

Aus der Psychiatrischen und Nervenlinik der Justus Liebig-Hochschule Gießen (Direktor: Prof. Dr. H. Boening), der Frankfurter Forschungsstelle für Gehirnpathologie (Leiter: Prof. Dr. K. Kleist) und dem Hirnforschungsinstitut Neustadt/Schwarzwald (Direktor: Prof. Dr. O. Vogt).

Über die Verteilung myeloarchitektonischer Merkmale in der Stirnhirnrinde beim Menschen

Von

Adolf Hopf

Mit 24 Abbildungen im Text

Herrn Prof. Dr. H. Boening zum 60. Geburtstag gewidmet

Eingegangen am 18. Dezember 1955

In einer vorangegangenen Studie über den Schläfenlappen¹⁾ wurde erstmals die Verteilung einzelner myeloarchitektonischer Merkmale über die Hirnrinde verfolgt. Bislang waren die myeloarchitektonischen Beschreibungen immer nur auf den Bau der verschiedenen Felder ausgerichtet. Es wurden die baulichen Eigenschaften aufgeführt, die besonders markant waren und eine Abgrenzung gegenüber den Nachbarmfeldern ermöglichten. Hinweise auf die Funktion konnten von dieser Betrachtungsweise nur in einer Beziehung erwartet werden. Die Abgrenzung eines besonders gebauten Rindenbezirkes (Area) ließ die Hypothese berechtigt erscheinen, daß man hiermit auch ein mit einer besonderen Aufgabe betrautes Feld vor sich habe. Diese Arbeits-

¹⁾ Dies. J. 2, H. 1, S. 36—54.

hypothese hat sich im Bereich der motorischen Areae als fruchtbar erwiesen. Ihre Anwendung auf die übrigen Felder der Hirnrinde schien daher berechtigt. Weitere Aufschlüsse konnten jedoch durch diese Art der Betrachtung nicht gewonnen werden. Hinweise auf eine mögliche physiologische Bedeutung bestimmter myeloarchitektonischer Merkmale wurden und konnten auch schwerlich gegeben werden. Die nächstliegende Voraussetzung für solche Hinweise ist das Studium der Verteilung bestimmter Merkmale über die Hirnrinde. Stößt man auf das Vorkommen gemeinsamer Merkmale in Rindenfeldern verwandter Funktionen oder bestimmter Stellung im Leitungssystem, so ergeben sich hieraus zweifelsohne Anhaltspunkte in der erstrebten Richtung.

Ein erster Versuch wurde in der schon erwähnten Studie über die menschliche Schläfenlappenrinde unternommen und soll nun mit einer Betrachtung der Stirnhirnrinde fortgesetzt werden. Im Anschluß an die Einteilung von O. Vogt (1910) seien im folgenden die vordere Zentralwindung und der vordere Anteil des Gyrus cinguli in das Stirnhirn mit einbezogen.

Eine erste myeloarchitektonische und gleichzeitig cytoarchitektonische Beschreibung des menschlichen Stirnhirns wurde 1905 von Campbell gegeben. Er unterschied fünf verschiedene Felder: precentral, intermediate precentral, frontal, prefrontal and limbic.

Als Myeloarchitektonik ist auch die Forschungsrichtung von Elliot Smith anzusehen, der an frischen Rindenquerschnitten allein auf Grund des Verhaltens der hellen Horizontalstreifen (Baillargersche Streifen) 50 Felder unterscheiden konnte. Im Bereich des Stirnhirns beschrieb er 17 Areae, und zwar praecentr. A und B, front. sup., ant., front. sup. ant., front. A, B (intermedia), C, D, front. inf., front. inf. B, praefront., praefront. B, orbitalis, callosa B, C und D.

1910 teilte O. Vogt das menschliche Stirnhirn in 66 verschiedene myeloarchitektonische Felder ein, die er in 6 Regionen zusammenfaßte.

I. Regio unistriata euradiata tenuifibrosa	(Areae 1—14)
II. Regio unistriata infradiata	(Areae 15—32)
III. Regio unistriata euradiata grossofibrosa	(Areae 33—43)
IV. Regio propeunistriata	(Areae 44—50)
V. Regio bistriata	(Areae 51—56)
VI. Regio unitstriata	(Areae 57—66)

Folgt man allein der Nomenklatur, so fußt die regionale Einteilung einesteils auf dem Verhalten der Baillargerschen Streifen zueinander (I.—III., IV., V., VI.). Anderenteils wird aber eine Unterscheidung der Regionen I.—III. auf Grund des Faserkalibers und der Länge der Radiärfaserung vorgenommen. Ohne Kenntnis der Architektur des Stirnhirns könnte man den Vorwurf erheben, diese Einteilung sei recht willkürlich, denn sie fuße auf ganz heterogenen Merkmalen. Die makroskopische Betrachtung von Markscheidenpräparaten lehrt jedoch, daß die aufgeführten Regionen sich schon durch ihren Gesamtbau gut unterscheiden lassen, der sich ja nicht nur auf die in der Nomenklatur zum Ausdruck kommenden Merkmale stützt.

Strasburger studierte 1937 erneut die Myeloarchitektonik des menschlichen Stirnhirns. Er kam dabei zu einer weitgehend ähnlichen Feldereinteilung wie Vogt. Zusätzlich grenzte er die Felder 13a, 30a, 34a, 41b, 42a, 43a, 48a, 49a, 54b, 55b, 56b, 59a und 63° sowie die Unterfelder 38a, 39a und 39⁺ ab, während er die

Felder 3, 7, 29, 40 und 46 nicht sicher auffinden konnte bzw. ihre baulichen Besonderheiten für so geringfügig hielt, daß er sie nicht besonders aufführte. Insgesamt unterschied Strasburger 74 Felder im menschlichen Stirnhirn.

Das Ergebnis eigener Studien vorwegnehmend, sei gesagt, daß die Strasburgerschen Felder 43a, 48a, 54b, 56b und 63° als so geringgradige und inkonstante Varianten imponierten, daß ihre Abgrenzung nicht genügend berechtigt erschien. Man kommt dann zu einer Aufteilung in 69 Felder. Im ganzen gesehen sind die Unterschiede zwischen den Autoren nicht wesentlich.

Strasburger verzichtet auf eine regionale Einteilung, offenbar um nichts vorweg zu nehmen. Lediglich bei der Beschreibung ordnet er die Felder in bestimmte Reihen ein.

A. Unistriär, faserarme Reihe, schwach euradiär 4 = 5b (1, 3, 4, 5, 8, 9, 30, 30a, 31, 32).

B. Unistriär, faserarme Reihe, medioradiär 4 = 5b (10, 6).

C. Unistriär, faserarme Reihe, schwach medioradiär 4 = 5b (11, 25, 26, 27, 28).

D. Unistriär, faserarme Reihe, infradiär, 4 schwächer als 5b (12, 13, 13a, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24).

E. Zum Allocortex, 14.

F. Unistriär, faserreiche Reihe, euradiär 4 = 5b (2, 33, 34, 34a, 35, 36, 37, 38, 38a, 39, 39a, 39⁺, 41a, 41b, 42, 42a, 43, 43a).

G. An F 41 anschließendes Inselgebiet (FIa).

H. Propeunistriär, euradiär 4 = 5b (44, 45, 47, 48, 48a).

I. Bistriär, euradiär 4 schwächer als 5b (49, 49a, 51, 53, 54a, 54b, 55a, 55b, 56a, 56b, 57).

K. Bistriär, euradiär 4 = 5b (52, 61, 62).

L. Unitostriär, euradiär (58, 59, 59a, 60, 63, 63°, 64, 65, 66).

Eine myeloarchitektonische Beschreibung hat kürzlich Braitenberg gegeben. Er unterscheidet verhältnismäßig wenige Felder. Er vertritt die Ansicht, daß der Markfasergehalt auf der F1 und F2 oralwärts kontinuierlich abnimmt, ohne daß sich besondere Areae abgrenzen ließen.

Unter den Autoren, die Teile des menschlichen Stirnhirns myeloarchitektonisch untersucht haben, sind zu nennen Knauer (Brocasche Region) und Strasburger (Areae 56—66 = erweiterte Brocasche Region).

Myeloarchitektonische Beschreibungen des Stirnhirns bei den Anthropoiden wurden von Campbell (1905), Mauss (1912) und Strasburger (1937) gegeben.

Campbell beschrieb beim Schimpansen die gleichen 5 Felder wie beim Menschen. Mauss unterschied beim Orang 12 Areae, und zwar in Anlehnung an die Brodmannsche Einteilung die Areae 4, 6, 8, 9, 10, 11, 12, 24, 31, 32, 33 und 37.

Strasburger kam zu einer Einteilung in etwa 60 Felder, also zu rund einem Sechstel weniger als beim Menschen. Die beim Schimpansen vorhandenen Felder waren fast stets den entsprechenden Feldern beim Menschen auffallend ähnlich. In nahezu allen Feldern erwiesen sich jedoch die Radiärbündel beim Menschen als breiter und weniger dicht stehend. Der bedeutendste Unterschied zeigte sich am Stirnhirnpol. Hier waren beim Schimpansen weniger und auch relativ flächenkleinere Felder auffindbar. Ähnlich, wenn auch keineswegs so ausgeprägt, erwiesen sich die Unterschiede im kaudalen Anteil der F3 (Brocasche Region).

Die genannten Arbeiten geben jedoch nur einen summarischen Überblick über die Myeloarchitektonik der Stirnhirnrinde. Zahlreiche, im Rahmen vorliegender Arbeit interessierende Merkmale sind bislang nicht oder nur unvollständig beschrieben. Im wesentlichen wurden ja nur die Merkmale erwähnt, die dem betreffenden Autor für die Abgrenzung von Bedeutung schienen.

Über die Verteilung mancher wichtiger Merkmale kann man sich an Hand der Literatur daher kein Bild verschaffen.

Aus diesem Grunde waren neue Untersuchungen erforderlich. Hierbei wurden auch die Schnittserien des Gehirns A 18 (Horizontalschnitte), die Vogt seiner Felderung zugrunde legte, und des Gehirns A 39 (Frontalschnitte), die von Strasburger verwendet wurden, studiert.

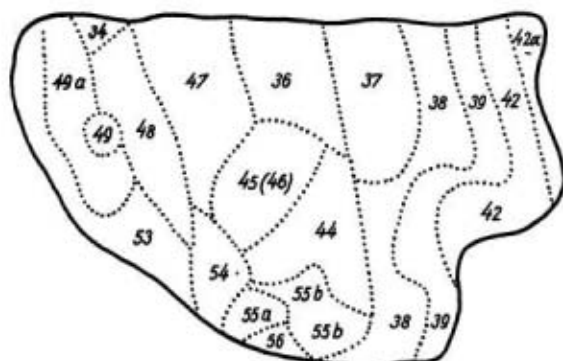


Abb. 1a. Myeloarchitektonische Gliederung des Stirnhirns. (Dorsalfläche.)

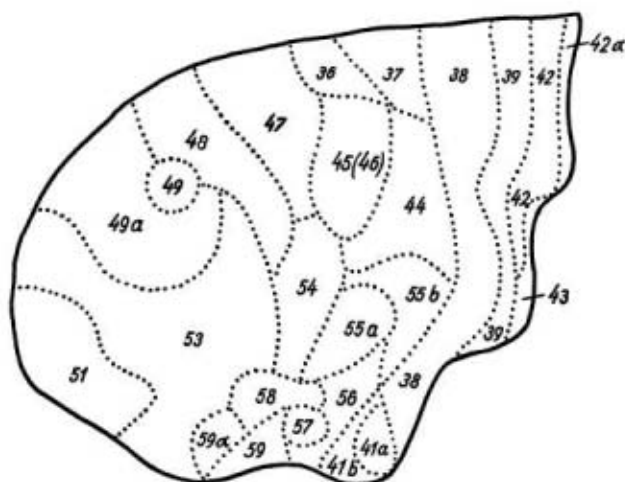


Abb. 1b. Lateralfläche.

Um den Vergleich mit der Arbeit von Strasburger zu erleichtern, ist auf den Karten die Hemisphäre A 39r in Anlehnung an Strasburger wiedergegeben. Der besseren Übersichtlichkeit halber sind die Furchen nicht dargestellt. Fünf oben erwähnte Felder, die sich als inkonstante und unbedeutende Varianten erwiesen, sind weggelassen. Weiter erschienen eine Vereinfachung der Grenzlinien und eine Einzeichnung der in der Zentralfurche verborgenen

Felder als schmale Streifen auf der Oberflächenkarte aus technischen Gründen zweckmäßig. Die Lateralansicht wurde modifiziert. Sie war von Strasburger entgegen der sonst üblichen Darstellung zu sehr von vorn betrachtet dargestellt worden und erschwerte dadurch den Vergleich mit anderen Hirnkarten.



Abb. 1c. Orbitalfläche.

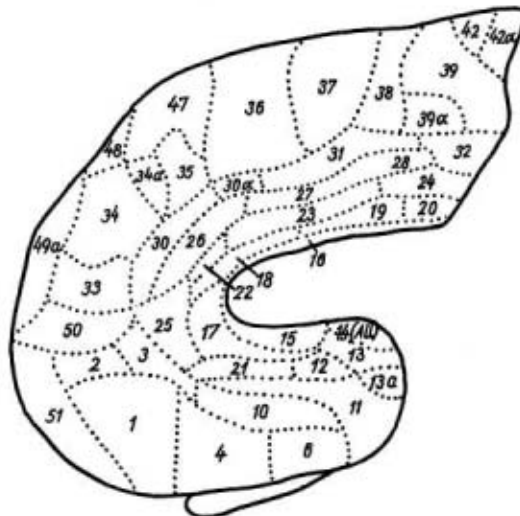


Abb. 1d. Medialfläche.

Die Abbildungen 1a—d geben die areale Einteilung der Stirnhirnrinde wieder.

An Einzelmerkmalen sollen im folgenden interessieren die Gesamtfaserdichte, der Einzelfasergehalt, die Ausprägung der Radiärfaserung, das Verhalten der Baillargerschen Streifen untereinander und zu ihren Nachbarschichten.

Ein Blick auf die Abbildungen 2a—d läßt leicht erkennen, daß die Gesamtfaserdichte im Bereich der vorderen Zentralwindung am höchsten ist. Sie nimmt nach dem Frontalpol zu stufenweise ab. Ebenso werden die Felder in Annäherung an den Balken immer heller. Die dorsal an den Balken anschließenden Felder sind faserreicher als die ventral angrenzenden¹⁾. In

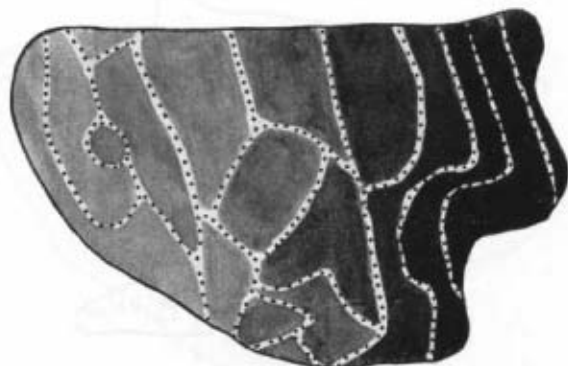


Abb. 2a. Verteilung der Gesamtfaserdichte. Dorsalfäche.

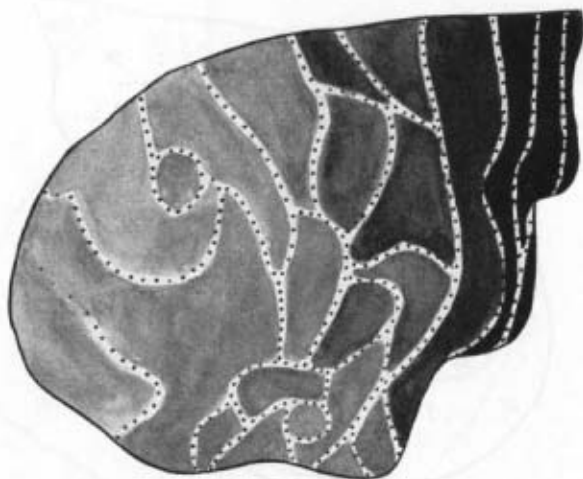


Abb. 2b. Lateralfläche.

der Orbitalhirnrinde springt eine kleine Gruppe relativ faserreicher Felder (60, 61, 65) aus ihrer Umgebung hervor. Im übrigen ist an der Orbitalfläche eine Diminution der Faserdichte von lateral nach medial zu konstatieren.

¹⁾ Das dem Allocortex zuzurechnende Feld 14 von Vogt an der Medianseite ist stets weiß gelassen, ebenso Strasburgers F1a, das zur Insel gehört, an der Orbitalfläche. Beide Felder zeigen lediglich topographische Beziehungen zum Stirnhirn, sind aber architektonisch von diesem abzugrenzen.

Vergleicht man diese Verteilung mit der Cytoarchitektonik, so läßt sich feststellen, daß die agranulären Stirnhirnfelder den höchsten, die dysgranulären einen mittleren und die eugranulären einen geringen Fasergehalt aufweisen. Um voreiligen Schlußfolgerungen vorzubeugen, sei darauf hingewiesen, daß sich im Gegensatz hierzu bei der Untersuchung am Schläfenlappen die körnerreichsten Gebiete gleichzeitig als die faserreichsten erwiesen hatten.

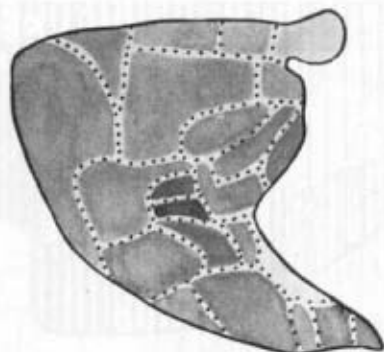


Abb. 2c. Orbitalfläche.

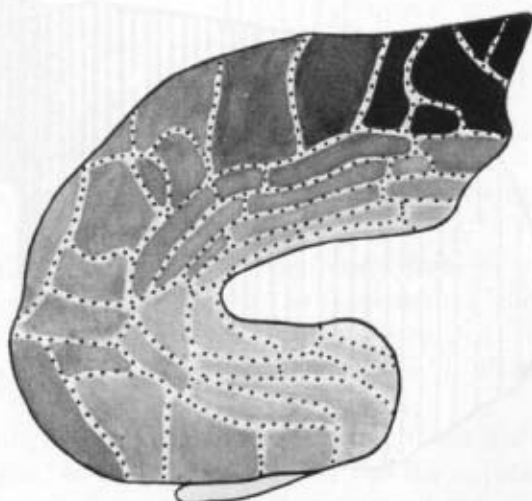


Abb. 2d. Medialfläche.

Versucht man, den Fasergehalt in Beziehung zu bringen zu den Funktionen der einzelnen Rindenabschnitte, so ergibt sich zunächst ganz allgemein, daß die vordere Zentralwindung als Ursprungsstätte der Pyramidenbahnen eine hohe Faserdichte, benachbarte (hintere) Abschnitte der ersten und zweiten Stirnhirnwindung als Ursprungsstätte extrapyramidalen Faserzüge eine mittlere Faserdichte und die in ihrer Funktion noch wenig bekannten „Assoziationsfelder“ des Stirnhirnpols einen geringen Fasergehalt aufweisen.

Vergleicht man die auf den Abbildungen 3a—d wiedergegebene Verteilung des Gehaltes an Einzelfasern mit der Gesamtfaserdichte, so fällt eine weitgehende Übereinstimmung auf¹⁾. Man kommt so zu der Feststellung, daß Gebiete, die reich an markhaltigen Nervenfasern sind, zugleich auch grobkalibrige Einzelfasern aufweisen. Es ist dies eine für den gesamten Isocortex gültige Regel.

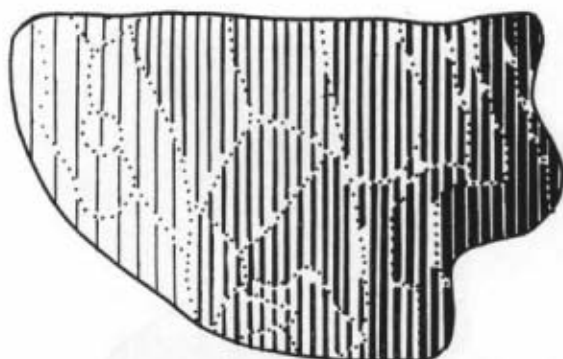


Abb. 3a. Einzelfasergehalt und -kaliber. Dorsalfläche.

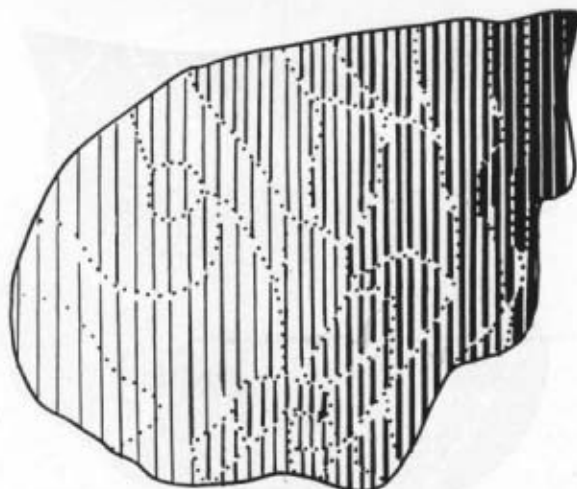


Abb. 3b. Lateralfläche.

Noch deutlicher als auf den vorangegangenen Abbildungen zeigt sich die Zugehörigkeit der Brocaschen Region zu dem faserreicheren Anteil des Stirnhirns. Im übrigen kann man wieder an der Dorsal- und Lateralfläche eine Abnahme der Zahl und des Kalibers der Einzelfasern nach dem Stirnhirnpol zu

¹⁾ Gewisse feine Unterschiede sind in der Zeichnung berücksichtigt, interessieren aber in diesem Zusammenhang nicht, da ihrer Feststellung im gegenwärtigen Zeitpunkt noch keine Bedeutung zukommt.

feststellen. An der Orbitalfläche ist eine Verminderung von lateral nach medial zu erkennen, wobei sich wieder die Felder 61, 60 und 65 deutlich von ihrer Umgebung abheben. An der Medianfläche sieht man eine Diminution von dorsal nach ventral.

Eine besondere Ansammlung von Einzelfasern in dem äußeren Drittel der 3. Schicht (3^1) bezeichnet man, wenn der Einzelfasergehalt in den anderen Unterschichten der 3 (3^2 und 3^3) wieder zurücktritt, als Kaes-Bechterewschen Streifen. Zu den beiden Baillargerschen Streifen tritt gewissermaßen noch ein dritter Horizontalstreifen hinzu, man spricht daher auch von einem multostriären Typ. Dieses Merkmal ist in der Abb. 3c durch horizontale Striche

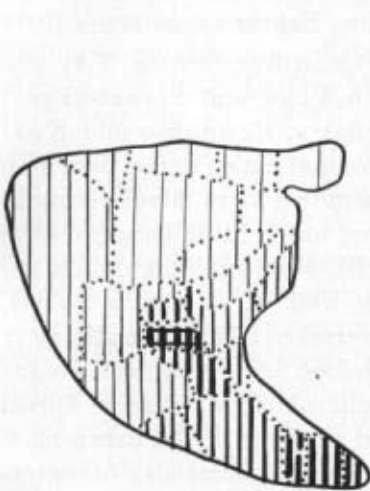


Abb. 3c. Orbitalfläche.

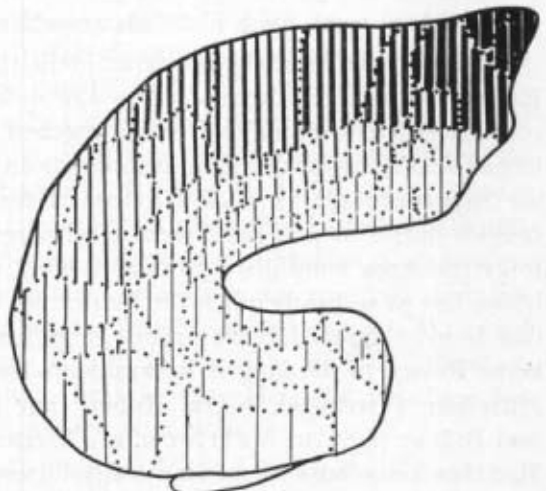


Abb. 3d. Medianfläche.

wiedergegeben. Es findet sich im Bereich des Stirnhirns nur in dem Feld 60 an der Orbitalfläche und zeigt auch hier keine besonders schöne Ausprägung. — In der Schläfenlappenrinde begegnet man einem Kaes-Bechterewschen Streifen dagegen häufig. Er spielt eine bedeutende Rolle bei der Abgrenzung der Felder.

Versucht man, die Verteilung der Einzelfasern mit der Physiologie in Verbindung zu bringen, so kann man zunächst von der experimentell erwiesenen Tatsache ausgehen, daß markhaltige Nervenfasern sich durch ihre hohe Leitungsgeschwindigkeit auszeichnen. Dicke des Markmantels und Geschwindigkeit der Erregungsleitung verlaufen parallel. Wurde diese Feststellung im Experiment durch Murphy und Gellhorn zunächst auch an peripheren Nervenfasern erhoben, so wird man sie doch mit großer Wahrscheinlichkeit auch als für das Zentralorgan gültig ansehen können.

Es ist verständlich, daß gerade die Ursprungsfelder des durch seine erstaunliche Länge ausgezeichneten Pyramidenbahnsystems besonders grobe, d. h. rasch leitende Fasern besitzen. Sicher ist jedoch die Länge der Bahnen nicht allein maßgebend für das Kaliber der Markmäntel. Nach ihrer Lage und

Verlaufsrichtung ist es unwahrscheinlich, daß alle grobkalibrigen Fasern der myeloarchitektonischen Felder 42 und 43 (Brodmanns Feld 4, Area gigantopyramidalis entsprechend) zu den Pyramidenbahnen gehören. Verfolgt man das Faserkaliber in der Rinde der vorderen Zentralwindung von dorsal nach ventral, so ist eine geringfügige Abnahme zu verzeichnen. Diese steht jedoch in keinem Verhältnis zu der unterschiedlichen Wegstrecke, die etwa die Fasern der Fußregion im Vergleich mit denen der Gesichtsregion zurückzulegen haben. Man könnte noch viele Beispiele aufführen — insbesondere, wenn man noch Vergleiche mit anderen Hirnregionen heranzöge —, die alle dafür sprechen, daß Länge des Leitungsweges und Kaliber der Markfasern nicht völlig parallel gehen. Immerhin gibt es Hinweise genug, die Länge der Verbindungen als einen wesentlichen, wenn auch nicht als ausschließlichen Faktor anzuerkennen.

Oral an die Area gigantopyramidalis (Feld 4 von Brodmann, FA_y von Economo und Koskinas, 42 + 42 α + 43 von Vogt und Strasburger) schließt sich ein schmales Übergangsgebiet an, das v. Economo und Koskinas als FA, amerikanische Autoren als 4a bezeichnet haben und in dem man die Suppressorarea 4s (nach Marion Hines) vermuten kann. Myeloarchitektonisch dürfte es sich bei diesem Übergangsgebiet um Feld 39 handeln. Oral folgt die Area frontalis agranularis (Feld 6, FB). Myeloarchitektonisch gehören hierzu wahrscheinlich die Felder 38, 37, 36 und 44. Abbildung 3 zeigt, daß diese Felder noch recht gut mit Einzelfasern versehen sind. Sie senden zwar keine Fasern in die langen Pyramidenbahnen, jedoch immerhin noch bis ins Mittelhirn (Vierhügel, Nigra, Ruber), zur Medulla oblongata (untere Olive) und Brücke (Levin, Mettler u. a.). Weiter oral gelegene Felder haben nach Mettler keine oder allenfalls wenige Fasern, die bis ins Mittelhirn hinunterreichen, jedoch noch Verbindungen zu Striatum, Pallidum und Thalamus. Der Area frontalis granularis intermedia oder dysgranularis nach Ngowyang (Feld 8, FC) dürften myeloarchitektonisch die Felder 45 bis 47 entsprechen. Sie ist das am weitesten oral gelegene Gebiet, von dem aus noch motorische Effekte bei Rindenreizung zu erzielen sind.

Geht man noch weiter polwärts, so kommt man in das Gebiet der sogenannten Assoziationsfelder des Stirnhirnpols, die wie alle Assoziationsgebiete nur verhältnismäßig spärliche und feinkalibrige Einzelfasern aufzuweisen haben.

Ein wenig reicher an Einzelfasern und damit überleitend zu den Feldern des Gyrus frontalis superior ist Brodmanns 32 (v. Economos FEL, FDL, FCL). Myeloarchitektonisch sind hierzu vor allem die Areae 25, 26, 27, 28, 30, 30 α und 31 zu rechnen. Die kleinen streifenförmigen Felder des ventralen Anteils des Gyrus cinguli ant. (Brodmanns 24, myeloarchitektonisch 17, 18, 19, 21, 22, 23), die kurze Verbindungen mit den ihnen sehr nahe gelegenen N. caudatus und N. ant. thalami aufzuweisen haben, besitzen nur verhältnismäßig spärliche und ziemlich feinkalibrige Einzelfasern.

Starke Differenzen zeigt der Einzelfasergehalt der Orbitalhirnrinde. Allein auf Grund dieses Merkmals läßt sich schon eine weitgehende Aufteilung dieses

Rindenabschnittes durchführen. Besonders arm an Einzelfasern sind die myeloarchitektonischen Felder 1, 4, 6 und 10 auf dem Gyrus rectus. Sie entsprechen der cytoarchitektonischen Area 14. Eine Spur reicher sind auf dem Gyrus orbitalis med. die myeloarchitektonischen Felder 5, 8 und 9, die etwa der cytoarchitektonischen Area 13 gleichzusetzen sind. Kräftige Einzelfasern besitzen die myeloarchitektonischen Felder des Gyrus orbitalis post. (60—66), innerhalb dieser Gruppe besonders 60, 61 und 65. Cytoarchitektonisch liegt hier Area 12.

In den vergangenen Jahren wurden verhältnismäßig zahlreiche Experimente an der Orbitalrinde durchgeführt. Vor allem gab auch die Leukotomie wertvolle Aufschlüsse über die Faserverbindungen und Funktionen des Orbitalhirns. Wesentlich war vor allem die Aufdeckung reichlicher, teils direkter Verbindungen mit dem Hypothalamus, teils indirekter über den N. mediodorsalis (Meyer u. a. 1947, Le Gros Clark und Boggon 1933, Murphy und Gellhorn 1945, Ward und McCulloch 1947). Im Reiz- und Ausschaltungsexperiment traten diese als Beeinflussung von Verdauungstrakt, Kreislauf und Atmung in Erscheinung (Spencer, Bailey und Bremer, Davis, Delgado, Freeman und Watts, Livingston). Daneben bestehen bekanntlicherweise reichliche Verbindungen zum olfaktorischen System (s. besonders bei Mettler). Zuordnungen bestimmter Funktionen zu einzelnen Orbitalfeldern sind aber noch nicht mit genügender Zuverlässigkeit möglich. Man wird weitere Ergebnisse abwarten müssen. Ein Blick auf Abb. 3c läßt vermuten; daß wesentliche Unterschiede auch in funktioneller Hinsicht zwischen den verschieden gebauten Orbitalfeldern bestehen dürften.

Die Abb. 4a—d geben Auskunft über das Verhalten der Radiärfaserung. Dichte und Breite der Striche entsprechen der Dichte und Breite der Radiärbündel. Das Kaliber der einzelnen Radiärfasern ist nicht wiedergegeben, da dieses der Breite der Radiärbündel parallel geht. Während die Breite der Radiärbündel erheblich variiert, ist die Dichte derselben nur ganz unbedeutenden Schwankungen unterworfen. In Rindenabschnitten mit breiten Radiärbündeln ist die Dichte nur scheinbar eine größere, weil die verbleibenden Zwischenräume geringer sind.

Ein Vergleich mit den Abbildungen 3a—d lehrt, daß das Kaliber der Radiärfaserung dem der horizontalen Einzelfasern entspricht. Da aber die Ausprägung der Einzelfasern auch der Verteilung der Gesamtfaserdichte parallel geht, so stimmt die Ausbildung der Radiärfaserung auch mit der Verteilung der Gesamtfaserdichte, wie sie auf den Abbildungen 2a—d dargestellt ist, überein.

Je mehr man sich dem Balken nähert, um so zarter werden die Radiärbündel. Eine ganz feine Radiärfaserung zeigen die Felder 12, 13, 13a und 15 bis 24¹⁾, die außerdem sämtlich einen infraradiären Charakter besitzen, d. h.

¹⁾ Rose rechnet diese Felder zum Holocortex quinquestratificatus, die Felder ab Area 25 zum Holocortex septemstratificatus. Nach Becks Untersuchungen ist das infraradiäre Gebiet des Gyrus limbicus ant. jedoch lediglich schlecht geschichtet, weist

ihre Radiärbündel reichen nur bis zur Grenze von *5b* zu *5a* (oberer Rand des inneren Baillargerschen Streifens) und nicht, wie sonst im Isocortex üblich, bis an die Grenze von 3^3 zu 3^2 .

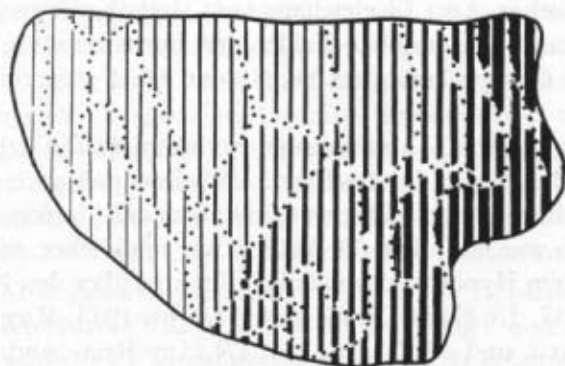


Abb. 4a. Verhalten der Radiärfaserung. Dorsalfläche.

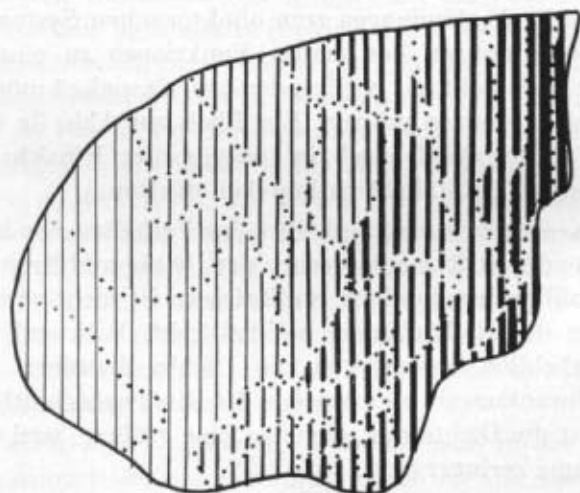


Abb. 4b. Lateralfläche.

aber im übrigen einen primär agranulären Sechsschichtentyp auf und nicht eine Morphogenie im Sinne des Roseschen Cortex quinquestratificatus. Bei letzterem soll angeblich eine Differenzierung der Lamina granularis int., die normalerweise im Isocortex die Schichten *II*, *III* und *IV* bildet, ausbleiben. Eine feinere Analyse läßt jedoch eine Schichtung erkennen, bei der lediglich die *IV* fehlt. Trotz dieser unterschiedlichen Anschauungen läßt sich für vorliegende Untersuchung feststellen, daß das im myeloarchitektonischen Bild infraradiäre Gebiet sowohl nach Beck wie nach Rose cytoarchitektonisch eine Sonderstellung einnimmt. Die scharfe Abgrenzung des oralen limbischen Gebietes von dem kaudalen, das myeloarchitektonisch von Vogt und von Batsch zusammen mit dem Parietallappen beschrieben wurde, findet auch in der Ontogenie, wie sie aus den cytoarchitektonischen Untersuchungen von Beck hervorgeht, eine Stütze.

Ein wenig kräftiger sind die Radiärbündel in der Felderreihe, die sich um die infraradiären Areae herumlegt. Es sind dies die medioradiären Felder 10, 11 und 25—28. Ihre Radiärbündel reichen bis in die 5a oder allenfalls noch in die 4. Schicht (äußerer Baillargerscher Streifen) hinein und lösen sich dann in einzelne Radiärfasern auf. Das weiß gelassene Feld 14 von Vogt ist supraradiär und kann schon allein auf Grund dieses einen Merkmals dem Allocortex zugerechnet werden.

Nachdem eine weitgehende Übereinstimmung in der Verteilung von Gesamt-, Einzel- und Radiärfasergehalt sowie des Faserkalibers festgestellt wurde, sei ein Vergleich mit den myelogenetischen Karten angeschlossen. Es ergibt sich, daß in groben Zügen die faserreichen und grobfaserigen Felder den Primordialgebieten, die Felder mittleren Fasergehaltes den Intermediär-

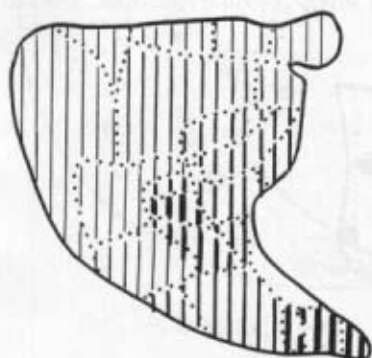


Abb. 4 c. Orbitalfläche.



Abb. 4 d. Medialfläche.

gebieten und die faserarmen und zugleich zartfaserigen Felder den Terminalgebieten entsprechen¹⁾. Ein Primordialfeld (8)²⁾ stellt nach Flechsig die *Ca* zusammen mit dem Fuß der *F I* dar. Weitere Primordialfelder (11 und 11a) finden sich im lateralen Orbitalhirn. Intermediärfelder (15, 18, 18b und 27) liegen auf mittleren Anteilen der drei Stirnwindungen, wobei sie sich auf der zweiten Stirnwindung weniger weit oral erstrecken als auf der 1. und 3. Stirnwindung. Ein Intermediärfeld 15a nimmt einen Teil des vorderen Gyrus cinguli oberhalb des Corpus callosi ein. Der vor dem Genu gelegene Teil gehört gemeinsam mit dem Stirnhirnpol einem Terminalfeld an. Caudal an 15a anschließend bedeckt das kleine Primordialfeld 8b in Höhe des Parazentral-läppchens den Gyrus cinguli. Die beiden letztgenannten Felder 15a und 8b

¹⁾ C. Vogts Gehirnkarten über die Markreifung (Abb. 88 und 84 bei C. und O. Vogt 1919) könnten, wenn man von Feinheiten absieht, geradezu für die Darstellung des durchschnittlichen Kalibers der markhaltigen Fasern in der Rinde verwendet werden.

²⁾ Es sind hier und im folgenden die Flechsig'schen Feldzahlen gemeint.

liegen im Bereich von später faserarmen und verhältnismäßig zartfaserigen Areae. Dieses Verhalten bildet zweifellos eine Ausnahme von der zuvor festgestellten Regel, daß Zeitpunkt des Auftretens der Markumhüllungen und späterer Gehalt an Markscheiden im wesentlichen parallel gehen. Eine Un-

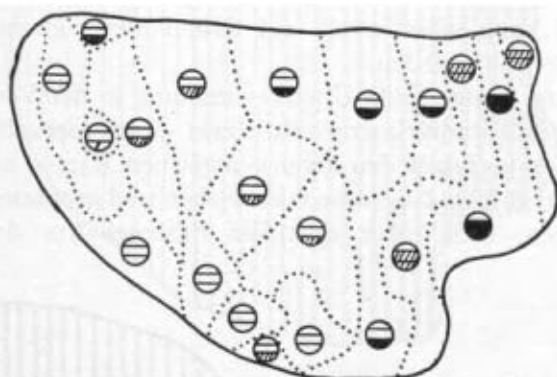
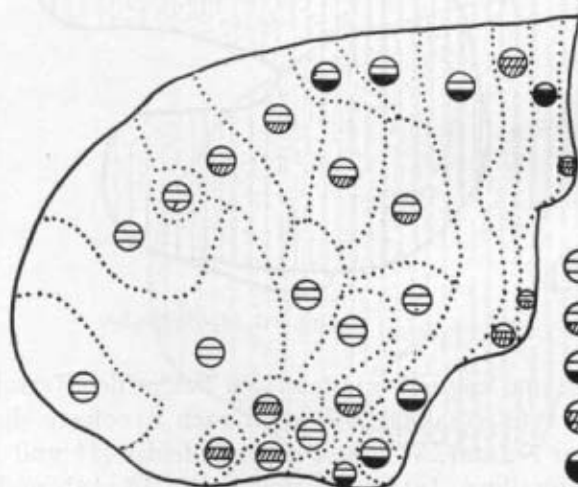


Abb. 5a. Verhalten der Baillargerschen Streifen zu ihren Nachbarschichten. Dorsalfläche.



-  *bistriär*
-  *propeunistriär*
-  *unistriär*
-  *propeastriär*
-  *astriär*
-  *unitostriär*
-  *bi-bis unitostriär*
-  *bi-bis propeunistriär*

Abb. 5b. Lateralfläche.

genauigkeit des angestellten Vergleiches liegt, wie nicht verschwiegen werden soll, darin, daß der Zeitpunkt des Auftretens der Markumhüllung subcorticaler Faserzüge, die zu bestimmten Rindengebieten ziehen, und das spätere Markfaserkaliber in den Rindenfeldern in Beziehung gesetzt werden. Streng genommen gibt es, worauf C. und O. Vogt schon hingewiesen haben, gar keine

scharf umgrenzten myelogenetischen Rindenfelder. Die Untersuchungen über die Myelogenese in den verschiedenen Rindenfeldern sind höchst unvollständig. Allgemein kann gesagt werden, daß in der Rinde die Markumhüllungen viel später auftreten als im Marklager der Hemisphären. Die groben Fasern dürften sich auch in der Rinde zuerst umhüllen. Spezielle Untersuchungen wären hier noch sehr wünschenswert und für den Myeloarchitektoniker ohne Zweifel sehr aufschlußreich. Parallelen zwischen der Myeloarchitektonik der Hirnrinde und der Myelogenese der zu umgrenzten Rindenabschnitten ziehenden Markfasersysteme sind jedoch so unverkennbar, daß bei aller Zurückhaltung, die die Erkenntnis der Wesensverschiedenheit der Methoden auf-

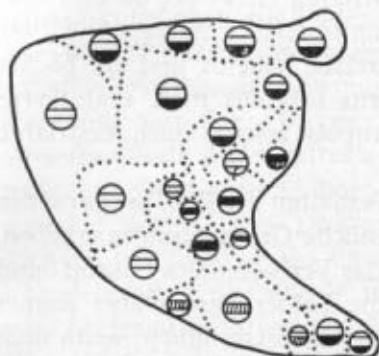


Abb. 5c. Orbitalfläche.

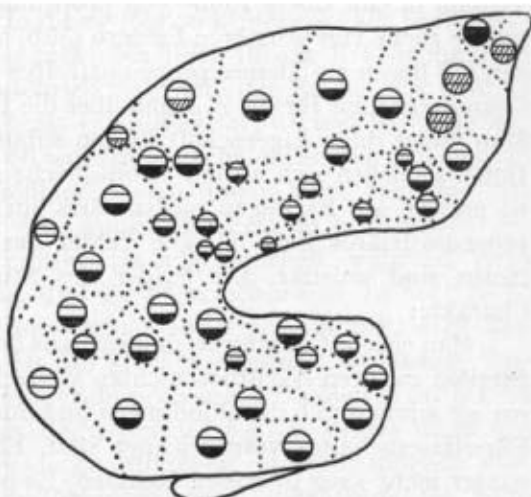


Abb. 5d. Medialfläche.

erlegen muß, die Annahme teilweise gemeinsamer genetischer Faktoren berechtigt erscheint¹⁾.

Nach v. Economo und Koskinas sind beinahe alle hinsichtlich der Cytoarchitektonik heterotypischen Gebiete früh markreif.

Das auf den Abbildungen 5a—d wiedergegebene Verhalten der Baillargerschen Streifen im Verhältnis zu ihren Nachbarschichten zeigt zahlreiche Modifikationen. Zur ersten Orientierung sei folgendes gesagt:

¹⁾ Die Betrachtung des gesamten Stirnhirns, das nicht weniger als rund 40% der gesamten Oberfläche der Großhirnrinde bildet, kann naturgemäß nur eine verhältnismäßig grobe und zwangsweise auch etwas schematisierte Gesamtschau bringen. Die Übereinstimmung bestimmter Merkmale in großen Zügen soll im Vordergrund des Interesses stehen. Einzelheiten werden sich immer wieder nicht in diesen Rahmen einordnen, worauf verschiedentlich im Laufe dieser Abhandlung hingewiesen ist. Damit bieten sich natürlich auch Ansatzpunkte für eine Kritik der oben gegebenen Ausführungen. Wesentlich soll hier jedoch das Herausstellen der Gemeinsamkeiten sein. Ausnahmen sind gelegentlich erwähnt, um voreiligen Schlußfolgerungen vorzubeugen. Auf eine Schilderung von Feinheiten muß weitgehend verzichtet werden, da sie den beabsichtigten Rahmen der Arbeit sprengen würde.

Die *F 1* ist unistriär, der obere Teil der *F 2* propeunistriär, der untere Teil der *F 2* bistriär. Auf der *F 3* finden sich subunitostriäre, an der Orbitalfläche einige unitostriäre Felder¹⁾.

Area 42, das Hauptursprungsfeld der Pyramidenbahn auf der *Ca* (der Area *gig.* entsprechend) ist astriär²⁾, die benachbarten Areae 42a und 39 sind propeastriär. Das weiter unten liegende kleine Feld 43 zeigt infolge weiterer Aufhellung in 6a einen propeunistriären Charakter. Die Areae 41a und b am Fuß der *Ca* sind unistriär. Die Felder 38, 37, 36, 35, 34, 33 der *F 1*, die sich oralwärts verjüngt und auf die Medianfläche übergeht, sind unistriär. Die meist aus zwei Windungszügen bestehende *F 2* läßt auch architektonisch eine Teilung in eine obere Reihe von propeunistriären Feldern (44—48) und eine untere Reihe von bistriären Feldern (55b, 55a, 54, 53) erkennen. Auf dem Fuß der *F 3* liegen ein kleines propeunistriäres Feld 56 und ein bistriäres Feld 57. Charakteristisch für die *F 3* sind aber die Felder mit einer relativ dunklen 5a. Man findet diese Eigenschaft in den subunitostriären Areae 58, 59 und 59a. Ihnen schließen sich an der Orbitalfläche die unitostriären Areae 64, 65, 60, 63 und 66 an. Es folgen medialwärts ein bistriäres Feld 61 und ein bi- bis propeunistriäres Feld 62. Die Felder des Gyrus orbitalis med. und Gyrus rectus sind unistriär. Die Felder des Stirnhirnpols zeigen einen bistriären Charakter.

Man erkennt unschwer, daß sich aus dem Verhalten der Baillargerschen Streifen zu ihren Nachbarschichten vielfach ähnliche Gruppierungen ergeben, wie sie schon durch die Windungen und durch das Verhalten des Gesamt- und Einzelfasergehaltes vorgezeichnet sind. Einzelne Felder passen aber immer wieder nicht ganz in diesen Rahmen. Es ist dies gut verständlich, wenn man bedenkt, daß beispielsweise das Hinzutreten einiger Fasern in 6a einen propeunistriären in einen unistriären Typ umwandelt. Einige Fasern weniger in 6a und aus dem propeunistriären wird ein bistriärer Typ. Geringfügige Änderungen in diesem fein abgestuften Verhalten bedingen somit schon einen anderen Typ. Man wird also bei der Zusammenfassung von Feldern zu größeren architektonischen Einheiten (Subregionen und Regionen) dieses Merkmal nicht als allein bestimmend verwenden dürfen, ganz abgesehen davon, daß auch allgemeine Erwägungen dem entgegenstehen. Will man sich aber wesentlich von dem Verhalten der Baillargerschen Streifen zu ihren Nachbarschichten leiten lassen, so muß man, um zu architektonischen Zusammen-

¹⁾ Bistriär = die beiden Baillargerschen Streifen (4 und 5b) heben sich gut von ihren Nachbarschichten ab, propeunistriär = 6a fast so dunkel wie 5b, unistriär: 6a = 5b, propeastriär = 5a und 6a fast so faserreich wie 4 und 5b, astriär = 4, 5a, 5b und 6a im Fasergehalt gleich, unitostriär = 4, 5a und 5b gleich dunkel, subunitostriär = zwischen bi- und unitostriär stehend, 5a also fast so dunkel wie 4 und 5b.

²⁾ Strenggenommen gibt es kein wirklich vollkommen astriäres Feld. Astriär soll nur heißen, daß bei der üblichen Technik die Schichten 4—6 ungefähr den gleichen Fasergehalt aufweisen. Bei stärkerer Differenzierung zeigt sich, daß die Baillargerschen Streifen doch ein wenig besser mit markhaltigen Fasern versehen sind als ihre Nachbarschichten.

fassungen zu kommen, auch über gewisse Nuancen hinwegsehen. Bei der myeloarchitektonischen Felderung des Stirnhirns durch O. Vogt ist dieses Vorgehen deutlich. Vogt spricht von einer *Regio unitostriata*, die die Felder 57—66 umfaßt. Ein Blick auf die Abbildungen 5b und c lehrt, daß diese Felder aber gar nicht alle unitostriär sind. Wie konnte dieses Gebiet dann als besondere Region abgegrenzt werden? Betrachtet man noch einmal die Abbildungen 4b und c, so ergibt sich, daß das umgrenzte Gebiet sich durch eine mittlere Ausprägung der Radiärbündel gegenüber den grobfaserigen kaudalen und den feinfaserigen polaren sowie medioorbitalen Feldern abhebt. Die *Areae* 57—66 können in der Tat als zusammengehörig imponieren. Liest man in der Einzelbeschreibung von O. Vogt nach, so stellt man fest, daß dem Autor bekannt war, daß die Felder in dieser Region keineswegs alle unitostriär sind. Dieses Wissen trübte ihm aber nicht den Blick für die Erkennung ihres verwandtschaftlichen Baues. Er beschrieb innerhalb der Region das Feld 57 als *propebistriär*, die Felder 58—60 als *subunitostriär*, 61 und 62 als *propeunitostriär*; lediglich die Felder 63—66 wurden als echt unitostriäre Felder bezeichnet. Die Betrachtung der Abbildungen 5b und c lehrt hier eine fast vollständige Übereinstimmung mit dem Autor. Nur Feld 60 wird in Übereinstimmung mit Strasburger als unitostriär angesprochen, während Vogt an seiner Serie den Eindruck hatte, daß die Faserdichte von 5a noch nicht ganz den Grad erreicht hat, daß man schon von einem unitostriären Typ sprechen dürfte. Diese Diskrepanz ist nur als eine minimale anzusehen. Tatsächlich bestehen — wie eigene Untersuchungen gezeigt haben — auch ganz unbedeutende Unterschiede in dem Verhalten der 5a des Feldes 60 in den verschiedenen Gehirnen, so daß beide Zuordnungen durchaus möglich sind. Wesentlich bleibt die Erkennung des übergeordneten Gesichtspunktes, nämlich der verwandtschaftlichen Beziehungen der Felder zueinander.

Das Verhalten der beiden Baillargerschen Streifen zueinander hinsichtlich ihrer Dichte, wie es in den Abbildungen 6a—d dargestellt ist, gibt am Stirnhirn nur wenig Aufschlüsse. Zunächst ist festzustellen, daß ein *externodensiores* Verhalten, d. h. eine größere Dichte des äußeren Baillargerschen Streifens in der Frontalrinde nicht vorkommt¹⁾. — Im Gegensatz dazu heben sich im Temporallappen zwei Regionen auf Grund dieses Verhaltens markant von ihrer Umgebung ab. — In dem größeren Teil des Stirnhirns zeigen beide Baillargerschen Streifen die gleiche Dichte, sie sind *aequodensus*. Dieses Verhalten findet man im Bereich der vorderen Zentralwindung mit Ausnahme eines streifenförmigen kaudalen Anteils, der der hinteren Zentral-

¹⁾ Bei makroskopischer Betrachtung von Feldern der *F I* kann jedoch leicht der Trugschluß entstehen, diese seien *externodensior* (vgl. die Karte von Braitenberg). Der äußere Baillargersche Streifen hebt sich, da seine Nachbarschichten 3 und 5a hell sind, markant ab und erscheint deshalb bei flüchtiger Betrachtung zunächst dunkler als der innere, der gegenüber der ebenso faserdichten 6a (unitostriäres Verhalten!) nicht hervortritt. Es ist dies aber eine optische Täuschung. Eine genauere, insbesondere mikroskopische Betrachtung ergibt, daß äußerer und innerer Baillargerscher Streifen die gleiche Faserdichte aufweisen.

windung zugewandt ist (Areae 42 α und 43). Die gesamte *F 1* und der obere (dorsale) Windungszug der *F 2* sind aequodensus, die *F 3* und der Stirnpol dagegen internodensior.

Wichtig ist, daß hierdurch wieder eine Gliederung des Stirnhirns von oben nach unten (dorsal nach ventral) deutlich wird. Von cytoarchitektonischer Seite wird ja vielfach die Gliederung von hinten nach vorne (caudal nach oral)

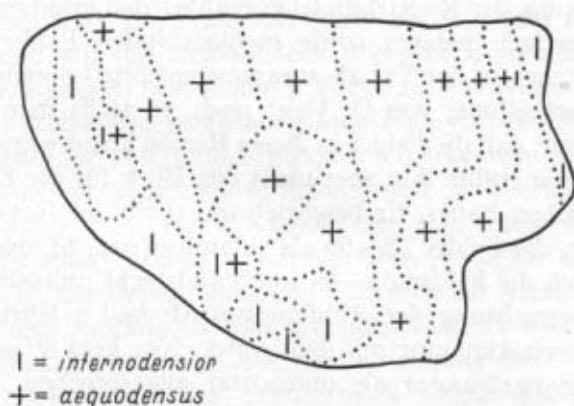


Abb. 6a. Verhalten der Dichte der Baillargerschen Streifen zueinander. Dorsalfäche.

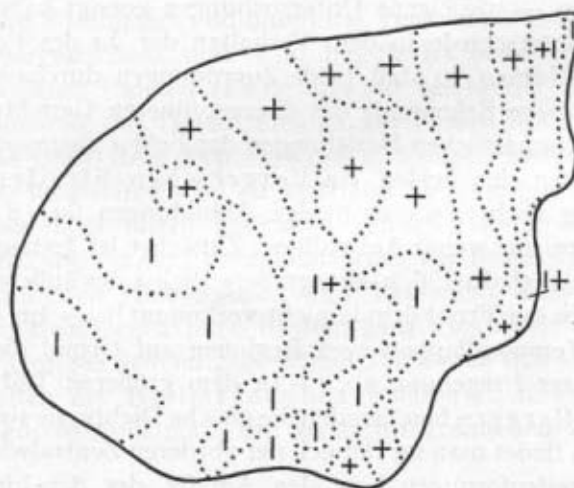


Abb. 6 b. Lateralfläche.

ganz einseitig in den Vordergrund gerückt und das Bestehen verschieden gebauter Felder in dorsoventraler Richtung teilweise sogar geleugnet.

Die balkennahen Felder gehören zum internodensior Typ. Die Ausbreitung des internodensior Verhaltens stimmt hier genau mit dem des infraradiären Typs überein. Diese beiden Eigenschaften weisen die Felder 12—24

auf mit Ausnahme des Feldes 14, das dem Allocortex zuzurechnen ist. Die Orbitalhirnrinde ist vorwiegend aequodensus, besitzt jedoch auch drei internodensiore Felder und drei Areae, die an der Grenze von aequodensus und internodensior stehen. Einheitlich ist nur der aequodense Gyrus rectus.

Faßt man das Verhalten der geschilderten faserbaulichen Merkmale grob zusammen, so könnte man sagen, daß Faserdichte und Faserkaliber sich vorwiegend in der orokaudalen, das Verhalten der Baillargerschen Streifen sich dagegen vor allem in der dorsoventralen Achse des Stirnhirns ändern. Bei der cytoarchitektonischen Einteilung des Stirnhirns wurde bevorzugt die verschiedene Ausbildung der Körnerschichten verwertet¹⁾. Die Gliederung war dadurch in orokaudaler Richtung am augenfälligsten. Man hat viel darüber diskutiert, warum die cytoarchitektonische Aufteilung des Stirnhirns mit der regionalen myeloarchitektonischen Einteilung von Vogt so wenig übereinstimmt. Nach dem Gesagten ist dieser Sachverhalt aber leicht zu durchschauen. Es wurde anfangs darauf hingewiesen, daß der Vogtschen regionalen

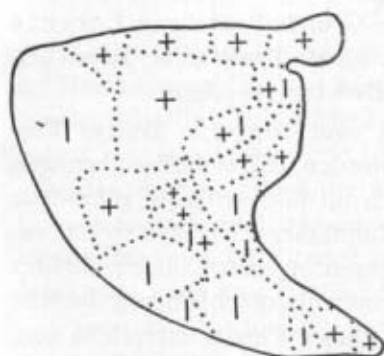


Abb. 6c. Orbitalfläche.



Abb. 6d. Medialfläche.

Einteilung wesentlich das Verhalten der Baillargerschen Streifen zugrunde gelegt wurde. Wäre statt dessen die Faserdichte oder das Faserkaliber in den Vordergrund gerückt worden, so hätte die myeloarchitektonische Gliederung eine viel bessere Übereinstimmung mit den cytoarchitektonischen Karten gezeigt. Vergleicht man statt der Regionen die einzelnen cyto- und myeloarchitektonischen Felder miteinander, so lassen sich gemeinsame Züge schon besser erkennen. Jedoch ist die myeloarchitektonische Gliederung eine viel feinere, so daß man jeweils mehrere myeloarchitektonische Areae zu einer cytoarchitektonischen Area zusammenfassen müßte. Es mag dies, wie an

¹⁾ Neuerdings wieder von Bailey und v. Bonin.

anderer Stelle schon ausgeführt wurde, neben der größeren Übersichtlichkeit myeloarchitektonischer Präparate vor allem daran liegen, daß im Faserbild neben der inneren Struktur des Feldes seine Verbindungen deutlicher zum Ausdruck kommen, als dies im Zellbild der Fall ist.

Daß die Übereinstimmung der Felderungen bei getrennter cytoarchitektonischer und myeloarchitektonischer Bearbeitung verschiedener Gehirne durch jeweils andere Untersucher keine völlige ist, versteht sich von selbst. Nicht alle Unterschiede, die im Faserpräparat sofort deutlich sind, brauchen dies auch im Zellbild zu sein und umgekehrt. Bei Betrachtung kombinierter Zell- und Markscheidenserien lassen sich die Grenzen jedoch zur Übereinstimmung bringen, wie u. a. Gerhardt am Parietallappen gezeigt hat.

Eine wesentliche Bereicherung für Zell- und Faserarchitektonik stellen die Golgischen Faserpräparate dar, da diese nähere Auskunft über die Gestalt der Zellen und ihrer Fortsätze sowie über die hier besonders interessierende Herkunft der Fasern geben. Nach Lorente de Nó läßt sich auf Grund von vielen Einzeluntersuchungen, die über verschiedene Hirngebiete vorliegen, für den parietalen, temporalen und okzipitalen Isocortex ein gemeinsamer Stratifikationsplan aufstellen, der mit den Grundgesetzen der corticalen Organisation übereinstimmt. v. Bonin vertritt nach vergleichender Betrachtung der Cyto- und Myeloarchitektonik sowie nach eigenen Untersuchungen an Silberpräparaten die Ansicht, daß man das Grundschema von Lorente de Nó auch auf das Stirnhirn anwenden dürfe. Es sind mir keine Tatsachen bekannt, die ernsthaft gegen diese Auffassung Bonins sprechen.

Die präzentralen motorischen Felder sind von Bonin in Bucys Precentral motor cortex so ausführlich beschrieben worden, daß sich Ausführungen an dieser Stelle weitgehend erübrigen. Es sei jedoch auf eine von Cajal gefundene und von Lorente de Nó bestätigte Tatsache fundamentaler Wichtigkeit erinnert, nämlich daß in der agranulären Area gigantopyramidalis ein dichter Plexus afferenter Fasern besteht, und zwar in einer oberflächlicheren Schicht als in den anderen (granulären) Rindenfeldern. Dieser Plexus entspricht dem äußeren Baillargerschen Streifen, der somit hier in die III. cytoarchitektonische Schicht zu liegen kommt. Nach Cajal kann man den Plexus in eine oberflächliche, mittlere und tiefe Zone unterteilen. Die oberflächliche Zone liegt in der cytoarchitektonischen Schicht *III*², Cajals Schicht *III* oder Schicht der mittelgroßen Pyramiden. Schon Cajal berichtet, daß sich in der motorischen Rinde bei allen Säugern in dieser Schicht ein dichtes Geflecht sehr dicker exogener Fasern findet. Es handelt sich bei diesen exogenen Fasern, wie man heute weiß, um spezifische Afferenzen aus dem N. ventrolateralis thalami, der selbst wiederum Fasern aus dem Kleinhirn über das Brachium conjunctivum erhält. Daneben sind an dem Plexus, der den äußeren Streifen im Markscheidenpräparat bildet, noch „endogene“ Fasern beteiligt, d. h. Axone und Kollateralen von Zellen aus dem Rindenareal selbst. v. Bonin knüpfte an die diffuse Anordnung (astriärer Charakter!) der Horizontalstreifen die interessante Hypothese, daß dadurch die Entladung der meist

von heterogenen synaptischen Feldern umgebenen Pyramidenzellen nach Eintreffen eines afferenten Impulses gefördert werde.

Die ständig sich vermehrenden physiologischen und anatomischen Ergebnisse bei Reiz- und Ausschaltungsversuchen an den eigentlichen Stirnhirnfeldern geben dem Architektoniker wertvolle Aufschlüsse. Jedoch sind die Kenntnisse über diese Gebiete, verglichen mit dem Wissen über die motorischen Rindenfelder¹⁾, noch sehr bescheiden. Man wird daher manche Hypothese über mögliche Funktionen, wie sie durch eine vergleichende Betrachtung der Architektonik der Rindenfelder nahe gelegt wird, besser noch nicht aussprechen, sondern erst weitere Ergebnisse abwarten. Es soll ja auch nicht Aufgabe dieser Studie sein, eine Beschreibung der Funktion des Stirnhirns zu geben²⁾. Zweck der Darstellung ist vielmehr, einen groben Überblick über die Verteilung der wichtigsten myeloarchitektonischen Merkmale zu geben und einige Anregungen damit zu verbinden. Auch eine neue myeloarchitektonische Gliederung des menschlichen Stirnhirns war nicht geplant. Man wird für diese zweifellos manche Gesichtspunkte zu verwerten haben, die eine Abänderung des bisher gängigen Schemas zur Folge hätte. Es wurden daher lediglich die arealen Grenzen auf den Karten eingezeichnet und auf eine regionale Gliederung verzichtet.

Zusammenfassung

Unter Zugrundelegung der Arbeiten von Vogt und Strasburger sowie an Hand eigener Studien wird eine Übersicht über die Verteilung wesentlicher myeloarchitektonischer Merkmale über die Stirnhirnrinde des Menschen gegeben. Als wesentliche und leicht erkennbare Merkmale haben sich im Markscheidenbild vor allem die Gesamtfaserdichte, die Ausprägung der Einzelfasern und der Radiärbündel sowie das Verhalten der Baillargerschen Streifen zueinander und zu ihren Nachbarschichten erwiesen. Die Verteilung dieser Merkmale wird an Oberflächenkarten dargestellt.

Gesamt-, Einzelfaser- und Radiärfasergehalt zeigen in ihrer Ausprägung eine weitgehende Parallelität. Die Ursprungsfelder der Pyramidenbahnen besitzen reichlich grobkalibrige Fasern, die Ursprungsfelder extrapyramidalen Faserzüge etwas weniger grobe Fasern in mittlerer Menge, die sogenannten Assoziationsfelder des Stirnhirnpols nur wenige und verhältnismäßig zarte markhaltige Fasern. Fasergehalt und Faserkaliber zeigen somit eine Abnahme in caudo-oraler Richtung. In der gleichen Richtung ändert sich die Ausprägung der Körnerschichten im Zellbild. Das Verhalten der Baillargerschen Streifen zueinander und zu ihren Nachbarschichten wechselt dagegen vorwiegend in dorsoventraler Richtung. Früh markreife Gebiete enthalten später reichliche

¹⁾ Die präzentralen motorischen Rindenfelder sind bis zum Jahre 1949 erschöpfend von Bucy und den Mitarbeitern an seinem groß angelegten Werk beschrieben.

²⁾ Eine gründliche Berücksichtigung der architektonischen Forschungsergebnisse findet sich in der Darstellung der Leistungen der motorischen Rinde und des Stirnhirns in dem Standardwerk von Gottschick.

und grobkalibrige Nervenfasern, spät markreife wenige und feinkalibrige Markmäntel. Die myelogenetischen und myeloarchitektonischen Karten zeigen daher weitgehende, wenn auch keine absoluten Parallelen.

Einige Beziehungen zwischen der Faserarchitektur der Rindenfelder, ihrer Stellung im Leitungssystem und ihrer Funktion werden diskutiert. Es handelt sich hierbei zunächst noch um einen groben Überblick, der manches Hypothetische enthält und einer Ergänzung durch detaillierte Studien bedarf.

Literatur

- Bailey, P., and Bonin, G. v., The isocortex of man. Urbana, Univ. of Ill. Press, 1951. — Bailey, P., and Bremer, F., A sensory cortical representation of the vagus nerve. *J. Neurophysiol.* **1**, 405—412 (1938). — Batsch, E. G., Die Myeloarchitektur des Isocortex parietalis beim Menschen. *J. Hirnforsch.* **2** (1955). — Beck, Ed., Morphogenie der Hirnrinde. Springer, Berlin 1940. — Bonin, G. v., Architecture of the precentral motor cortex and some adjacent areas in Bucy: The precentral motor cortex, 2nd Ed. Urbana, Univ. of Ill. Press, 1949. — Braitenberg, V., Sulle striae orizzontali della corteccia cerebrale. *Il Lavoro Neuropsichiatrico* **13**, 398—409 (1953). — Ders., Die Gliederung der Stirnhirnrinde auf Grund ihres Markfaserbaues (Myeloarchitektur). Im Druck. — Brodmann, K., Vergleichende Lokalisationslehre der Großhirnrinde. Ambros. Barth, Leipzig 1909. — Bucy, P. D., The precentral motor cortex, 2nd Ed. Univ. of Ill. Press, Urbana 1949. — Cajal, S., y Ramón, Studien über die Hirnrinde des Menschen. Ambros. Barth, Leipzig 1900—1906. — Campbell, A. W., Histological studies on the localization of cerebral function. University Press, Cambridge 1905. — Clark, W. E., Le Gros, The connection of the frontal lobes of the brain. *Lancet* **254**, 353—356 (1948). — Clark, W. E., Le Gros and Boggon, R. H., zit. nach Fulton. — Davis, zit. nach Fulton. — Delgado, J. M. R., zit. nach Fulton. — Economo, C. v., und Koskinas, G. N., Die Cytoarchitektur der Hirnrinde des erwachsenen Menschen. Springer, Berlin und Wien 1925. — Flechsig, P., Anatomie des menschlichen Gehirns und Rückenmarks auf myelogenetischer Grundlage. Thieme, Leipzig 1920. — Freeman, W., and Watts, J. W., Psychosurgery, 2nd Ed. Springfield, Ill. 1950. — Fulton, J. F., Physiologie des Nervensystems. Enke, Stuttgart 1952. — Gasser, H. S., and Grundfest, H., Axon diameters in relation to the spike dimensions and the conduction velocity in mammalian A fibers. *Amer. J. physiol.* **127**, 393—414 (1939). — Gerhardt, E., Der Isocortex parietalis beim Schimpansen. *J. Psychol. u. Neur.* **48**, 329—386 (1938). — Dies., Die Cytoarchitektur des Isocortex parietalis beim Menschen. *J. Psychol. u. Neur.* **49**, 367—419 (1940). — Gottschick, J., Die Leistungen des Nervensystems. Fischer, Jena 1952. — Hines, M., Significance of the precentral motor cortex in Bucy: The precentral motor cortex, 2nd Ed. Univ. of Ill. Press, Urbana 1949. — Hopf, A., Die Myeloarchitektur des Isocortex temporalis beim Menschen. *J. Hirnforsch.* **1**, 208—279 (1954). — Ders., Zur Frage der Konstanz und Abgrenzbarkeit myeloarchitektonischer Rindenfelder. *Dtsch. Z. Nervenheilk.* **172**, 188—206 (1954). — Ders., Zur architektonischen Gliederung der menschlichen Hirnrinde. *J. Hirnforsch.* **1**, 442—496 (1954). — Ders., Über die Verteilung myeloarchitektonischer Merkmale in der isokortikalen Schläfenlappenrinde beim Menschen. *J. Hirnforsch.* **2**, 36—54 (1955). — Kleist, K., Gehirnpathologie. Ambros. Barth, Leipzig 1934. — Knauer, A., Die Myeloarchitektur der Brocaschen Region. *Zbl. Neur.* **28**, 1240—1243 (1909). — Livingston, R. B., zit. nach Fulton. — Lorente de Nó, R., Cortex cerebri: Architektur, intrakortikale Verbindungen, in Fulton: Physiologie des Nervensystems. Enke, Stuttgart 1952. — Mauss, Th., Die Faserarchitektonische Gliederung der Großhirnrinde bei den niederen Affen. *J. Psychol. u. Neur.* **13**, 263—325 (1908). — Ders., Die Faserarchitek-

tonische Gliederung des Cortex cerebri der anthropomorphen Affen. *J. Psychol. u. Neur.* **18**, 410—467 (1912). — Mettler, F. A., *Neuroanatomy*, 2nd Ed. C. V. Mosley Comp., St. Louis 1948. — Meyer, A., Beck, E., and McLardy, T., Prefrontal Leucotomy: a neuroanatomical report. *Brain* **70**, 18—49 (1947). — Murphy, P., and Gellhorn, E., Further investigations on diencephalic cortical relations and their significance for the problem of emotion. *J. Neurophysiol.* **8**, 431—447 (1945). — Ngowyang, G., Die Cytoarchitektonik des menschlichen Stirnhirns. Monographs of the National Research Institute of Psychology. Acad. Sinica **7**, 1934. — Rose, M., Gyrus limbicus anterior und Regio retrosplenialis (Cortex holoprototypycho). Vergleichende Architektonik bei Tier und Mensch. *J. Psychol. u. Neur.* **35**, 65—173 (1927). — Ders., Cytoarchitektonik und Myeloarchitektonik der Großhirnrinde. *Handb. d. Neurol. von Bumke und Foerster*, **I**, 588—778, Springer, Berlin 1935. — Spencer, W. G., zit. nach Fulton. — Smith, G. E., A new topographical survey of the human cerebral cortex. *J. of Anat. and Physiol.* **41**, 237—254 (1907). — Strasburger, E., Die myeloarchitektonische Gliederung des Stirnhirns beim Menschen und Schimpansen. *J. Psychol. u. Neur.* **47**, 461—491, 565—606 (1937). — Vogt, C., u. O., Die Markreifung des Kindergehirns während der ersten vier Lebensmonate und ihre methodologische Bedeutung. *Neurobiologische Arbeiten* **1**, 149—246 (1904). — Dies., Allgemeinere Ergebnisse unserer Hirnforschung. *J. Psychol. u. Neur.* **25**, 279—461 (1919). — Vogt, O., Zur anatomischen Gliederung des Cortex cerebri. *J. Psychol. u. Neur.* **2**, 160—180 (1903). — Ders., Die myeloarchitektonische Felderung des menschlichen Stirnhirns. *J. Psychol. u. Neur.* **15**, 221—238 (1910). — Ders., Die Myeloarchitektonik des Isocortex parietalis. *J. Psychol. u. Neur.* **18**, 379—390 (1911). — Ward, A. A., jr., and McCulloch, W. S., The projection of the frontal lobe on the hypothalamus. *J. Neurophysiol.* **10**, 309—314 (1947).