

(Aus der Psychiatrischen und Nervenlinik der Justus-Liebig-Hochschule Gießen
Direktor: Professor Dr. H. Boening
und dem Institut für Hirnforschung und allgemeine Biologie Neustadt/Schwarzwald
Direktor: Professor Dr. O. Vogt)

Über die Verteilung myeloarchitektonischer Merkmale in der isokortikalen Schläfenlappenrinde beim Menschen¹⁾

Von

Adolf Hopf

Mit 18 Abbildungen im Text

(Eingegangen am 6. April 1955)

Die folgende Darstellung bildet eine Ergänzung zu einer früheren Beschreibung der Myeloarchitektonik des *Isocortex temporalis* beim Menschen (Dies. Journal, Bd. 1, H. 3, 208—279). Ziele der Darstellung sollen sein: 1. eine kritische Überprüfung der von dem Autor gegebenen architektonischen Gliederung der Schläfenlappenrinde, 2. ein besserer Überblick über die Myeloarchitektonik des Schläfenlappens, 3. eine anatomische Vorarbeit für eine künftige Darstellung der Physiologie und Pathophysiologie des Temporal-lappens.

Bei der Abgrenzung architektonischer Rindeneinheiten (Regionen, Subregionen, Areae, Subareae) ist zunächst der Eindruck eines besonderen, sich von der Umgebung abhebenden Baues bestimmend²⁾. Erst als zweiter Schritt folgt die Suche nach den Merkmalen, auf die sich dieser Eindruck stützt und die eine Abgrenzung rechtfertigen. Mitunter mag ein Merkmal ganz deutlich hervorspringen, mitunter aber sind es auch zahlreiche kleine Merkmale, deren

1) Frau Dr. Cécile Vogt und Herrn Professor Dr. Oskar Vogt in dankbarer Verehrung zum 80. bzw. 85. Geburtstag gewidmet.

2) Es ist hier nur die Rede von einer sich auf morphologische Merkmale gründenden Rindengliederung. Die Beziehung zu physiologischen Besonderheiten bleibt zunächst noch zu erweisen.

Summation einen neuen Gesamteindruck entstehen läßt. So kann beispielsweise eine alle Schichten betreffende geringe Zunahme der Faserdichte und des Faserkalibers in den einzelnen Schichten nur mit Mühe erkennbar sein, während der Gesamteindruck einer besonderen Dunkelheit des Feldes unverkennbar ist. Die hervorspringenden Merkmale können heterogener Natur sein, so daß der Eindruck entstehen könnte, daß eine sich darauf gründende Abgrenzung willkürlich sei. Dies ist jedoch keineswegs der Fall, wie an anderer Stelle erörtert wurde¹⁾. Hier sei noch ein weiteres Argument angeführt. Nach der Lehre von C. und O. Vogt ändern an der Grenze zweier Areae alle Schichten ihren Bau. Daß Veränderungen in manchen Schichten dabei leicht, in anderen schwer oder ohne ein besonderes Studium überhaupt nicht erkennbar sind, spricht nicht gegen diese Annahme, die von dem Autor auf Grund eigener Studien nur bestätigt werden kann und die auch physiologisch wohl fundiert ist. Zu der Feststellung der Änderungen im Bau verschiedener und oft aller Schichten durch C. und O. Vogt, später durch M. Vogt, sagt Lorente de Nó: „Dies war in der Tat zu erwarten, denn die kortikalen Neurone sind in Ketten angeordnet, die Zellen verschiedener Schichten umfassen, und eine Änderung in einer Schicht muß Veränderungen in anderen hervorbringen“²⁾.

In den folgenden Zeichnungen wurden jeweils nur ein Merkmal, zwei verwandte Merkmale oder eine zusammengehörige Gruppe von Merkmalen in Oberflächenschemata des Schläfenlappens eingetragen. Zuvor ist noch einmal auf den Abb. 1a—c die früher gegebene myeloarchitektonische Gliederung der Schläfenlappenrinde dargestellt. Danach kann die isokortikale Rinde des Temporallappens in sieben Regionen unterteilt werden:

1. *Regio temporopolaris*
2. *Regio temporalis separans*
3. *Regio temporalis parainsularis*
4. *Regio temporalis transversa*
5. *Regio temporalis paratransversa*
6. *Regio temporalis magna*
7. *Regio temporalis limitans*.

Diese Regionen lassen sich weiter in 20 Subregionen mit insgesamt 60 Areae unterteilen.

In den Abb. 2a—c ist der Gesamtfasergehalt der einzelnen Rindenfelder dargestellt. Dunkle Abschnitte sind reich, helle arm an markhaltigen Nervenfasern. Nicht zum Isocortex gehörende Rindenabschnitte (allo- und mesokortikale Felder) sind weiß gelassen. Abb. 2a zeigt, daß der Schläfenlappenpol einen geringen Markfasergehalt aufweist. Von medial nach lateral ist eine Zunahme des Fasergehaltes zu verzeichnen. Durch seine Faserarmut hebt sich das Polgebiet ganz gut von der caudal folgenden *Regio temporalis separans*

1) Dies. Journal, Bd. 1, H. 6, S. 442—496.

2) Lorente de Nó in Fulton „Physiologie des Nervensystems“, S. 300, Enke 1952.

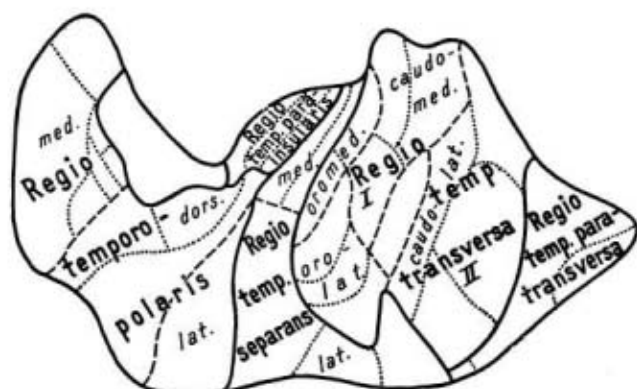


Abb. 1a. Myeloarchitektonische Gliederung des Schläfenlappens (Abbildungsmaßstab 1:1). Die Bezeichnungen der Regionen sind mit kräftigem Druck, die der Subregionen mit feinem Kursivdruck angegeben. Die Bezeichnungen der Areale sind der Übersichtlichkeit halber weggelassen. — = regionale Grenze, ---- = subregionale Grenze, = areale Grenze.

Dorsalfäche.



Abb. 1b. *Lateralfläche.*

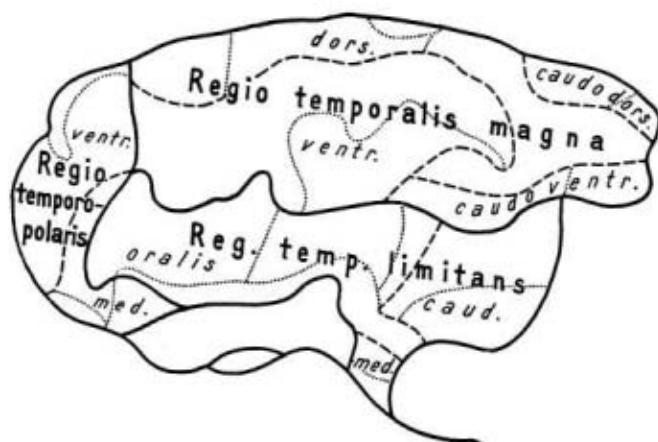


Abb. 1c. *Basalfläche.*

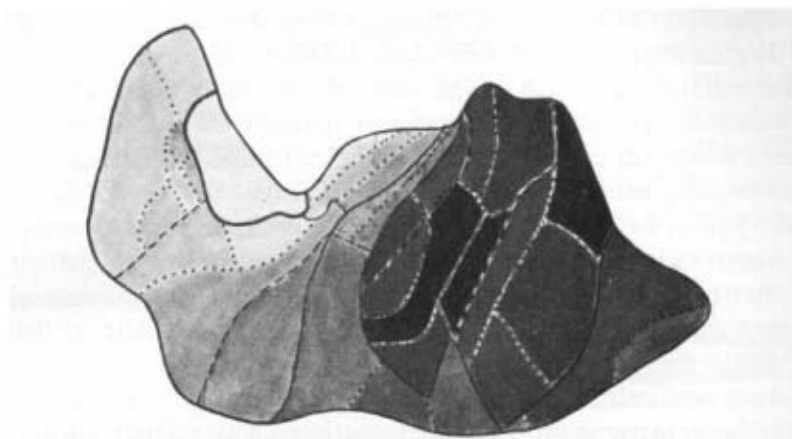


Abb. 2a. Schläfenlappen (Abbildungsmaßstab 1 : 1). Verteilung der Gesamtfaserdichte. *Dorsalfläche.*

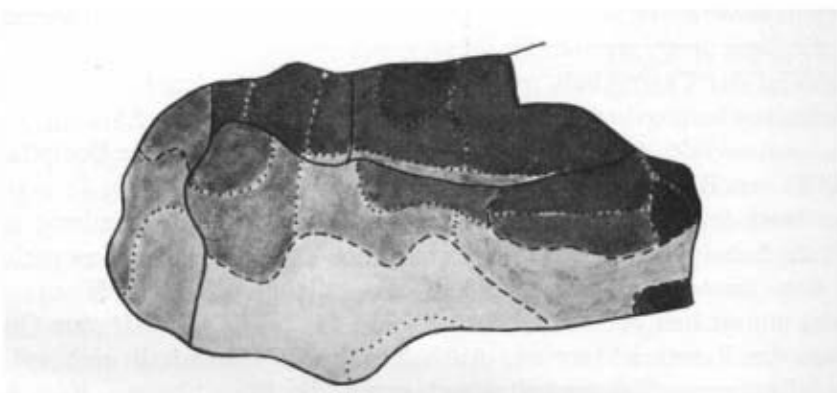


Abb. 2b. *Lateralfläche.*

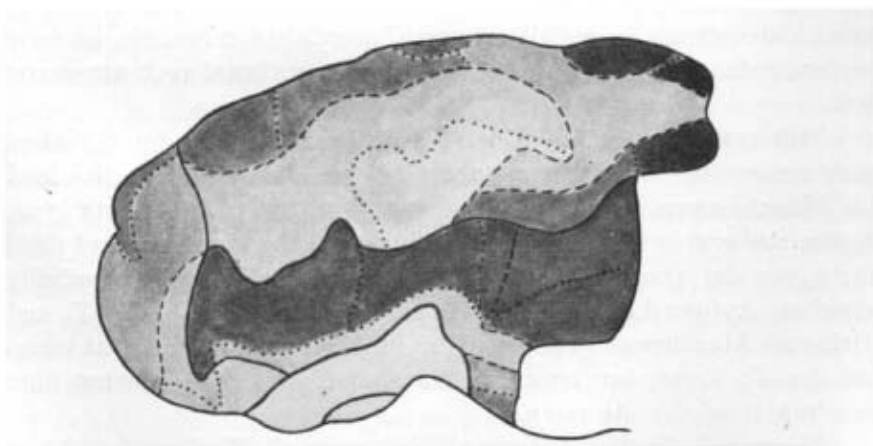


Abb. 2c. *Basalfläche.*

ab. Das Polgebiet könnte allein schon auf Grund seiner Faserarmut als besondere Region imponieren. An die *Regio separans*, die einen mittleren Fasergehalt aufweist, schließt sich medial eine kleine, recht faserarme *Regio temporalis parainsularis* an. Beide Regionen heben sich auf Grund ihres allgemeinen Fasergehaltes ganz gut ab. Es folgt caudal die extrem faserreiche *Regio temporalis transversa*. Der Fasergehalt ihrer einzelnen Felder ist verschieden. Jedoch ist das faserärmste Feld dieser Region immer noch dunkler als die faserreichsten Felder anderer Schläfenlappenregionen. Allein schon infolge ihrer hohen Faserdichte imponiert die Querwindungsregion als etwas Besonderes gegenüber ihrer Umgebung. Etwas heraus fällt vielleicht das vordere (orale) Feld der 2. Querwindung, das als ein Übergangsfeld angesehen werden kann und relativ faserarm ist. Caudolateral schließt sich die *Regio temporalis paratransversa* an, die einen mittleren Fasergehalt aufweist.

Bei der Betrachtung der Lateralfläche des Schläfenlappens (Abb. 2b) ist wieder die faserarme Polregion erkennbar. Es folgen auf der 1. Schläfenwindung die einen mittleren Fasergehalt aufweisenden *Regiones temp. separans* und *paratransversa*. Über die gesamte 2. und 3. Schläfenwindung erstreckt sich die *Regio temp. magna*. Sie ist im ganzen recht faserarm. Innerhalb dieser Region ist der Fasergehalt relativ am größten in Rindenabschnitten, die der 1. Schläfenwindung benachbart sind und in zwei caudalen Abschnitten (*Subregio caudodorsalis* und *caudoventralis*), die an die faserreichere Occipitalregion (Feld 19 von Brodmann) anschließen. Dies ist auch aus Abb. 2c erkennbar. Ganz besonders markfaserarm ist die auf der 3. Schläfenwindung gelegene ventrale Subregion der *Regio magna*. Einen etwas höheren Fasergehalt hat die *Regio temporalis limitans* aufzuweisen, die an die *Entorhinalis* grenzt. Caudal nimmt hier ebenfalls, entsprechend der Nachbarschaft zum Occipitalappen, der Faserreichtum zu. Auch die *Regio limitans* hebt sich auf Grund ihres allgemeinen Fasergehaltes gut gegen die benachbarten Regionen ab. Man kann also aus dem Verhalten dieses einen Merkmals, nämlich des allgemeinen Fasergehaltes, schon eine gewisse Berechtigung der vorgenommenen regionalen Einteilung ableiten. Daß auch die Subregionen und die meisten Areae Unterschiede in der allgemeinen Faserdichte aufweisen, ist unverkennbar, wenn diese Unterschiede bei den Areae manchmal auch nur geringgradig sind.

Faßt man das Verhalten der Gesamtfaserdichte in der Schläfenlappenrinde zusammen, so kann man sagen, daß die höchste Dichte sich im Bereich der Heschlschen Windungen findet und mit der Entfernung von dieser Region stufenweise abnimmt. Dies wird deutlich, wenn man auf der Dorsalfläche von der Querwindungsregion über die *Regio separans* polwärts fortschreitet. Auf der Lateralfläche läßt sich eine von der T_1 nach T_2 und T_3 zu erfolgende Abnahme des Fasergehaltes im Markscheidenpräparat verzeichnen. Auf der T_4 (*Gyrus fusiformis*) in Nachbarschaft des Allocortex nimmt der Fasergehalt wieder etwas zu.

Ebenso wie die Heschlschen Windungen als Rindenendstätte der Hörstrahlung (sogenannte kortikale Hörsphäre) im Markscheidenbild besonders

dunkel sind, so ist auch die hintere Zentralwindung als Rindenendstätte der sensiblen Bahnen (sogenannte kortikale Tastsphäre) besonders dunkel, während die benachbarten Parietalfelder mit wachsender Entfernung von der hinteren Zentralwindung zunächst heller werden. Im Occipitallappen sind die *Area striata* (Feld 17 von Brodmann) und die ihr anliegende *Area occipitalis* (Feld 18 von Brodmann) recht dunkel, während die *Area praeoccipitalis* (Feld 19) schon weniger dunkel sind. Letztere besitzt jedoch noch immer einen mindestens mittleren Fasergehalt.

Ohne zunächst weitere Schlußfolgerungen daraus ziehen zu wollen, sei hier festgehalten, daß offenbar primäre sensorische Rindenendstätten sich durch einen besonders hohen Markfasergehalt auszuzeichnen scheinen.

Die Abb. 3a—c geben das Verhalten der Einzelfasern und des Kaes-Bechterewschen Streifens wieder.

Mit C. und O. Vogt unterscheidet man zwischen Grundfasern (das sind feinkalibrige Fasern, die das sogenannte Grundfasernetz bilden) und einzelnen dazwischenliegenden größeren Fasern oder Einzelfasern. Von einem Kaes-Bechterewschen Streifen spricht man, wenn sich in einer bestimmten Unterschicht der 3. Schicht, nämlich in der 3¹ eine starke Ansammlung von Einzelfasern (Ef) findet, und der Einzelfasergehalt in den folgenden Unterschichten 3² und 3³ wieder zurücktritt. Auf diese Weise gesellt sich den beiden Baillargerschen Streifen in der 4 und 5b gewissermaßen noch ein dritter horizontaler Streifen in der 3¹ zu, der nach seinen ersten Beschreibern Kaes-Bechterew (KB) benannt wird¹⁾.

Vergleicht man die Abb. 2 und 3, so kann man mit einem Blick erkennen, daß die Verteilung der Ef weitgehend demselben Muster folgt wie die Gesamtfaserdichte, so daß im wesentlichen das zuvor Gesagte auch hier Gültigkeit besitzt. Im Markscheidenbild dunkle Rindengebiete zeigen somit nicht nur ein dichtes Zusammenliegen von markhaltigen Fasern, so daß nur geringe Zwischenräume verbleiben, sondern die Markfasern²⁾ zeigen dann vielfach auch ein grobes Kaliber. Fasern mit dicken Markmänteln besitzen eine höhere Leitungsgeschwindigkeit als solche mit dünnen Markmänteln und eine viel höhere als solche ohne Markmäntel, so lehrt die Physiologie. Leitungsgeschwindigkeit und Dicke der Markscheide dürften weitgehend parallel gehen. Für den Schläfenlappen ist festzustellen, daß sich im Bereich der Querwindungen (*Regio transversa*) reichlich Fasern mit dicken Markmänteln finden, und daß mit zunehmender Entfernung von den Querwindungen solche Fasern an Zahl abnehmen. Der prozentuale Anteil der Ef an dem Gesamtfasergehalt ist im Bereich der *Regio temp. transversa* groß, in den *Regiones temp. magna*, *para-insularis* und *polaris* dagegen sehr klein. Parallel mit der prozentualen Abnahme des Ef-Gehaltes geht die Abnahme der Dicke der Markmäntel der Ef.

Im Bereich der 1. Querwindung findet sich ein KB-Streifen in der orolateralen und in der caudolateralen Subregion, während die caudomediale

1) Gelegentlich wird in der Literatur dann auch von einem multostriären Typ gesprochen.

2) Wenn hier von Markfasern gesprochen wird, so ist dies natürlich nicht ganz korrekt, weil man im Markscheidenpräparat bei den für architektonische Untersuchungen üblichen Vergrößerungen ja nur die Markmäntel sieht.

und oromediale Subregion eines solchen Streifens entbehren. Das Verhalten des KB-Streifens bestätigt hier die subregionale Einteilung. Die 2. Querrichtung verhält sich uneinheitlich. Drei ihrer Felder besitzen einen KB-Streifen, eines nicht. Die Betrachtung der Lateralfäche des Schläfenlappens lehrt, daß hier der KB-Streifen eine Unterscheidung der *Regio separans* von der *Regio paratransversa* ermöglicht. Außerhalb der *Regio temp. transversa* und *separans* ist im Schläfenlappen kein KB-Streifen zu finden.

Die Abb. 4a—c geben das Verhalten der Radiärfaserung wieder. Die Dichte der Striche zeigt die Dichte der Radiärbündel an, die Breite der Striche die Breite der Radiärbündel. Das Kaliber der einzelnen Radiärfasern geht weitgehend der Breite der Radiärbündel parallel, so daß in der Zeichnung auf eine gesonderte Darstellung dieses 3. Hauptmerkmals der Radiärfaserung verzichtet wurde. Vergleicht man Abb. 4 mit Abb. 3, so erkennt man, daß sich das Vorkommen breiter grobkalibriger Radiärbündel mit dem Vorhandensein grober horizontaler Einzelfasern annähernd deckt. Eine besondere Ansammlung breiter und grober Radiärbündel zeigt sich auf der Kuppe der 1. Heschlschen Windung. Breite der Radiärbündel und Kaliber der Radiärfasern nehmen zu, wenn man sich von der medialen Subregion des Poles nach lateral zu der lateralen Subregion des Poles und dann nach caudolateral über die *Regio separans* zur *Regio transversa* wendet. Diese Eigenschaften nehmen wieder ab von der *Transversa* über die *Paratransversa* auf der Lateralfäche der T_1 zu der dorsalen Subregion der *Regio magna* auf der T_2 und weiter zur ventralen Subregion der *Regio magna* auf der T_3 . Dorsale (der T_1 benachbarte) und besonders caudale (der occipitalen Rinde benachbarte) Rindenfelder zeigen innerhalb der *Regio temp. magna* eine bessere Ausprägung der Radiärfaserung als andere Felder dieser Region. In der *Regio limitans* ist die Radiärfaserung etwas kräftiger ausgebildet als in der *Regio magna*, wie die *Limitans* ja auch einen höheren Einzel- und Gesamtfasergehalt gegenüber dieser Region aufzuweisen hat.

Zusammenfassend kann also festgestellt werden, daß Horizontal- und Radiärfaserung in einem gewissen Abhängigkeitsverhältnis voneinander stehen. Man könnte die Hypothese aufstellen, daß zahlreiche (= dichtliegende Radiärfasern) und rasch (dicke Markmäntel) durch die Radiärbündel in die Rinde einströmende Afferenzen in entsprechend zahlreichen und schnell leitenden Horizontalfasern ihre weitere Ausbreitung in der Rinde erfahren. Im Schläfenlappen wäre dies besonders im Bereich der Heschlschen Windungen (*Regio temp. transversa*) verwirklicht.

Die Abb. 5a—c geben Auskunft über das Verhalten der Baillargerschen Streifen zu ihren Nachbarschichten. Die Symbole stellen gewissermaßen einen schematischen Rindenquerschnitt dar, wie man ihn durch das Blickfeld eines Mikroskopes sehen könnte (jedoch ohne Vergrößerung).

Findet sich nur ein horizontaler Streifen — es ist dann immer der äußere Baillargersche Streifen in der 4. Schicht —, so spricht man von einem singulostriären Rindentyp. Eine Rinde mit zwei, sich gut abhebenden Baillargerschen Streifen bezeichnet man als bistriär. Hebt sich der innere Baillargersche Streifen in

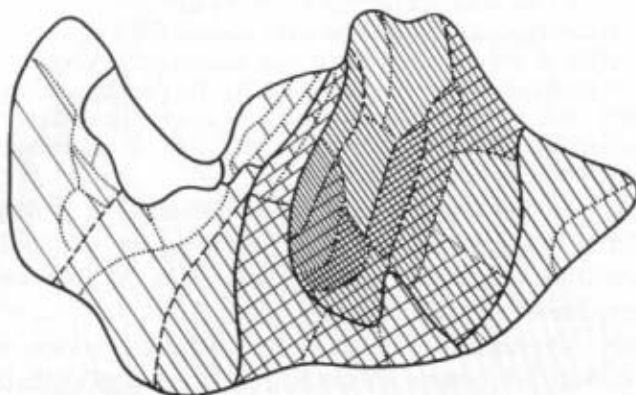


Abb. 3a. Schläfenlappen. Einzelfasergehalt und Kaes-Bechterewscher Streifen (Einzelfasern = vertikale Striche, KB-Streifen = horizontale Striche). Dorsalfläche.

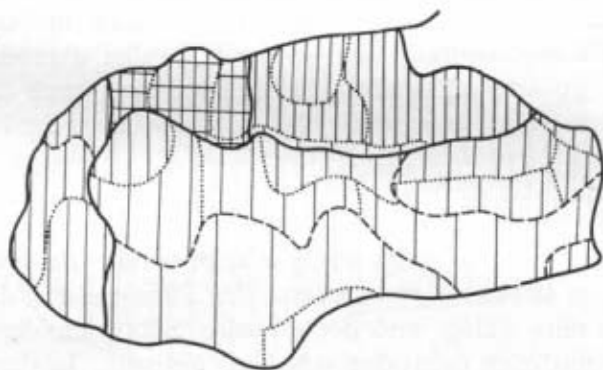


Abb. 3b. Lateralfläche.

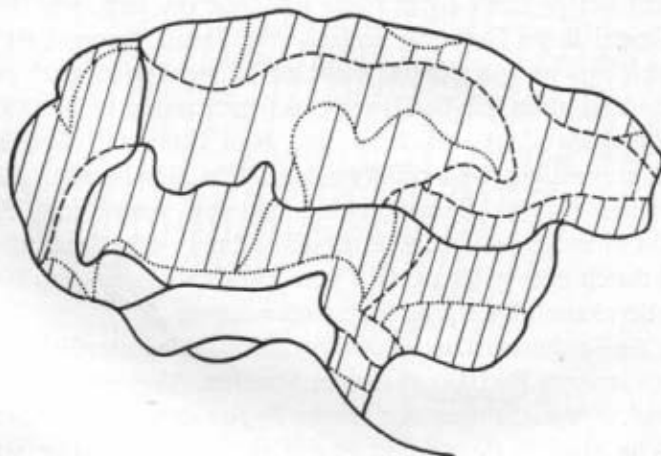


Abb. 3c. Basalfläche.

der *5b* schlecht gegen die auf ihn folgende *6a* ab, so handelt es sich um einen *propeunistriären* Rindentyp. Ist dagegen die *6a* ebenso dunkel wie der innere Baillargersche Streifen in der *5b*, so ist die Rinde *unistriär*. Als *propeastriär* wird ein Verhalten bezeichnet, bei dem sich beide Baillargersche Streifen nicht sehr deutlich abheben, weil *5a* und *6a* verhältnismäßig faserreich sind. Felder, die Übergangsfälle zwischen zwei Rindentypen darstellen, sind durch entsprechende Kombinationen von Symbolen angegeben.

Durch ihren *singulostriären* Charakter hebt sich die *Polregion* sehr gut von allen anderen Regionen ab. Die *Regio separans* ist in ihrer lateralen Subregion *propeunistriär*, in ihrer medialen *bistriär*. Die *Regio parainsularis* zeigt einen *bistriären* Charakter. *Propeunistriär* mit Ausnahme eines Feldes ist die *Regio transversa*. *Propeastriär* sind alle Felder der *Regio paratransversa*. Die ausgedehnte *Regio temp. magna* ist im Hinblick auf das Verhalten der Baillargerschen Streifen nicht einheitlich. Alle Felder der *Subregion dorsalis* sind *unistriär*; von den Feldern der *Subregion ventralis* ist eines *uni-*, das andere *propeunistriär*. Uneinheitlich ist auch die *Subregion caudodorsalis*; zwei ihrer Felder weisen einen *propeunistriären* Charakter auf, eines einen *uni-* bis *propeastriären* und eines einen *singulo-* bis *propeastriären* Charakter. Die Felder der *Subregion caudoventralis* sind *unistriär*, wobei aber ein Feld dem *singulostriären* Typ sehr nahesteht. Verschieden sind auch die Felder der *Regio limitans*; fünf sind *singulostriär*, vier *unistriär*, eines der letzteren steht aber dem *propeastriären* Typ nahe.

Man sieht also, daß die Abgrenzung mancher Regionen und Subregionen auch durch das Verhalten der Baillargerschen Streifen (im Verhältnis zu ihren Nachbarschichten) bestätigt wird, so z. B. bei der *Polregion*, der *Regio separans med. und lat.*, der *Paratransversa*, der *Parainsularis*, der *Transversa* mit Ausnahme eines Feldes und der dorsalen Subregion der *Regio magna* sowie auch der medialen Subregion der *Regio limitans*. In der *Regio magna* und *limitans* bestehen sonst aber reichlich Uneinheitlichkeiten. Man ersieht daraus, daß eine architektonische Zusammenfassung größerer Rindengebiete allein auf Grund dieses einen Merkmales kaum zweckmäßig sein dürfte. Man könnte ja sonst beispielsweise die *Regio limitans*, die sich, wie die Abb. 2—4 lehren, auf Grund ihres Gesamt-, Einzel- und Radiärfasergehaltes ganz eindeutig von der *Regio magna* abhebt, nicht zusammenfassen, und zwar deshalb nicht, weil das Verhalten der Baillargerschen Streifen im Verhältnis zu den Schichten *5b* und *6a* nicht einheitlich ist. Man käme auf diese Weise sicher zu einer ganz unsinnigen und unphysiologischen Gliederung. Ein Merkmal allein darf daher für die Zusammenfassung von *Areae* und *Subareae* zu Regionen nicht entscheidend sein. Es muß vielmehr der Gesamtbau sein, der bewirkt wird durch eine größere Zahl von Merkmalen, die durch eine genaue Analyse der Struktur objektiviert werden müssen.

Die Abb. 6a—c demonstrieren das Verhältnis der Faserdichte des äußeren gegenüber dem inneren Baillargerschen Streifen. Weisen beide den gleichen Fasergehalt auf, so spricht man von einem *Typus aequodensus*. Ist der äußere Baillargersche Streifen dichter, so ist das Feld *externodensior*, ist der innere dichter, dann nennt man es *internodensior*.

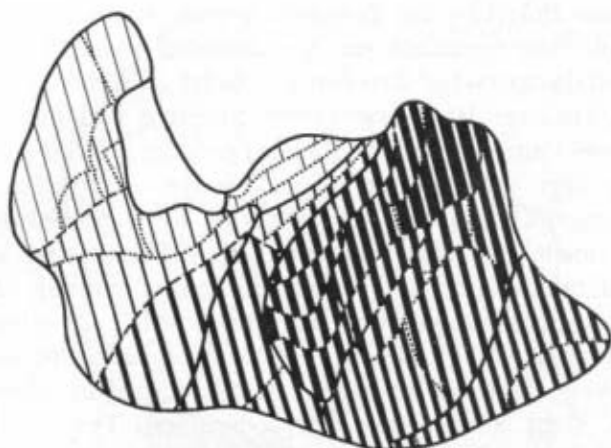


Abb. 4a. Schläfenlappen. Verhalten der Radiärfasern. *Dorsalfläche.*

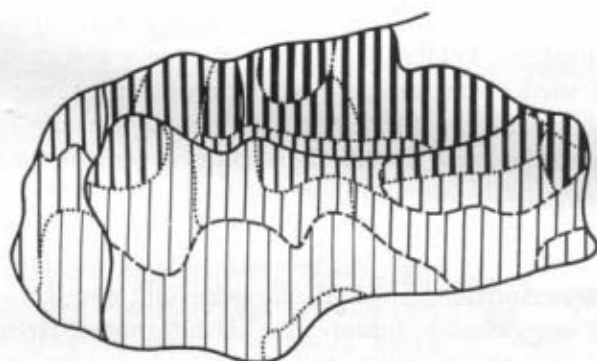


Abb. 4b. *Lateralfläche.*

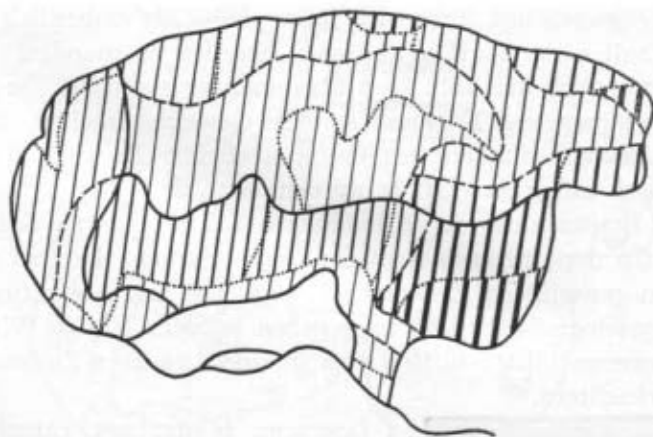


Abb. 4c. *Basalfläche.*

Dichte der Striche = Dichte der Radiärbündel (||||| = dicht, ||| = wenig dicht).
Breite der Striche = Breite der Radiärbündel (|| = schmal, ■■ = breit).

Das gesamte Polgebiet des Temporallappens wird als externodensor bezeichnet, obwohl hier eigentlich ein Ausnahmefall vorliegt, insofern als sich ein innerer Baillargerscher Streifen gar nicht abhebt. Jedenfalls ist aber die 4. Schicht (äußerer Baillargerscher Streifen) viel dichter als die 5b-Schicht (normale Lage des inneren Baillargerschen Streifens). Die laterale Subregion der *Regio separans* ist externodensor, die mediale aequodensus. Einen aequodensen Charakter besitzt auch die *Regio parainsularis*. Ziemlich einheitlich ist auch die *Regio transversa*. Ihre Felder sind internodensor. Allerdings kann man sich bei drei Feldern streiten, ob man sie als aequodensus oder ganz schwach internodensor bezeichnen will. Es stimmt dies nicht bei allen Gehirnen völlig überein. Außerdem läßt die makroskopische Betrachtung von Feldern, besonders solcher, die an einem Windungsabhang liegen, nicht selten einen externodensoren Typ annehmen, wo die mikroskopische Betrachtung lehrt, daß es sich um einen internodensoren Typ handelt. Die gesamte *Regio paratransversa* ist als aequodensus zu bezeichnen. In der *Regio temp. magna* sind alle Verhaltensweisen anzutreffen. Zwei vorn oben (orodorsal) gelegene Felder sind externodensor. Es folgen caudalwärts aequodense Felder, dann internodensoren und an der Grenze zum Occipitallappen wieder externodensoren. Interessant ist vor allem die Betrachtung der Lateralfläche (Abb. 6b). Während ganz allgemein die architektonische Hauptgliederung und die Bezeichnung der Windungen von dorsal nach ventral (oben nach unten) vorgenommen wurde, läßt sich bei Berücksichtigung dieses einen Merkmals des Verhaltens der Baillargerschen Streifen zueinander auch eine Gliederung von oral nach caudal (vorn nach hinten) erkennen. Vordere Anteile des Schläfenlappens sind nämlich externodensor, mittlere Anteile aequodensus, hintere Anteile internodensor und ein an den Occipitallappen grenzendes ganz caudales Rindengebiet wieder externodensor. Externodensor ist die gesamte *Regio limitans*, nur ein Feld steht an der Grenze zu aequodensus. Die *Regio limitans*, die sich in der Abb. 5c als verschieden erwiesen hat, zeigt sich jetzt wieder als einheitlich im Hinblick auf das Verhalten der Baillargerschen Streifen zueinander.

Denkt man sich die Abb. 2—6 übereinander projiziert, so ergeben sich für alle Subregionen und Regionen so viele Gemeinsamkeiten, daß die architektonische Zusammenfassung berechtigt erscheint. Es wird dies bei der Besprechung noch näher ausgeführt werden.

An die Besprechung der Abbildungen sei eine kurze Schilderung der Besonderheiten der einzelnen Regionen angeschlossen. Hierbei sollen die im vorstehenden gewonnenen Erkenntnisse verwertet und Andeutungen auf eine mögliche physiologische Bedeutung gegeben werden. Einige Wiederholungen sind dabei unvermeidbar, dürften aber in einem anderen Zusammenhang die Übersicht erleichtern.

Die  ist faserarm, besitzt nur ganz wenige feinkalibrige Einzelfasern, ihre Radiärbündel sind ziemlich schmal und zartfaserig. Das feine Kaliber der Radiärfaserung mit Zunahme nach lateral entspricht den spärlichen und im ganzen noch wenig kräftigen horizontalen

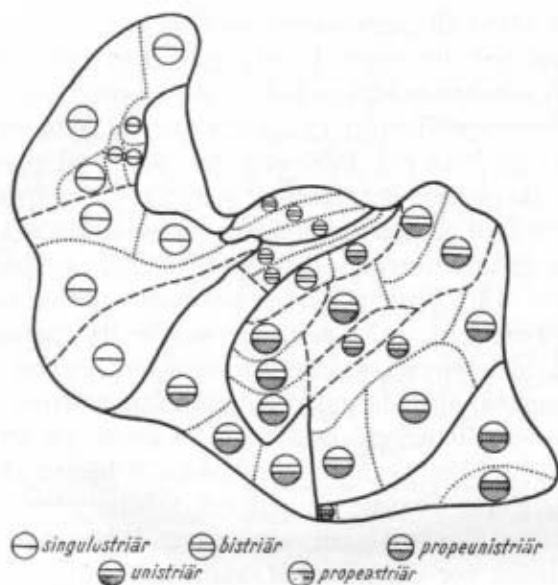


Abb. 5a. Schläfenlappen. Verhalten der Baillargerschen Streifen zu ihren Nachbarschichten. *Dorsalfläche.*

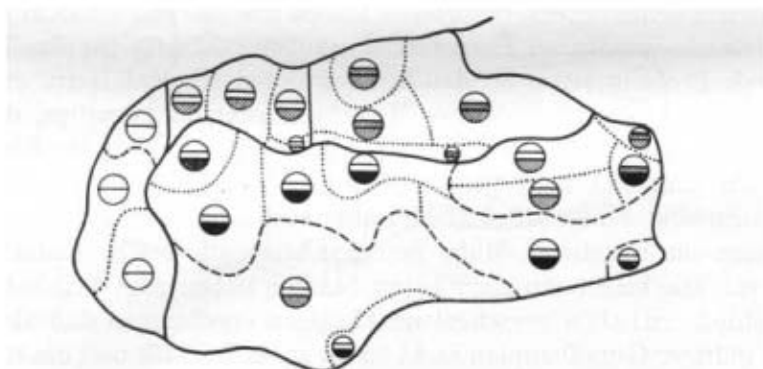


Abb. 5b. *Lateralfäche.*

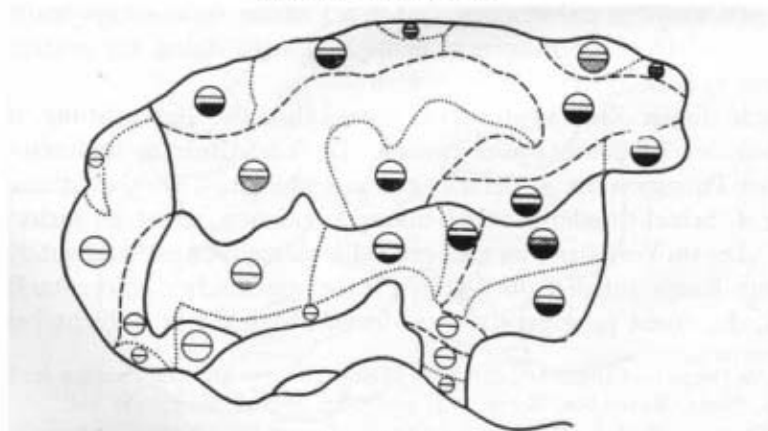


Abb. 5c. *Basalfäche.*

Einzelfasern, die ebenfalls nach lateral an Zahl und Kaliber zunehmen. Die gesamte Polregion hat nur einen Baillargerschen Streifen, sie ist singulostriär. Durch die genannten Eigenschaften, denen sich noch andere zugesellen, die in diesem Zusammenhang nicht interessieren, hebt sich die Polregion eindeutig gegen alle anderen Regionen des Schläfenlappens ab. Dies ist schon bei makroskopischer Betrachtung selbst für den Ungeübten deutlich.

Das Markscheidenbild gibt aber keine näheren Hinweise über die Herkunft der Fasern in den einzelnen Schichten. Dabei ist diese Frage aber von größtem Interesse. Ihre Lösung würde einen wesentlichen Fortschritt für die architektonische Forschungsrichtung bedeuten. Die Myeloarchitektonik könnte eine bessere Hilfe für physiologische Forschungen werden, als sie es bisher gewesen ist. Hinweise auf eine mögliche Bedeutung struktureller Besonderheiten der einzelnen Rindenschichten und des gesamten Rindenquerschnitts stünden in Aussicht. Da die Myeloarchitektonik hierzu allein nicht in der Lage ist, muß sie Unterstützung bei anderen Arbeitsrichtungen suchen. Hier bieten sich zunächst Ergebnisse an, wie sie mit Hilfe der Golgimethode und ihren Modifikationen vor allem von Ramón y Cajal und seinen Schülern, insbesondere Lorente de Nó, gewonnen werden konnten. Bei der Verwertung der Ergebnisse der spanischen Neurohistologen für die Myeloarchitektonik des erwachsenen menschlichen Gehirns ist jedoch eine gewisse Vorsicht am Platze. Viele Befunde wurden an Tiergehirnen erhoben. Günstig für das hier interessierende Problem ist zwar, daß in bestimmten Rindenfeldern, die bei verschiedenen Säugetieren und beim Menschen untersucht wurden, der gleiche Bauplan aufgefunden wurde¹⁾; ob man dies jedoch für alle Rindenfelder annehmen kann, ist noch nicht entschieden. Beim Menschen wurden nur verhältnismäßig wenige Rindenfelder untersucht, was nicht verwundern darf, wenn man die ungeheure Mühe berücksichtigt, die solche Untersuchungen erfordern. Die bisher durchgeführten Studien haben zum Teil beträchtliche Unterschiede zwischen verschiedenen Feldern ergeben, so daß sich ein allgemein gültiger Grundbauplan nicht leicht aufstellen läßt und die für einzelne Regionen gültigen Besonderheiten noch weitgehend unbekannt sind. Jedoch lassen sich aus den zahlreichen Untersuchungen doch einige wahrscheinlich allgemein gültige Folgerungen ziehen. Man wird dabei am besten den Darlegungen von Lorente de Nó folgen.

Nach diesen Zwischenbemerkungen kehrt die Betrachtung wieder zur Polregion des Schläfenlappens zurück. Im Verhältnis zu anderen Schichten ist in der Polregion die 4. Schicht gut ausgebildet. Vergleicht man sie aber mit der 4. Schicht anderer Schläfenlappenregionen, so ist sie nicht besonders kräftig. Die im Verhältnis zu anderen Schichten gute Ausbildung der 4. Schicht wird man kaum auf den fibrillären Plexus spezifischer Afferenter²⁾ beziehen können, der sonst ja wesentlich an dem Aufbau dieser Schicht beteiligt ist.

1) Als Beispiel sei angeführt, daß Lorente de Nó einen gleichen Bauplan der Entorhinalis bei Maus, Ratte, Kaninchen, Katze, Affe und beim Menschen entdeckt hat.

2) Unter spezifischen Afferenten versteht man Fasern, die von einem bestimmten Thalamuskern bzw. Unterkern zu einem bestimmten Rindenfeld ziehen.

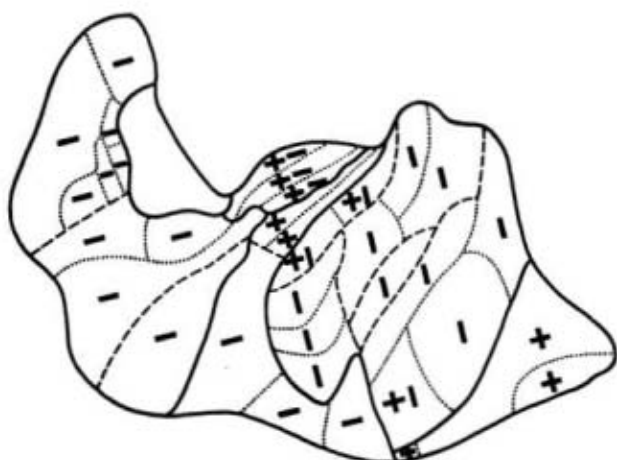


Abb. 6a. Schläfenlappen. Verhalten der Dichte der Baillargerschen Streifen zueinander (- = externodensior, + = aequodensus, | = internodensior, +- = aequodensus bis externodensior). Dorsalfläche.

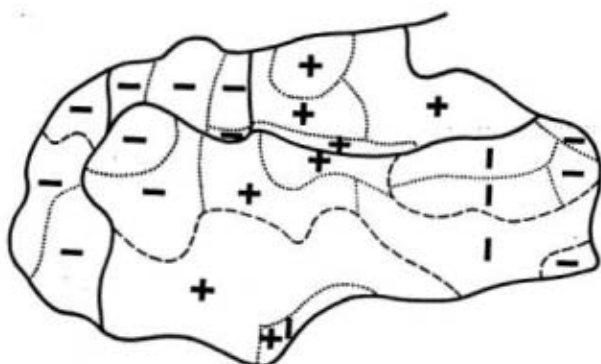


Abb. 6b. Lateralfläche.

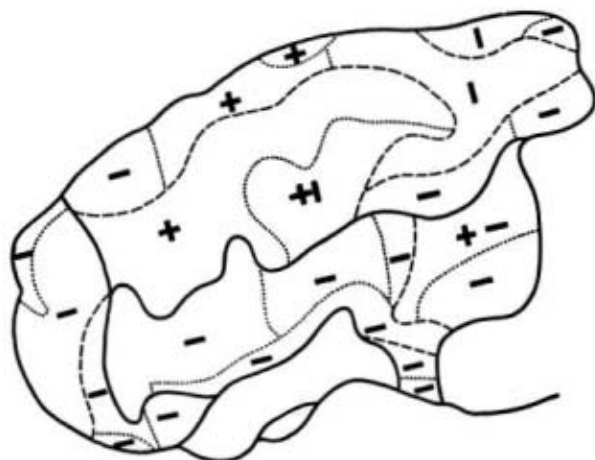


Abb. 6c. Basalfläche.

Der Temporalpol hat nämlich nach bisher gültiger Ansicht keine spezifischen Afferenten aufzuweisen; vielleicht wird man in Zukunft solche noch in spärlichem Maße entdecken, reichlich werden sie aber auf keinen Fall sein. An der Bildung der 4. Schicht dürften eher zurücklaufende Kollateralen von Nervenzellen der V. und VI. Schicht beteiligt sein. Die mangelnde Ausbildung der 5. Schicht könnte auf einem Mangel an Kollateralen efferenter Axone der II., III. und V. Schicht¹⁾ beruhen. Möglich wäre theoretisch auch ein Mangel an Nervenzellen mit kurzen Axonen. Aber abgesehen davon, daß diese für das Markscheidenbild nur von geringer Bedeutung sind, ist dies auch aus vergleichend-anatomischen Gründen nicht anzunehmen. Beim Schimpansen ist die Polregion nämlich internodensior, die 5. Schicht ist also besser ausgebildet als beim Menschen. Nervenzellen mit kurzen Axonen nehmen aber in der aufsteigenden Tierreihe zu. Man wird also, wie obenerwähnt, die helle 5b beim Menschen nicht auf einen Mangel an Nervenzellen mit kurzen Axonen zurückführen können, wenn der Schimpanse in dem gleichen Rindengebiet eine dunkle 5b hat. Eine mangelnde 5b (innerer Baillargerscher Streifen) ist übrigens, wie nebenbei erwähnt sei, keineswegs eine Regellerscheinung bei allgemeiner Faserarmut eines Feldes. In der *Regio temp. magna* beispielsweise gibt es sehr faserarme Felder, die aber trotzdem alle einen inneren Baillargerschen Streifen besitzen.

Die *Regio temp. separans* besitzt einen mittleren Fasergehalt, auch horizontale Einzelfasern finden sich in mittlerer Menge. Alle ihre Felder zeigen einen Kaes-Bechterewschen Streifen. Die Radiärfaserung entspricht in ihrer Ausprägung der Horizontalfaserung. Die laterale Subregion ist propeunistriär und externodensior, die mediale bistriär und aequodensus. Die Subregionen sind somit gut zu unterscheiden. Einen wesentlichen Bauunterschied gegenüber dem Pol bildet vor allem das Hinzutreten eines inneren Baillargerschen Streifens, verbunden mit einer fast gleichschrittigen Zunahme der Fasern in 6a, so daß ein propeunistriärer Typ entsteht, bei dem 6a fast ebenso faserreich ist wie 5b. Auch 6b wird natürlich dichter. Man ist geneigt, an eine Zunahme der Kollateralen der efferenten Axone von Nervenzellen aus der II., III. und V. (besonders Va.) Schicht zu denken. Des weiteren dürften auch Kollateralen der unspezifischen Afferenten²⁾ und Assoziationsfasern daran beteiligt sein. Beide geben ja ziemlich reichlich Kollateralen in der VI. Schicht ab, besonders die unspezifischen Afferenten. Aber auch in allen anderen Schichten zweigen sich von ihnen Kollateralen ab, von den Assoziationsfasern besonders in der III. Schicht. Diese Schicht zeigt in der *Regio separans* ebenfalls eine bedeutende Faserzunahme gegenüber dem Pol mit der Besonderheit der Bildung eines Kaes-Bechterewschen Streifens.

1) Die Zellschichten werden nach Vogt mit römischen Ziffern, die Faserschichten mit arabischen Ziffern bezeichnet.

2) Die unspezifischen Afferenten ziehen vom Thalamus zu mindestens zwei, meist mehreren Rindenfeldern. Über diese Anteile der Thalamustrahlung sind unsere Kenntnisse noch recht bescheiden.

Die schmale faserarme Rinde der kleinen *Regio parainsularis* besitzt nur feinkalibrige Fasern, ist bistriär und externodensor bis aequodensus.

Die *Regio temporalis transversa* ist extrem faserreich, besitzt grobe horizontale Einzelfasern in reicher Menge, desgleichen sind die Radiärbündel breit und bestehen zum großen Teil aus kräftigen Fasern. Ein Kaes-Bechterewscher Streifen findet sich in der gesamten orolateralen und caudolateralen Subregion. Die *Regio transversa* ist in ihrer ganzen Ausdehnung als propeunistriär und internodensor zu bezeichnen; lediglich drei am Rande der Region liegende Felder stehen an der Grenze zum aequodensen Typ. Wenn auch der innere Baillargersche Streifen der dichtere ist, so ist der äußere Baillargersche Streifen hier doch faserreicher als in allen anderen Schläfenlappenregionen. Es ist dies schon mit dem zu erwartenden dichten fibrillären Plexus der spezifischen Afferenten (vom Corpus geniculatum mediale) zu erklären, da die Querwindungsregion ja die Endstätte der Hörstrahlung darstellt. Die Hörstrahlung besteht aus spezifischen Afferenten, d. h. Fasern, die von einem bestimmten Thalamuskern, hier dem Corp. genic. med., zu einem bestimmten Rindenfeld (*Regio temp. transversa*) ziehen. Ganz bestimmte Abschnitte des Corp. genic. med. projizieren zu bestimmten Abschnitten (Feldern) der *Regio transversa*. Die spezifischen Afferenten enden bekanntlich vorwiegend in der 4. Schicht, so daß deren Dichte verständlich ist. Schwerer zu erklären scheint zunächst die besondere Dichte des inneren Baillargerschen Streifens. Jedoch senden Rindenfelder, die reichlich afferente Impulse erhalten, auch reichlich efferente Impulse aus, denn sie leiten die Erregung, nachdem sie in bestimmter Weise modifiziert wurde, weiter. Man darf „Efferenz“ aber keinesfalls mit dem Weg des Impulses über eine Projektionsfaser gleichsetzen, sondern es können die Impulse ebenso gut in einer Assoziationsbahn verlaufen. An letzteren Weg wird man hier vor allem zu denken haben. Da nun die 5. Schicht und damit auch der innere Baillargersche Streifen zu einem nicht geringen Teil von Kollateralen der efferenten Axone der Nervenzellen der II., III. und V. (besonders Va.) Schicht gebildet werden, wird der Faserreichtum der 5. schon verständlicher. Die Nervenzellen der II., III. und V. sind es andererseits, die mit ihren Dendriten Kontakt aufnehmen mit dem fibrillären Plexus in der 4. und damit mit den spezifischen Afferenten. Da Nervenzellen mit kurzen Axonen ebenfalls, wenn auch in geringem Umfang, an der Schichtenbildung im Markscheidenbild beteiligt sein können, liegt es nahe, an faserreichen Stellen auch an eine besondere Ansammlung dieser Nervenzellform zu denken. Die Hypothese von Lorente de Nó läßt sich nicht von der Hand weisen, daß die große Zahl solcher Nervenzellen mit kurzen Axonen vermuten lasse, daß eine durch diese Nervenzellen bewirkte Synchronisierung eventuell zu bestimmten Zeiten die Zellen verschiedener Schichten in Salven von Impulsen feuern lasse.

Die *Regio temp. transversa* ist ein sehr zellreiches Gebiet, wie die Cytoarchitektonik zeigt. Myeloarchitektonisch ist sie sehr faserreich. Die Region ist ausgesprochen kleinzellig (Koniocortex nach v. Economo und Koskinas). Man ist daher zunächst überrascht, daß sie so grobe Markfasern aufzuweisen

hat. Eine einfache Relation zwischen Zellgröße und Markfaserkaliber besteht sicherlich nicht. Dies ist schon am Schläfenlappen erkennbar. Geht man von der *Regio transversa* über die *Regio paratransversa* zur *Regio magna*, so werden bei gleichzeitiger Abnahme der Zelldichte die Zellen plumper und größer; vor allem die Körnerzellen werden immer weniger. In gleicher Richtung kommt es zu einer Abnahme der Dicke der Markmäntel. Man könnte also eher geneigt sein, eine umgekehrte Relation zwischen Zellgröße und Markfaserkaliber anzunehmen. Aber auch diese Annahme ist nicht zutreffend, wie an anderen Rindenfeldern gezeigt werden kann. Die Felder der vorderen Zentralwindung (4 und 6) sind beispielsweise sehr arm an Körnerzellen und besitzen bekanntlich außer den eigentlichen Gigantopyramidenzellen (Betzche Riesenzellen) in der Area 4 auch sonst große Nervenzellen, besonders in der III. und V. Schicht. Im Markscheidenbild ist die vordere Zentralwindung dunkel und zeigt grobe Fasern bei mikroskopischer Betrachtung. Es läßt sich also weder eine einfache direkte noch eine umgekehrte Relation zwischen Zellgröße und Markscheidenkaliber aufstellen. Die Verhältnisse liegen viel komplizierter und bedürfen zur Klarstellung eines eingehenden vergleichenden Studiums von Nissl-, Markscheiden- und Golgipräparaten vieler Rindenfelder.

Die *Regio paratransversa* besitzt einen mindestens mittleren Fasergehalt. Sie hat in allen Fasergattungen einen Rückgang gegenüber der Querwindungsregion zu verzeichnen. Sie erhält eben nicht so dicht aneinanderliegende grobe Markfasern, wie man sie als spezifische Afferenten in der zu den Querwindungen ziehenden Hörstrahlung findet. Die *Regio paratransversa* ist einheitlich propeastriär und aequodensus. Ein besonderes Überwiegen einer bestimmten Schicht kann nicht festgestellt werden. Aufschlüsse über die Funktion dieser Region dürften am ehesten von einer pathoarchitektonischen Bearbeitung der sensorischen Aphasien zu erwarten sein.

Die *Regio temp. magna* ist durch ihre Faserarmut ausgezeichnet. Einzelfasern finden sich recht spärlich und besitzen durchweg ein relativ feines Kaliber. Am ehesten sieht man sie noch in dorsal und caudal gelegenen Feldern der Region. Entsprechendes gilt für die Radiärfaserung, die in manchen Feldern äußerst spärlich entwickelt ist. Man sieht dort nur schmale, aus ganz feinen Fasern bestehende Bündel. Die dorsale Subregion ist unistriär. Die Felder der anderen Subregionen sind zum Teil propeunistriär. Zwei zeigen einen Übergang zum singulostriären und eines zum propeastriären Typ. Es ist dabei aber zu bedenken, daß der Unterschied zwischen uni- und propeunistriär nur gering ist; einige Fasern mehr in der *6a* und aus dem propeunistriären ist ein unistriärer Typ geworden. Eine Uneinheitlichkeit in diesem Verhalten wird man daher nicht sehr hoch bewerten können. Wandert man in der Region von oral nach caudal, so ändert sich das Verhalten der Baillargerschen Streifen vom externodensioaren über das aequodense zum internodensioaren; ganz caudal an der Grenze zum occipitalen Feld 19, das externodensior ist, findet sich auch im Schläfenlappen ein externodensiores Randgebiet. Die *Regio magna* gehört zu einem Gebiet, über dessen Funktion man noch wenig

weiß. Sie wurde früher den sogenannten Assoziationsfeldern zugerechnet. Diese werden spät markreif und zeichnen sich allgemein durch einen gegenüber den sogenannten Projektionsfeldern spärlichen Markfasergehalt aus; die Fasern sind zudem von geringem Kaliber. Die Erregungsausbreitung in solchen geht wahrscheinlich langsamer vor sich. Innerhalb der *Regio magna* hat die *Subregio caudodorsalis*, die für die Aphasielehre von Bedeutung ist, wie an anderer Stelle zu zeigen sein wird, einen relativ hohen Markfasergehalt.

Die *Regio temp. limitans* ist wiederum etwas faserreicher als die *Regio magna*. Der Einzelfasergehalt ist aber auch ziemlich gering, entsprechend fehlen gröbere Fasern in den Radiärbündeln. Von weiteren baulichen Merkmalen ist besonders das Hervortreten des äußeren Baillargerschen Streifens zu erwähnen. Diese Eigenschaft hat die *Regio limitans* mit der Polregion gemeinsam, von der sie sich aber besonders durch die bessere Ausprägung der tiefen Schichten unterscheiden läßt. An der Bildung der 4. Schicht sind im allgemeinen vor allem der fibrilläre Plexus der spezifischen Afferenten, des weiteren die Kollateralen der Assoziationsfasern und zurücklaufende Kollateralen von Nervenzellen aus der V. und VI. Schicht beteiligt. Andere Fasern scheinen diesen gegenüber meist eine untergeordnete Rolle zu spielen. Jedoch ist eine solche Schlußfolgerung für den speziellen Fall des zur Betrachtung stehenden Rindenfeldes immer nur mit Vorsicht zu ziehen, da die Verhältnisse ja von Feld zu Feld wechseln. Über die meisten Felder beim Menschen liegen, wie bereits erwähnt, noch keine Untersuchungen mit der Golgimethode, ihren Modifikationen oder verwandten Methoden vor. Die *Regio limitans* bleibt daher noch weitgehend ein unbekanntes Gebiet. Reizexperimenten ist sie ziemlich unzugänglich geblieben. Die Hirnpathologie hat ihr bisher wenig Aufmerksamkeit geschenkt.

Konnte durch die vorliegende Darstellung auch ein weiterer kleiner Beitrag zur Klärung der Struktur des Temporallappens geliefert werden, so bleibt dessen Funktion doch noch weitgehend in Dunkel gehüllt. Die Hinweise auf eine mögliche funktionelle Bedeutung der geschilderten strukturellen Besonderheiten der einzelnen Rindenfelder und Regionen sind meist noch als hypothetisch anzusehen und bedürfen weiterer Stützung durch andere Studien. Es konnten nur Andeutungen gegeben werden, in welcher Richtung von morphologischer Seite aus eine weitere Klärung möglich erscheint. Insbesondere ist eine vergleichende Betrachtung der Nissl-, Markscheiden- und Golgipräparate notwendig. Daß eine weitere Aufhellung dieses Problems mit erheblichen Schwierigkeiten verbunden ist, braucht nicht erwähnt zu werden. Wenn man bedenkt, daß in einem einzigen Rindenfeld bis zu 60 verschiedene Nervenzelltypen gefunden wurden, die sich alle durch die Form des Zelleibes, die Verteilung ihrer Dendriten und Axone nebst deren Kollateralen voneinander unterscheiden, so ist die weit verbreitete Resignation nicht verwunderlich.

Die differenzierten Ergebnisse, die mit Hilfe der Golgimethode gewonnen wurden, verlangen von dem Cyto- und Myeloarchitektoniker ebenfalls detaillierte Ergebnisse, sollen seine Befunde mit denen der Fibrilloarchitektoniker verglichen werden können. Sieht man jedoch die Literatur durch, so muß

man feststellen, daß dieser Forderung nur in ganz wenigen Arbeiten Genüge getan ist. Meist werden — und das auch noch in neuester Zeit — große Rindengebiete nur ganz summarisch beschrieben. Diese Vereinfachung mag insbesondere bei dem, der physiologische Experimente durchführt, beliebt sein. Den tatsächlichen Verhältnissen wird sie aber nicht gerecht. Fehlschlüsse sind unvermeidlich und könnten mühelos in großer Zahl aufgezeigt werden.

Zusammenfassung

Es wird die Verteilung wesentlicher myeloarchitektonischer Merkmale in der Schläfenlappenrinde beim Menschen beschrieben und an Hand architektonischer Rindenkarten demonstriert. Als wesentliche Merkmale werden dargestellt der Gesamt- und Einzelfasergehalt, das Vorkommen eines Kaes-Bechterewschen Streifens, die Ausprägung der Radiärfaserung, das Verhalten der Baillargerschen Streifen zueinander und zu ihren Nachbarschichten. Gesamtfasergehalt, Einzelfasergehalt und Ausprägung der Radiärfaserung gehen weitgehend parallel. Den faserreichsten Rindenabschnitt des Schläfenlappens bildet die *Regio temporalis transversa* im Bereich der Heschl'schen Querwindungen. Mit wachsender Entfernung von den Querwindungen, der primären Rindenendstätte der Hörstrahlung, nehmen Gesamt-, Einzel- und Radiärfasergehalt ab. Hinweise auf die Herkunft der Fasern gibt das Markscheidenpräparat nicht. Es empfiehlt sich hierfür die mit der Golgi-methode und ihren Modifikationen gewonnenen Ergebnisse heranzuziehen. Eine vergleichende Betrachtung von Nissl-, Markscheiden- und Golgipräparaten könnte Beiträge liefern zu der Frage der physiologischen Bedeutung architektonischer Merkmale. Erste Andeutungen in dieser Richtung werden versucht.

Literatur

Beck, Ed., J. Psychol. u. Neur. **38**, 309—420 (1929). — Brodmann, K., Vergleichende Lokalisationslehre der Großhirnrinde. Barth, Leipzig 1909. — Cajal, S., y Ramón, Studien über die Hirnrinde des Menschen. Barth, Leipzig 1900. — v. Economo u. Koskinas, Die Cytoarchitektonik der Hirnrinde des erwachsenen Menschen. Springer, Berlin-Wien 1925. — Fulton, J. F., Physiologie des Nervensystems. Enke, Stuttgart 1952. — Hopf, A., J. Hirnforsch. **1**, 208—279 (1954); Dtsch. Z. Nervenheilk. **172**, 188—200 (1954). — Lorente de No, J. Psychol. u. Neur. **45**, 381—438 (1934). — Ders. in Fulton, Physiologie des Nervensystems, S. 276ff. — Vogt, C., u. O., J. Psychol. u. Neur. **25**, 279—461 (1919), **50**, 1—524 (1942). — Vogt, M., J. Psychol. u. Neur. **35**, 177—193 (1928).
