiträgen Brodmanns „Zur histologischen Lokalisation der Großhirnrinde“ uns eine feste Basis in der nachfolgenden Kritik anderer hirnanatomischer Einteilungsprinzipien gewähren kann. Aber sie soll auch nicht darüber hinausgehen, indem wir uns weitere Details für andere Mitteilungen vorbehalten.

Ich verweise zunächst auf den im vorigen Heft dieses Journals (pag. 79 bis 107) erschienenen ersten „Beitrag“ Brodmanns. Aus diesem ging hervor, daß 1. der Fuß des Gyrus frontalis superior und der orale Teil des Gyrus centralis anterior, 2. der caudale Teil des Gyrus centralis anterior, 3. das Labium orale gyri centralis posterioris und 4. Culmen und Labium posterius gyri centralis posterioris ganz differente cytoarchitektonische Felder darstellen. Es sei dann der meiner Arbeit unmittelbar vorausgehenden zweiten Mitteilung Brodmanns gedacht, welche den schon von Meynert als besonderes cytoarchitektonisches Gebilde erkannten „Calcarinatypus“ sowie einen angrenzenden abweichend gebauten Abschnitt des Cuneus figürlich wiedergibt. Weitere Befunde ergeben sich endlich aus den in meinem Aufsatz enthaltenen Abbildungen.

Die bei ihrer nunmehr folgenden Beschreibung angewandte Nomenklatur ist dabei diejenige, welche Brodmann in den beiden zitierten Arbeiten begründet hat.

Tafel II, Figur 1 (Br99; Mn2O, Pl.17, S4 unserer Sammlung) schließt sich noch an Brodmanns letzte Arbeit an. Sie gibt bei 22½ facher Vergrößerung einen Schnitt vom gleichen foetalen Gehirn wieder, von dem ein anderer Schnitt Tafel 10, Figur 2 der Brodmannschen Arbeit abgebildet ist. Die abgebildete Furche ist die Fissura calcarina. Wir sehen den dieselbe umgebenden „Calcarinatypus“ an ganz scharfen Übergangsstellen dorsal in den gewöhnlichen sechsschichtigen Typus des Cuneus und ventral in den gleichartigen

¹⁾ Vgl. C. und O. Vogt. Zur Erforschung der Hirnfaserung. Neurobiologische Arbeiten. Bd. I, pag. 5.

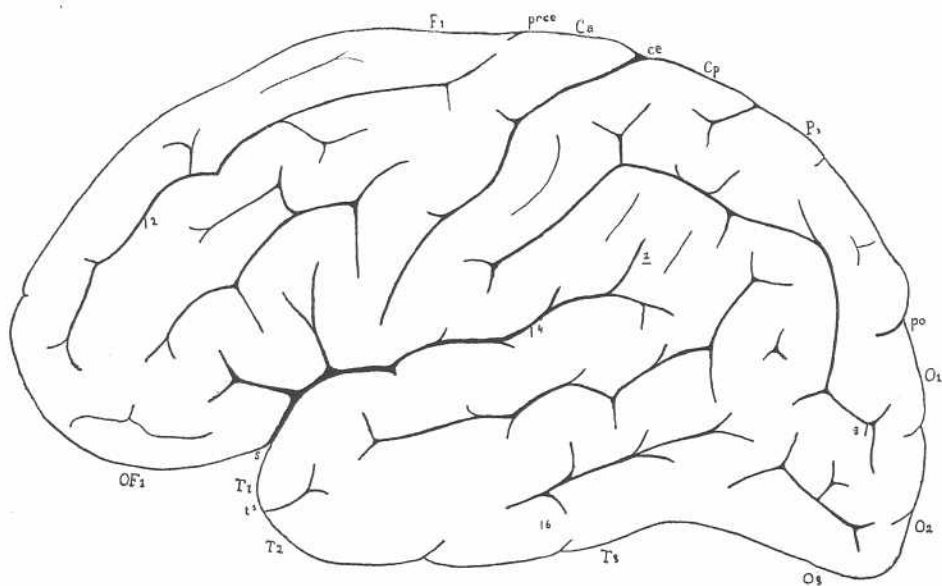


Fig. 1.

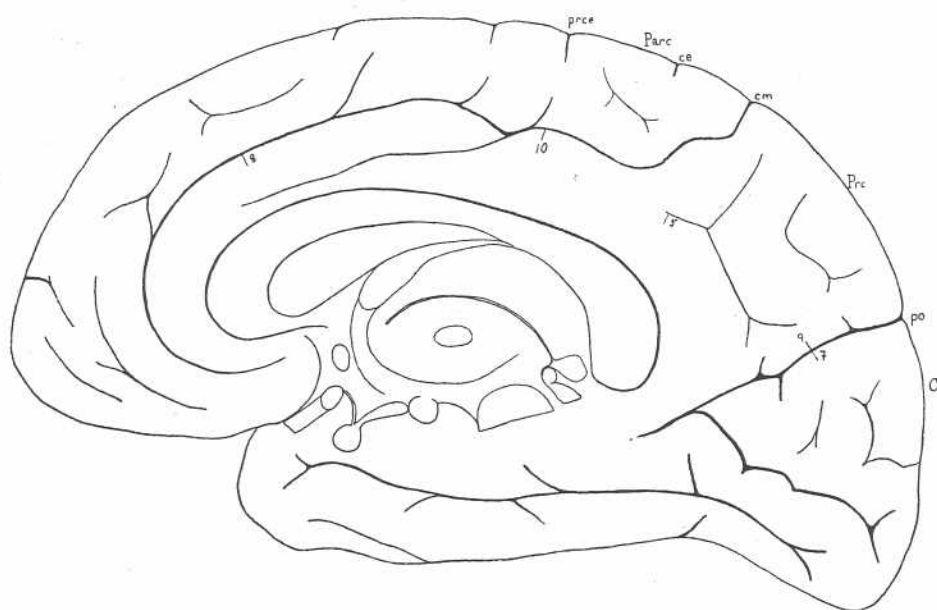


Fig. 2.

des Gyrus lingualis übergehen. Die von Brodmann bei Beschreibung seiner Tafel 10, Figur 2 unterschiedenen Schichten lassen sich auch bei dieser schwächern Vergrößerung unschwer erkennen.

Alle übrigen Figuren beziehen sich auf den erwachsenen Menschen, zeigen alle die gleiche $66\frac{1}{2}$ fache Vergrößerung und betreffen stets die Oberfläche der Windung, indem sie nur zwischen der eigentlichen Oberfläche, unserm Culmen, und der Übergangsecke zur Seitenfläche, unserm Angulus, variieren. Letzteres muß betont werden, da nur Oberflächen oder Seitenflächen verschiedener Windungen in allen Schichten miteinander vergleichbar sind (vgl. weiter unten!).

Tafel 11, Figur 2 (Br112; M₂, P₂ S Marg u. Ang, Pl₇, S₄ unserer Sammlung) zeigt den Bau des Culmen gyri supramarginalis (Sm) aus der Gegend 1 der Textfigur 1. Die Schnittdicke ist = 10 μ . Das durch Lichtdruck reproduzierte Negativ war hier wie Tafel 13, Figur 1 „flauer“ gehalten als in den andern. Das hat zur Folge, daß nur die Zellen eines Bruchteils der Dicke des Schnittes kräftig in der Reproduktion gekommen sind, während die übrigen nur ganz matt angedeutet sind. Dies ist in den anderen Reproduktionen weniger der Fall. Die Cytoarchitektur dieser Region schließt sich unter den von Brodmann bereits abgebildeten am engsten an die des Culmen gyri centralis posterioris (Tafel 6) an. Wir können die gleichen Schichten unterscheiden. Als deutliche Unterschiede gegenüber dem Culmen gyri centralis posterioris sind dabei hervorzuheben: 1. eine wesentlich größere Breite der gesamten Rinde und 2. das Fehlen sehr großer Zellen in Schicht III b und V.

Tafel 12, Figur 1 (M₂, Fr₂, Pl₆, S₄). Es handelt sich um den Angulus gyri frontalis medii (F₂) aus der Gegend 2 der Textfigur 1. Der Schnitt ist 10 μ dick. Es lassen sich auch hier ohne Mühe alle die Schichten unterscheiden, die wir im Gyrus supramarginalis (Sm) feststellten. Dabei zeigt sich aber, daß F₂ durch die große Schmalheit der V. Schicht und das Vorhandensein zahlreicher feiner Spindelzellen in der Schicht VI a, speziell in der Gegend des → sehr deutlich gegenüber Sm charakterisiert ist. Eine Durchmusterung des ganzen Schnittes lehrt uns in bezug auf die eben genannten Spindelzellen dann noch speziell, daß sie nur nestweise auftreten und an anderen Stellen sich nur jene größeren Zellen finden, wie wir sie im Gyrus supramarginalis beobachten.

Tafel 12, Figur 2 (M₂, Ro, b, Pl₁₁, S₁) stammt von einem 10 μ dicken Schnitt aus der Gegend 3 der Textfigur 1 des Gyrus occipitalis medius (O₂). Auch hier können wir die bisher unterschiedenen Schichten wieder erkennen. Aber zahlreiche Unterschiede sind gegenüber den Gyri supramarginalis et frontalis medius hervorzuheben. Zunächst fällt der relativ größere Zellreichtum und ferner die sehr große Schmalheit der Rinde auf. Letztere ist vor allem auf eine sehr geringe Dicke der Schichten III und IV zurückzuführen. In der Schicht III sind ferner die Zellen ganz besonders deutlich zu radiären Strängen angeordnet: ein Befund, der an die entsprechenden Verhältnisse des Cuneus in der linken Hälfte von Brodmanns Tafel 10, Figur 1 erinnert. Die Schicht IV ist hier schmal, dabei aber ebenfalls in ähnlicher Weise wie in IV, IV a und IV b der Tafel 10, Figur 1 von sehr zahlreichen ausgeprägten Rundzellen (Körnern, Granula) erfüllt, während sie in den Gyri centralis posterior, supramarginalis et frontalis medius zahlreiche kleine pyramidenförmige Zellen enthält. Die Schicht V weicht von derjenigen der zuletzt genannten Gyri durch das Fehlen zahlreicher größerer Pyramidenzellen ab. Sie enthält vielmehr neben einzelnen recht großen Solitärzellen (eine recht günstig getroffene befindet sich in der Abbildung) nur kleine Elemente. Dieses Vorherrschen kleiner Elemente neben einzelnen Solitärzellen erinnert ähnlich wie die Schicht IV an den Calcarinatypus, von dem aber die Schicht V hier durch größeren Reichtum der kleinen Elemente verschieden ist. Dazu kommt, daß die so ausgeprägte säulenförmige Anordnung dieser Elemente sie von allen bisher behandelten Rindenabschnitten unterscheidet. Die Schicht VI ähnelt durch den Zerfall in eine an ziemlich großen Elementen sehr reiche VI a und eine an Zellen arme VI b wiederum vollständig dem Calcarinatypus. Aber als Unterschied tritt auch hier die strangförmige Anordnung in VI a hervor.

Tafel 12, Figur 3 (Br77; M₃ T₁, Pl₃, S₂) ist einem 5 μ dicken Schnitt aus der Stelle 4 der Textfigur 1 des Gyrus temporalis superior entnommen. Auch hier können

wir die üblichen sechs Hauptschichten und in III die bekannten zwei Unterabteilungen unterscheiden. Es schließt sich unter den bisher behandelten Typen derjenige von T_1 am meisten an den von Sm (Tafel 11, Figur 2) an. Aber als eine bisher nicht beobachtete Eigentümlichkeit muß die bereits von andern Autoren erkannte sehr große Breite der Schicht VI angesehen werden. Dabei läßt diese Schicht eine weitere Gliederung in eine äußere zell dichtere und eine innere zellärmere kaum zu, ebenso wie ihre Abgrenzung nach dem Album zu viel unsicherer ist als an manchen anderen Rindenabschnitten. Ich will noch hinzufügen, daß die Schicht V stellenweise viel ärmer an ausgesprochenen Pyramidenzellen ist als an der abgebildeten Stelle und daß die großen Pyramidenzellen in IIIb in der den äußeren Teil der ventralen Lippe der Fissura Sylvii bildenden Partie von T_1 wie in den Gyri temporales transversi an Größe etwas zunehmen, ohne daß irgend eine weitere charakteristische Veränderung in der Cytoarchitektur Platz greift.

Tafel 12, Figur 4 (Br 81; M3, Cing. hint., Pl3, S6) bezieht sich auf einen 10μ dicken Schnitt aus dem Angulus des Sulcus subparietalis des Gyrus cinguli (Region 5 der Textfigur 2). Es lassen sich auch hier die üblichen Schichten unterscheiden. Zwei Eigentümlichkeiten treten indessen sofort hervor. Die eine ist der die Schichten II—VI in annähernd gleicher Weise betreffende größere Zellenreichtum. Dann aber ist noch zweitens zu konstatieren, daß zwar eine deutliche Schicht IV vorhanden ist, daß sich aber mehr als in den bisher von mir gebrachten Abbildungen auch „Körner“ im angrenzenden Gebiet von III und V befinden. Dabei sind diese Körner hier aber nicht etwa wie in O_2 vorherrschend Rundzellen, sondern wie in Sm, F_2 und T_1 zumeist sehr kleine pyramidenförmige Zellen.

Tafel 13, Figur 1 (Br 106; M2, $T^{2/3}$, Pl12, S3) gibt einen Teil des Culmen von einem 10μ dicken Schnitt aus der Gegend 6 der Textfigur 1 des Gyrus temporalis inferior (T_2) wieder. Der Typus dieser Region bildet ein Mittelglied zwischen T_1 und Sm. Mit Sm hat es das Vorhandensein zahlreicher ziemlich großer Pyramidenzellen in der Schicht V gemeinsam. Dagegen erinnert die Tatsache, daß VI etwa mehr als ein Drittel der Gesamtbreite der Rinde einnimmt, an die Verhältnisse von T_1 .

Tafel 13, Figur 2 (Br 91; M3 R Praec + Cun. Pl7 S1; Dicke = 5μ) ist dem Cuneus (C Angulus po) an der Stelle 7 der Textfigur 2 entnommen. Der Zellreichtum dieser Region ist der größte aller in meiner Arbeit abgebildeten Gebiete. Die Architektur zeigt dabei die gewöhnliche Schichtung. Von dem linken Drittel des Cuneus der Tafel 10, Figur 1 unterscheidet sich diese Region durch das Vorherrschen kleinerer Zellelemente. Ein Vergleich bezüglich der Breite der einzelnen Schichten ist zwischen den beiden Figuren leider nicht möglich, da der linke Teil der Tafel 10, Figur 1 der Seitenfläche (Labium) des Sulcus cunei angehört. Neben der Tafel 10, Figur 2 ähnelt der Tafel 13, Figur 2 von den bisher beschriebenen die Tafel 12, Figur 2 (O_2) am meisten. Gemeinsam ist beiden die Schmalheit der Rinde. Aber während dieselbe in O_2 auf eine sehr geringe Dicke der Schichten III und IV zurückzuführen ist, kommt hier die Schmalheit der Schichten V und VI vor allem als ursächliches Moment in Betracht. Die strangförmige Anordnung der Zellen, die in O_2 so ausgeprägt war, ist hier nur in V und VI eben angedeutet. Die Schicht IV zeigt hier die doppelte Breite, besteht aber auch hier vorwiegend aus Rundzellen. Die Scheidung der Schicht VI in a und b endlich ist hier viel weniger ausgeprägt als in O_2 .

Tafel 13, Figur 3 (Br 88; M3, Cing. vorn Pl4, S2; 10μ) stammt vom Angulus sulci cinguli aus der Region 8 der Textfigur 2 des Gyrus cinguli. Ein Vergleich mit Tafel 12, Figur 4 lehrt uns, daß die denkbar größten cytoarchitektonischen Differenzen zwischen der Region 5 und der Region 8 des Gyrus cinguli der Textfigur 2 besteht. Die Region 8 ist viel zellärmer, aber ihre Zellelemente sind vorwiegend größer. Was nun die Schichten-gliederung anbelangt, so begegnen wir hier zum ersten Mal unter den von mir abgebildeten Regionen einem Typus, der nicht ohne weiteres die gewöhnliche Einteilung zuletzt, sich vielmehr durch das Fehlen der Schicht IV dem von Brodmann aus dem vorderen Teil des Gyrus centralis anterior und dem Fuß des Gyrus frontalis superior abgebildeten Typus anschließt (Tafel 7 linke Hälfte, Tafel 9). Aber auch diesen Regionen gegenüber bestehen ganz charakteristische Unterschiede. Wir wollen nur zwei sofort in die Augen fallende

hervorheben. Im ventralen Viertel der Schicht III—V finden sich eine ganze Reihe großer spindelförmiger Zellen, wie sie sonst in keiner der Brodmannschen Abbildungen, noch in einer anderen der meinigen vorkommen. Es scheint, daß diese bereits von Flechsig¹⁾ gesehen sind. Dann ist im Gegensatz zu Tafel 7 und Tafel 9 die Schicht VI so stark entwickelt, wie wir sie sonst nur in T₁ beobachtet haben. Dabei ist auch hier die Grenze zwischen Cortex und Album eine sehr wenig scharfe.

Tafel 14, Figur 1 (Br 86; M₃R, Praec + Cun. Pl7, S1; 5 μ) stammt vom gleichen Schnitt wie Tafel 13, Figur 2. Es handelt sich speziell um den Angulus fissurae parieto-occipitalis des Praecuneus (Prc. Angul. po; Region 9 der Textfigur 2). Diese Gegend schließt sich in den allgemeinen Grundzügen ihrer Architektur der Tafel 13, Figur 2 abgebildeten an. Aber es sind doch eine Menge Differenzen vorhanden. Bei gleicher Schmalheit der Rinde ist Tafel 14, Figur 1 zellärmer. Statt dessen sind aber die Zellelemente durchgängig größer. Das gilt speziell von den Pyramidenzellen in III und V, sind doch diejenigen von III b die größten meiner Abbildungen. Andererseits fehlen aber in V dann auch die noch größeren Solitärzellen, von denen eine Tafel 13, Figur 2 so günstig getroffen ist. Das Dickenverhältnis der Schichten II und III zu IV bis VI hat sich in Tafel 14, Figur 1 im Vergleich mit Tafel 13, Figur 2 zugunsten der innern Schichten verschoben.

Tafel 14, Figur 2 (Br 90; M₂, Cingul. m, Pl7, S9; 10 μ) ist der Region 10 des Gyrus cinguli entnommen. Diese Gegend unterscheidet sich cytoarchitektonisch sowohl von der Region 5, wie von der Region 8 desselben Gyrus. Die Rinde ist in der Region 10 schmaler als in einer der beiden anderen. Sie ist ferner dadurch ausgezeichnet, daß zwischen den Schichten V und VI in stärkerer Ausprägung als in irgend einer anderen unserer Abbildungen eine zellarme Schicht, unsere Pars limitans laminae ganglionaris oder kurz Lamina limitans (VI), vorhanden ist. Sie unterscheidet sich weiterhin speziell von der Region 5 (Tafel 12, Figur 4) durch geringeren Zellreichtum, stärkere Größe der Zellen, Schmalheit der Schicht III, geringes Ausgeprägtsein der Schicht IV und starke Entwicklung der Schicht V. Sie ist andererseits gegenüber der Region 8 (Tafel 13, Figur 3) noch charakterisiert durch immerhin rudimentäres Vorhandensein einer IV. Schicht, einzig in meinen Abbildungen existierende Größe der Pyramidenzellen der V. Schicht und Schmalheit der VI.

Ich bin in der Auswahl der soeben beschriebenen Regionen von dem Prinzip ausgegangen, gerade solche Rindengebiete zu behandeln, von denen bisher noch nicht genügend bekannt war, wie weit cytoarchitektonische Differenzen in ihnen vorhanden sind. Ganz spezifisch gebaute Regionen, wie den Gyrus hippocampi, und so selbstverständlich auch das Rhinencephalon, das Septum pellucidum, die Striae Lancisi und den Hippocampus (= Cornu Ammonis) habe ich ganz beiseite gelassen. Um so mehr sind aber unter diesen Umständen die wenigen mitgeteilten Resultate unserer Studien dazu angetan, das Vorhandensein zahlreicher cytoarchitektonischer Felder in der Großhirnrinde darzutun, ja zu zeigen, daß ihre Zahl größer ist als die Physiologie zur Zeit Zentren zu unterscheiden vermag. Dabei muß es natürlich der Zukunft vorbehalten bleiben, zu entscheiden, ob cytoarchitektonische Differenzen der geschilderten Art für alle diejenigen Cortexcentren existieren, welche die Physiologie einstmals unterscheiden wird. Heutzutage sind wir wenigstens in der Lage, eine viel detailliertere cytoarchitektonische Organologie der Großhirnrinde zu begründen, als es vom physiologischen Standpunkt aus möglich ist. Auf alle Fälle hat aber der Anatom — und darauf kommt es uns ja hier an — in einer erkennbaren cytoarchitektonischen Differenz ein untrüg-

¹⁾ Gehirn und Seele. 2. Aufl. pag. 66.

liches Erkennungszeichen für eine physiologische Verschiedenheit und noch dazu ein Erkennungszeichen, das nicht nur Rindenfelder, sondern auch Rindenschichten betrifft. Mit Hilfe dieses Erkennungszeichens können wir nunmehr zur Kritik der bisherigen Zergliederungen der Großhirnoberfläche übergehen.

II.

Es kommen hier zwei Großhirneinteilungen in Betracht. Die eine ist die von Leuret, Huschke und Gratiolet angebahnte Zerlegung in Windungen, die andere die Einteilung in myelogenetische Bezirke.

Es bedeutete gewiß einen großen Fortschritt auf dem Wege der Verfeinerung der Cortexgliederung, als allmählich an die Stelle der von Vicq d'Azyr und Burdach vorgenommenen Zerlegung in Lappen (oder Lobi) eine solche in Windungen (oder Lobuli et Gyri) trat. Und dieser Fortschritt wird ein dauernder bleiben. Denn muß auch als selbstverständlich von vornherein zugegeben werden, daß die Furcheneinteilung nur für die Abgrenzung von Rindenfeldern Bedeutung haben kann, so hat sie hier wenigstens auch einen unleugbaren Vorzug gegenüber den später zu erörternden Einteilungsprinzipien. Er liegt in dem Umstand, daß wir in den Furchen leicht erkennbare Merkmale vor uns haben. Deshalb wird auch diese Einteilung für die topographische Orientierung von dauerndem Werte bleiben, hat sich doch selbst die Zerlegung in Lappen als bequemes Orientierungsmittel bis auf den heutigen Tag erhalten!

Für die Erkennung analoger Bezirke in der Reihe der Säugetiere ist dagegen der Wert dieser Rindeneinteilung zunächst schon dadurch eingeschränkt, daß sie naturgemäß nur auf die gyrencephalischen Gehirne ausgedehnt werden kann. Dann aber weist ferner unsere gesamte vergleichende Lokalisationslehre darauf hin, daß auch bei den verschiedenen gyrencephalischen Säugetierfamilien die Lagebeziehungen der analogen Rindenabschnitte zu den vorhandenen Furchen eine solche ist, daß nur zwei Deutungen dieser Befunde möglich sind. Entweder nimmt man eine durchgehende Homologie der Hauptfurchen, aber einen Wechsel der Lagebeziehungen der analogen Rindenfelder zu den Furchen an oder aber man leugnet — zu denen gehöre ich — überhaupt eine solche durchgehende Homologie. Beide Anschauungen fallen aber in einmütiger Weise ein vernichtendes Urteil über den Wert der Furchen für die Erkennung analoger Rindenfelder.

Was nun den direkten Wert der Furcheneinteilung für die Physiologie betrifft, so fragt es sich, ob wir in den verschiedenen Windungen strukturell voneinander differente Rindenabschnitte vor uns haben oder ob wenigstens die Furchen zu den strukturell unterscheidbaren Rindenfeldern in einfacher gesetzmäßiger Beziehung stehen.

Die relative Konstanz der Furchen ist bekannt. Und schon diese Konstanz läßt vermuten, daß ihre Entwicklung in gewissem kausalen Zusammenhang zu jenen architektonischen Differenzierungen steht, welche zur Entstehung histologischer Rindenfelder führen. Dabei weisen aber die zahlreichen architektonischen Verschiedenheiten des lissencephalischen Gehirns mit aller Entschiedenheit darauf hin, daß ihre Entstehung nicht durch die Furchen-

bildung bedingt ist. Andererseits erhellt jedoch eine gewisse Einwirkung der Furchenbildung auf die Architektonik aus der ebensowohl für das menschliche wie für das tierische Gehirn geltenden Tatsache, daß die verschiedenen Windungen in ihrer Kuppe oder Culmen, der Übergangsstelle zur Seitenwand oder Angulus, der Seitenwand selbst oder dem Labium sulci und endlich dem Fundus sulci in weitem Maße gleichartige charakteristische Modifikationen der Cyto- und Myeloarchitektonik aufweisen, mag der Grundtypus in der Architektonik dieser Windungen noch so verschieden sein.

Zeigen unsere Beobachtungen uns nun auch noch des weiteren Beziehungen zwischen der Furchenbildung und der Ausdehnung der verschiedenen architektonischen Rindentypen? Wie Ramon y Cajal zuerst bis zum gewissen Grade beobachtet und wie Brodmann nunmehr für sieben verschiedene Hemisphären als konstant nachgewiesen hat, haben wir im Fundus des Sulcus centralis zumeist eine recht scharfe Grenze zwischen zwei cytoarchitektonisch äußerst verschiedenen Rindenfeldern. Hier fällt also die Grenze zweier Gyri mit den Grenzen histologischer Rindenfelder zusammen. Andererseits ist es ja schon längere Zeit bekannt, daß ein besonderer einheitlicher cyto- und myelohistologischer Bau, der sogenannte Calcarinatypus, die dorsale und die ventrale Lippe der Fissura calcarina, wie das angrenzende Gebiet des Cuneus und Gyrus lingualis einnimmt. Hier erstreckt sich also ein histologisches Zentrum auf die aneinander grenzenden Teile zweier verschiedener Gyri, um sich andererseits aber nicht etwa bis ans andere Ende dieser Gyri zu erstrecken, sondern — wie zuerst Bolton gezeigt hat — vorher plötzlich aufzuhören. In schönster Weise zeigt dieses Tafel II, Figur I. Ich weise endlich darauf hin, daß — wie Brodmann zuerst gezeigt hat (vgl. speziell Figur 14, pag. 105 dieses Bandes!) — im Lobulus paracentralis ein durch seine histologische Struktur gegen die Umgebung ziemlich scharf abgegrenztes Gebiet existiert, das nur die mittleren Teile dieser Hirnwindung erfüllt und weder oralwärts bis zum Ramus paracentralis, noch caudalwärts bis zur Pars verticalis sulci callosomarginalis (oder cinguli) reicht. Wir haben hier also ein histologisches Zentrum vor uns, das überhaupt nicht bis an die Grenzfurchen des betreffenden Lobulus heranreicht. Diese Beispiele genügen wohl zum Beweise dafür, daß die eventuellen gesetzmäßigen Beziehungen der Furchen zu den strukturellen Rindenfeldern zum mindesten äußerst kompliziert sind und deshalb erst in jedem einzelnen Fall empirisch festgelegt werden müssen. Nur in vereinzelten Fällen sind dabei die Beziehungen derartige, daß der Fundus der Furche mit der Grenze histologischer Rindenfelder zusammenfällt. Aber auch in diesen seltenen Fällen liegen die Verhältnisse dann bei den anderen Grenzfurchen derselben Windung so, daß selbst durch Zusammenfassen verwandt gebauter histologischer Felder kein Zusammenfallen mit einer Windung oder einem Windungskomplex erreicht wird. So gibt uns denn auch die Furcheneinteilung durchaus keine Indicien für die abzugrenzenden physiologischen Rindenfelder an die Hand.

Zeigt denn aber wenigstens bei aller Verschiedenheit der Lagebeziehungen zwischen den strukturellen Rindenfeldern und Windungsabschnitten die einzelne Lagebeziehung eine solche Konstanz, daß erstens die Furchen uns Anhalte-

punkte über die Lage der histologischen Felder in einem noch nicht weiter untersuchten Gehirn geben und zweitens aus Variationen in den Furchen auf bestimmte Variationen in der Lage und Ausdehnung der histologischen Felder geschlossen werden kann? Leider sind wir vorläufig durchaus noch nicht in der Lage, diese Frage zu beantworten. Und doch hängt von der Beantwortung dieser Frage die definitive Beurteilung des Wertes der Gliederung der Großhirnoberfläche in Windungen ab. Würde die Frage — was aber sehr unwahrscheinlich ist — eines Tages einfach bejaht werden, dann würde sich unser Urteil über den Wert der Furcheneinteilung etwas mildern.

Heute können wir aber nur sagen, daß die Einteilung der Großhirnrinde auf Grund der Furchenbildung wohl die allgemeine topographische Orientierung fördert, dagegen keinen andern physiologischen Wert hat.

* * *

Wie weit wird nun dieser Mangel durch das myelogenetische Prinzip ausgefüllt? Ich möchte diese Frage — einer an mich gerichteten Bitte entsprechend — in einer auch dem anatomischen Erörterungen Fernerstehenden verständlichen Form beantworten und bitte deshalb den Fachmann um Entschuldigung, wenn ich ihm Bekanntes hier einer Erörterung unterziehe.

Die Markscheiden sind seit längerer Zeit eins der Hauptstudienobjekte der Neuroanatomen und der Neuropathologen. Man könnte aus dieser Tatsache schließen, daß uns die große physiologische Bedeutung der Markscheide zu diesem emsigen Studium veranlaßt hat. Das ist nun aber durchaus nicht der Fall. Denn die physiologische Bedeutung der Markscheiden ist uns noch gänzlich unbekannt. Wenn man die Markscheide als eine Isolierschicht nach Analogie der den Elektrizitätsleiter isolierenden Seidenumhüllung auffaßt, so ist das nichts als eine Hypothese. Ebenso wenig ist es ihre vermutete große funktionelle Bedeutung gewesen, welche zu einem so eingehenden Studium der Markscheiden geführt hat. Es ist vielmehr eine eigentümliche Reaktion der Markscheide gegenüber gewissen Farbstoffen, welche in entsprechend gefärbten mikroskopischen Präparaten die Markscheiden sich von allen übrigen Geweben gut abheben läßt und uns so veranlaßt hat, die Markscheiden zu studieren, wo es eigentlich uns darauf ankommt, uns über den Verlauf der von ihnen umhüllten Achsenzylinder klar zu werden.

Bekanntlich ist man nun nicht dabei stehen geblieben, ausschließlich erwachsene Gehirne mit ausgebildeten Markscheiden zu färben, sondern man hat unter dem Vorantritt Flechsigs sich in eingehender Weise auch dem Studium der Markscheidenentwicklung (= Markreifung oder Myelogenie) zugewandt. Man hat dabei nun zwei für unsere heutigen Betrachtungen wichtige Tatsachen festgestellt.

Die erste ist die einer gesetzmäßigen schichtenweisen Markreifung des Cortex cerebri. Nachdem zwar bereits Markscheiden im Album einer Großhirnwindung aufgetreten sind (vgl. darüber im Atlas des I. Bandes unserer Neurobiologischen Arbeiten Taf. 143 Fig. 2 und Taf. 73 Fig. 2), erscheinen solche in den tiefen Abschnitten des Cortex selbst. Entsprechende Abbildungen finden sich in dem eben zitierten Atlas Taf. 59 Fig. 6, Taf. 74 Fig. 2,

Taf. 93 Fig. 1, Taf. 136 Fig. 4 und Taf. 143 Fig. 3. Sodann beginnt die Markreifung in unserer Lamina zonalis. Taf. 166 Fig. 5 jenes Atlas zeigt dieses Stadium. Erst in einem noch späteren Stadium beginnt endlich die Markreifung auch in den mittleren Partien der Rinde. Wir gelangen so zur Unterscheidung von drei myelogenetischen Cortexschichten. Es ist das Verdienst von Vulpus, diesen Modus der Markreifung der Hirnrinde zuerst erkannt zu haben.

Die zweite Gesetzmäßigkeit ist nun die, daß sich der eben geschilderte Prozeß der Markscheidenentwicklung in den verschiedenen Teilen der Großhirnoberfläche nicht zu gleicher Zeit abspielt, sondern daß gewisse Rindenabschnitte früher, andere später in das Stadium der Markreifung eintreten. Auf Grund dieser Tatsache sind wir in der Lage, die Hirnrinde in myelogenetische Felder zu zerlegen. Es ist Flechsig gewesen, der dieses zuerst in vollem Maße erkannt hat.

Tafel 15, Figur 1 und 2 geben schematisch die myelogenetischen Felder wieder, welche die Markreifung des Gehirns eines 81 Tage alten Kindes (E 13 unserer Sammlung; zahlreiche Abbildungen von Präparaten dieses Gehirns befinden sich im Atlas des I. Bandes unserer Neurobiologischen Arbeiten) unterscheiden läßt. Eine eingehendere Beschreibung dieser Schemata wird in den Neurobiologischen Arbeiten erfolgen.

Nur da, wo sich der allerhellste Ton befindet, d. h. in der Mitte der Gyri temporales medius et inferior, in dem Gebiet, wo die Gyri angularis et supramarginalis zusammenstoßen und an der Stelle, wo der Gyrus cinguli in den Isthmus gyri fornicati übergeht, sind Markfasern erst bei schwacher Vergrößerung sichtbar. An allen übrigen Stellen der Cortex kann man solche schon mit bloßem Auge erkennen. Je dunkler in dem Schema eine Region ist, um so mehr Markfasern erhält sie.

Es fragt sich nun, wie weit eine Zergliederung der Großhirnrinde in myelogenetische Schichten und Felder die Idealforderungen einer anatomischen Cortexeinteilung erfüllt.

Gegenüber der Furcheneinteilung besteht ein erster klar zutage liegender Vorteil darin, daß die Myelogenie nicht nur Rindenfelder, sondern auch Rindenschichten zu unterscheiden gestattet.

Einen zweiten Vorteil könnte man aus der zuerst von C. Vogt mitgeteilten Tatsache abzuleiten geneigt sein, daß sich dieses Einteilungsprinzip auch für lissencephale Säugetiergehirne verwenden läßt. Indessen muß dazu bemerkt werden, daß eine myelogenetische Zergliederung des Cortex doch nicht ohne weiteres für vergleichende Betrachtungen verwertbar ist. Weder die Homologie, noch die für unsere Betrachtungen speziell wichtige Analogie der früh- und spätmarkreifen Rindenabschnitte im Menschen, Carnivoren- und Rodentiergehirn, ist a priori sicher gestellt. Sind hier doch cenogenetischen Verschiebungen Tür und Tor geöffnet! Um diese Frage zu entscheiden, bedarf es erst noch vorläufig gar nicht zum Abschluß zu bringender Untersuchungen. Bis dahin werden aber alle aus einer gleichartigen Myelogenie abgeleiteten Analogien nur von sehr hypothetischem Werte sein.

Wenn wir nun drittens zu der Frage übergehen, inwieweit myelogenetische Differenzen funktionelle zum Ausdruck bringen und auf diese

Weise zur Abgrenzung bisher unerkennbar funktioneller Bezirke führen, so fällt die Antwort nicht viel günstiger aus.

Zunächst ist zu betonen, daß es kein Gesetz gibt, welches uns a priori lehrt, daß Ungleichheit der Markreifung die zu trennenden physiologischen Felder charakterisiert. Gewiß ist es wahrscheinlich — wie auch Hitzig betont — daß durch ungleichen Beginn ihrer Markreifung zeitlich weit getrennte Gebiete funktionell verschieden sind. Dafür spricht auch der für Mensch und Tier geltende Umstand, daß derartige Gebiete sich beim Erwachsenen dadurch voneinander unterscheiden, daß sie im allgemeinen um so zahlreichere und dickere Markfasern enthalten, je früher in ihnen die Markreifung beginnt. Ja wir können mit einer gewissen Berechtigung noch einen Schritt weiter gehen. Die vergleichende Anatomie lehrt uns, daß in der Wirbeltierreihe das Großhirn nicht nur der zuletzt sich entwickelnde Hirnteil ist, sondern auch später als die phylogenetisch älteren Hirnabschnitte markhaltige Fasern bekommt. Ebenso sehen wir nun bei der embryonalen Entwicklung, daß die stammesgeschichtlich älteren Hirnteile früher in das Stadium der Markreifung eintreten als das Großhirn. Wir haben also in dem zeitlichen Auftreten der Markreife noch einen gewissen Maßstab dafür, in welcher Reihenfolge in der Wirbeltierreihe die verschiedenen Hirnteile aufgetreten sind. Wir können nun auf Grund dieser unleugbaren Tatsache den Analogieschluß ziehen, daß wir in den Markreifungsdifferenzen des Cortex cerebri einen Maßstab für das jedesmalige stammesgeschichtliche Alter der verschiedenen Großhirnrindenterritorien (Schichten und Felder) haben. Nun zeigt uns weiter die vergleichende Hirnphysiologie, daß in dem Maße, in welchem das Großhirn sich stärker entwickelt, dieses der Träger solcher höherer Funktionen wird, deren das grobhirnärmere Tier nicht fähig ist. Das stammesgeschichtlich jüngere Großhirn stellt den funktionell höchststehenden Abschnitt des Zentralnervensystems dar. Auf Grund dieser weiteren Feststellung können wir dann den obigen Analogieschluß noch erweitern und sagen: die spätmarkreifen Großhirnrindenabschnitte stellen nicht nur die phylogenetisch jüngsten, sondern gleichzeitig auch die funktionell höchststehenden Teile der Großhirnrinde dar. Eine solche genetische Schlußfolge hat gewiß manches für sich und entspricht vielleicht auch in weitgehendem Maße den Tatsachen. Aber sie enthält zwei unerwiesene Voraussetzungen und sie gibt uns des weiteren durchaus keinen Aufschluß darüber, worin wir diese höhere Funktion der spätmarkreifen Rindenabschnitte zu suchen haben.

Können uns bei diesem Stand der Dinge andere neurobiologische Feststellungen in unserer Erkenntnis fördern?

Wenn wir nun zunächst dazu übergehen, die entsprechenden Verhältnisse in bezug auf die myelogenetischen Rindenfelder zu prüfen, so veranlaßt uns die im vorstehenden entwickelte genetische Schlußfolge zunächst dazu, der Frage nach den Beziehungen zwischen myelogenetischen und physiologischen Rindenfeldern die spezielle Form zu geben, ob sich ein prinzipieller funktioneller Unterschied zwischen früh- und spätmarkreifen Rindenfeldern nachweisen läßt,

Es sind zwei Wege, welche uns über die Funktion irgend eines nervösen Zentrums Aufklärung gewähren können: der indirekte Weg der anatomischen und der direkte Weg der physiologischen Untersuchung dieses Zentrums. Die anatomische Untersuchung zerfällt des weiteren in die der nervösen Verbindungen und die des histologischen Baues des betreffenden Zentrums. Dabei kann uns die Erkennung der anatomischen Verbindungen über die physiologischen Funktionen eines Zentrums insofern aufklären, als jene Funktionen durch seine Faserverbindungen bedingt sind. Eine hierher gehörige Schlußfolge war es denn auch, worauf Flechsig die Theorie aufbaute, daß die spätmarkreifen Rindenabschnitte speziell „Associationszentren“ seien. Flechsig begründete diese seine Lehre vor allem mit der Behauptung, daß zu der Zeit, wo ausschließlich die frühmarkreifen Rindenabschnitte in das Stadium der Markreifung eingetreten seien, bereits alle Projektionsfasern ihre Markumhüllung empfangen hätten und deshalb die spätmarkreifen Zentren nur Associationsfasern enthalten könnten.

Ich muß hier zunächst eine Bemerkung über den Begriff der Projektions- und der Associationsfaser machen. Diese Begriffe sind von dem geistvollen Hirnanatomen Meynert geschaffen. Er selbst sah in den Projektionsfasern die zuführenden Träger der Sinnesempfindungen und die ableitenden der motorischen und sekretorischen Reaktionen, dagegen in den Associationsfasern die Vermittler der Ideenassociation. Die von Meynert geschaffenen Namen sind als Dauerbesitz in unsere neuroanatomische Nomenklatur übergegangen. Aber sie haben dabei eine rein anatomische Definition erfahren. Dieselbe ist bisher aber keine ganz einheitliche. Es ist daher selbstverständlich, daß man bei einer Kritik der Flechsig'schen Lehre von seiner Definition jener beiden Fasergruppen ausgehen muß: eine Bedingung, deren Vernachlässigung zu unheilvollen Verwirrungen führt. Ich erinnere nur an das Debierresche Referat auf dem Pariser Kongreß für Medizin! Flechsig versteht unter Projektionsfasern einfach solche Fasern, welche sich zwischen Großhirnrinde und Gebilden erstrecken, die nicht dem Telencephalon angehören, also entweder Bestandteile des Zwischenhirns oder solche noch tieferer Zentren bilden. Und andererseits faßt er als Associationsfasern alle diejenigen Fasern auf, welche die Verbindung zwischen irgendwelchen Großhirnabschnitten herstellen und in ihrem Verlauf zeitweise Bestandteile des Album telencephali werden. Daß wir nun nur in den so definierten Projektionsfasern Träger der Projektion im Meynertschen Sinne vor uns haben, ist durchaus unerwiesen. Sicherlich direkt unrichtig ist es aber, daß die Projektionsfasern an dem Prozeß der Ideenassociation gar keinen Anteil nehmen sollten. Ich selbst habe mich davon überzeugen können, wie eine von der Gefühlsbetonung einer Vorstellung abhängige Änderung des Muskeltonus den weiteren Verlauf der Ideenassociation beeinflusst. Hier haben wir also einen Associationsprozeß vor uns, der seinen Weg über die Peripherie genommen, also sich Projektionsfasern im ausgedehntesten Maße bedient hat. Aus dieser Feststellung geht dann aber ohne weiteres hervor, daß selbst der Nachweis, daß Rindenzentren aller Projektionsfasern entbehren, noch nicht dazu berechtigt, derartige Zentren vom physiologischen Standpunkt als „Associationszentren“

zu deuten. Man hat nur das Recht, dann von Associationsfaserzentren zu sprechen.

Aber ein entsprechender Nachweis ist überhaupt nicht von Flechsig erbracht. Denn Flechsig begeht einen Grundirrtum, wenn er behauptet, daß in einem relativ frühen Stadium bereits alle Projektionsfasern markhaltig seien. Es bleiben vielmehr Abschnitte der Projektionsfaserung marklos, so lange irgend ein Großhirnwindungsgebiet noch einer reichlichen Markentwicklung entbehrt. Und handelt sich dabei gerade um jene Abschnitte in der Projektionsfaserung, welche nach den Resultaten anderer anatomischer Methoden gerade die Projektionsfasern der spätmarkreifen Rindengebiete enthalten. Diese spätmarkreifen Felder der Projektionsfaserung sind dabei so groß, daß die Flechsig'sche Associationszentrenlehre auch in der Einschränkung nicht haltbar ist, daß die Associationszentren eine verschwindend kleine Anzahl von Projektionsfasern vielleicht enthalten könnten. C. Vogt und ich haben zuerst diesen Grundirrtum der Flechsig'schen Theorie aufgedeckt. Dann ist unser Befund von v. Monakow bestätigt worden. In einer sehr umfangreichen, im Erscheinen begriffenen Arbeit werden C. Vogt und ich diese Frage noch eingehend erörtern, so daß wir hier nur darauf hinweisen wollen. Bloß auf einen Punkt möchte ich an der Hand der Tafel 15 Fig. 2 kurz aufmerksam machen. Die dunkle Region in der Mitte des Corpus callosum stellt die Balkenfaserung der Gyri centrales anterior et posterior und deren Umgebung dar. Das nach vorn gelegene weiße Gebiet des Corpus callosum enthält die noch größtenteils marklose Balkenfaserung des spätmarkreifen Gebiets des Stirnhirns. Nun bildet dieser vordere noch ganz markarme Teil des Corpus callosum beinahe die Hälfte desselben, was auch unzweifelhaft aus den nicht schematischen Längsschnitten im Atlas des I. Bandes unserer neurobiologischen Arbeiten hervorgeht. Andererseits umfaßt das spätmarkreife Gebiet des Stirnhirns bei weitem nicht die halbe Großhirnoberfläche. Es ergibt sich daraus für diesen Großhirnteil ein besonderer Reichtum an — wenigstens vorherrschend — Associationsfasern bildenden Balkenfasern. Aber dieses Charakteristikum läßt sich nicht für die hinteren spätmarkreifen Großhirnabschnitte feststellen. Es ist also nicht der Reichtum an Balkenfasern als eine Eigentümlichkeit aller spätmarkreifen Rindenabschnitte anzusehen. So lehrt uns das Studium der anatomischen Verbindungen keinen durchgreifenden Unterschied zwischen früh- und spätmarkreifen Rindenterritorien.

Wir kommen nun zu der Frage, wie weit uns die histologische und hier speziell die cytoarchitektonische Struktur einen durchgehenden Unterschied zwischen früh- und spätmarkreifen Rindenabschnitten aufweist. Flechsig hatte in bezug auf die histologische Struktur den verschiedenen frühmarkreifen Zentren einen jedesmaligen charakteristischen und den spätmarkreifen einen gemeinsamen Bau zugeschrieben. Dieser letztere sollte sich speziell darin kundgeben, daß sich größere Pyramidenzellen unter der 4. Meynertschen Körnerschicht „nur mehr vereinzelt“ vorfinden. Unsere Tafel 11 Fig. 2 (= Region 1 der Textfigur 1), Taf. 12 Fig. 1 (= Region 2) und Taf. 13 Fig. 1 (= Region 6) geben den Schichtenbau ausgesprochen spätmarkreifer Rindengebiete wieder, wie ein Vergleich der Textfiguren 1 und 2 mit Taf. 15 Fig. 1 und 2 sofort zeigt. Und

in allen drei Regionen finden wir eine deutliche ganglionäre Schicht (V), d. h. in Flechsig's Sprache zahlreiche größere Pyramidenzellen in den äußeren Abschnitten der 5. Meynertschen Schicht. Diese Pyramidenzellen sind so in die Augen fallend, daß derjenige, welcher noch nicht mit der Unzuverlässigkeit Flechsig'scher Angaben vertraut ist, an einen Druckfehler in der Flechsig'schen Arbeit glauben könnte! Daß auf der anderen Seite jedoch jede der genannten 3 Regionen besondere Eigentümlichkeiten in ihrer Cytoarchitektonik aufweist, haben wir ja oben hinreichend festgestellt. Der Grad dieser besonderen Eigentümlichkeiten geht aus einem Vergleich jener Tafeln mit Taf. 12 Fig. 3 (Gyrus temporalis superior, Region 4) hervor. Der mittlere Teil des Gyrus temporalis superior (T_1), also eine frühmarkreife Region, unterscheidet sich vom spätmarkreifen T_3 durchaus nicht mehr, als dieser spätmarkreife T_3 von dem ebenfalls spätmarkreifen Sm : eine Tatsache, die schon von Siemerling hervorgehoben ist. Die Differenz zwischen dem spätmarkreifen Sm und F_2 ist des weiteren entschieden noch größer als die zwischen T_1 und T_3 , also einem früh- und einem spätmarkreifen Gebiet. Die cytoarchitektonische Differenz zwischen den verschiedenen ganz spätmarkreifen Regionen ist also ebenso groß oder gar größer als die zwischen benachbarten früh- und spätmarkreifen Gebieten. Vereinigt man vollends die etwas weniger spätmarkreifen Regionen, z. B. 8 und 9 unserer Textfigur 2, mit den ganz spätmarkreifen, so lehrt uns ein einziger Blick auf Taf. 13 Fig. 3 und Taf. 14 Fig. 1 in noch stärkerem Maße die Haltlosigkeit der Lehre von der einheitlichen Cytoarchitektonik der spätmarkreifen Rindengebiete. Kehren wir nun zur Prüfung der Flechsig'schen Lehre von dem jedesmaligen besondern Bau der frühmarkreifen Rindengebiete noch einmal zu T_1 (Taf. 12 Fig. 3) zurück! T_1 zeigt unseren gewöhnlichen 6schichtigen Typus (= 5schichtigen Typus Meynerts). Von einer Extraschicht, deren Existenz Flechsig behauptet, ist hier (ebenso wie im Gyrus temporalis transversus) nichts zu sehen, selbst nicht, wenn man durch die gegenteilige Behauptung Flechsig's besonders darauf hingewiesen wird. Im Gegenteil, wie wir schon oben hervorgehoben haben, ist es gerade T_1 , welches unsere V. Schicht stellenweise wenig deutlich ausgebildet und von unserer VI. Schicht differenziert zeigt. Also wir haben hier eher eine Schicht weniger als eine mehr. Ebenso erfolglos waren unsere Bemühungen in jener Region von Flechsig beschriebene „eigenartige Zellformen mit zylindrisch gestaltetem Körper“ aufzufinden. Es tritt uns also in der frühmarkreifen Region des Schläfenlappens durchaus nicht die von Flechsig behauptete besondere Cytoarchitektonik entgegen. Und ganz dasselbe gilt von dem frühmarkreifen Angulus sulci centralis gyri centralis posterioris (vgl. Brodmann's Tafel 6). Auch er zeigt den gewöhnlichen 6schichtigen Typus. Nur sind bei ziemlicher Schmalheit der Rinde die Schichten IIIb und in geringerem Maße auch V durch besonders große Pyramidenzellen ausgezeichnet. Also auch in dieser frühmarkreifen Region zeigt sich kein „besonderer cytoarchitektonischer“ Bau.

Ebenso wenig lassen sich aus der Dicke der Rinde Rückschlüsse auf die Zeit des Markreifungsbeginns ziehen. So weisen z. B. — wie schon von Brodmann geschildert worden ist — die Labien des Sulci centralis, das am

frühesten Markfasern zeigende Rindengebiet, die stärksten im Cortex vorkommenden Dickendifferenzen auf.

So kommen wir denn zu dem Resultat, daß keine durchgehenden prinzipiellen cytoarchitektonischen Unterschiede zwischen früh- und spätmarkreifen Rindenabschnitten existieren und deshalb nicht aus solchen auf eine grundlegende funktionelle Differenz geschlossen werden kann.

Gehen wir nunmehr darauf ein, welche Antwort die Physiologie auf unsere Frage zu geben vermag, so kommen hier einmal die Resultate der Reizungsmethode und dann die der sogenannten klinisch-anatomischen Forschung in Betracht.

Die Reizungsmethode besteht darin, daß man mit dem elektrischen Strom die verschiedenen Großhirnfelder reizt und dann die darauf folgenden motorischen Reaktionen beobachtet. Diese Methode ist bisher noch nicht in hinreichender Ausdehnung beim Menschen angewandt worden, um alle elektrisch erregbaren Rindenstellen ausfindig zu machen. Dagegen haben in jüngster Zeit Sherrington und Grünbaum derartige Reizungsversuche an 18 Großhirnhälften von Anthropoiden ausgeführt. Sollten die an diesen erzielten Resultate auf den Menschen übertragbar sein, so wäre einerseits nur ein Teil der frühmarkreifen Region (was sicherlich für den Menschen auch gilt; vgl. Brodmanns erste Mitteilung), dagegen auch ein Teil der spätmarkreifen Region des Stirnhirns elektrisch erregbar. Bezüglich der elektrischen Erregbarkeit würde dann also kein durchgehender Gegensatz zwischen früh- und spätmarkreifen Rindenfeldern existieren.

Was nun die Ergebnisse der klinisch-anatomischen Methode anbelangt, so sind dieselben aus Gründen, die ich hier nicht im einzelnen entwickeln kann, noch vielfach scharf umstritten. Im allgemeinen kann man indessen hier wohl sagen, daß diese Methode uns bisher über die Funktion der spätmarkreifen Rindenzentren — wenigstens so weit sie im Stirn- und Schläfenlappen gelegen sind — nichts hat erkennen lassen, während man die frühmarkreifen Regionen mit bestimmten Funktionen hat in Verbindung bringen können. Man kann daraus mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit schließen, daß die spätmarkreifen Rindengebiete zu solchen höheren psychischen Funktionen in Beziehung stehen, deren Störungen bisher nicht durch unsere relativ groben klinischen Untersuchungen erkannt werden konnten. Aber eine positivere Antwort ergibt sich nicht.

So kommen wir denn zusammenfassend zu dem allgemeinen Resultat, daß sich durchaus keine empirische Grundlage für die Behauptung eines durchgehenden funktionellen Unterschieds zwischen früh- und spätmarkreifen Rindenfeldern nachweisen läßt. Von der Erkennung der Natur dieses Unterschieds kann dementsprechend natürlich gar nicht die Rede sein. Über die vage Vermutung, daß die spätmarkreifen Rindenfelder höhere Zentren darstellen, kommen wir durchaus nicht hinaus.

Es fragt sich nun, wie weit dann wenigstens in allgemeinerer Form Beziehungen zwischen myelogenetischen und physiologischen Rindenfeldern nachgewiesen werden können. Es muß in bezug auf diesen Punkt zunächst

bemerkt werden, daß man von jener relativ scharfen Begrenzung der myelogenetischen Felder, die man auf Grund der Versicherungen Flechsig's zu vermuten geneigt sein könnte, in Wirklichkeit nur an vereinzelt Stellen etwas sieht. Ein Blick auf unsere Tafel 15 Figur 1 und 2 lehrt dieses sofort. Vergleichen wir nun derartige relativ günstige Stellen etwas näher mit dem, was cytoarchitektonische Prinzipien in bezug auf Erkenntnis der Zahl solcher Felder und Schärfe ihrer Umgrenzung leisten! Aus einem Vergleich der Tafel 15 Figur 2 mit den Textfiguren 17 der 3. und 15 der 4. Serie der 2. Brodmannschen Mitteilung ergibt sich, daß ein frühmarkreifes Zentrum annähernd mit der Ausdehnung des cytoarchitektonischen Calcarinatypus zusammenfällt. Prüft man nun aber entsprechende Faserpräparate genauer, so zeigt sich, daß sie niemals jene scharfe Grenze hervortreten lassen, die wir am Zellpräparat (Tafel 11 Figur 1) kennen gelernt haben. Ein scharfes Aufhören von Markfasern, oder in älteren Stadien von dickeren und zahlreicheren Markfasern genau an derjenigen Stelle, wo im Querschnitt der Calcarinatypus in den gewöhnlichen Typus übergeht, beobachten wir nirgends. Ebenso wenig tritt das Feld des Calcarinatypus in seiner ganzen Längenausdehnung auf einmal in das Stadium der Markreife ein. Also auch in diesem für das myelogenetische Einteilungsprinzip relativ günstigen Falle steht dasselbe in bezug auf Schärfe der Umgrenzung hinter dem cytoarchitektonischen Prinzip zurück. Noch ungünstiger für das myelogenetische Einteilungsprinzip gestaltet sich der Vergleich des frühmarkreifen Gebiets in den Zentralwindungen mit den Aufschlüssen, die sich aus den cytoarchitektonischen Verhältnissen dieser Region ergeben. Ich verweise auf die bereits zitierten Angaben in der 1. Brodmannschen Mitteilung, denen zufolge die vordere Hälfte des Gyrus centralis anterior, seine hintere Hälfte, die vordere Lippe des Gyrus centralis posterior und endlich deren Kuppe vom Beginn des vorderen Angulus an ganz verschiedene cytoarchitektonische Typen aufweisen. Hier umfaßt also eine Region, die sich myelogenetisch nicht oder kaum weiter zerlegen läßt, vier ausgesprochen differente histologische Felder, von denen je zwei (die beiden vorderen und die beiden hinteren) Gruppen von ganz prinzipieller Gegensätzlichkeit bilden. Und das alles läßt die Myelogenie nicht einmal ahnen.

So sehen wir denn als Facit unserer Feststellungen, daß zwar die Zeit des Markreifungsbeginns in einem Rindenfeld eine für die Physiologie beachtenswerte Tatsache bildet, daß aber das myelogenetische Prinzip in bezug auf Schärfe und Feinheit in der Abgrenzung physiologischer Felder hinter einer cytoarchitektonischen Gliederung zurücksteht.

Was nun die speziellen Beziehungen zwischen myelogenetischen und funktionell differenten Rindenschichten anbelangt, so muß zunächst bemerkt werden, daß wir über die physiologischen Differenzen derselben noch gar nichts Bestimmtes wissen. Weder die Kenntnis der nervösen Verbindungen der einzelnen Schichten, noch ihre Histologie sind soweit gefördert, daß wir mit einiger Sicherheit aus ihnen Schlüsse auf die Funktion der verschiedenen Schichten ziehen können. Die Physiologie läßt uns vollends noch ganz im Stich. So haben wir hier denn noch weniger als bei den myelogenetischen

Feldern Anhaltspunkte für die Bewertung der Bedeutung einer myelogenetischen Differenz zwischen einzelnen Rindenschichten. Über die Hypothese, daß die später markreifen Rindenschichten vielleicht höheren Funktionen dienen, kommen wir erst recht nicht hinaus.

Dabei steht auch die myelogenetische Schichtengliederung der Rinde bezüglich Schärfe und Feinheit der Abgrenzung hinter der cytoarchitektonischen zurück. Wie ein Blick auf die oben zitierten Abbildungen des Atlas des I. Bandes unserer neurobiologischen Arbeiten zeigt, ist die frühmarkreife Innenschicht des Cortex durchaus nicht in ihrer ganzen Tiefe auf einmal mit Markfasern erfüllt, sondern solche dringen erst ganz allmählich aus dem Album in den Cortex ein. Auch die Markreifung der Lamina zonalis zeigt nur eine allmähliche Tiefenzunahme. Infolge dieser Tatsachen steht die Cortexgliederung in myelogenetische Schichten sicherlich an Schärfe derjenigen in cytoarchitektonische nach, wenn selbst auch diese bezüglich exakter Grenzen manches zu wünschen übrig läßt. Vor allem aber zeigt sich die Überlegenheit des cytoarchitektonischen Prinzips darin, daß dieses zu einer Gliederung führt, welche über die myelogenetische Dreiteilung überall hinausgelangt.

So steht denn auch in bezug auf Rindenschichten das myelogenetische Einteilungsprinzip an Schärfe und Feinheit hinter anderen zurück.

Wir kommen nun endlich zu derjenigen physiologischen Bedeutung, welche eventuell die myelogenetische Hirngliederung durch Ermöglichung lokalisatorischer Schlußfolgerungen aus dem Parallelismus zwischen Markreifung und dem Auftreten gewisser Funktionen gewinnen könnte. Leider kann ich auch hier nichts Günstiges über einen gegenwärtigen diesbezüglichen Nutzen des Studiums der Markreifung berichten.

Dazu ist zunächst die Ontogenese der Funktionen des Zentralnervensystems noch viel zu sehr in den Kinderschuhen. Aber selbst wenn dem nicht so wäre, so würden lokalisatorischen Schlußfolgerungen der oben angedeuteten Art noch weitere große Schwierigkeiten entgegen stehen.

Eine erste besteht darin, daß wir in dem Auftreten der Markscheide keineswegs das Indicium dafür haben, daß in diesem Moment etwa die betreffende Nervenfasern in Funktion getreten sei. Ist es in der Ontogenie vielfach nicht anders als in der Phylogenie, dann haben die Nervenfasern oft schon vor Beginn der Markumhüllung funktioniert. Auf der anderen Seite umhüllen sich aber auch solche Fasern mit Mark, die wenigstens niemals in der Lage waren, ihre spezifische Funktion auszuüben. Wir dürfen eben der Markscheide nicht eine zu fundamentale Bedeutung zuschreiben: ein Punkt, den ich ja schon oben berührt habe.

Damit hängt sodann auch die Tatsache zusammen, daß wir durchaus nicht so ohne weiteres berechtigt sind, in der zeitlichen Reihenfolge der Markreifung der verschiedenen Rindenterritorien den Ausdruck der Reihenfolge des Beginns ihrer Funktion zu erblicken.

Ferner vollzieht sich der Markreifungsprozeß in seiner Hauptsache viel zu schnell, als daß die Aufstellung eines Parallelismus zwischen seinen unterscheidbaren Phasen und dem Auftreten zahlreicher Funktionen möglich sei.

Wie wir bei der Beschreibung der Tafel 15 sahen, zeigt ja schon ein 81 Tage altes Kind in allen Windungen Markfasern. Und noch fehlen alle höheren Funktionen seines Großhirns.

Weiterhin ist unser bisheriges tatsächliches hirnlokalisatorisches Wissen ein viel zu geringes, um bei der Entwicklung der kindlichen Funktionen auch nur mit annähernder Sicherheit angeben zu können, wann der Cortex cerebri zum ersten Mal daran beteiligt ist. Und doch müßten wir einen solchen festen Ausgangspunkt haben, wollten wir irgend einen Parallelismus aufstellen.

Und noch eine weitere Schwierigkeit erwächst einem derartigen Versuch! In der phylogenetischen Entwicklung der Hirnfunktionen beobachten wir, wie allmählich Funktionen aus den niederen Hirnteilen in die höheren hinüber wandern. Der großhirnlose Frosch weicht noch Hindernissen aus. Der großhirnlose Hund ist dazu nicht mehr imstande. Gibt es nun überhaupt im Großhirn der höchsten Lebewesen höhere und tiefere Rindenterritorien, so ist endlich auch hier noch eine weitere ähnliche Wanderung anzunehmen. Bei dieser Sachlage erscheint es mir nun durchaus als möglich, daß auch in der embryologischen Entwicklung eine ähnliche palingenetische Wanderung der Funktionen stattfindet und daß deshalb die für das sich entwickelnde Nervensystem als gültig erkannten funktionellen Lokalisationen beim Erwachsenen wenigstens ihre Hauptbedeutung verloren haben.

Wie es nun auch mit diesem letzten Punkt bestellt sein mag, so geht wohl genügend aus den ganzen Ausführungen hervor, daß sich aus einer Nebeneinanderstellung der Ontogenie der Markscheiden und derjenigen nervöser Funktionen zur Zeit keine hirnlokalisatorischen Schlußfolgerungen ziehen lassen.

So gelangen wir denn zu folgender Bewertung des myelogenetischen Einteilungsprinzips:

1. *Die myelogenetische Zergliederung des Cortex cerebri hat gegenüber der Furcheneinteilung den Vorteil, auch auf die Cortexschichten ausgedehnt werden zu können.*

2. *Sie beruht zwar als eine histogenetische auf einer strukturellen Eigentümlichkeit. Aber diese strukturelle Eigentümlichkeit hat vom physiologischen Standpunkt aus a priori nicht eine so fundamentale Bedeutung wie eine faser-systematische, eine cyto- oder myeloarchitektonische.*

3. *Sie gestattet deshalb a priori auch nur die vage, aber für die Physiologie immerhin beachtenswerte Vermutung, daß sie tiefere und höhere Zentren voneinander abgrenzt.*

4. *Sie weist deshalb auch nicht ohne weiteres auf analoge Zentren in der Tierreihe hin.*

5. *Spezielle Befunde zeigen, daß sie nicht die von Flechsig gelehrten fundamentalen Differenzen aufdeckt.*

6. *Sie steht an Feinheit und Schärfe hinter einer cytoarchitektonischen zurück.*

7. *Sie gestattet zur Zeit keine lokalisatorischen Schlüsse aus einer Nebeneinanderstellung myelogenetischer Territorien und einer Ontogenie der Funktionen.*

III.

Die im vorangegangenen entwickelten Ideengänge und ersten Resultate speziell unserer cytoarchitektonischen Untersuchungen sind es, auf Grund deren eine Verfeinerung der anatomischen Gliederung der Großhirnrinde so erstrebenswert erscheinen muß. Zugleich geht aber aus unseren Ausführungen auch schon zur Genüge hervor, welcher Weg uns diesem Ziele entgegenführen wird. Strukturelle, d. h. fasersystematische und architektonische Besonderheiten müssen den zu trennenden Rindenterritorien eigentümlich sein. Lassen sich nun derartige Besonderheiten in Bälde in so systematischer Weise feststellen, daß wirklich in absehbarer Zeit eine entsprechende Cortexgliederung möglich sein wird?

Was können wir in dieser Richtung zunächst mit Hilfe von fasersystematischen Untersuchungen machen? Ein (elementares) Fasersystem ist nach unserer Definition die Gesamtheit aller derjenigen Nervenfasern, welche ein nervöses Zentrum zu einem anderen entsendet. Es geht daraus hervor, daß wir vom fasersystematischen Standpunkt um so mehr Rindenzentren zu unterscheiden in der Lage sein werden, je mehr besondere mit dem Großhirn in Beziehung stehende subcorticale Zentren erkannt werden können. So wird also auch das Studium der subcorticalen Zentren eine Rückwirkung auf die Cortexgliederung haben. Das gilt nun ganz besonders vom Thalamencephalon. Je mehr Gebiete wir hier unterscheiden können, um so mehr Rindenfelder werden auch zu trennen sein. Nun werden C. Vogt und ich in Bälde in unseren Neurobiologischen Arbeiten zeigen, wie bereits das einfache Studium der Markfasern des jugendlichen Thalamencephalon zur Unterscheidung zahlreicher Zentren führt. Ihre Zahl wird sich dann sicherlich noch vergrößern, wenn die Befunde am jugendlichen Gehirn durch das Studium von sekundären Degenerationen und das der Architektonik ergänzt werden. Dann wird aber auch das fasersystematische Einteilungsprinzip des Cortex sehr gute Resultate geben können.

Es ist dabei gewiß, daß die systematische Faseranatomie noch große Fortschritte machen muß, ehe sie zur schärferen Abgrenzung von Rindenfeldern beitragen kann. Wird aber von anderen Seiten rüstig weiter gearbeitet und gelingt uns selbst die Durchführung jenes Programmes, welches wir in dem einleitenden Hefte unserer Neurobiologischen Arbeiten entwickelt haben, dann werden solche Früchte nicht ausbleiben.

Für die Leistungsfähigkeit des cytoarchitektonischen Einteilungsprinzips haben die vorangehenden Ausführungen mehrere instruktive Beispiele gebracht. Nachdem es uns gelungen ist, einige anfängliche technische Schwierigkeiten zu überwinden, können wir dieses Prinzip nunmehr in großer Ausdehnung zur Anwendung bringen. Es wird dieses denn auch von unserer Seite geschehen. Zugleich arbeiten ja auch andere Forscher mit großem Eifer in dieser Richtung.

Myeloarchitektonischen Studien stehen keine größeren Schwierigkeiten entgegen als den cytoarchitektonischen. Auch hier hoffen andere

Arbeiter wie wir selbst bald Tatsachen zu bringen, welche geeignet sind, eine strukturelle Cortextgliederung zu fördern.

Dabei sollen selbstverständlich alle diese drei Einteilungsprinzipien Hand in Hand miteinander gehen und sich gegenseitig fördern und ergänzen.

Geschieht dieses, so wird nach unserer Überzeugung die anatomische Hirnforschung in Bälde eine Cortextgliederung anbahnen, welche für die Aufstellung von Analogien, für die anatomische Erkennung besonderer physiologischer Felder und endlich für lokalisatorische Schlußfolgerungen aus individuellen Besonderheiten oder vielleicht auch aus genetischen Entwicklungsstadien dringend wünschenswerte Aufschlüsse zu gewähren verspricht.

Bei allen komplexen Problemen, an deren Lösung verschiedene Teildisziplinen beteiligt sind, wechseln Perioden, in denen die Pflege der einen oder der anderen Teildisziplin das Problem besonders zu fördern in der Lage ist. Eine solche Periode scheint uns eben bezüglich der bedeutungsvollen Frage der Großhirnrindenlokalisation augenblicklich für die Hirnanatomie zu existieren: das ist unser leitender Gedanke.

