

In die „Sammlung von Monographien aus dem Gesamtgebiete der Neurologie und Psychiatrie“ sollen Arbeiten aufgenommen werden, die Einzelgegenstände aus dem Gesamtgebiete der Neurologie und Psychiatrie in monographischer Weise behandeln. Jede Arbeit bildet ein in sich abgeschlossenes Ganzes.

Angebote und Manuskriptsendungen sind an einen der Herausgeber, Geheimrat Professor Dr. O. BUMKE, München, oder Professor Dr. O. FOERSTER, Breslau, oder Professor Dr. E. RÜDIN, München, oder Professor Dr. H. SPATZ, Berlin, erbeten.

MONOGRAPHIEN AUS DEM GESAMTGEBIETE DER NEUROLOGIE UND  
PSYCHIATRIE

HERAUSGEGEBEN VON

O. BUMKE · O. FOERSTER · E. RÜDIN · H. SPATZ

HEFT 64

---

# ANATOMIE DER SEHRINDE

VON

PROFESSOR DR. MAX DE CRINIS

DIREKTOR DER PSYCHIATRISCHEN UND NERVENKLINIK AN DER  
UNIVERSITÄT KÖLN

MIT 19 ABBILDUNGEN



BERLIN

VERLAG VON JULIUS SPRINGER

1938

ISBN 978-3-642-88844-1  
DOI 10.1007/978-3-642-90699-2

ISBN 978-3-642-90699-2 (eBook)

ALLE RECHTE, INSBESONDERE DAS DER ÜBERSETZUNG  
IN FREMDE SPRACHEN, VORBEHALTEN.  
COPYRIGHT 1938 BY JULIUS SPRINGER IN BERLIN.

## Vorwort.

Unsere Kenntnisse vom Feinaufbau des Zentralnervensystems, besonders der Hirnrinde, sind trotz der grundlegenden und umfangreichen Studien, vor allem deutscher Forscher (MEYNERT, BRODMANN, C. und O. VOGT u. a.), noch nicht zum Abschluß gekommen. Sowohl die Hirnphysiologie als auch die Lokalisationslehre fordern noch Klärung verschiedener histologischer Fragen, von welchen die weiteren Fortschritte dieser Forschungsgebiete abhängen.

Der Feinaufbau des Gehirns hatte bisher vornehmlich den Zellaufbau berücksichtigt; es wurden dabei Bilder mit einer bestimmten Färbemethode (NISSL) zum Vergleich herangezogen. Die gründlichen und für die weitere Forschung unentbehrlichen Studien von BRODMANN, C. und O. VOGT und ECONOMO beziehen sich auf diese.

Die Forschung konnte jedoch nicht Halt machen und mußte eine Erweiterung unserer Kenntnisse, die aus anderen Darstellungsmethoden der Zellen zu erwarten war, anstreben.

Mit cytoarchitektonischen Studien beschäftigt, habe ich vor 4 Jahren die Anatomie der Hörrinde makroskopisch und mikroskopisch dargestellt, und ich möchte diesen Studien die Anatomie der Sehrinde in ihrer makroskopischen Begrenzung und in ihrem Feinaufbau folgen lassen. Wenn ich dabei auch schon Bekanntes wiedergab, so schien mir eine zusammenfassende, anatomische Betrachtung dieses physiologisch und klinisch so interessanten Gebietes geboten. Die Projektionsbahnen der Sehrinde und die subcorticalen Zentren der Sehbahnen, von denen der äußere Kniehöcker in jüngerer Zeit von BALADO-FRANKE so ausführlich behandelt wurde, sind nicht in diese Darstellung eingeschlossen worden; es muß daher auf die einschlägige neurologische und ophthalmologische Literatur verwiesen werden.

Die Arbeit wurde mit Unterstützung der JOHANN HAMSPHOHN-Stiftung ausgeführt, und ich möchte bei dieser Gelegenheit dem Kuratorium der Universität Köln für die Verleihung derselben noch meinen Dank aussprechen.

Dem Verlag, welcher mir in so großzügiger Weise bei der Drucklegung entgegenkam, sage ich noch besonderen Dank.

Köln, im Juli 1938.

M. DE CRINIS.

## Inhaltsverzeichnis.

	Seite
1. Einleitung . . . . .	5
2. Zellaufbau (Cytoarchitektur) der Sehrinde . . . . .	11
3. Faseraufbau (Myeloarchitektur) der Sehrinde . . . . .	29
4. Gefäßaufbau (Angioarchitektur) der Sehrinde . . . . .	33
5. Literatur . . . . .	37

## 1. Einleitung.

HITZIG (1) hat 1874 durch das Tierexperiment (an Hunden) gezeigt, daß das Sehvermögen im Hinterhauptlappen zustande kommt. MUNK (2) hat wenige Jahre später dies bestätigt und durch weitere Versuche die Lehre vertreten, daß die Gesichtsempfindung an streng begrenzte Gebiete des Occipitalhirnes gebunden sei und außerdem die Sehsphäre einen treuen Abklatsch der Netzhaut darstelle. Früher schon (1868) hatte aber MEYNERT (3) die Regio occipitalis als sensorische Rinde erkannt und bis in die Einzelheiten klassisch beschrieben. Er hat bereits auf den eigentümlichen Reichtum an Körnerzellen hingewiesen und die verschiedenen Zellarten (Riesenpyramidenzelle, Spindelzelle) beschrieben und begründete damit unsere Kenntnisse über die Cytoarchitektur dieses Gebietes.

Unter Sehrinde verstehen wir heute nicht nur das Einstrahlungsgebiet der Sehnervenbahnen in die Rinde, sondern auch die benachbarten unmittelbar anliegenden Gebiete, deren Beteiligung am Sehakte sicher steht. Die Gliederung der Sehrinde kann sich nicht nur an die Furchen allein halten, sondern wird in der modernen Anatomie nach Arealen, die sich durch einen bestimmten Zell-  
aufbau unterscheiden, vollzogen.

Durch BRODMANN (4) haben wir genaue Kenntnisse über die areale Felderung der Großhirnrinde erhalten, die durch ECONOMO (5) bestätigt und noch erweitert wurden.

In der vorliegenden Arbeit habe ich mich an die ECONOMOSCHE Einteilung und Bezeichnung gehalten, gebe aber in der folgenden Abbildung auch die BRODMANNSCHE Einteilung wieder. Wie zu sehen ist, stimmt die areale Gliederung BRODMANN'S und ECONOMO'S im Occipitalhirn überein (Abb. 1).

Die Sehrinde breitet sich sowohl an der konvexen als auch medialen Fläche der polaren Anteile des Occipitalhirns aus. Nach der ECONOMOSCHEN Bezeichnung sind es die Areale OC, OB und OA, nach BRODMANN die Areale 17, 18, 19. Während das kleine Einstrahlungsgebiet der Sehnervenbahnen in die Rinde OC nach ECONOMO, 17 nach BRODMANN, als „eigentliche“ Sehrinde anzusehen ist, gehören die Areale OB und OA zu der „erweiterten“ Sehrinde, deren Aufgabe in assoziativen Leistungen besteht; sie sind außer beim Menschen auch bei den höchststehenden Säugern (Affe) deutlich entwickelt.

Bei niederstehenden Säugern besteht die Sehrinde nur aus einem Areal, der eigentlichen Sehrinde, der Area striata (ECONOMO OC, BRODMANN, Feld 17). Bei etwas höherstehenden Säugern, z. B. Nagetieren, wird die Sehrinde durch das Hinzutreten eines Feldes erweitert, welches dem Areal OB nach ECONOMO oder dem Feld 18 nach BRODMANN entspricht. Die Erweiterung der Sehrinde erfolgt bei den höchststehenden Säugern noch durch Anlagerung des Areals OA nach ECONOMO, Feld 19 nach BRODMANN.

So zeigt die Sehrinde entwicklungsgeschichtlich eine Verbreiterung durch histologisch differenzierte Felder, die mit der Zunahme und Differenzierung



A. *Subregio striata* (ost): sie zerfällt in eine

1. *Calcarina ventralis*; diese umfaßt:
  - a) die *Pars ventralis profunda* (ostv),
  - b) die *Pars ventralis superficialis* (ostv).
2. *Calcarina dorsalis*; diese umfaßt:
  - a) die *Pars dorsalis profunda* (ostd),
  - b) die *Pars dorsalis ascendens anterior* (ostda),
  - c) die *Pars dorsalis ascendens posterior* (ostdp).
3. *Calcarina lateralis*; diese umfaßt:
  - a) die *Pars lateralis superior* (ostls),
  - b) die *Pars lateralis media* (ostlm),
  - c) die *Pars lateralis inferior* (ostli).
4. *Calcarina medio-basalis* (ostmb).

B. *Die extrastrialen Formationen.*

I. *Die prästrialen Formationen.*

1. *Subregio praestriatalis ventralis* (opr<sub>v</sub>),
2. *Subregio praestriatalis dorsalis* (opr<sub>d</sub>),
3. *Subregio praestriatalis lateralis* (opr<sub>l</sub>); diese umfaßt
  - a) die *Pars praestriatalis lateralis superior* (opr<sub>l</sub>s),
  - b) die *Pars praestriatalis media* (opr<sub>l</sub>m),
  - c) die *Pars praestriatalis lateralis inferior* (opr<sub>l</sub>i).

II. *Die parastrialen Formationen.*

1. *Subregio parastriatalis ventralis* (op<sub>v</sub>),
2. *Subregio parastriatalis dorsalis* (op<sub>d</sub>),
3. *Subregio parastriatalis lateralis* (op<sub>l</sub>); diese umfaßt:
  - a) die *Pars parastriatalis lateralis superior* (op<sub>l</sub>s),
  - b) die *Pars parastriatalis lateralis inferior* = *Pars parastriatalis basalis* (op<sub>l</sub>b).

III. *Die occipitalen Formationen.*

1. *Subregio occipitalis superior* (os),
2. *Subregio occipitalis media* (om),
3. *Subregio occipitalis inferior* (oi).

NGOWYANG hat beim Menschen die Occipitalregion studiert und hat in der Area striata 16 Unterfelder beschrieben. Alle dieser Unterfelder lassen sich angeblich scharf voneinander trennen, wenn sie auch den Grundtypus bewahren.

Diese verdienstvollen Arbeiten BECKS und NGOWYANGS sind außerordentlich bemerkenswert, können meines Erachtens aber noch nicht als abgeschlossen angesehen werden, da hier individuelle Verschiedenheiten im Bautyp mit berücksichtigt werden müssen. Ich bin daher in den nachfolgenden Ausführungen auf diese Unterteilung nicht näher eingegangen und halte mich bei der Beschreibung der Areale an die Grundbautypen, so wie sie von BRODMANN und ECONOMO gefunden wurden.

Die anatomische Begrenzung der eigentlichen Sehrinde, Area striata, ist bereits makroskopisch durch den GENNARISCHEN Streifen gegeben. Sie breitet sich beim Menschen an der Ober- und Unterlippe der medial gelegenen Fissura calcarina aus und greift nur am Pol auf die Konvexität über. An der Ober- und Unterlippe der Fissura calcarina erfolgt die Abgrenzung nicht durch Furchen, sondern durch den Zellaufbau (Architektonik). Ebenso ist auch an der Konvexität eine Abgrenzung dieses Areals durch Furchenbildungen beim Menschen meistens nicht zu sehen.

Aus entwicklungsgeschichtlichen Vergleichen geht, wie dies VOLKMANN (8) auch gezeigt hat, hervor, daß die Sehrinde an der Oberfläche der Hirnhemisphären ihre Örtlichkeit im Verlaufe der phylogenetischen Entwicklung geändert

hat. Während sie bei niederstehenden Säugern nur an der Konvexität vertreten ist, wandert sie bei höherstehenden Säugern in ihren größeren Anteilen allmählich an die mediale Fläche der Hemisphäre (Abb. 2). Noch beim Affen ist der größere Teil der Sehrinde an der Occipitaliskonvexität vertreten. Beim

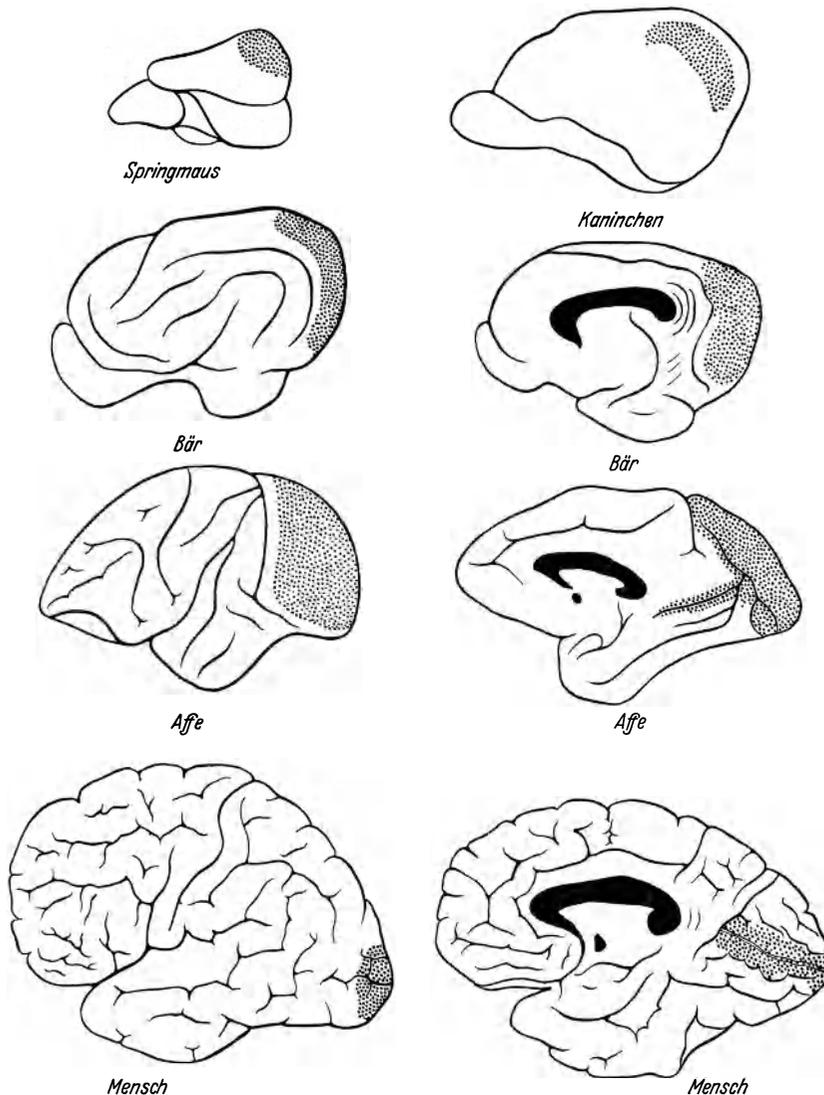


Abb. 2. Wanderung der Sehrinde an die mediale Fläche der Hemisphäre im Verlauf der phylogenetischen Entwicklung.

Menschen ist nur ein ganz geringer Teil am Pol des Hinterhauptlappens von der eigentlichen Sehrinde gebildet; und ein unvergleichlich größerer Anteil der Sehrinde biegt um den Pol und begleitet die Fissura caldarina an ihrer medialen Fläche.

In seltenen Fällen und bei außereuropäischen Rassen wird die Sehrinde an der Konvexität des Occipitalappens durch eine Furche, den Sulcus lunatus,

abgegrenzt. Aber auch bei einigen Arten höherstehender Affen erfolgt die Abgrenzung der Sehrinde auf der Konvexität durch eine Furche, die den Sulcus lunatus darstellt (Abb. 3).

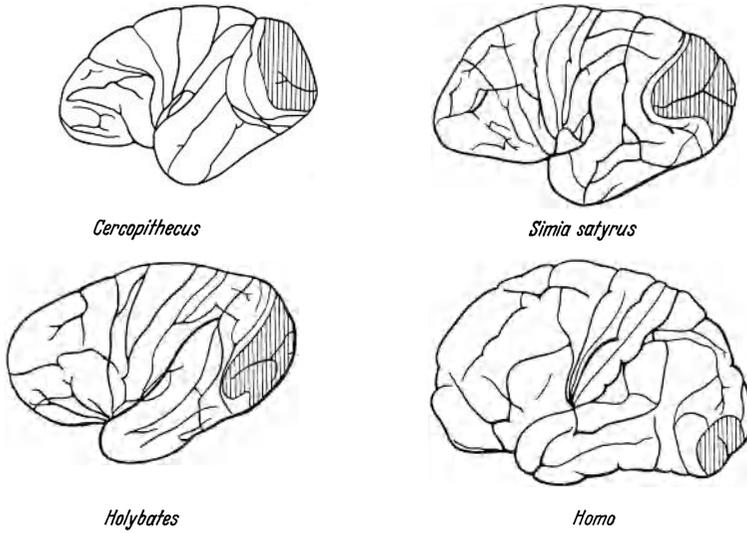


Abb. 3. Sulcus lunatus beim Affen und Menschen.

Bei der Abgrenzung durch den Sulcus lunatus, der in großen Zügen vertikal verläuft, ist im allgemeinen die Konvexität zu einem größeren Teil an der Sehrinde beteiligt als bei jenen Menschengehirnen, welche den Sulcus lunatus nicht haben.

Der aus dieser entwicklungsgeschichtlichen Betrachtung gezogene Schluß, daß die niederstehenden Rassen durch die stärkere Vertretung der eigentlichen Sehrinde auf der Konvexität mehr optisch, und zwar ähnlich wie die primitiven Menschen, eingestellt seien, hat zwar Anhänger gefunden, ist jedoch in dieser Formulierung nicht vertretbar, da auch bei hochstehenden Rassen, wie z. B. den Chinesen, häufig ein Sulcus lunatus zu finden ist.



Abb. 4. Sulcus lunatus beim Menschen. Hinterhauptslappen von Indonesier (Tambesi). (Aus KAPPERS von F. A. KOOG.)

Nach KUHLENBECK (9) entspricht der Sulcus lunatus beim Menschen sicherlich der gleichen Bildung am anthropoiden Gehirn (Gorilla, Schimpanse, Orang). Die Frage, ob er nicht für bestimmte Menschenrassen charakteristisch sei, wurde oft aufgeworfen, aber bis jetzt noch nicht vollkommen geklärt. Er soll

vorwiegend bei den Bewohnern Nordostafrikas, und zwar bei den Fellachen und Sudanegern vorkommen [nach E. SMITH (10) nahezu bei allen], bei den Chinesen in etwa 91%, bei den Japanern in etwa 40—60%, bei den europäischen Rassen nur in etwa 32% [KAPPERS (11)] (Abb. 4).

Auffallend ist auch der Befund vieler Autoren, daß der Sulcus lunatus beim Menschen links häufiger vorkommt als rechts, ein Befund, der in einer bestimmten Gestaltung der HESCHLSchen Windung auch links (männlicher Typus) ein Gegenstück hat.

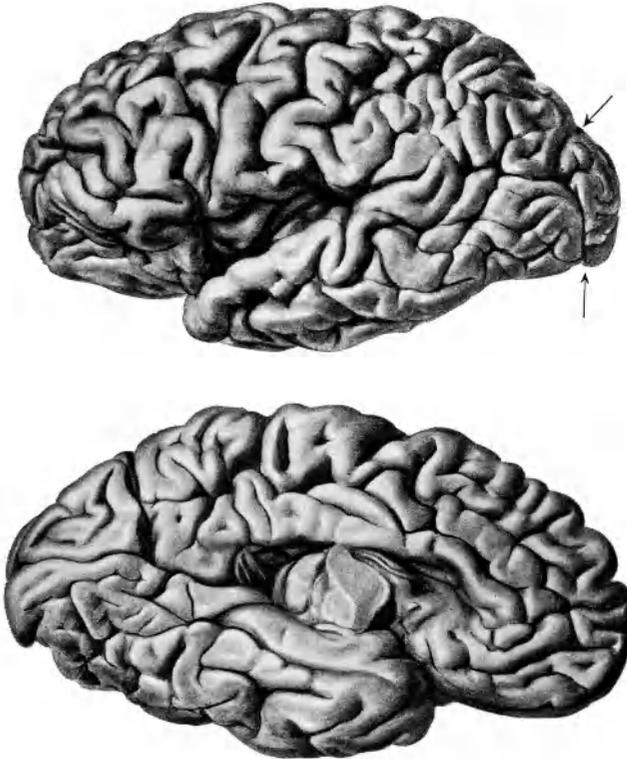


Abb. 5. Gehirn von v. Menzel nach HANSEMANN (12).

Die Beobachtung, daß das Vorhandensein des Sulcus lunatus mit starkem Übergreifen der Area striata auf die Konvexität zusammenfällt, ist bereits erwähnt; auch das Gehirnstudium des berühmten Malers und Zeichners v. Menzel, dessen Begabung eine besondere optische Befähigung voraussetzt, ergibt die Feststellung einer besonderen Entwicklung der Occipitalrinde und die ausgeprägte Entwicklung eines Sulcus lunatus.

Wie aus der Abb. 5 zu sehen ist, zeigt der Occipitallappen des Gehirnes von Menzel eine starke Auflösung in zahlreiche kleine Gyri. HANSEMANN (12), welcher das Gehirn A. v. Menzels genau beschrieben hat, macht ferner dar-

auf aufmerksam, daß die Fissura parietooccipitalis beim Gehirn Menzels den Cuneus scharf von dem Praecuneus trennt und daß sie sich weit auf die Außenfläche der Hemisphäre erstreckt; sie entspricht an der Konvexität, wie ich zeigen möchte, dem Sulcus lunatus vollkommen. *Wir finden somit am Gehirn Menzels die Bildung eines Sulcus lunatus mit der hohen Entwicklung des Gesichtssinnes einhergehend.* Daraus ist aber auch auf eine stärkere Ausbreitung der Sehrinde auf der Konvexität zu schließen; und somit ist die schon so oft gestellte Frage wieder näher gerückt, ob nicht — ganz generell gesprochen — aus der Gestaltung der Hirnrinde in bestimmten Gebieten auf besondere Begabungen geschlossen werden kann — eine Frage, welche die moderne Hirnforschung noch zu klären versuchen muß.

Die Wanderung der Sehrinde nach der medialen Seite — ein Ausdruck der progressiven Zerebration [ECONOMO (5)] —, die beim Menschen besonders

in Erscheinung tritt, kann nur so einer Erklärung zugeführt werden, daß sich zwischen der motorischen Region und der Hörsphäre bei höherstehenden Säugern, insbesondere aber beim Menschen, ein großes Assoziationsfeld entwickelt hat, welches diese angeführten motorisch-sensiblen Gebiete förmlich auseinanderdrängt und dadurch der Sehrinde die Ausdehnungsmöglichkeit an der Konvexität nimmt und ihr nur mehr an der medialen Fläche Platz läßt.

Um die Sehrinde selbst legen sich, wie noch später ausgeführt werden wird, schalenförmig mit einem ganz bestimmten Zellaufbau die Areale OA bis OB, welche als „erweiterte“ Sehrinde bezeichnet werden. Hiermit soll zum Ausdruck gebracht werden, daß sie für viele komplizierte Leistungen des Sehaktes herangezogen werden und erst in zweiter Linie in Betracht kommen. Während die Sehbahnen direkt um die Fissura calcarina herum sich verbreiten, haben diese Gebiete der erweiterten Sehsphäre nirgends direkte Beziehungen zu den Sehbahnen. Vielmehr werden ihnen die Reize erst über die eigentliche Sehsphäre übermittelt.

Die eigentliche und die zu ihr gehörigen Areale der erweiterten Sehrinde bilden den Occipitallappen. Die Ausbreitung der einzelnen durch den Zellaufbau charakteristischen Areale hält sich keineswegs an die Windungen oder Furchen, sondern ist unabhängig von ihnen. Dadurch ist auch die Anatomie der Sehrinde, wie die feinere Gliederung der Hirnrinde überhaupt, nicht durch Furchen und Windungen, sondern vornehmlich durch die Cytoarchitektonik begründet; ihre Darstellung muß sich somit auf die anatomisch-celluläre Grundlage stützen und es wird daher im nachfolgenden der *Zellaufbau* der Sehrinde in den Vordergrund gestellt.

## 2. Zellaufbau (Cytoarchitektonik) der Sehrinde.

Zunächst muß darauf hingewiesen werden, daß die Rinde der Hinterhauptslappen im allgemeinen recht schmal ist und ihre Dicke zwischen 2—2½ mm schwankt. Wie schon MEYNERT (3) beobachtet hat, ist die Sehrinde — und vor allem das Einstrahlungsgebiet der Sehstrahlung — durch eine starke Ausbildung der Körnerschicht ausgezeichnet. Dieses Einstrahlungsgebiet, die

### Area striata

ist ein im Zellaufbau charakteristisches und sehr gut abgegrenztes Gebiet. Es besteht durch Unterteilung der IV. Schicht in 3 weitere, und der VI. Schicht in 2 weitere Schichten aus 9 Schichten und wird als BRODMANN'Sches Feld 17 oder als ECONOMOSches Areal OC geführt. Es ist eine heterotypische granulöse Rinde, die wegen des Körnerreichtums auch als Staubrinde oder Koniokortex (ECONOMO) bezeichnet wird.

Die bisherigen Studien wurden meistens an NISSL-Präparaten gemacht und die Cytoarchitektonik durch Vergleiche fast ausschließlich an NISSL-Präparaten beurteilt. In letzter Zeit wurden dagegen aber von ROSE (13) Bedenken erhoben. Er machte auf den Unterschied in den Präparaten aufmerksam, den man im architektonischen Bild durch eine andere Fixierungsart erhält. Ferner ist wichtig, ob das Gehirn sofort nach dem Tod eingelegt wird oder nach längerem Verweilen in der Leiche. Die NISSL-Methode ist für solche Unterschiede in der Behandlung des Gewebes sehr empfindlich; nicht nur das architektonische

Bild, sondern auch das Verhalten und die Gestalt der einzelnen Zellelemente sind von der Länge der Zwischenzeit vor der Behandlung in hohem Maße  
Schicht:



Abb. 6. Übersichtsaufnahme. Areal OC nach ECONOMO, Areal 17 nach BRODMANN, Silberpräparate nach DE CRINIS. Vergr. 100×.

abhängig. Da nun die bisherigen Untersuchungen über den Zellaufbau der Hirnrinde fast ausschließlich an NISSL-Präparaten gemacht wurden, sind die cytoarchitektonischen Fragen trotz der grundlegenden Arbeiten BRODMANNs (4),

ECONOMOS (5), VOGTS (14) u. a. noch nicht als vollkommen geklärt anzusehen. Es erscheint mir daher wichtig, mit anderen Färbe- und Imprägnationsmethoden den Zellaufbau weiter zu studieren.

Im folgenden habe ich eine eigene (15) Imprägnationsmethode angewandt, welche den Vorteil hat, die Zellen mit allen ihren Fortsätzen zuverlässig darzustellen. Allerdings gelingt das nur an verhältnismäßig frischen Stücken (möglichst frühzeitige Obduktion); bei bereits eingetretener Fäulnis versagt sie, da durch kadaveröse Veränderungen die Zellen gar nicht zur Darstellung kommen. Diesen sofort erkennbaren Ausfall macht das Präparat wertlos und wird uns von der Beurteilung und Vergleich histologischer Einzelheiten abhalten.

Während das Übersichtsbild die von ECONOMO hervorgehobene Verkörneltung in großen Zügen erkennen läßt (Abb. 6), sieht man bei stärkerer Vergrößerung, daß Körnerzellen nicht in so überwiegender Anzahl vorhanden sind, wie man bisher auf Grund der NISSL-Färbung annahm. So zeigen z. B. die Abbildungen der obersten Schichten, daß die erste Schicht wenige kleine Zellen, und zwar mit unregelmäßiger, manchmal sternartiger Gestalt, aber doch das Überwiegen von körnerartigen Zellen aufweist (Abb. 7 a—c)\*.

Die II. Schicht ist scharf von der I. und unscharf von der III. abgegrenzt. Einzelne Körnerzellen sind mit kleinsten Pyramidenzellen unregelmäßig vermischt. Die sog. äußere Körnerschicht besteht also keineswegs aus Körnerzellen allein, sondern diese sind sogar weit in der Minderzahl; unter ihnen befinden sich eiförmige bis spindelförmige Zellen.

In der folgenden breiteren III. Schicht sind fast nur Pyramidenzellen mit nach unten zunehmender Größe zu sehen, und nur selten finden sich Körnerzellen von unregelmäßiger Gestalt und Größe vereinzelt eingestreut. Der Übergang von kleinsten Pyramidenzellen in größere erfolgt nicht immer allmählich, sondern in einer erkennbaren Stufe, so daß man 2 Schichten IIIa und IIIb unterscheiden kann.

Unschärf abgegrenzt schließt sich die IV. Schicht an, die deutlich in 3 Unterschichten geteilt werden kann, von denen die erste Lamina granulosa interna superficialis und dritte Unterschicht (Lamina granulosa interna profunda) durch Körnerzellen allein, die zweite Unterschicht (Lamina intermedia) durch Körner- und Sternzellen (MEYNERT-Riesensternzellen) gebildet werden.

Die genaue Betrachtung und Unterscheidung der „Körnerzellen“ in der Lamina intermedia ist nicht nur aus anatomischen, sondern auch aus physiologischen Gründen notwendig, da ihnen, wie weiter unten ausgeführt wird, für den Sehakt bestimmte Aufgaben zugeordnet werden. Sie sind daher zu den Spezialzellen zu rechnen. Die größeren von ihnen haben einen 6—8  $\mu$ , die kleineren einen 4—5  $\mu$  im Durchmesser langen Kern (Abb. 8). Unter ihnen liegen ohne besondere Anordnung größere Zellen mit langen Zellfortsätzen, welche als MEYNERTSche Riesensternzellen bezeichnet werden. Ihre größte Ausdehnung erreichen sie in der horizontalen Ebene, in welcher sie eine Breite von 30—35  $\mu$ , während sie in der vertikalen Ebene eine Höhe von 20—30  $\mu$  haben (Abb. 9). Diese vorwiegend horizontal gelagerten Sternzellen gehören zu

\* Ich habe für die Aufnahme der einzelnen Schichten die Vergrößerung 250 bei einer Schnittdicke von 15  $\mu$  gewählt, da sie für die einzelnen Zellen bei dieser Vergrößerung in diesem Areal leicht zu unterscheiden sind; leider sind sie aus Raumgründen nicht aneinander anzuschließen.

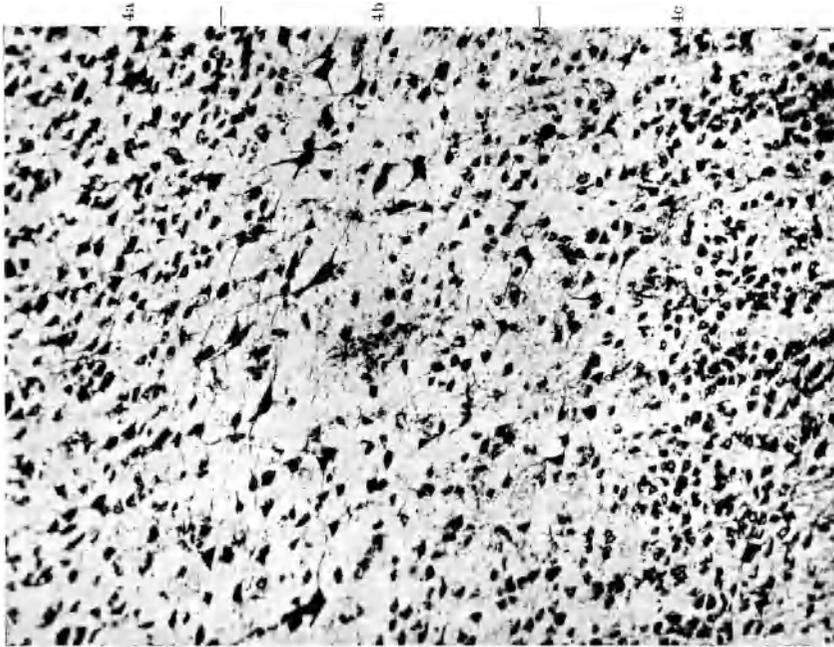


Abb. 7b. Vergr. 250 X.

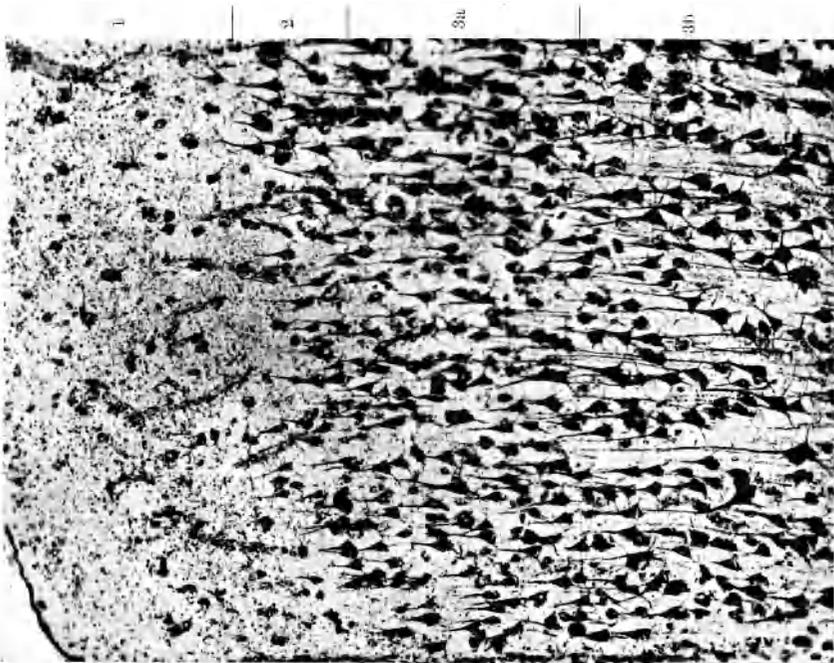


Abb. 7a. Areal OC ECONOMO, Areal 17 BRODMANN. Vergr. 250 X.

den charakteristischen und leicht erkennbaren Merkmalen der Sehrinde, und sie wurden von CAJAL (16) als Zellelemente angesehen, welche dem Sehsakte dienen; ein Beweis dafür wurde allerdings noch nicht erbracht.

Aber auch die soeben beschriebenen Körnerzellen gehören zu den morphologischen Grundlagen für die Physiologie des Sehaktes. HENSCHEN (17) hat durch vergleichende Untersuchungen bei höheren Säugern, und zwar beim Affen, Beobachtungen gemacht, welche die Beziehung dieser Zellen zum Sehakt sehr wahrscheinlich machen. Er geht so weit, unter ihnen die Lichtsinn- von den Farbsinnzellen zu unterscheiden. Er konnte feststellen, daß in der Sehrinde von Nachtaffen, und zwar in IVb, eine Art von Zellen, die verhältnismäßig groß sind und einen 6—8  $\mu$  messenden Kern besitzen, vorkommen. In derselben Schicht der übrigen Affenarten sind außer diesen Zellen kleinere



Abb. 7 c. Vergr. 250 $\times$ .

Zellen mit einem Kerne vom Durchmesser 4—5  $\mu$  besonders in den zentral gelegenen Gebieten zu finden. HENSCHEN schließt daraus, daß die größeren Zellen in der Rinde der Nachtaffen Lichtsinnzellen sein dürften, die bei Nachtaffen und Tagaffen vorkommen, während die kleineren Zellen, welche Nachtaffen fehlen, dagegen den Tagaffen eigen sind, Farbsinnzellen darstellen, da ja diese Affenarten im Gegensatz zu den Nachtaffen sicherlich einen Farbensinn besitzen.

Mit meiner (13) Imprägnationsmethode dargestellt, sind beide Zellformen leicht voneinander zu unterscheiden, und der Nachweis der — wenn auch nur zart entwickelten — Dendriten zeigt, daß es sich hier nicht um Körnerzellen im gewöhnlichen Sinne handelt (siehe Abb. 8). Sowohl die größeren (sog. Lichtsinnzellen) als auch die kleineren (Farbensinnzellen) haben deutliche Dendriten, manchmal einen spindelförmigen Zellteil, oft auch die Gestalt eines kleinen Sternes. Die Maße, welche HENSCHEN für diese Zellen angab, konnte ich mit meiner Methode im allgemeinen bestätigen.

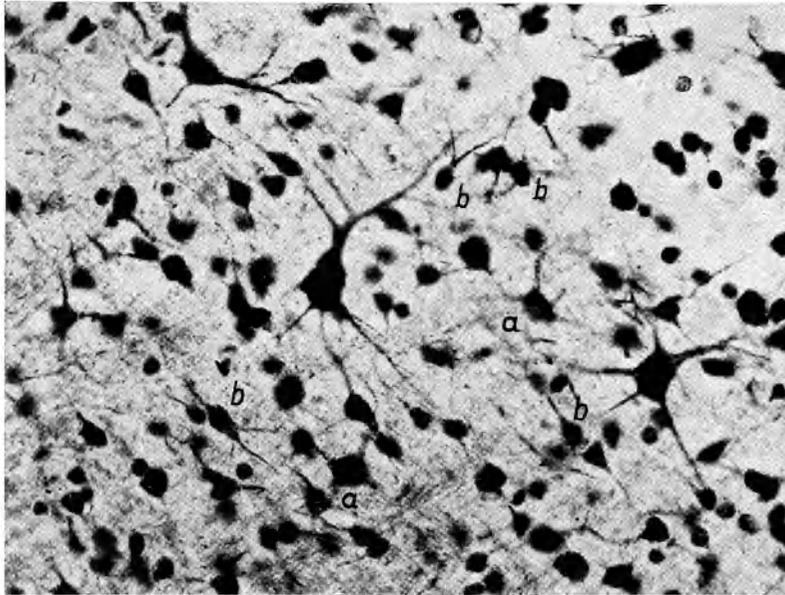


Abb. 8. *Area striata*. *a* „Lichtsinnzellen“, *b* „Farbsinnzellen“ in *IV b*-Schicht. Vergr. 380fach.  
(Aus DE CRINIS: Journ. Psych. 45.)

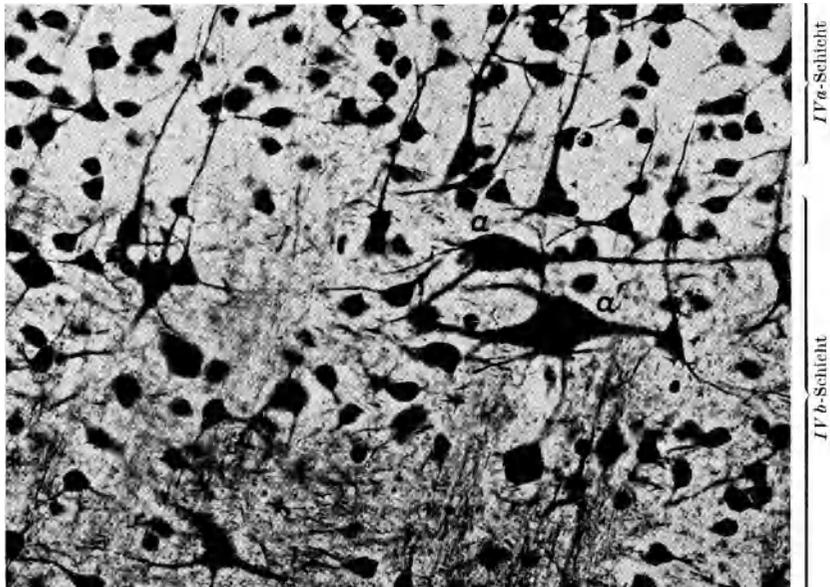


Abb. 9. *Area striata*. *a* MEYNERTSche Sternzellen in *IV b*. Vergr. 380fach.  
(Aus DE CRINIS: Journ. Psych. 45.)

Auf diese Lamina intermedia der IV. Schicht folgt die zellreichste Körnerschicht der Sehrinde mit Zellen von überwiegend runder Gestalt und mit verhältnismäßig wenig Größenunterschieden. Nur wenige Zellen haben zarte,

kurze Fortsätze (kleine Sternzellen nach CAJAL), bei den meisten lassen sich solche mit meiner Methode nicht nachweisen.

Unschärf abgegrenzt folgt die nächste, die V. Schicht, die zellarm als heller Streifen am Übersichtsbild hervortritt. Sehr vereinzelt liegen hier größere Pyramidenzellen, die unter den kleinen Körnerzellen sich durch die Größe so abheben, daß man sie, wenn auch nicht ganz berechtigt, als MEYNERTSche Riesenzellen (Solitärzellen) bezeichnet (siehe Abb. 7c).

Die folgende, leicht abgrenzbare, zellreiche Schicht (VIa) besitzt wieder kleine Pyramidenzellen; in den tieferen Lagen aber nehmen diese an Zahl ab, Spindelzellen jedoch zu. Die Fortsätze dieser Spindelzellen sind fadenförmig ausgezogen und reichen in die V. Schicht hinein. In der unteren Lage dieser Schicht, die man als VIb abgrenzen kann, nimmt die Zellzahl ab, Pyramidenzellen werden selten und die hier vorherrschenden Spindelzellen mit langen Fortsätzen schlanker.

Die Abgrenzung dieser Schicht gegen das Markweiß ist ziemlich scharf.

*Überblicken wir kurz den Zellaufbau der Area striata, so erkennen wir in ihr, eine heterotypisch, weil aus mehr als 6 Schichten bestehend, gebaute Rinde. Die Darstellung der Zellen nach meiner Methode zeigt wohl auch das Hervortreten fortsatzloser kleiner Zellen, wie es ECONOMO mit NISSL-Bildern fand. Die hier wiedergegebenen Bilder berechtigen daher nicht, mit ECONOMO von einer Staubrinde (Koniokortex) im engeren Sinne des Wortes zu sprechen, da die körnigen Elemente zwar stark vertreten sind, aber das Gesamtbild nicht so beherrschen, daß eine vollständige Verkörnelung im Sinne ECONOMOS vorliegt.*

Es muß aber wohl zugegeben werden, daß, wie MEYNER (3) schon beobachtete, der Hauptunterschied dieses Rindengebietes beim Vergleich mit anderen in der Vermehrung der Körnerzellen besteht; diese zeichnet aber im allgemeinen die sensiblen und sensorischen Rindengebiete aus.

Die Ausbreitung der von dem anschließenden Areal gut abgrenzbaren, hier beschriebenen Sehrinde ist beim Menschen, wie schon ausgeführt, in den größeren Anteilen auf der medialen Fläche des Occipitallappens, und zwar in der Fissura calcarina und auf die obere und untere Lippe derselben zu verfolgen. Nach dem Pol hin nimmt die Ausdehnung zu, wie dies die Projektion der Oberflächenausbreitung nach ECONOMO (5) zeigt (Abb. 10); über den Occipitalpol hinaus auf die Konvexität greift die Sehrinde aber nur mit geringen Anteilen; ihre Abgrenzung durch den, beim Menschen nicht regelmäßig und meist nur bei bestimmten Rassen auffindbaren Sulcus lunatus wurde bereits besprochen. Auch ohne diesen ist hier die Größe der Ausbreitungsfläche individuell verschieden.

Die physiologische Bedeutung der Area striata ist durch das Tierexperiment und beim Menschen durch die Pathologie geklärt, die besondere Bedeutung der IV. Schicht für die elementaren Vorgänge des Gehirns (HENSCHEsche Lehre) bereits hervorgehoben worden.

Der Unterteilung der IV. Schicht der Area striata wurde für die Physiologie noch eine besondere Bedeutung zugemessen; vergleichend-anatomische Studien haben KLEIST (18) und VOLKMANN (19) zu Schlüssen veranlaßt, die hier ausgeführt werden müssen. KLEIST geht von der Beobachtung CRAMERS (20) und MINKOWSKIs (21) aus, daß die Seherregungen beider Augen auch über dem Kniehöcker hinaus getrennt zur Sehrinde verlaufen. Mit Recht postuliert er,

daß irgendwo und irgendwie eine Verschmelzung und Verknüpfung der Seherregungen aus den homonymen Gesichtsfeldern beider Augen erfolgen müsse. Die Faszikelgebiete korrespondierender Netzhautzellen liegen nicht nebeneinander in einer Unterschicht von IV sondern übereinander in IV. Und zwar dürfte die breitere untere Lage der inneren Körnerschicht (IVc) dem gegenseitigen Auge, die obere schmalere dem gleichseitigen Auge entsprechen. KLEIST sieht ferner eine besondere Aufgabe der IVb-Schicht darin, die getrennt aufgenommenen Eindrücke derselben Gesichtsfeldhälfte beider Augen zu fusionieren und ordnet den großen Sternzellen und den Fasern des hier gelegenen GENNARISCHEN Streifens diese besondere Aufgabe zu. Mit diesen anatomischen Verhältnissen sind nach KLEIST auch die inkongruenten Gesichtsfeldausfälle nach Verletzungen zu erklären, die nur dann zu finden sind, wenn die Unterschichten

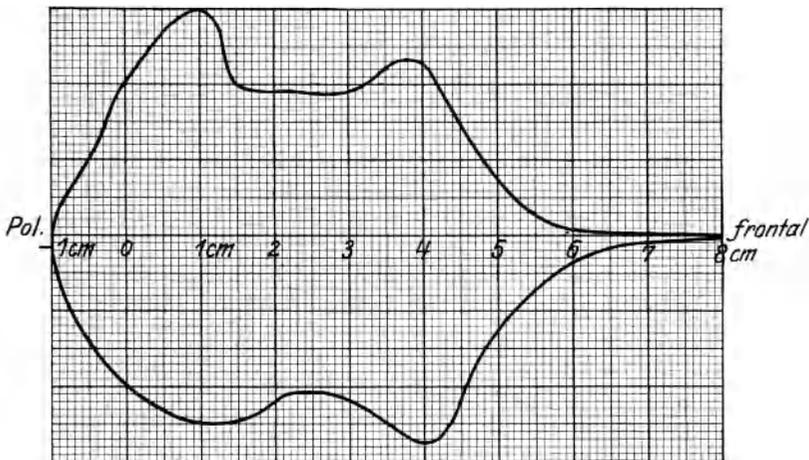


Abb. 10. Ausbreitung der Area striata nach ECONOMO.

nicht an der entsprechenden Stelle verletzt sind. Er verweist schließlich darauf, daß nur solche Tiere eine doppelte innere Körnerschicht haben, deren Gesichtsfelder sich ähnlich wie beim Menschen decken; dies ist nur dann der Fall, wenn die Augen mehr nach vorne stehen. Dies trifft z. B. beim Affen zu, während bei bestimmten kleinen Nagern, z. B. der Maus, welche seitlich stehende Augen hat, die Sehrinde in der IV. Schicht nicht verdoppelt ist. Die Unterteilung der IV. Schicht wäre somit nach KLEIST der Ausdruck einer besonderen Aufgabe, welche in der IVb-Schicht geleistet werde und darin bestünde, die getrennt aufgenommenen Eindrücke im Gesichtsfeld zu *einem* Eindruck zu vereinigen.

Diese anatomisch gestützte Lehre KLEISTs wurde durch die Untersuchungen VOLKMANNs bestätigt. VOLKMANN untersuchte die Sehrinde von Maus, Ratte, Siebenschläfer und Eichhörnchen cytoarchitektonisch und versuchte aus Vergleichen Beziehungen zwischen Bau und Sehleistung herzustellen. Er wählte sich die Ordnung der Nagetiere (Unterordnung der Einfachzahnigen), weil einerseits das furchenlose Gehirn für die kartenmäßige topographische Darstellung der Feldbezirke sehr günstig ist, die Tiere in der Größe nicht zu sehr unterschiedlich sind und besonders deshalb, weil der Gesichtssinn verschieden

entwickelt ist. Während Maus und Ratte im Dunkeln und Halbdunkeln leben und die Nahrung vornehmlich mit der Nase wahrnehmen, ist das Eichhörnchen Schicht:

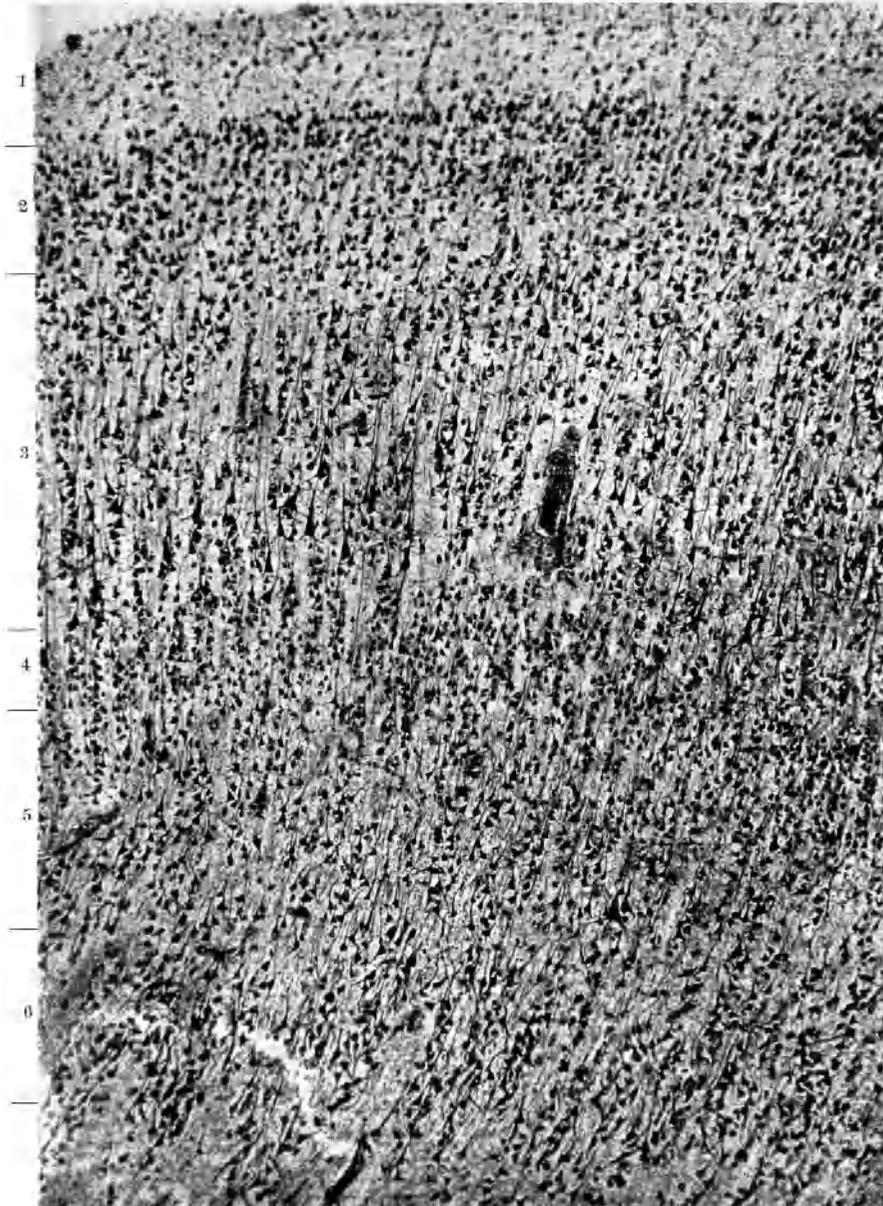


Abb. 11. Übersichtsaufnahme. Areal OB nach ECONOMO. Areal 18 nach BRODMANN. Vergr. 100×.

ein ausgesprochenes Tagtier, Kletterer und außerordentlich sicherer Springer; letztere Eigenschaft setzt eine besondere Entwicklung des Gesichtssinnes voraus. Der Siebenschläfer ist ein Nachttier mit sehr gut entwickeltem Gehör,

gleichzeitig guter Kletterer und stellt somit in seiner motorischen Leistungsfähigkeit einen Übergang vom Eichhörnchen zur Ratte und Maus dar.

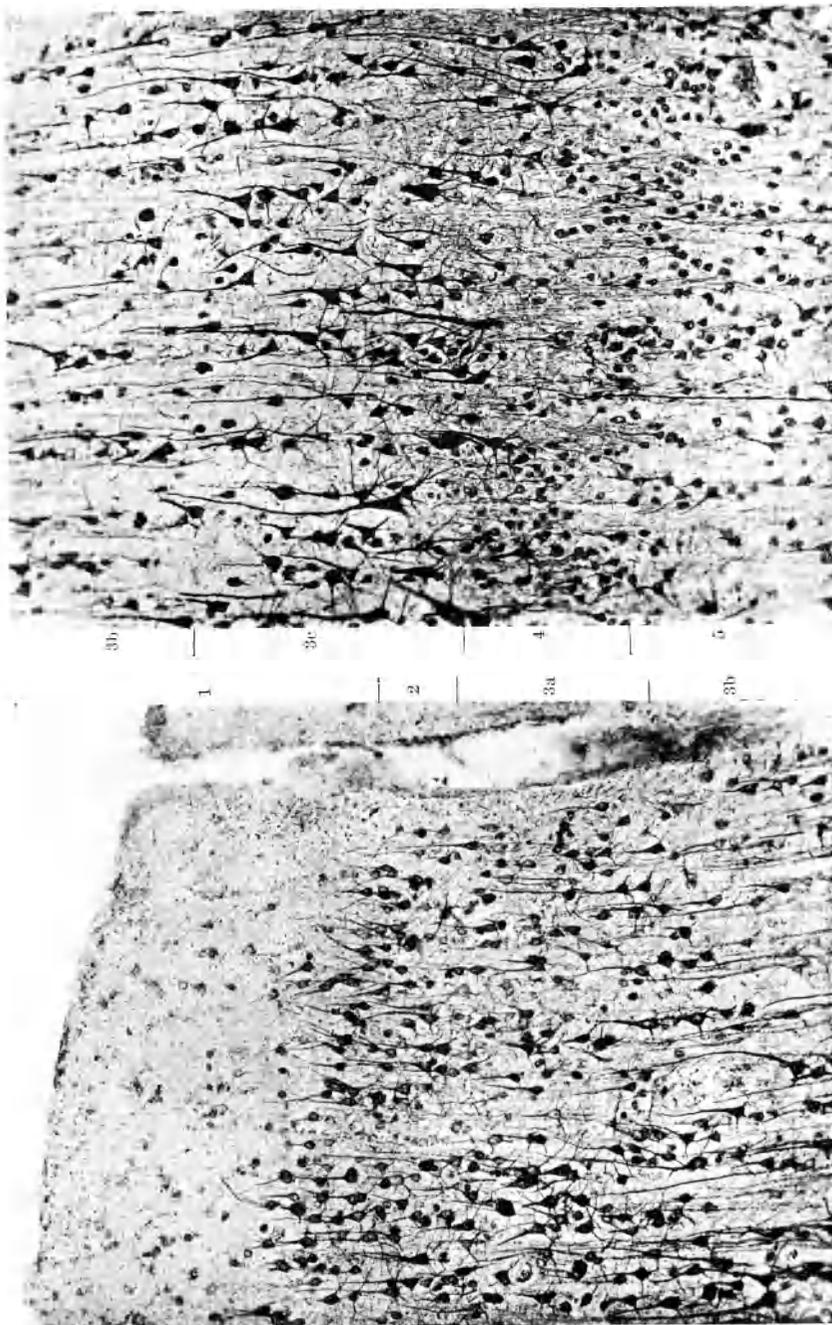


Abb. 12 b. Vergr. 250×.

Abb. 12 a. Areal OB. ECONOMO. Areal 18. BRODMANN. Vergr. 250×.

VOLKMANNs Untersuchungen ergaben, daß bei den untersuchten kleinen Nagern zwischen der Schleistung einerseits und der im Zellaufbau sich äußernden

Organisationshöhe andererseits eine weitgehende Parallelität besteht, welche beim Eichhörnchen, einem mit bestem Sehvermögen ausgestatteten Tagtier, deutlich erkennbar ist. Unterschiedlich vom Zellaufbau des Gehirnes von Maus, Ratte und Siebenschläfer, deren Sehrinde aus 2 einheitlichen Feldern (OC, OB, 17, 18) besteht, hat jedes Feld der Sehrinde am Occipitalpol beim Eichhörnchen eine besondere Modifikation: Die Area striata (OC, 17) zeigt nämlich das Auftreten einer typischen Calcarinaspaltung gleich der der höheren Säuger und Menschen; VOLKMANN bezeichnet dieses aufgespaltene tristriäre Areal als Subarea eustriata. Neben dieser tristriären gehört auch die unistriäre, ungespaltene Calcarina zum regelmäßigen Befund; dieses Nebeneinander zweier Calcarinatypes an einem Tier ist wohl noch nicht beobachtet worden.

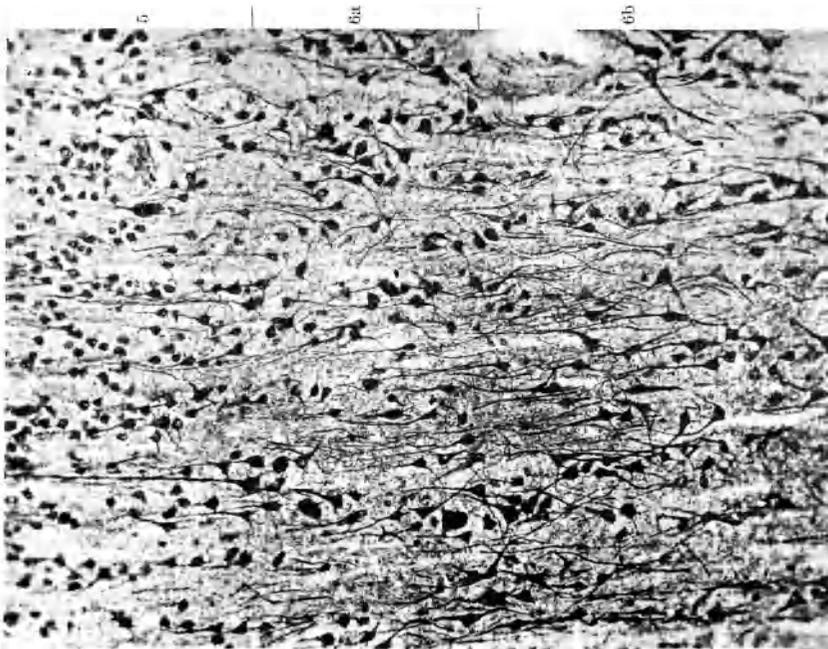


Abb. 12 c. Vergr. 250×.

Aus seinen histologischen Vergleichen leitet VOLKMANN die Annahme ab, daß die tristriäre Calcarina (Subarea eustriata) die Vertretung des beim Eichhörnchen ziemlich ausgedehnten Binokulargebietes, die unistriäre Calcarina die der reinen monokulären Sehfeldanteile sei. Er folgt dabei den bereits angeführten KLEISTSchen Auffassungen und verweist darauf, daß die Augenstellung des Eichhörnchens im Gegensatz zu der der Maus, Ratte und Siebenschläfer mehr nach vorn gerichtet ist und dadurch ein binokuläres Sehfeld zustande kommt. *Die Leistung, das binokuläre Sehfeld zu einem Eindruck zu fusionieren, ist auch nach VOLKMANN nur durch die Verdoppelung der IV. Schicht möglich. Er sieht daher auf Grund seiner cytoarchitektonischen Studien der Sehrinde am Eichhörnchen die differente Leistung des durch die Augenstellung bedingten gleichzeitigen monokulären und binokulären Sehens in dem anatomischen Nebeneinander der unistriären und tristriären Calcarina begründet.*

Der Anteil der übrigen Schichten der Calcarina am Sehakte selbst ist nicht bekannt. Die III. Schicht wird wohl auch assoziative Aufgaben zu leisten haben.

*Zerstörung der Area striata hat dauernde Blindheit (Rindenblindheit) zur Folge, da die Aufgaben dieses charakteristisch gebauten Gebietes von anderen Rindengebieten, denen dieser Aufgabentypus nicht eigen ist, nicht übernommen werden können.*

An die Area striata (OC) legt sich das Areal OB, welches einen ganz anderen Aufbau erkennen läßt (Abb. 11). Die Zelldichte nimmt bedeutend ab, die Körnerzellen sind fast nur in der IV. Schicht zu finden, die Pyramidenzellen der III. Schicht treten markant hervor und erreichen ansehnliche Größenmaße. Die I. Schicht ist noch zellärmer als die in OC, ihre Zellen aber gleichen denen in OC.

Die II. Schicht hebt sich von der I. scharf, von der III. weniger scharf ab. Sie hat nur wenig Körnerzellen, wohl aber kleine Pyramidenzellen mit gut entwickelten Haupt- und Seitendendriten (Abb. 12 a—c).

Besonders auffallend ist die III. Schicht, die bei genauer Betrachtung durch die stufenweise Größenzunahme der Pyramidenzellen in 3 Unterschichten zerfällt (IIIa, IIIb, IIIc). Mit der Größenzunahme der Pyramidenzellen werden diese schlanker und der Hauptdendrit länger. Diese ziehen sich aus IIIc fädig bis in die II. Schicht; ihre Größe bewegt sich um  $\frac{30-40}{20} \mu$ .

Die IV. Schicht grenzt scharf gegen IIIc und unscharf gegen V ab. Neben typischen Körnerzellen findet man kleinste Pyramidenzellen mit verhältnismäßig langem Hauptfortsatz.

Die V. Schicht ist zellarm und schwer auch von VI zu trennen. Die Pyramidenzellen dieser Schicht sind kleiner als die von IIIc, haben aber sehr lange Hauptfortsätze und nur zarte Seitenfortsätze. Eingestreute Körnerzellen erschweren es, diese Schicht sofort als selbständige zu erkennen.

Die breite VI. Schicht ermöglicht leicht die Unterteilung in VIa und VIb. Die erstere ist etwas zellreicher, die Zellen selbst gestaltlich deutlich, in der Größe aber wenig unterschiedlich. Im allgemeinen sind Zellen von Dreiecksgestalt häufiger zu finden als Spindelzellen. In der VIb-Schicht treten die Spindelzellen etwas mehr in den Vordergrund, die Größenunterschiede der Zellen sind bedeutender als in VIa. Die Abgrenzung gegen das Mark ist verhältnismäßig scharf.

Das Areal OB ist nicht ganz gleichmäßig aufgebaut, sondern in dem Grenzgebiet mit OC in einem Streifen von 1—2 mm Breite in einzelnen Schichten anders gestaltet. Die III. Schicht zeigt nicht die gleiche Zunahme in der Größe der Pyramidenzellen, die wir von IIIa bis IIIc in diesem Areal sahen, sondern ohne Übergang treten in IIIc große Pyramidenzellen in der Größe von  $\frac{50-60}{25} \mu$  auf, die im allgemeinen auf derselben horizontalen Ebene gelagert sind. Dafür ist die V. Schicht noch schmaler und frei von größeren Pyramidenzellen. Dieses Übergangsgebiet von OC und OB wird auch als Limes parastriatus gigantopyramidalis OB<sub>1</sub> bezeichnet und er gehört cytoarchitektonisch ohne Zweifel zum Areal OB, welches in der Gesamtheit auch als Area parastriata bezeichnet wird (Abb. 13, 14).

Die Abgrenzung der beiden Areale, der Area striata OC und Area parastriata OB voneinander ist scharf, ja nach ECONOMO „haarscharf“ an der Stelle,

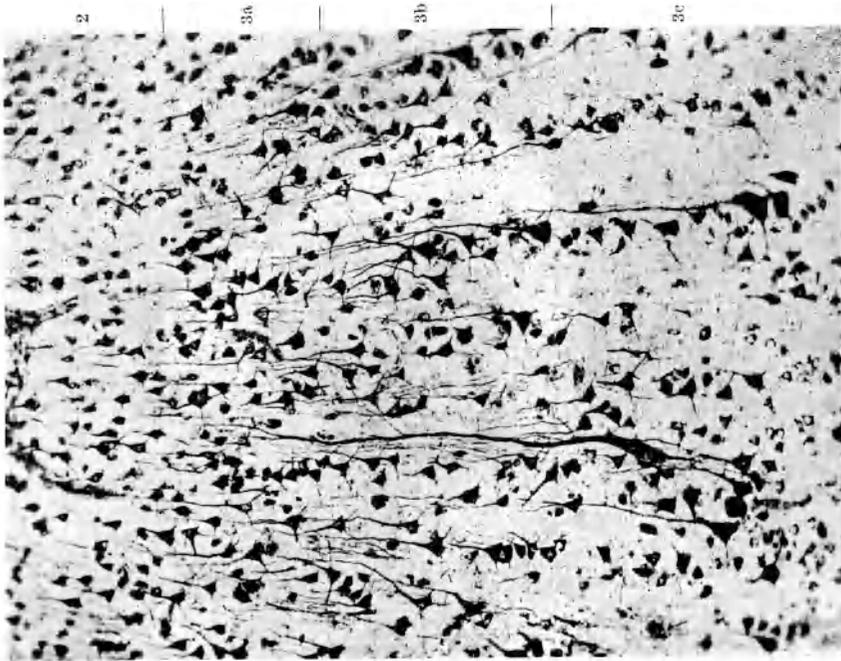


Abb. 14. Areal OBy ECONOMOS, Limes parastriatus gigantopyramidalis.  
Vergr. 250 X.

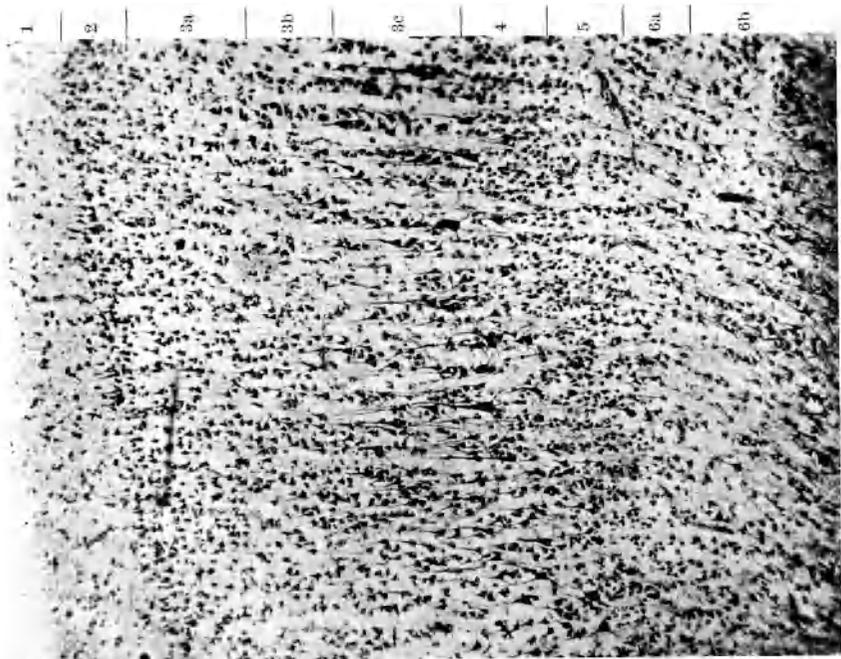


Abb. 13. Übersichtsaufnahme. Areal OBy nach ECONOMO.  
Limes parastriatus gigantopyramidalis. Vergr. 60 X.

an welcher die IVa-Schicht plötzlich hochsteigt und neue Unterschichten, IVb und IVc, auftreten und dadurch der Area striata das charakteristische Gepräge geben.

*Im Vergleich mit der Area striata OC zeichnet sich die Area parastriata (OB und OB<sub>γ</sub>) durch die Abnahme der Körnerzellen im allgemeinen, die Vereinfachung der IV. Schicht, in welcher die Spezialzellen ausfallen und durch die Zunahme der Pyramidenzellen an Größe in der III. Schicht aus, die dadurch in 3 Unterschichten zerfällt.*

ECONOMO meinte, das fleckweise Auftreten von Körnerzellvermehrung in der Area parastriata OB auch im cytoarchitektonischen Bautypus dieses Areals einschließen zu können. Ich konnte diese „granulöse Umwandlung“ mit meiner Methode nicht charakteristisch finden und glaube daher auf eine Beschreibung dieses Bautypus verzichten zu können.

Die physiologische Bedeutung der Area parastriata ist bisher noch nicht sichergestellt. ECONOMO (5) erwägt die Möglichkeit, daß hier neben „psychischen“ Funktionen auch sensorische geleistet werden und hält es für wahrscheinlich, daß der Limes parastriatus (OB<sub>γ</sub>) *motorische* Aufgaben zu erfüllen hat, da der äußere Rand der Area striata dem peripheren Gesichtsfeld entspricht, dessen Erregung sofort reflektorisch eine Einstellbewegung der Augen hervorruft. Er macht darauf aufmerksam, daß sich an jeder sensorischen Rinde eine Zone von Rindenteilen mit größten Pyramidenzellen in der III. Schicht anlagert, die er als parasensorische Zonen bezeichnet und deren Aufgaben in der reflektorischen Attention (Einstellung auf Reiz) auf entsprechenden Reiz aus der sensorischen Sphäre besteht.

Ebenso schalenförmig, wie OB um OC, legt sich OA um OB. Auch das Übersichtsbild zeigt schon eine gewisse Ähnlichkeit mit OB, trotzdem aber Unterschiede, welche dieses Areal, die Area peristriata, abgrenzbar macht (Abb. 15).

Die Rinde ist hier in der Gesamtheit etwas breiter geworden und zeigt im Zellaufbau durch die radiäre Streifung bereits Übergänge zum Bautypus der Parietallappen.

Die I. Schicht enthält dieselben Zellformen wie in den besprochenen Arealen, nur ist sie vielleicht noch zellärmer (Abb. 16a—c).

In der II. Schicht, die nach der I. scharf, nach der III. unscharf abgegrenzt ist, finden wir kleinste Pyramidenzellen und nur vereinzelt Körnerzellen.

Die III. Schicht ist im Verhältnis zu der OB etwas schmaler geworden und läßt sich nur mehr in 2 Unterschichten IIIa, IIIb unterteilen. Die Größenzunahme der Pyramidenzellen erfolgt gleichmäßig, und sie erreichen fast die Größe der Zellen im Limes parastriatus (40/20  $\mu$ ); sie liegen im Randgebiet mit der IV. Schicht.

Die IV. Schicht ist nach oben (IIIb) und unten (V) unscharf abgegrenzt, enthält neben kleinsten Pyramidenzellen vorwiegend Körnerzellen, die säulenförmig angeordnet sind und dadurch in die III. Schicht hineinragen.

Die zellarme, aber breiter gewordene V. Schicht enthält vereinzelt Pyramidenzellen von der Größenordnung 20/15  $\mu$  und in größerer Zahl kleine Pyramidenzellen mit langen Hauptdendriten.

Die VI. Schicht zerfällt wieder in 2 Unterschichten, VIa, VIb, und ist schmaler als die der besprochenen Areale. In der oberen Schicht sind zahl-

Schicht:

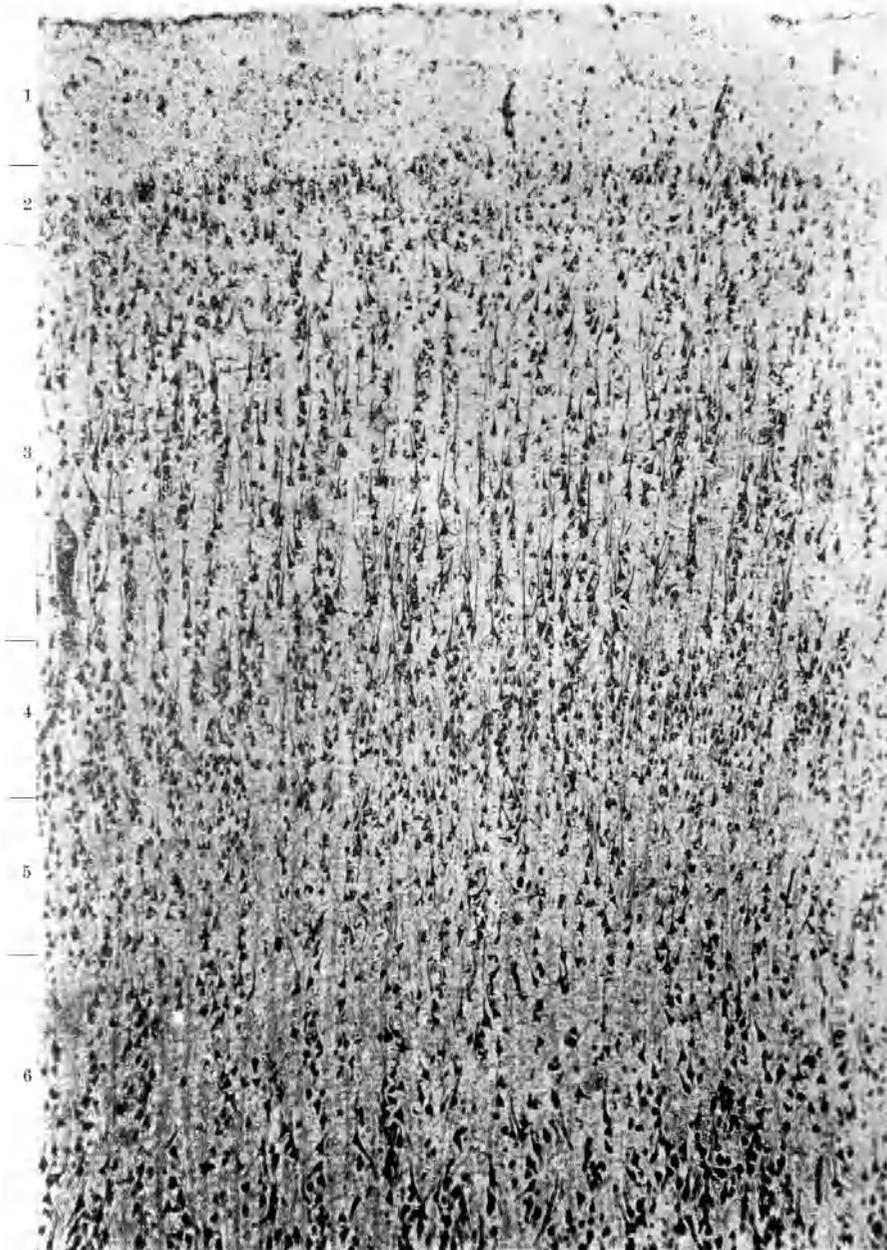


Abb. 15. Übersichtsaufnahme. Areal OA nach ECONOMO. Areal 19 nach BRODMANN.  
Vergr. 100×.

reiche, dreieckig geformte Zellen verschiedener Größe und spärliche Spindelzellen zu finden. In der VIb-Schicht, welche durch einen zellarmen Streifen von VIa getrennt ist, sind die Zellformen gleich. Auffallenderweise sind

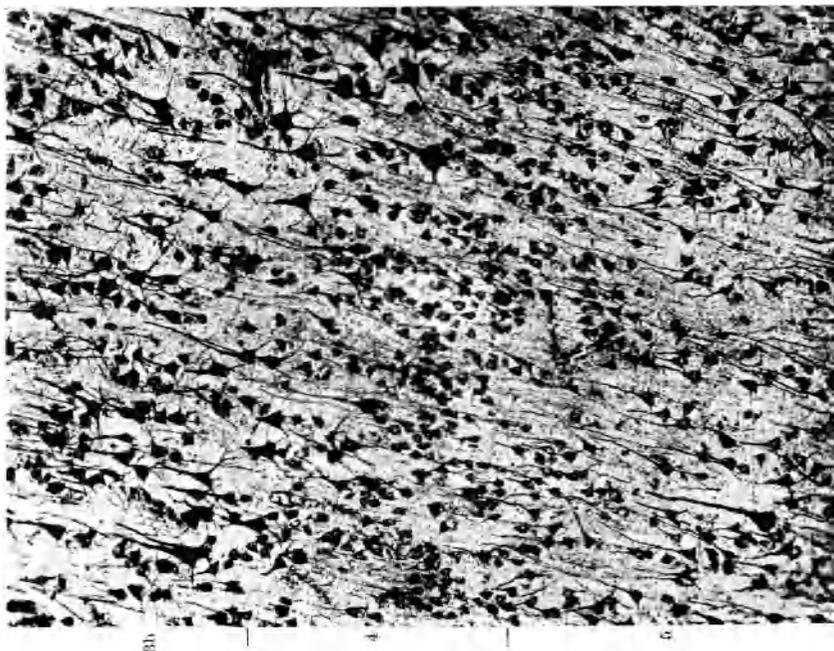


Abb. 16 b, Vergr. 250×.

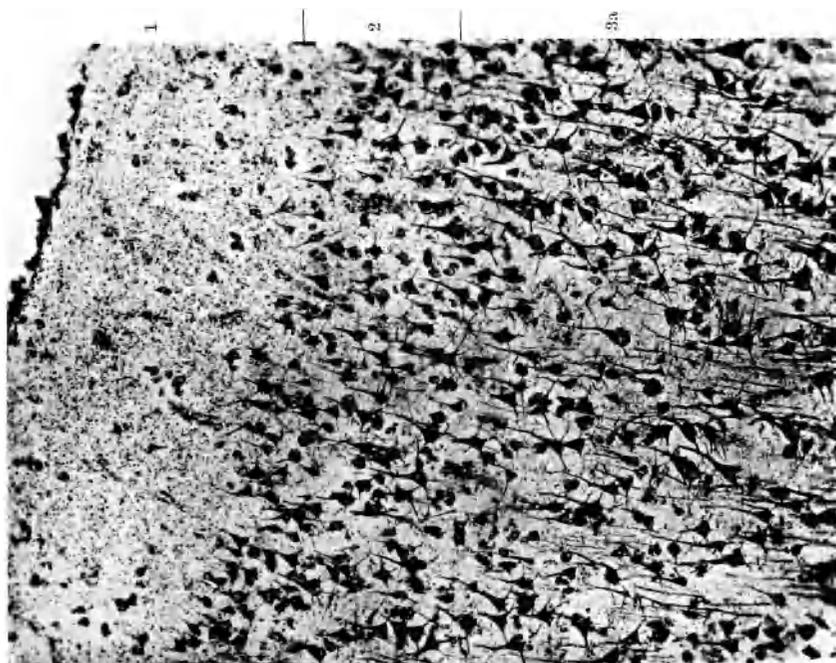


Abb. 16 a. Areal OA. ECONOMO. Areal 19 BRODMANN. Vergr. 250×.

Spindelzellen, die sonst hier an Zahl vorherrschen, in der Minderheit. Die Abgrenzung gegen das Mark ist scharf.

In der Area peristriata gibt es einzelne Varianten besonders dadurch, daß in der untersten Lage der III. Schicht die großen Pyramidenzellen in verschiedener

Häufigkeit auftreten und manchmal eine Unterteilung in 3 Unterschichten ermöglichen. Aber auch die Pyramidenzellen in der V. Schicht können an einzelnen Stellen, besonders an der Konvexität des Occipitallappens die Größe von  $\frac{30-30}{20} \mu$  erreichen und damit das cytoarchitektonische Bild etwas verändern. ECONOMO unterscheidet daher OA, OA<sub>1</sub>, OA<sub>2</sub> und OA<sub>m</sub>, die sowohl an der Konvexität als auch im Cuneusgebiet vorkommen.

*Im Überblick kann von der Area peristriata gesagt werden, daß sie den Übergang zu den Parietalareren darstellt, den Charakter der sensorischen Rindengebiete nicht mehr erkennen läßt und in der Ausbildung der III. Schicht Varianten aufweist.*

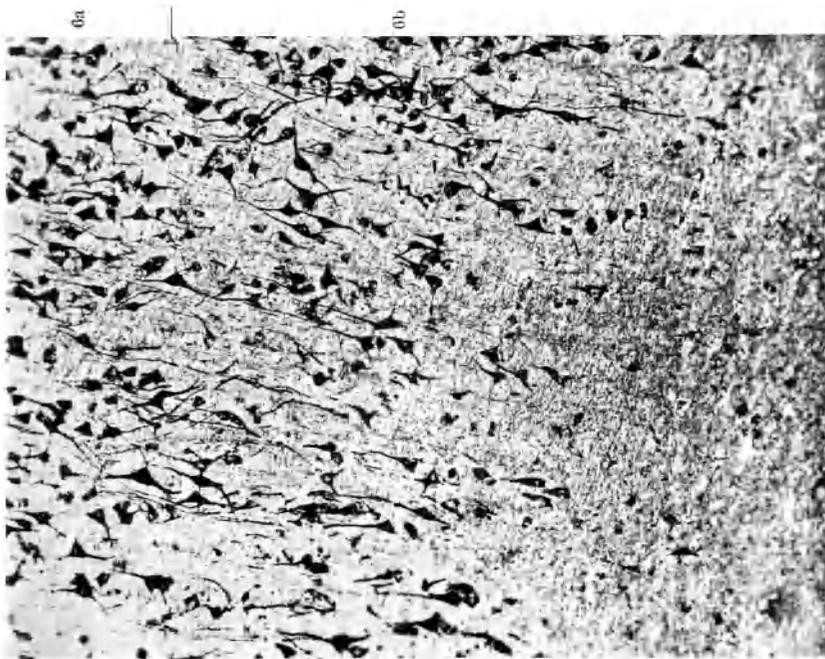


Abb. 16 c. Vergr. 250X.

Was die physiologischen Leistungen dieses Areals betrifft, so ist durch unsere Erfahrungen auf dem Gebiete der Hirnpathologie am Menschen sehr wahrscheinlich, daß der Area peristriata visuopsychische Funktionen kommemorativer Art zukommen. Wir wissen aus der Pathologie, daß im allgemeinen die dem sensorischen Rindengebiet benachbarten Areale mnestisch-assoziative Funktionen übernehmen. In der Sehrinde übernehmen sie die Aufgabe, die optischen Sinnesreize zu Empfindungen, Wahrnehmungen und schließlich zur Gnosis aufzubauen. Ähnlich wie in der HESCHLSchen Querwindung, dürfte die Area striata zunächst sämtliche optischen Sinneseindrücke in ihren Elementen vermitteln. In den schalenförmig um diese sich legenden Arealen werden diese Sinneseindrücke als Empfindungen und Wahrnehmungen den dort bereits niedergelegten Gedächtniseindrücken gegenübergestellt und gewertet, wodurch das optische Erkennen und die an diese anknüpfende Begriffsbildung ermöglicht wird. Ausfall dieses Gebietes, besonders auf der linken Hemisphäre,

hat das uns wohlbekannt klinische Symptom der Seelenblindheit zur Folge, eine mnestisch-assoziative Störung auf optischem Gebiete.

Auch durch Untersuchungen an Kindergehirnen wissen wir, daß die Area peristriata hinsichtlich der Ganglienzellfortsätze später reif wird als die Area striata und parastriata und daß dieser Unterschied im Ausreifungsprozeß mit der Entwicklung der mnestisch-assoziativen und kommemorativen Leistungen parallel geht [DE CRINIS (15)]. Mit anderen Worten: die Areale, welche sich an die eigentliche sensorische Rinde anlegen, vermitteln das Wiedererkennen (Gnosis) und die Verknüpfung mit den Eindrücken aus anderen Sinnesgebieten und schließlich die daraus sich ergebende Begriffsbildung. Auf dem Wege über diese Areale werden Sinneseindrücke wiedererkannt und werden Anregungen zu den in anderen Gehirngebieten durch assoziative Leistung gebildeten abstrakten Begriffen und Vorstellungen gegeben.

In diesen Arealen dürften aber auch schon motorische Reaktionen (in der Sehrinde Augenbewegungen) ausgelöst werden, und wir können in dem durch große Pyramidenzellen ausgezeichneten Bau des Limes parastriata gigantopyramidalis nach ECONOMO die anatomische Grundlage für *optisch motorische* Vorgänge vermuten.

Überblicken wir nochmals den Zellaufbau in der engeren und erweiterten Sehrinde, so ergibt sich aus den Unterschieden im arealen Zellaufbau ein Hinweis für die physiologischen Aufgaben, die hier zu leisten sind.

*Die Area striata mit den Spezialzellen ist als das Gebiet für die Aufnahme der elementaren Reize, die Area para- und peristriata als das für kommemorative und mnestisch-assoziative Leistungen anzusehen.*

*Die eigentliche und die erweiterte Sehrinde stellen somit ein Rindengebiet dar, in welchem wir durch die Gegenüberstellung unserer Erfahrungen aus der Physiologie und Pathologie und dem arealen Zellaufbau die verfeinerte Rindenleistung von den Vorgängen und Leistungen des elementaren Sehens bis zu dem assoziativen bildlichen (mnestischen) Vorgang auf morphologische Strukturen beziehen können. Während wir die elementaren Leistungen von Licht- und Farbsehen bestimmten Zellen der Area striata zumuten dürfen, können wir den visuopsychischen Vorgängen wohl Areale mit charakteristischem Zellaufbau, aber nicht mit bestimmten Zellen zuordnen, da wir ja bis heute noch nicht wissen, an welche morphologische Strukturen psychische Leistungen überhaupt gebunden sind. Sicher sind die Ganglienzellen eine der anatomischen Grundlagen.*

Gehen sie zugrunde, wird im allgemeinen auch die an dieses Areal gebundene Funktion ausfallen. Soweit diese eine einfach motorische, sensible oder sensorische ist, wird der Ausfall nach Ausschaltung eines bestimmten Areals in regelmäßiger Weise zu verfolgen sein. Auf diesen Beobachtungen am Krankbett beruht ja die Lokalisationslehre. Die höher aufgebauten Leistungen, welche sich schon aus mnestisch-assoziativen Bausteinen zusammensetzen, sind nicht in eng begrenzten Feldern zu lokalisieren, sondern setzen die Zusammenarbeit vieler Areale und schließlich verschiedener Hirnabschnitte voraus.

Auch aus entwicklungsgeschichtlichen psychologischen Studien geht hervor, daß die elementaren Sinnesempfindungen in der Kindheit allmählich durch mnestisch-assoziative Leistungen zu dem psychischen Geschehen der Wahrnehmung aufgebaut werden. Anatomisch gesehen, werden immer mehr Areale, welche das Sinnesgebiet umgeben, herangezogen.

Die Ausbreitung der Sehrinde zeigt uns, wie sich die erweiterte Sehrinde schalenförmig um die eigentliche Sehrinde legt; die anatomische Lagerung der Area parastriata und peristriata, in welcher mnestisch-assoziative Leistungen zu suchen sind, erhält dadurch auch für das psychophysiologische Geschehen des optischen Wahrnehmungsaktes eine Begründung.

In Übereinstimmung damit stehen meine (22) entwicklungsgeschichtlichen Studien an Kindergehirnen, die zeigen, daß die Endstätten der Sinnesnervenzellen, wie z. B. die eigentliche Sehrinde, hinsichtlich der Zeldendriten zuerst ausreifen und die umgebenden Areale in der Entwicklung stufenweise sich anschließen.

Die Ganglienzellfortsatzentwicklung (Cytodendrogenese) in den Arealen geht also, wie ich zeigen konnte, mit der psychologischen Entwicklung parallel.

In diesem Zusammenhang gewinnen die bisher leider zu wenig beachteten Untersuchungen BERGERS (23) große Bedeutung, die den Zusammenhang von Funktion und Struktur der Ganglienzelle vor allem die Entwicklung der Dendriten in der Sehrinde des Hundes aufzeigen. BERGER vernähte neugeborenen Hunden die Augenlider, ließ sie aufwachsen, tötete sie dann und verglich die Sehrinde dieser mit der nicht operierten Hunde desselben Wurfs. Die operierten Hunde, welche kein oder nur schwaches Licht durch die Lider aufgenommen hatten, blieben in der Sehrinde auf der embryonalen Entwicklungsstufe, die vor allem dadurch ausgezeichnet ist, daß die Dendriten nicht entwickelt sind. Die nicht operierten Hunde hatten in der Sehrinde normal ausgereifte Ganglienzellendriten, wie zu erwarten war. Die Ganglienzellausreifung geht somit mit der Entwicklung der Dendriten einher und diese Entwicklung ist von den zugeführten Reizen abhängig und bleibt aus, wenn keine Reize eintreffen. In der Gegenüberstellung mit den Ausreifungsvorgängen in der Hirnrinde nach der Geburt unter dem Einflusse der aus der Umwelt kommenden Reize ergeben sich daraus Schlüsse, welche das Problem Zellstruktur und Funktion im allgemeinen und im besonderen in der Entwicklung, der arealen Gliederung und der Lokalisation in der Hirnrinde zur Grundlage unserer modernen Neurohistologie und Neuropathologie machen.

Wie der Zellaufbau der Hirnrinde (Cytoarchitektonik), läßt auch der

### 3. Faseraufbau (Myeloarchitektonik) der Sehrinde

Unterschiede erkennen, welche die anatomischen Verhältnisse der Sehrinde charakterisieren.

Obwohl KAES (24) in seinem Werke der Sehrinde bereits Aufmerksamkeit zuwandte, hat erst ELLIOT SMITH (25) die Unterteilung der Occipitalregion nach dem Faseraufbau beschrieben. C. und O. VOGT (26), denen wir die zusammenfassenden und umfangreichen Studien über die Myeloarchitektonik der Hirnrinde danken, haben auch die Sehrinde und ihre einzelnen Areale in ihrem Faseraufbau erklärt. Ihre Befunde und vorbildlichen Darstellungen sind auch für unsere Ausführungen grundlegend. Die Unterschiede, die in den Bildern C. und O. VOGTS mit denen anderer Autoren [KAWATA (27)] bestehen, sind wohl auf die Färbemethode zu beziehen und daher unbedeutend. Bei allen Autoren lassen sich in großen Zügen bestimmte Übereinstimmungen erkennen, die unabhängig vom Ausfall der Methode selbst sind. Vor allem ist es das Verhalten

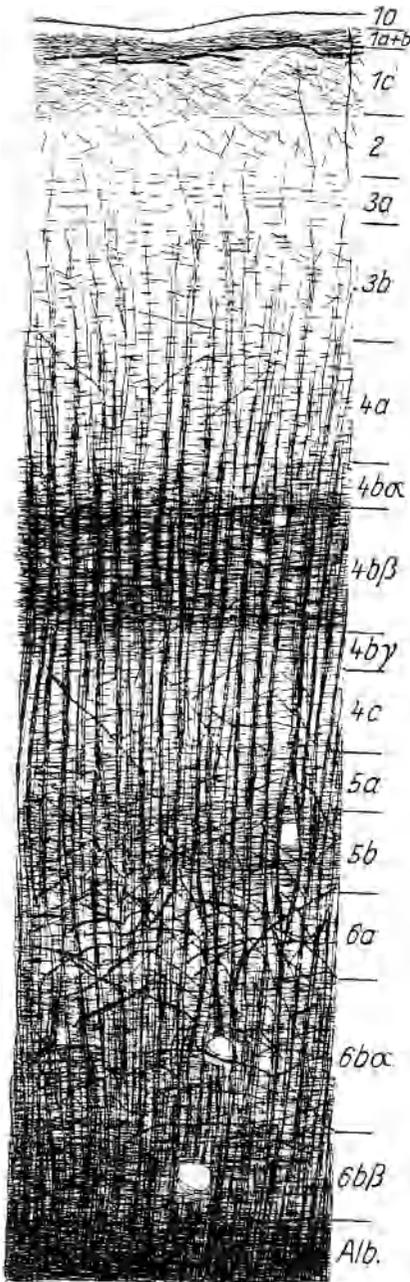


Abb. 17 a. VOGTS Markbild (von BRODMANN'S Feld 17), unsere Area striata OC (Vergr.  $\times 50$ ). (Aus ECONOMO und KOSKINAS: Die Cytoarchitektur der Hirnrinde des erwachsenen Menschen, S. 623. Wien u. Berlin: Julius Springer 1925.)

eines Markfaserstreifens, welcher in der eigentlichen Sehrinde, im Feld 17, BRODMANN, Areal OC nach ECONOMO, stark hervortritt. Schon makroskopisch ist im Grau der Calcarina der starke, quer verlaufende Faserzug sichtbar, welcher hier den Namen GENNARISCHER Streifen führt.

Die mikroskopische Betrachtung zeigt im einzelnen die bis in die III. Schicht aufsteigenden Radiärfasern, die zu etwas schmalen Bündeln vereint, in ziemlich gleicher Höhe enden.

Ein besonderes Gepräge erhält die Calcarina durch die *quer verlaufenden* Faserzüge, was durch die Gegenüberstellung der Markfaserbildung von OC, OB, OA nach ECONOMO, 17, 18, 19 nach BRODMANN besonders auffällig wird (Abb. 17 a—c). Die Tangentialfaserschicht der I. Schicht enthält verhältnismäßig viele, darunter dicke Fasern und hebt sich von der fast faserlosen II. Schicht scharf ab. Die zum Teil noch supraradiär verlaufenden Fasern der III. Schicht sind nur zart entwickelt und von der II. Schicht unscharf getrennt. In der IV. Schicht verdichtet sich schon in der Unterschicht IV a das quer verlaufende (intradäre) Flechtwerk, um dann in IV b eine sonst in der Hirnrinde nicht zu findende Faserstärke zu erreichen. Dieser starke, von manchen Autoren als äußerer BAILLARGERSCHE Streifen angesehene Faserzug ist, makroskopisch auch als GENNARISCHER Streifen bezeichnet, das Kennzeichen der eigentlichen Sehrinde. Auf ihn folgt die faserarme IV c-Schicht, welche an die faserdichtere V. Schicht angrenzt. Die nächste, VI a-Schicht, ist faserarm, enthält aber zahlreiche, dicke und schräg verlaufende (dadurch kreuzende) Fasern, die bis in VI b hereinreichen. Diese letzte Schicht ist wieder faserdichter an horizontalen Strängen.

Das Faserbild des anschließenden Areals OB ECONOMOS, Feld 18 BRODMANN (Area parastriata) zeigt eine ganz andere Struktur (Abb. 17 b). Der Übergang ist unvermittelt und die Grenze zwischen OC und OB daher scharf zu ziehen. Der GENNARISCHE Streifen hört plötzlich

Struktur (Abb. 17 b). Der Übergang ist unvermittelt und die Grenze zwischen OC und OB daher scharf zu ziehen. Der GENNARISCHE Streifen hört plötzlich

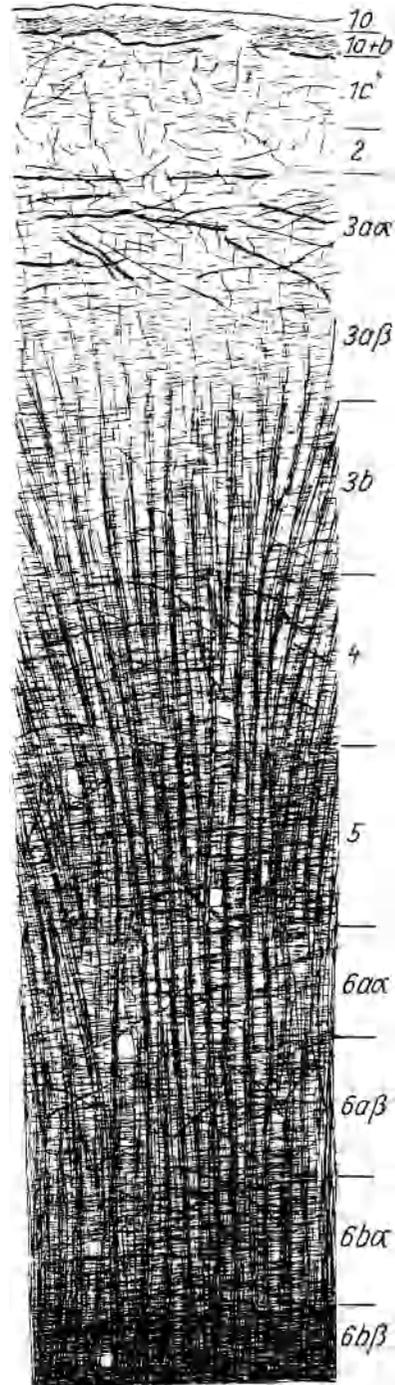
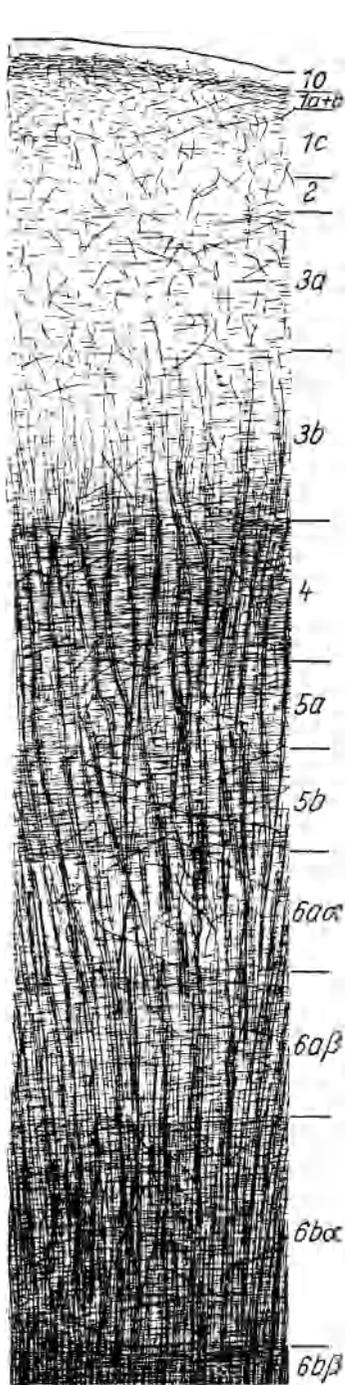


Abb. 17 b. Vogts Markbild (von BRODMANNs Feld 19), unsere Area peristriata OA (Vergr.  $\times 50$ ).  
(Aus ECONOMO und KOSKINAS: Die Cytoarchitektonik der Hirnrinde des erwachsenen Menschen. Wien u. Berlin: Julius Springer 1925.)

Abb. 17 c. Vogts Markbild (von BRODMANNs Feld 18), unsere Area parastriata OB (Vergr.  $\times 50$ ).  
(Aus ECONOMO und KOSKINAS: Die Cytoarchitektonik der Hirnrinde des erwachsenen Menschen, S. 623. Wien u. Berlin: Julius Springer 1925.)

auf und die Faserreichtdichte in den einzelnen Schichten ist gerade gegensätzlich zu OC.

Die Radii sind dichter, reichen aber nicht so weit in die III. Schicht wie in OC. Die Tangentialfasern sind aufgelockert, enthalten aber einzelne dicke Horizontalfasern. Die II. Schicht enthält ganz vereinzelt Fasern und grenzt dadurch nicht so scharf von der I. Schicht ab. Auch die III. Schicht hat an Fasern zugenommen, und vereinzelt, eingestreute dicke Fasern verlieren zum Teil ihre horizontale Richtung. Die 3. Unterschicht von III zeigt Faserzunahme, die in der IV. Schicht nicht mehr anhält. Erst in der V. Schicht tritt ein starker horizontal verlaufender Faserzuwachs ein, der stark hervortritt. Die Unterschichten von VI haben fast eine gleiche Faserrichtung.

In den Befunden der Markbilder dieser Felder, die O. und C. VOGT und KAWATA erhoben haben, bestehen Unterschiede, die meines Erachtens unwesentlich sind. Die besser differenzierten Präparate VOGTS zeigen begreiflicherweise feinere Strukturen, als die infolge der Schnittdicke überfärbten und für Vergleiche unbrauchbaren Präparate KAWATAS.

Im Areal OA ECONOMO, Feld 19 BRODMANN, welches sich gegen OB nicht so scharf abgrenzt wie OB von OC, sind die Radii nicht mehr so eng zu Bündeln zusammengelegt wie in den eben beschriebenen Gebieten und reichen auch nicht mehr so weit in die III. Schicht. Die horizontalen Fasern lassen wieder eine stärkere Streifung erkennen, die sich an die Schichten hält. In der Streifung ähnelt dieses Feld bereits den Faserbildern der Parietalgebiete, wie dies auch die Cytoarchitektonik zeigt (Abb. 17 c).

Die Tangentialfasern der I. Schicht sind in der Mitte derselben dichter, die III. Schicht ist verhältnismäßig faserarm und von vereinzelt, radiär verlaufenden Fasern durchsetzt. Die IV. Schicht ist wieder faserreicher, ohne scharfe Trennung von der horizontalen Streifung der V. Der äußere und innere BAILLARGERSche Streifen verschmelzen somit förmlich ineinander. Auch in der VI. Schicht kommt es zu einer Streifung durch die Entwicklung eines schmalen Horizontalbündels in der obersten Schicht und Faserzunahme in den mittleren Schichten.

Überblicken wir nochmals die Markfaserbilder der 3 Felder, so können wir feststellen, daß die Streifung des Feldes OC und der Felder OB und OA, welche sich schalenförmig um sie legen, ganz verschiedenen Typus aufweist, ohne daß Übergangsformen vorliegen. *Der Faseraufbau der eigentlichen Sehrinde (OC, Feld 17) ist eben ein ganz charakteristischer, der nur in der eigentlichen Sehrinde zu finden ist und auch keine Ähnlichkeit mit Rindenarealen in anderen Hirnabschnitten zeigt.*

Die eigentliche Sehrinde gehört in ihrem Zellbild durch die starke Vertretung der Körnerzellen zu dem Typus der sog. Staubrinde (Konikortex), welche im allgemeinen, wenn auch mit einzelnen Abweichungen, die sensiblen und sensorischen Rindenareale charakterisiert. Im Faserbild aber weicht der Bautypus wesentlich von anderen sensiblen und sensorischen Arealen ab. So ist z. B. in der sensiblen Rinde der innere BAILLARGERSche Streifen besonders entwickelt, während der GENNARISCHE Streifen der Calcarina weder dem inneren noch dem äußeren BAILLARGERSchen Streifen mit Sicherheit zuzuordnen ist, da er sich doch in einer Schicht entwickelt, die in der sensiblen Rinde verhältnismäßig faserarm ist.

Die sensiblen Areale unterscheiden sich in diesem Beispiele durch den Faseraufbau noch mehr von der Sehrinde als schon an und für sich durch den Zellaufbau.

#### 4. Gefäßaufbau (Angioarchitektonik) der Sehrinde.

Während über die *Gliaarchitektonik* im allgemeinen und im besonderen der einzelnen Areale nicht soviel bekannt ist, daß ein vergleichendes Studium möglich wäre, sind unsere Kenntnisse des Gefäßaufbaues der Hirnrinde, der Angioarchitektonik, durch die Untersuchungen R. A. PFEIFERS (28) so gesichert worden, daß sie unser anatomisches Bild der einzelnen Gebiete vervollständigen.

Die

##### Angioarchitektonik der eigentlichen Sehrinde (OC)

zeigt auch hier Merkmale, welche eine Unterscheidung mit den angrenzenden Feldern (OB, OA) leicht macht. Die nebeneinander gelegten Bilder des Zellaufbaues und des Gefäßaufbaues des Areales OC nach ECONOMO, Feld 17 nach BRODMANN (Abb. 18 a und b), geben uns die Möglichkeit, die Gefäßbildung in der einzelnen Schicht zu vergleichen. Wir sehen, daß die mächtigste Gefäßentwicklung in der 3. Unterschicht von IV (IVc) vorliegt, daß sie aber dann nach oben hin stark abnimmt, so daß es in den letzten 2 Schichten bereits zu einer Gefäßverarmung kommt. Die Gefäßentwicklung geht weder mit der Zelldichte oder mit dem Vorhandensein von Spezialzellen noch mit der Faserdichte einher, sondern ist von anderen, uns noch unbekanntem Gesetzmäßigkeiten bestimmt. Darauf haben schon andere Autoren und in jüngerer Zeit besonders R. A. PFEIFER an Hand seiner schönen Gefäßpräparate hingewiesen. Er hat erstmalig die Area parastriata im Gefäßaufbau studiert und auch dieses Feld in Zellaufbau und Gefäßaufbau verglichen. Ich habe auch die nachfolgende Abb. 19 a und b seinem Werke entnommen.

Der Unterschied im Gefäßaufbau des Areals OB (Feld 18 nach BRODMANN) mit der eigentlichen Sehrinde ist leicht erkennbar. Übereinstimmend ist nur die scharfe Abgrenzung der V. Schicht von der IV. Während aber in OC die V. Schicht auch von der VI. durch die relative Gefäßarmut abzugrenzen ist, gehen in OB im Gefäßbau die beiden Schichten ineinander über. Auch die Abgrenzung der IV. Schicht von der III. ist nicht möglich, da der Gefäßreichtum in OB in der IV., III. und II. Schicht allmählich zunimmt. Die I. Schicht ist wie in OC sehr gefäßarm. Gefäßpräparate der Areale OA nach ECONOMO, Feld 19 nach BRODMANN, sind von PFEIFER noch nicht gebracht worden, weshalb unsere Kenntnisse über die Angioarchitektonik der erweiterten Sehrinde unvollständig bleiben.

Schlußfolgerungen aus der Angioarchitektonik für die Physiologie sind zunächst noch nicht berechtigt; sie werden erst nach weiteren Studien möglich sein und dann erst die Beziehungen von Zell- und Faseraufbau zu dem Gefäßaufbau klären. R. A. PFEIFER hat ausdrücklich auf die Eigengesetzlichkeit der Gefäßausbreitung aufmerksam gemacht, und ich möchte seine Ansichten wiedergeben, da ihm das Verdienst gebührt, diese Probleme erstmalig angefaßt zu haben: „Jedoch läßt sich soviel mit Gewißheit schon sagen, daß die Angioarchitektonik nicht in allem und jedem getreu der Zellgruppierung und dem Faserverlauf folgt, sondern Eigengesetzlichkeiten besitzt, die im einzelnen noch nicht erforscht sind. Zwar gibt es angioarchitektonische Bilder, die wie ein Spiegelbild dem cytoarchitektonischen Bild derselben Gegend gleichen, aber es finden sich auch weitgehende örtliche Verschiebungen der Strukturen gegeneinander. Für die Angioarchitektonik schien dafür eine verschiedene

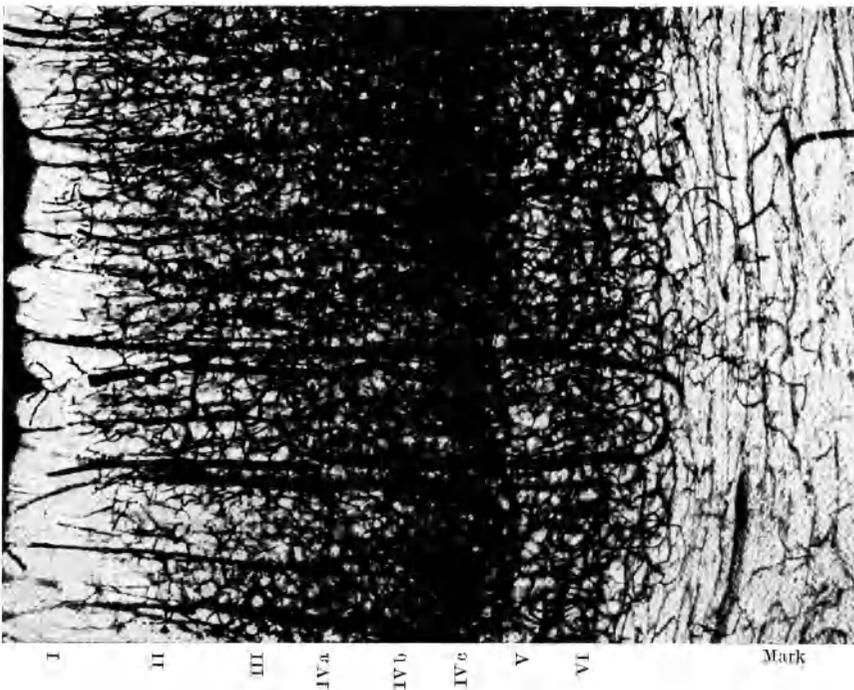
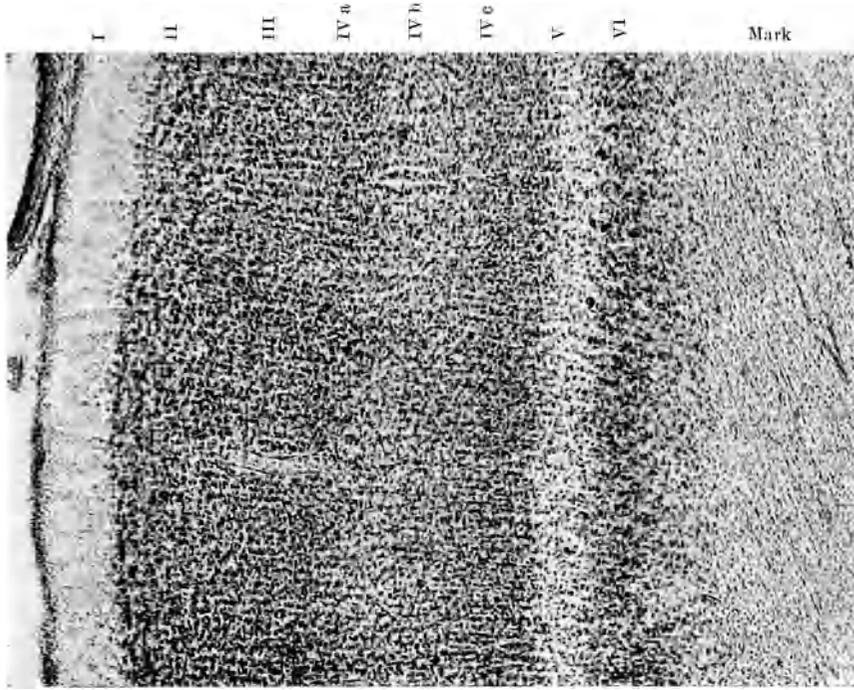


Abb. 18 b.

Abb. 18 a.

I Molekularschicht. II Äußere Körnerschicht. III Pyramidenschicht. IV a Obere Lage der inneren Körnerschicht. IV b Mittlere Lage der inneren Körnerschicht (Ort des Vicq d'Azyrschen Streifens). IV c Untere Lage der inneren Körnerschicht. V Ganglienzellschicht. VI Spindelzellschicht. Die untere Lage der inneren Körnerschicht (IV c) ist besonders gefäßreich ausgestattet ist auch die Spindelzellschicht (VI). Relative Gefäßarmut in der an sich zellreichen äußeren Körnerschicht (II).

Abb. 18 b. Cytoarchitektonik der Area striata beim Menschen. Vergrößerung linear 48,0fach. Homologer Frontalschnitt zu Abb. 18 a. Bezeichnungen wie dort. (Aus R. A. PREEFER: Grundlegende Untersuchungen für die Angioarchitektonik des menschlichen Gehirnes, S. 133. Berlin: Julius Springer 1930.)

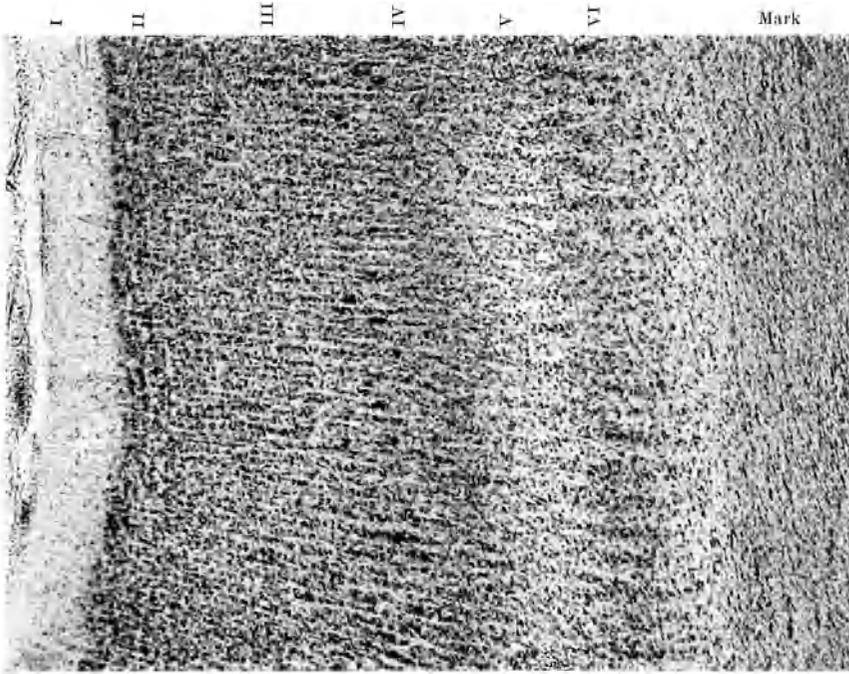


Abb. 19 b. Cytoarchitektur der Area parastriata. Vergrößerung linear 48,0fach. Homologer Frontalschnitt zu Abb. 19 a. I Molekulare Schicht etwas schmaler als in der Area striata. II Äußere Körnerschicht. III Pyramidenschicht mit eingelagerten Gruppen von Riesenpyramiden. IV Innere Körnerschicht ungeteilt, schmal und dicht. V Ganglienzellenschicht. VI Spindelzellenschicht breiter als in der Area striata, großzellig und dicht. (Aus R. A. PFEFFER: Grundlegende Untersuchungen für die Angioarchitektur des menschlichen Gehirnes, S. 135. Berlin: Julius Springer 1930.)

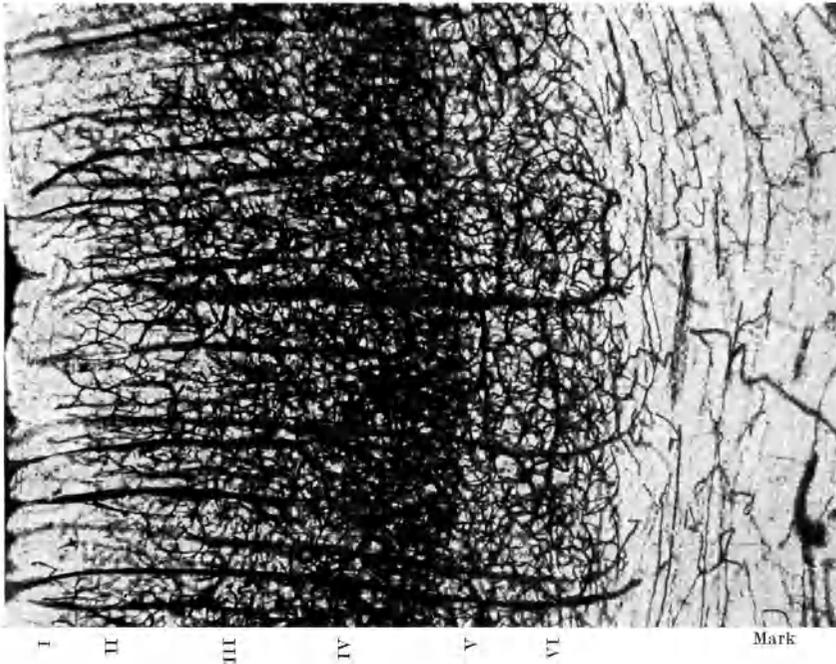


Abb. 19 a. Angioarchitektur der Area parastriata. Vergrößerung linear 41,3fach. I Molekulare Schicht. II Äußere Körnerschicht. III Pyramidenschicht. IV Innere Körnerschicht. V Ganglienzellenschicht. VI Spindelzellenschicht. Die VI. Schicht prouminiert in der Area parastriata im angioarchitektonischen Bild nicht wie in der Area striata. Die gefäßreichste Schicht ist die IV. Schicht. Haarscharfe Schichtengrenze zwischen IV. und V. Schicht. Relative Gefäßarmut in den zellreichen Schichten II und III. (Aus R. A. PFEFFER: Grundlegende Untersuchungen für die Angioarchitektur des menschlichen Gehirnes, S. 135. Berlin: Julius Springer 1930.)

biochemische Dignität der Nervenzellen und die Notwendigkeit der Unterbringung derivativer Gefäßabschnitte maßgebend zu sein. Möglicherweise spielen aber auch die protoplasmatischen Zellfortsätze und Geflechte mit ihrem wahrscheinlich lebhaften Stoffwechsel einen Gestaltungsfaktor für das angioarchitektonische Bild.“

Diese Ansichten R. A. PFEIFERS möchte ich besonders hervorheben, da die Ausbreitung der Ganglienzellfortsätze, wie auch neuere eigene (15) Untersuchungen zeigen, eine größere ist, als wir bisher annahmen und die Funktionsfähigkeit der Ganglienzelle, wie ich (22) an entwicklungsgeschichtlichen Studien zeigen konnte, mit der Ausreifung der Ganglienzellen hinsichtlich der Dendriten (Cytodrogenese) einhergeht. Wenn wir ferner die schon oft und von namhaften Autoren [KAPPERS (11), RABL-RÜCKHARD (29)] vertretene Ansicht berücksichtigen, daß die Zellfortsätze der lebenden Ganglienzelle Bewegungen ausführen, welche möglicherweise mit physiologischen Vorgängen einhergehen, werden wir der Gefäßversorgung nicht nur der Ganglienzellen, sondern auch deren außerordentlich verbreiteten Fortsatzgeflechten eine besondere Aufmerksamkeit zuwenden müssen.

Die Angioarchitektur vervollständigt somit das anatomische Bild, welches gerade in der Hirnrinde durch Zell- und Faseraufbau sich bereits in feinsten Weise differenziert.

Die Funktion ist an die belebte Materie und ihre Gestaltung gebunden und je differenzierter und hochwertiger eine Funktion wird, desto mehr wird es in der Gestaltung der Zellen und ihrer Einzelbestandteile zum Ausdruck kommen.

So werden wir aus dem differenzierten und komplizierten Aufbau eines Hirnareals auch auf eine besonders differenzierte Funktion schließen können.

Die Erfahrungen, die wir am Krankenbett gemacht haben, das Studium der anatomischen Ausbreitung der den Krankheitserscheinungen zugrunde liegenden Herde und unsere Kenntnisse in der, durch den Feinaufbau gegebenen, Gliederung der Hirnrinde sind die Grundlage der modernen Lokalisationslehre.

Diese hat uns auch die Sehrinde durch verständnisvolle Zusammenarbeit der Klinik mit der Anatomie und Physiologie abzugrenzen gelehrt; dabei wurde die areale Gliederung derselben als Ausdruck der differenten Leistungen erkannt.

*Die Gegenüberstellung der engeren und erweiterten Sehrinde nicht nur hinsichtlich des Zellaufbaues, sondern auch hinsichtlich der Myelo- und Angioarchitektur zeigt jedenfalls weitgehende Unterschiede, die wohl durch die diesen Arealen zukommenden Aufgaben begründet sind. Sie zeigt uns die strukturellen Verschiedenheiten in Gebieten mit einfachen physiologischen und höheren psychophysiologischen (visuopsychischen) Leistungen; bei der Bewertung der strukturellen Verschiedenheiten ist aber nicht nur, wie bisher, der Zellaufbau allein, sondern auch der Faseraufbau (Myeloarchitektur) und Gefäßaufbau (Angioarchitektur) zu berücksichtigen, wenn die Anatomie und Physiologie Grundlagen der naturwissenschaftlichen Psychologie werden sollen.*

Für die gemeinsame Zusammenarbeit der Anatomie und Physiologie sollen diese anatomischen Befunde zur Erschließung psychophysiologischer Vorgänge einen Beitrag liefern.

## 5. Literatur.

1. HITZIG: Untersuchungen über das Gehirn, 1874. 2. vermehrte Aufl. Berlin 1904.
2. MUCK: Zur Anatomie und Physiologie der Sehsphäre der Großhirnrinde. Sitzgsber. preuß. Akad. Wiss. **1910**.
3. MEYNERT: Bau der Großhirnrinde und seine örtlichen Verschiedenheiten. Neuwied und Leipzig: J. H. Heusersche Buchhandlung 1868.
4. BRODMANN: Beiträge zur histologischen Lokalisation der Großhirnrinde, p. I—VII. J. Psychol. u. Neur. **2** (1905); **4—6** (1905); **10—12** (1907); **19** (1908).
5. ECONOMO u. KOSKINAS: Die Cytoarchitektonik der Hirnrinde des erwachsenen Menschen. Berlin u. Wien: Julius Springer 1925.
6. BECK, E.: J. Psychol. u. Neur. **46**, 193 (1934).
7. NGOWYANG: J. Psychol. u. Neur. **46**, 351 (1934).
8. VOLKMANN: Z. Anat. **85**, 561 (1928).
9. KUHLENBECK: Vorlesungen über das Zentralnervensystem der Wirbeltiere. Jena: Gustav Fischer 1927.
10. SMITH, ELLIOT: Anat. Anz. **24**, (1903/04).
11. KAPPERS, ARIENS: Vergleichende Anatomie des Nervensystems der Wirbeltiere und der Menschen. Haarlem: de Erven S. Bohn 1920.
12. HANSEMANN: Über das Gehirn von Th. Mommsen, Bunsen, A. Menzel. Stuttgart: Schweizerbartsche Verlagsbuchhandlung 1907.
13. ROSE: Handbuch der Neurologie, Bd. 1, Allgemeine Neurologie, I., Anatomie, S. 588. Berlin: Julius Springer 1935.
14. VOGT, C. u. O.: J. Psychol. u. Neur. **1902**; **1904**; **1907**; **1909**, 1; **1911**; **1918**; **1922**.
15. CRINIS, DE: J. Psychol. u. Neur. **45**, H. 4/5 (1933).
16. RAMON y CAJAL: Studien über die Hirnrinde des Menschen. 1. Heft: Die Sehrinde. Leipzig: Johann Ambrosius Barth 1900.
17. HENSCHEN, S. E.: Lichtsinnzellen und Farbsinnzellen. Hygiea (Stockh.) **91**, 705 bis 731, deutsche Zusammenfassung S. 728—730.
18. KLEIST, K.: Klin. Wschr. **1926 I**.
19. VOLKMANN, R. v.: Z. Anat. **85**, H. 5/6, 561.
20. CRAMER, A.: Anat. H. **10** (1898).
21. MINKOWSKI: Schweiz. Arch. Neur. **6** (1920).
22. CRINIS, DE: Wien. klin. Wschr. **1932 II**.
23. BERGER: Arch. f. Psychiatr. **33** (1909).
24. KAES: Die Großhirnrinde des Menschen. Jena 1907.
25. SMITH, E.: Anatom. J. Anat. a. Physiol. **41** (1907).
26. VOGT, C. u. O.: J. Psychol. u. Neur. **25** (1920).
27. KAWATA: Arb. neur. Inst. Wien (Sonderdruck, Interakad. Zentralinst. f. Hirnforsch. Wien) **29**, H. 3/4 (1927).
28. PFEIFFER, R. A.: Grundlegende Untersuchungen für die Angioarchitektonik des menschlichen Gehirnes. Berlin: Julius Springer 1930.
29. RABL-RÜCKHARD: Zit. nach RAMON y CAJAL: Studien über die Hirnrinde des Menschen. Leipzig: Johann Ambrosius Barth 1906.

**Mikroskopische Anatomie des Auges.** Bearbeitet von Professor Dr. **W. Kolmer**†-Wien und Professor Dr. **H. Lauber**-Warschau. („Handbuch der mikroskopischen Anatomie des Menschen“, herausgegeben von W. v. Möllendorff-Zürich, III. Band, 2. Teil.) Mit 475 zum Teil farbigen Abbildungen. VIII, 782 Seiten. 1936. RM 150.—, gebunden RM 158.—

Vorwort und allgemeiner Bauplan. — Die Hornhaut (Cornea). — Die Lederhaut (Sklera). — Die Aderhaut (Chorioidea). — Der Strahlenkörper (Corpus ciliare). — Die Regenbogenhaut (Iris). — Die Augenkammern und die Kammerbucht. — Die Linse (Lens cristallina). — Das Strahlenbändchen (Zonula). — Die Netzhaut (Retina). — Der Sehnerv (Nervus opticus). — Der Glaskörper (Corpus vitreum). — Die Bindehaut (Conjunctiva). — Die Lider (Palpebrae). — Die Tränenorgane (Org. lacrimalia). — Bindegewebe, Blutgefäße. — Die Muskulatur. — Das Ciliarganglion. — Entwicklung des Auges. — Literaturverzeichnis. — Literatur-Nachtrag. — Namen- und Sachverzeichnis.

---

**Das Corpus geniculatum externum.** Eine anatomisch-klinische Studie. Von Dr. **Manuel Balado** und **Elisabeth Franke**, Instituto de Clínica Quirúrgica Buenos Aires. („Monographien aus dem Gesamtgebiete der Neurologie und Psychiatrie“, Heft 62.) Mit 123 Abbildungen im Text und auf 1 Tafel. IV, 118 Seiten. 1937. RM 36.—

---

**Kurzes Handbuch der Ophthalmologie.** Bearbeitet von zahlreichen Fachgelehrten. Herausgegeben von Geheimrat Professor Dr. **F. Schieck**, Direktor der Universitäts-Augenklinik in Würzburg, und Professor Dr. **A. Brückner**, Direktor der Universitäts-Augenklinik in Basel.

In 7 Bänden. Jeder Band ist einzeln käuflich.

Erster Band: **Anatomie, Entwicklung, Mißbildungen, Vererbung.** Mit 423 zum Teil farbigen Abbildungen. XVI, 882 Seiten. 1930. RM 178.—, gebunden RM 183.—

Zweiter Band: **Physiologie, Optik, Untersuchungsmethoden, Bakteriologie.** Mit 630 zum Teil farbigen Abbildungen. XIV, 1079 Seiten. 1932. RM 188.—, gebunden RM 193.—

Dritter Band: **Orbita, Nebenhöhlen, Lider, Tränenorgane, Augenmuskeln, Auge und Ohr.** Mit 454 zum Teil farbigen Abbildungen. XV, 745 Seiten. 1930. RM 166.—, gebunden RM 171.—

Vierter Band: **Conjunctiva, Cornea, Sclera, Verletzungen, Berufskrankheiten, Sympathische Erkrankung, Augendruck, Glaukom.** Mit 463 zum großen Teil farbigen Abbildungen. XII, 874 Seiten. 1931. RM 189.—, gebunden RM 194.—

Fünfter Band: **Gefäßhaut, Linse, Glaskörper, Netzhaut, Papille und Opticus.** Mit 466 meist farbigen Abbildungen. XIV, 774 Seiten. 1930. RM 293.—, gebunden RM 298.—

Sechster Band: **Auge und Nervensystem.** Mit 277 zum Teil farbigen Abbildungen. XV, 878 Seiten. 1931. RM 178.—, gebunden RM 183.—

Siebenter Band: **Auge und Allgemeinleiden, Therapie, Hygiene.** Mit 263 zum Teil farbigen Abbildungen. XIV, 978 Seiten. 1932. RM 184.—, gebunden RM 189.—

---

**Hirnnerven. Pupille.** (Allgemeine Neurologie IV. Allgemeine Symptomatologie einschl. Untersuchungsmethoden II.) („Handbuch der Neurologie“, herausgegeben von **O. Bumke**-München und **O. Foerster**-Breslau, 4. Band.) Mit 173 zum Teil farbigen Abbildungen. VIII, 701 Seiten. 1936. RM 135.—, gebunden RM 140.—

Symptomatologie der Erkrankungen des Riechnerven. — Symptomatologie der Erkrankungen der Riechrinde. — Symptomatologie der Erkrankungen des Nervus opticus (einschl. Stauungspapille). — Untersuchungsmethoden der optischen Funktionen. — Symptomatologie der Störungen im Augenbewegungsapparat. — Pupille. — Symptomatologie der Erkrankungen des V., VII., IX., XI. und XII. Hirnnerven. — Symptomatologie der Erkrankungen des N. VIII einschl. Leitung im Hirnstamm. — Namen- und Sachverzeichnis.

---

**Die Lehre von den Pupillenbewegungen.** Von Dr. **Carl Behr**, o. ö. Professor der Augenheilkunde an der Hamburgischen Universität. (Bildet zugleich Band II der Untersuchungsmethoden vom „Handbuch der gesamten Augenheilkunde“, begründet von A. Graefe und Th. Saemisch. Dritte Auflage.) Mit 34 Textfiguren. VIII, 221 Seiten. 1924. RM 14.85, gebunden RM 16.47

---

**Grundzüge der Lehre vom Lichtsinn.** Von Professor **Ewald Hering** †, Leipzig. (Sonderdruck aus „Handbuch der gesamten Augenheilkunde“, begründet von A. Graefe und Th. Saemisch. Zweite Auflage, Kapitel XII, I. Teil.) In 4 Lieferungen. Mit 77 Abbildungen im Text. V, 294 Seiten. 1905—1920. RM 7.47

---

**Technik der mikroskopischen Untersuchung des Nervensystems.** Von Dr. **W. Spielmeyer**, Professor an der Universität München. Vierte, vermehrte Auflage. VI, 168 Seiten. 1930. RM 10.26

---

**Mikroskopische Anatomie des vegetativen Nervensystems.** Von Dr. **Philipp Stöhr jr.**, o. ö. Professor der Anatomie in Bonn. Mit 243 zum Teil farbigen Abbildungen. VIII, 251 Seiten. 1928. RM 32.40

---

**Stereoskopische Bilder zur Gehirn-Schädel-Topographie.** Von Professor **Friedrich Heiderich**, Bonn. 15 Tafeln mit Text und 3 Abbildungen im Text. 13 Seiten. 1920. In Mappe RM 9.—

---

**Anatomie der Hörrinde** als Grundlage des physiologischen und pathologischen Geschehens der Gehörs wahrnehmung. Von Professor Dr. **Max de Crinis**, Direktor der Psychiatrischen und Nervenkl. an der Universität Köln. Mit 22 Abbildungen. IV, 44 Seiten. 1934. RM 6.60

---

**Die Beteiligung der humoralen Lebensvorgänge des menschlichen Organismus am epileptischen Anfall.** Von Professor Dr. **Max de Crinis**, Direktor der Psychiatrischen und Nervenkl. an der Universität Köln. („Monographien aus dem Gesamtgebiete der Neurologie und Psychiatrie“, Heft 22.) Mit 28 Kurven im Text. VIII, 80 Seiten. 1920. RM 5.85

---

---