

# **Zur Lehre der Lokalisation in der Grosshirnrinde des Kaninchens / von Franz Nissl.**

## **Contributors**

Nissl, Franz, 1860-1919.  
Sherrington, Charles Scott, Sir, 1857-1952.  
Royal College of Surgeons of England

## **Publication/Creation**

Heidelberg : Carl Winter's Universitätsbuchhandlung, 1911.

## **Persistent URL**

<https://wellcomecollection.org/works/k84vgw6w>

## **Provider**

Royal College of Surgeons

## **License and attribution**

This material has been provided by This material has been provided by The Royal College of Surgeons of England. The original may be consulted at The Royal College of Surgeons of England. where the originals may be consulted. Conditions of use: it is possible this item is protected by copyright and/or related rights. You are free to use this item in any way that is permitted by the copyright and related rights legislation that applies to your use. For other uses you need to obtain permission from the rights-holder(s).



Wellcome Collection  
183 Euston Road  
London NW1 2BE UK  
T +44 (0)20 7611 8722  
E [library@wellcomecollection.org](mailto:library@wellcomecollection.org)  
<https://wellcomecollection.org>

OLOC

RSITY OF LIVERPOOL

612.825.25

*Am Hofmann überreich*

27 JUN 19

2950

Sitzungsberichte  
der Heidelberger Akademie der Wissenschaften  
Stiftung Heinrich Lanz  
Mathematisch-naturwissenschaftliche Klasse

Jahrgang 1911. 38. Abhandlung.

15.

# Zur Lehre der Lokalisation in der Großhirnrinde des Kaninchens

I. Teil

Völlige Isolierung der Hirnrinde beim neu-  
geborenen Tiere

Von

Franz Nissl

in Heidelberg

Eingegangen am 4. November 1911



Heidelberg 1911

Carl Winter's Universitätsbuchhandlung

Verlags-Nr. 715.



# Sitzungsberichte der Heidelberger Akademie der Wissenschaften

(Stiftung Heinrich Lanz)

## Mathematisch-naturwissenschaftliche Klasse.

### Veröffentlichte Arbeiten:

(Die hinter dem Titel in Klammern stehenden Zahlen bezeichnen Jahrgang und Nummer der Sitzungsberichte.)

- ARNOLD, JULIUS. Über feinere Strukturen und die Anordnung des Glykogens in den Muskelfaserarten des Warmblüterherzens. (1909, 1.) 34 S. mit zwei kol. Tafeln. 2,— Mk.
- Über Nierenstruktur und Nierenglykogen. (1910, 10.) 24 S. mit einer Tafel. 1,20 Mk.
- Über die Resorption „vitaler“ Farbstoffe im Magen und Darmkanal. (1911, 14.) 20 S. mit 1 Tafel. 1,— Mk.
- BAHR, EVA v., und J. KOENIGSBERGER. Über die Farbe anorganischer Salze und die Berechnung der schwingenden Teile. (1911, 26.) 26 Seiten mit 4 Textfiguren. 1,— Mk.
- BECKER, A. Über die Abhängigkeit der Kathodenstrahlabsorption von der Strahlgeschwindigkeit. (1910, 19.) 16 S. —,60 Mk.
- Über die Diffusion leuchtender Metaldämpfe in Flammen und über die Lichtemissionszentren dieser Dämpfe. I. Teil. Meßmethode und deren Theorie. (1911, 7.) 20 S. mit 3 Abbildungen. —,75 Mk.
- und H. BAERWALD. Zur Kenntnis der Elektrizitätsträger in Gasen: Über die durch Kathodenstrahlen erzeugten Elektrizitätsträger. (1909, 4.) 27 S. mit 9 Abbildungen. 1,— Mk.
- BEST, FRANZ, und O. COHNHEIM. Zur Physiologie und Pathologie der Magenverdauung. (1910, 23.) 12 S. —,50 Mk.
- BOEHM, KARL. Axiome der Arithmetik. (1911, 13.) 11 S. —,40 Mk.
- BUDDENBROCK, W. v. Untersuchungen über die Schwimmbewegungen und die Statocysten der Gattung Pecten. (1911, 28.) 24 S. mit 9 Textfiguren. —,80 Mk.
- CAAN, ALBERT. Über Radioaktivität menschlicher Organe. (1911, 5.) 44 S. mit 5 Abbildungen und 1 Tafel. 1,50 Mk.
- CANTOR, MORITZ. Karl Wilhelm Feuerbach. (1910, 25.) 18 S. —,75 Mk.
- COHNHEIM, OTTO. Zur Frage der Eiweißresorption III. (1911, 30.) 7 S. —,40 Mk.
- Über den Gaswechsel von Tieren mit glatter und quergestreifter Muskulatur. (1911, 31.) 17 S. —,70 Mk.
- und DIMITRI PLETNEW. Über den Gaswechsel der glatten Muskeln. (1910, 22.) 18 S. —,70 Mk.
- und GG. MODRAKOWSKI. Zur Wirkung von Morphinum und Opiumpräparaten (Pantopon) auf den Verdauungskanal. (1911, 6.) 18 S. —,75 Mk.
- und J. VON UEXKÜLL. Die Dauerkontraktion der glatten Muskeln. (1911, 32.) 9 S. —,40 Mk.
- CURTJUS, THEODOR, und HARTWIG FRANZEN. Aldehyde aus grünen Pflanzenteilen. 1. Mitteilung: Über  $\alpha$ ,  $\beta$ -Hexylenaldehyd. (1910, 20.) 13 S. —,60 Mk.
- DECHEND, H. v., und W. HAMMER. Über Kanalstrahlen. (1910, 21.) 30 S. 1,20 Mk.
- DITTRICH, M., u. W. EITEL. Über Verbesserungen der Ludwig-Sipöczschen Wasserbestimmungsmethode in Silikaten. (1911, 21.) 11 S. mit 1 Abbildung. —,50 Mk.



Sitzungsberichte  
der Heidelberger Akademie der Wissenschaften  
Stiftung Heinrich Lanz  
Mathematisch-naturwissenschaftliche Klasse

===== Jahrgang 1911. 38. Abhandlung. =====

15.

## Zur Lehre der Lokalisation in der Großhirnrinde des Kaninchens

I. Teil

Völlige Isolierung der Hirnrinde beim neu-  
geborenen Tiere

Von

Franz Nissl

in Heidelberg

Eingegangen am 4. November 1911



Heidelberg 1911

Carl Winter's Universitätsbuchhandlung

Verlags-Nr. 715.

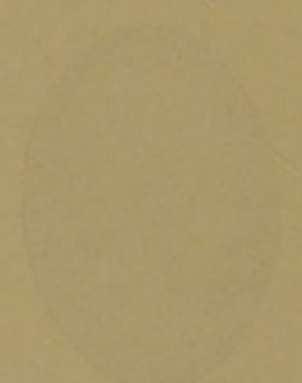


Die Kunst der  
Färberei  
von  
Johann Baptist  
Fuchs

Erster Theil  
der Färberei  
des Wollens

Leipzig  
Verlag von  
C. F. Winter

1825  
Preis  
1 Thaler 10 Sgr.



Verlag von  
C. F. Winter

Diese Untersuchungen knüpfen an die Sätze an, die ich 1897 ausgesprochen habe: „Die Rinde sei kein einheitlicher nervöser Organteil, sondern ein Komplex von Organteilen mit verschiedenem Bau. Der Charakter dieses Komplexes anatomisch verschiedenwertiger Organteile komme äußerlich zum Ausdruck in einem Bau von anatomisch verschiedenwertigen Schichten. Zu einem kleinen Teil bestehen die einzelnen Schichten aus Zellen derselben Art, in der Regel aber ist die einzelne Schicht ihrerseits hinwieder ein Komplex von Zellen verschiedener Bauart.“ Des weiteren unterschied ich wesentliche örtliche Bauverschiedenheiten, bei denen der Baucharakter einer Rindenörtlichkeit ein anderer geworden ist, d. h. solche, bei denen Nervenzellen einer andern Art auftreten, und unwesentliche örtliche Verschiedenheiten.<sup>1)</sup> Als Beispiel für wesentlich örtliche Bauunterschiede führte ich die Rinde des parietalen Abhangs der vorderen Zentralwindung des Menschen an, welche sich in der Mitte der *fissura Rolandi* scharf von der Rinde des frontalen Abhangs der hinteren Zentralwindung unterscheidet. In einer Arbeit von R. VOGT findet sich eine von mir geschriebene Bemerkung<sup>2)</sup>, in der ich darauf hinwies, daß solche Übergänge von einem Endtypus in einen andern auch beim Kaninchen zu erkennen sind.

Seitdem hat sich BRODMANN eingehend mit der Cytoarchitektonik der Hirnrinde beschäftigt. In seiner 1909 erschienenen „Vergleichenden Lokalisationslehre der Großhirnrinde“ findet man auch eine Hirnkarte des Kaninchengehirns. In einem jüngst herausgegebenen Atlas des Kaninchengehirns von WINKLER und POTTER<sup>3)</sup> ist die BRODMANN'sche Hirnkarte die Grundlage für die Darstellung der Großhirnrinde. Wenn auch die Abbildungen der Cytoarchitektonik der Rinde schematisch gehalten sind, so sind

<sup>1)</sup> *Archiv für Psychiatrie*, Bd. 29, Seite 1025.

<sup>2)</sup> *Monatsschrift für Psych. u. Neurologie*, 1901, Seite 279.

<sup>3)</sup> An anatomical guide to experimental researches on the rabbit's brain. Amsterdam 1911. (Zu beziehen durch Carl Winter's Universitätsbuchhandlung in Heidelberg.)



die Tafeln von WINKLER und POTTER doch ein ausgezeichnetes Hilfsmittel zur gegenseitigen Verständigung. Die genaue Feststellung irgendeiner Stelle in der Hirnrinde des Kaninchens ist erst durch die Hirnkarte BRODMANNS ermöglicht worden und wird durch den Hinweis auf den Atlas von WINKLER und POTTER noch wesentlich erleichtert. Ich werde mich daher in folgendem immer wieder auf das Tafelwerk von WINKLER und POTTER beziehen, und der Einfachheit halber mich derselben Figurenbezeichnungen bedienen. Damit aber ist nicht gesagt, daß ich die Auffassungen WINKLERS und POTTERS immer teile.

1907 setzte ich den Anlaß zu den folgenden Untersuchungen auseinander: „Zu den unaufgeklärtesten Fragen der pathologischen Anatomie der Hirnrindenerkrankungen gehört auch die Erfahrung, daß die heute nachweisbaren krankhaften Rindenveränderungen nicht selten bestimmte Schichten der Großhirnrinde bevorzugen. Nur zu einem kleinen Teile hängt diese Lokalisation der krankhaften Veränderung in bestimmten Schichten mit der Anordnung der Rindengefäße zusammen; für den weitaus größten Teil dieser Lokalisation fehlt uns jegliches Verständnis; wir wissen nicht, ob einer solchen Lokalisation eine wesentliche Bedeutung für den krankhaften Prozeß zukommt. Es ist klar, daß diese Frage innig mit der Frage nach der Bedeutung der Großhirnrindenschichtung überhaupt zusammenhängt. . . . Nach der derzeitigen Sachlage kann die Frage nach der Bedeutung der Großhirnrindenschichtung nur vom anatomischen Gesichtspunkte aus in Angriff genommen werden; d. h. die Fragestellung kann nur lauten: welche anatomischen Zusammenhänge besitzen die einzelnen Schichten der Großhirnrinde? . . . Es war folgende Prämisse von v. MONAKOW gegeben: Die Hirnrinde besteht aus landkartenartig abgegrenzten Arealen, welche mit bestimmten Thalamuskernen direkt verknüpft sind . . . etc.“<sup>4)</sup>

Von dieser Voraussetzung ausgehend liegt die Frage nahe: Hängt beispielsweise das corpus geniculatum externum mit dem Gesamtquerschnitt der mit diesem Thalamusabschnitt direkt verbundenen Rindenzone im Hinterhauptshirn zusammen oder nur mit einer oder mit mehreren Schichten derselben? Ich formuliere die Fragestellung daher folgendermaßen: Stellt der Schichtenbau der Rinde einen Komplex von Rindenorganteilen dar, die zwar untereinander verknüpft, an sich aber doch

<sup>4)</sup> *Monatsschrift für Psychiatrie u. Neurol.*, Bd. XXIII, Seite 186.



bis zu einem gewissen Grade voneinander unabhängig sind, oder sind die einzelnen Schichten der Hirnrinde so innig und so vollständig miteinander verlötet, daß **immer nur der Gesamtquerschnitt** der Hirnrinde der anatomische Ausdruck für das Organ ist?

Die Physiologie und Pathologie kennt landkartenartig umschriebene Rindenfelder mit verschiedenen Funktionen. Auf der andern Seite versuchen die Hirnkarten BRODMANNS verschieden gebaute Hirnrindenfelder auf der Hirnoberfläche topographisch-anatomisch voneinander abzugrenzen. Allerdings kann heute von einer genauen Übereinstimmung zwischen der Lokalisationslehre aus den Ergebnissen der Physiologie und Pathologie und anderseits zwischen den topographisch-anatomischen Hirnkarten BRODMANNS noch nicht gesprochen werden; immerhin aber scheinen sich doch bei vereinzelt Feldern die Anschauungen der physiologischen und anatomischen Lokalisation vereinigen zu lassen. Von diesem Gesichtspunkte aus würden wir die Frage so zu stellen haben: bestehen die der reflektorischen Einstellung der Augen nach der Lichtquelle dienenden Rindenapparate, die durch die Projektion der Retinareize im Raume gefordert werden<sup>5)</sup>, nur aus einer oder aus mehreren Schichten der area striata BRODMANNS oder ist der Gesamtquerschnitt dieses Rindenfeldes daran beteiligt? Ist es der Gesamtquerschnitt des von BRODMANN anatomisch umgrenzten Rindenfeldes der elektromotorischen Zone oder ist es nur eine oder mehrere Schichten dieses Feldes, welche das bewirken, was zur Bezeichnung der elektromotorischen Zone geführt hat?

In der Literatur wurde wohl immer wieder die Frage nach der Bedeutung der einzelnen Rindenschichten erörtert<sup>6)</sup>, aber größere experimentelle Untersuchungen<sup>7)</sup>, die die Beantwortung der gestellten Frage zum Ziele haben, liegen meines Wissens nicht vor.

Immerhin aber finden sich in den Arbeiten v. MONAKOWS bereits die Anfänge, auf experimentellem Wege dieser Frage näher zu treten. Nachdem v. MONAKOW in einer Reihe glänzender

<sup>5)</sup> v. MONAKOW, *Über Lokalisation der Hirnfunktionen*, 1910, Seite 25.

<sup>6)</sup> Ich gehe hier auf die vielen diesbezüglichen Angaben in der Literatur nicht ein.

<sup>7)</sup> Auch Untersuchungen, wie z. B. die Arbeit BERGERS, an Hunden und Katzen angestellt (*Arch. f. Psych.*, Bd. 33, Seite 521), sollen hier unerörtert bleiben.



Untersuchungen dargetan<sup>8)</sup> hatte, daß nach Exstirpation umschriebener Hirnrindenpartien Thalamuskern isoliert zur Atrophie gelangen, schlug er zur Prüfung der Richtigkeit dieser Feststellungen den entgegengesetzten Weg ein. Statt Rindenpartien abzutragen, zerstörte er die Verbindung derselben mit der Peripherie innerhalb einer Hemisphäre. Obschon v. MONAKOW nach seiner Erklärung eine Reihe solcher Versuche anstellte, finde ich bezüglich der Kaninchenrinde nur eine einzige Mitteilung, die aber um so bedeutsamer ist, als dieselbe im wesentlichen im Einklang mit den Ergebnissen meiner Versuche steht. Ich lasse den zusammenfassenden Befund hier wörtlich folgen: „... Bei einem neugeborenen Kaninchen wurde derjenige Teil der hinteren inneren Kapsel zerstört, in welchem die GRATIOLET'schen Fasern mutmaßlich zu suchen sind. . . . Der gesamte Occipitallappen der operierten Seite zeigte eine allgemeine Reduktion. Der Markkörper war hochgradig geschwunden, aber auch die Rinde zeigte sich auffallend schmal. Studierte man mit stärkeren Vergrößerungen die histologischen Verhältnisse in der Sehsphäre, so zeigte es sich, daß die verschiedenen Schichten der Rinde von der Atrophie in ganz variabler Weise betroffen waren. Die ersten beiden Schichten waren beiderseits völlig gleich gut entwickelt. Die dritte Schicht hingegen mit der breiten Körnerzone und den solitären Riesenpyramidenzellen erschien ganz erheblich reduziert und waren die letztgenannten Elemente nirgends aufzufinden. Die vierte Schicht zeigte wiederum wenig Abnormes, während die fünfte einen deutlichen Ausfall an Ganglienzellen und einen bedeutenden Schwund der Nervenetze und grauer Grundsubstanz darbot. Die Markleiste war hochgradig geschwunden und bestand lediglich aus Assoziationsfasern . . . es ist der Schluß berechtigt, daß die Elemente der dritten und fünften Rindenschicht es sind, in welche die Projektionsfasern der primären Optikuszentren sich ergießen.“<sup>9)</sup> v. MONAKOW hat diesen Versuch bald nach seiner ersten Mitteilung ausführlicher und mit Abbildungen der betreffenden Rinden veröffentlicht.<sup>10)</sup> Analoge Versuche hat v. MONAKOW meines Wissens nur noch bei Katzen<sup>11)</sup> publiziert.

<sup>8)</sup> *Arch. f. Psych.*, Bd. 12, Seite 141 u. 535.

<sup>9)</sup> *Neurol. Zentralbl.*, II, Seite 508.

<sup>10)</sup> *Arch. f. Psych.*, Bd. 14, Seite 713. Auch die Bemerkung unter 4, *Arch. f. Psych.*, Bd. 20, Seite 777, scheint sich auf diesen Versuch zu beziehen.

<sup>11)</sup> *Neurol. Zentralbl.*, II, Seite 509. (Durchtrennung der Pyramidenbahn in der inneren Kapsel — Schwund der Riesenpyramiden [BETZ'sche Zellen])



Zwei Jahre später (1885) sprach sich v. GUDDEN in folgenden Worten über unsere Frage aus: „Für die Methode fernerer Untersuchungen lag es nahe, daran zu denken, ob es nicht möglich sei, ohne oder doch mit möglichst geringer Verletzung der Hirnrinde die von ihr abhängigen Bahnen und Zentren anzugreifen und nach ihrer Zerstörung den Erfolg in der Hirnrinde aufzusuchen. Anfänge in dieser Richtung habe ich schon vor Jahren gemacht. . . . ich versuchte durch das Foramen opticum in die innere Kapsel einzudringen und zwar zunächst . . . in die Pyramidenbahn . . . Bei einem Kaninchen, bei dem nur ein ganz kleiner Rest der Pyramidenbahn sich erhalten zeigte, fand sich in der Hirnrinde eine fast völlige Atrophie der großen Pyramidenzellen ohne nachweisbare Beteiligung der anderen Zellenformationen. Einen ähnlichen Befund beschreibt v. MONAKOW . . . Der merkwürdige Befund regt den Gedanken an, ob nicht an die verschiedenen Zellenlagen sich verschiedene Funktionen binden.“<sup>12</sup> In den Einzelheiten der Rindenbefunde bei den so-

und unbedeutender Ausfall in den Nervennetzen der fünften Schicht der motorischen Rindenregion; irre ich mich nicht, so findet sich die Abbildung zu diesem Versuch in v. MONAKOWS Gehirnpathologie, 2. Auflage, 1905, Seite 391.) Im 27. Bande des *Arch. f. Psych.* (Separatabdruck Seite 71) finde ich unter „IV. Versuch“ folgende Angabe: „Im gesamten Bereiche des Markkörperschwundes war auch die Rinde (namentlich des Gyr. sigmoid) bedeutend atrophisch und fehlten hier die großen Pyramidenkörper der dritten Schicht radikal.“ In einer Randbemerkung zu letzterem Satze erklärt v. M., daß er über die feineren sekundären Veränderungen der Rinde an einem anderen Orte berichten werde.

<sup>12)</sup> *Gesammelte und hinterlassene Abhandlungen*, Seite 210. v. GUDDEN erwähnt an dieser Stelle, daß sich „die zahlreichsten und größten Pyramidenzellen in der Region des Stirnhirns befinden“ und fährt dann unmittelbar fort: „ich muß aber gleich bemerken, was allerdings noch nicht entscheidend ist, daß in einem Hundegehirn, bei dem die Pyramidenbahn durch einen Eingriff in das Stirnhirn (Zeichnung) ganz und gar zugrunde gegangen war, die großen Pyramidenzellen sich zum Teil noch wohl erhalten fanden“. Die von GUDDEN erwähnte Zeichnung, die er in seinem Vortrag auch demonstriert hat, findet sich leider nicht in seinen hinterlassenen Abhandlungen. Ich erinnere mich noch sehr gut an die diesbezüglichen Präparate, allein ich konnte mich damals nicht in GUDDENS Carminpräparaten genügend zurechtfinden. Ich hatte aber den bestimmten Eindruck, daß der Zellausfall gegenüber der gesunden Seite doch ein recht erheblicher war. Wenn v. GUDDEN hier von dem Gedanken spricht, ob nicht an die verschiedenen Zellenlagen sich verschiedene Funktionen binden, so hatte er hierbei wesentlich andere Vorstellungen im Auge als diejenigen, die v. MONAKOW mit seinem Befunde verknüpfte.



eben erwähnten Kaninchenversuchen ist zwar manches angreifbar; es sind aber keine Beobachtungsfehler der beiden Forscher, die der Kritik unterliegen, sondern verantwortlich zu machen ist die Carminmethode, mit deren Hilfe sie ihre damaligen Befunde erhoben haben. Jedenfalls möchte ich mit allem Nachdruck hervorheben, daß v. MONAKOW bereits anfangs der achtziger Jahre auf die Beziehungen zwischen den Projektionsfasern und den einzelnen Schichten der Hirnrinde geachtet und zielbewußt in diesem Sinne experimentiert hat.

Noch zu erwähnen sind an dieser Stelle die Untersuchungen von PROBST<sup>13</sup>, welcher bei erwachsenen Hunden und Katzen ohne nennenswerte Läsion der Großhirnrinde isolierte Verletzungen im Sehhügel hervorrief, um die von den verletzten Sehhügelkernen nach der Rinde, bzw. die von der letzteren nach den zerstörten Thalamusabschnitten ziehenden Nervenfasern zu verfolgen. Da PROBST sich hierbei des MARCHI'schen Verfahrens bediente, konnten seine Präparate nicht Aufschluß über das Verhalten der Nervenzellen in den verschiedenen Schichten der Rinde geben. Wohl hat PROBST versucht, seine Schnitte mit Thionin oder Toluidinblau nachzufärben — gelegentlich spricht er auch über Beobachtungen an Nervenzellen —, aber er selbst hat richtig hervorgehoben<sup>14</sup>), daß die Vorbehandlung der Gehirne nach der MARCHI'schen Methode eine brauchbare Darstellung der Nervenzellen nicht ergibt.

Es erscheint vielleicht befremdlich, für das Studium der Lokalisationsverhältnisse in der Großhirnrinde ein so niederstehendes Tier wie das Kaninchen zu benützen, das selbst nach der Totalexstirpation einer Großhirnhemisphäre für die Betrachtung kaum einen in die Augen fallenden Unterschied gegenüber dem nicht operierten Tier bietet. Allein es kann nach meinem Dafürhalten die Lösung der gestellten Frage zunächst nur auf experimentell-anatomischem Wege angestrebt werden. Fürs erste handelt es sich darum, allgemeine Gesichtspunkte zu gewinnen, welche die anatomischen Beziehungen der Schichtenanordnung der Säugetierhirnrinde zum Gegenstande haben. Bei einer derartigen prinzipiellen Feststellung spielt der Umstand, daß

<sup>13</sup>) *Deutsche Zeitschrift für Nervenheilkunde*, Bd. 13, Seite 384; Bd. 17, Seite 141. *Arch. f. Psych.*, Bd. 33, Seite 1 u. 721. *Monatsschrift für Psych. u. Neurologie*, VII, Seite 387.

<sup>14</sup>) *Deutsche Zeitschrift für Nervenheilkunde*, Bd. 13, Seite 393.



die Nager relativ tiefstehende Tiere sind, keine wesentliche Rolle. Aber auch aus rein praktischen Gesichtspunkten fiel die Wahl auf das Kaninchen. Bei einer Untersuchung, bei welcher Hekatomben von Tieren nötig sind und erst die Untersuchungsmethodik gefunden werden muß, wäre es nicht zweckmäßig gewesen, die Versuche an höherstehenden Tieren zu beginnen. Dazu kommt noch der günstige Umstand, daß das Kaninchen neben einer wohlgeschichteten Hirnrinde eine glatte Hirnoberfläche besitzt.

Ich beabsichtigte zunächst die Versuche an erwachsenen Tieren anzustellen. Die von mir 1894 angegebene Methode<sup>15)</sup> zur Feststellung der Lokalisation der Nervenzellen sollte auch für die nervösen Zellen der Hirnrinde benutzt werden. Unter Berücksichtigung der oben genannten Feststellungen von v. MONAKOW suchte ich unter möglichster Schonung der Rinde bestimmte Thalamuskern<sup>16)</sup> zu zerstören. Allein die Verletzungen im Thalamus waren entweder unbedeutend und unrein (d. h. es wurden verschiedene aneinanderstoßende Kerne ein wenig lädiert), oder die Tiere gingen vor der notwendigen Zeit zugrunde. Da ich bei Versuchen, in denen beim erwachsenen Tier die innere Kapsel intracraniell durchtrennt wurde, nicht genügend klare Ergebnisse erhielt, versuchte ich mit Hilfe der GUDDEN'schen Methode beim neugeborenen Tier zum Ziele zu gelangen. Diese Versuche sollten gleichzeitig auch zur Beantwortung der Frage dienen, in welcher Weise sich die beim neugeborenen Tier noch unentwickelte Rinde verhält, wenn sie von allen übrigen Teilen des Zentralorgans völlig losgelöst, mit anderen Worten, wenn es ihr unmöglich gemacht wird, jemals in Tätigkeit zu treten. Nachdem ich 1907, allerdings auf der Grundlage von nur zwei Schnittserien so operierter Tiere (bei denen die Isolierung übrigens nicht vollständig gelungen war), wichtige Ergebnisse<sup>17)</sup> feststellen konnte, habe ich dieselben experimentellen Angriffe auch gegen das erwachsene Tier gerichtet. Es ist mir aber nicht gelungen, auch nur ein einziges Tier genügend lange Zeit am Leben zu erhalten. Versuche, den technisch leicht zu isolierenden Stirnlappen beim erwachsenen Tier intracraniell vom übrigen Hirn und vom Bulbus olfactorius abzutrennen, führten zu einer mehr

<sup>15)</sup> *Zentralblatt für Nervenheilkunde und Psychiatrie*, Juliheft 1894.

<sup>16)</sup> PROBST hat mit gutem Erfolge kleine Zerstörungen bei Hunden und Katzen mit seiner Hackenkanüle zustande gebracht. *Deutsche Zeitschrift für Nervenheilkunde*, Bd. 17, Seite 147.

<sup>17)</sup> *Monatsschrift f. Psych. u. Neurologie*, Bd. XXIII, Seite 186.



oder weniger vollständigen histopathologisch eigenartigen Nekrose des isolierten Stirnlappens, so daß diese Präparate für den beabsichtigten Zweck sich nicht als brauchbar erwiesen.

Die erwähnten Durchtrennungen der inneren Kapsel beim erwachsenen Tier ergaben zwar positive Ergebnisse; allein man muß schon die Immersionslinse zum Nachweis der Zellveränderungen in der Rinde benutzen. Es scheint mir eine wichtige Tatsache zu sein, daß diese Zellveränderungen durchaus nicht so offensichtlich sind, als diejenigen, die sich in andern Zentralteilen nach Durchtrennung der entsprechenden Fasern entwickeln. Es ist dies besonders deshalb auffallend, weil die Rindenzellen auf andere Schädlichkeiten (Gifte, Traumen, die die Rindensubstanz treffen, etc.) ungemein deutlich reagieren. Ebenso ist bemerkenswert, daß nach Kapseldurchtrennungen sich auch nicht die erwarteten starken Gliazellreaktionen vorfanden. Bei der Untersuchung der Rinde von erwachsenen Tieren, denen die innere Kapsel durchschnitten wurde, ist darauf zu achten, daß man nicht von Rindenstellen, die nahe an der Durchschneidungsstelle liegen, ausgeht. An solchen Stellen spielen die rein traumatischen Einflüsse die ausschlaggebende Rolle. Überhaupt darf man nicht übersehen, daß die Entfernung der Durchschneidungsstelle der Kapselfasern von der zu untersuchenden Rindenörtlichkeit berücksichtigt werden muß. Je weiter diese Rindenörtlichkeit von der Durchschneidungsstelle entfernt ist, um so weniger offensichtlich sind die Zellveränderungen. Ich habe in dieser Hinsicht analoge Beobachtungen auch bei peripheren Fasern gemacht. Auch die zeitlichen Verhältnisse sind im einzelnen Falle zu berücksichtigen. Es ist übrigens nicht auszuschließen, daß speziell für die Feststellungen der Rindenzellveränderungen nach der Durchschneidung der inneren Kapsel der von mir gewählte Zeitabschnitt von 13—17 Tagen nicht genügt, und daß eine längere Frist die Zellveränderungen viel deutlicher machen würde. Systematische Versuche nach dieser Richtung habe ich nicht gemacht.

Wie dem auch sei, darüber besteht nach meinen bisherigen Versuchen wohl nicht der geringste Zweifel, daß die Rindenergebnisse nach Kapseldurchtrennungen beim erwachsenen Tier im Hinblick auf ihre Deutlichkeit nicht zu vergleichen sind mit den Befunden nach Eingriffen beim neugeborenen Tiere. Beim Absuchen der Rinde mit der Immersionslinse ist es nicht ganz leicht,



ein vollkommen klares Bild von der Ausbreitung der Zellveränderungen in den einzelnen Schichten zu gewinnen. Immerhin glaube ich, so viel sagen zu dürfen, daß die mit der Immersionslinse gewonnenen Ergebnisse nach Kapseldurchtrennung beim erwachsenen Tier mit den entsprechenden Befunden beim neugeborenen Tier sehr wohl in Einklang stehen.

Es dürfte von Interesse sein, zwei Rindenbilder nebeneinander zu stellen, die von einem Tiere (u 68) stammen, dem im erwachsenen Zustand am 1. September 1907 die innere Kapsel durchtrennt, und das am 19. September getötet wurde. Die Rinde selbst erhielt nur eine kleine glatte Schnittwunde; das Messer drang aber in den Thalamus ein und vernichtete den einen Thalamus mit Ausnahme der medialsten hintersten Partien vollständig. Die beiden Figuren 1 und 2<sup>17a)</sup> stammen aus der area 17 (W. u. P., Taf. XIV).

<sup>17a)</sup> Bezüglich der Fig. 1 und 2 bemerke ich, daß dieselben in gleicher Weise aufgenommen wurden wie die Fig. 8—38. Siehe Randbemerkung 26.

Zu den Figuren bemerke ich folgendes. Ich wünschte, daß die Diapositive der Fig. 1, 2, 8—19 und 22—39 nach demselben Verfahren reproduziert werden wie die mir als Muster dienenden Textfiguren in der zitierten Arbeit BRODMANNs, während die Fig. 3—7 und 20 und 21 nach dem Rasterverfahren wiedergegeben werden sollten. Nach Herstellung der Clichés aber zeigte sich, daß die Wiedergabe der Photographien mittels der Strichätzung sehr ungleich ausgefallen war. Außerdem waren die Clichés überarbeitet worden. Bei dem Vergleich meiner Photographien mit den Reproduktionen zeigte sich, daß der Stichel des Arbeiters an allen Bildern bald mehr, bald weniger nachgeholfen hatte, um nicht gut zur Darstellung gelangte Stellen zu ergänzen. Diese Ergänzungen waren meist frei erfunden. Wiedergaben mit groben Ungenauigkeiten wurden zwei- und dreimal neuhergestellt, ohne daß das Resultat durchweg ein befriedigendes war. Da sich die Herstellung der Clichés immer mehr in die Länge zog, schlug mir der Wintersche Verlag vor, zum Rasterverfahren Zuflucht zu nehmen. Die gänzlich unbrauchbaren mit der Strichätzung hergestellten Reproduktionen wurden auf diese Weise ersetzt; einzelne andere durch Nachätzung brauchbarer gemacht. So kommt es, daß zusammengehörige Figuren, wie z. B. Fig. 1 und 2, nach verschiedenen Verfahren, und zwar nicht zum Vorteil der Figuren hergestellt sind. Die Nachätzung der Clichés hat sich in Fig. 2 und namentlich in Fig. 12 dadurch bemerkbar gemacht, daß die zelligen Elemente um ein Minimum kleiner sind als auf der Originalplatte.

Wenn ich auch zugebe, daß gute mit Hilfe der Strichätzung hergestellte Reproduktionen, wie z. B. Fig. 16 oder Fig. 33 usw., besser den Charakter des mikroskopischen Präparates wiedergeben als die Rasterätzung, so werde ich doch nach den gemachten Erfahrungen im II. Teile dieser Arbeit auf die Strichätzung verzichten. Da es mir darauf ankam, die zusammengehörigen Figuren direkt vergleichbar in den Text zu stellen, konnten Lücken im Texte leider nicht vermieden werden.



Fig. 1 ist der normalen, Fig. 2 der operierten Seite entnommen. Auf den ersten Blick scheinen die Elemente in Fig. 2 viel kleiner zu sein als in Fig. 1; allein es ist hier in der Beurteilung der Größenverhältnisse große Vorsicht geboten, da es ganz ausgeschlossen ist, vollkommen identische Stellen zur Wiedergabe auszusuchen. Mit Hilfe der Immersionslinse läßt sich aber feststellen, daß ein großer Teil der großen Zellen in Schicht V und die Zellen in den äußeren Lagen der Schicht VI verändert sind. Zwar kann man auch in den übrigen Schichten von Fig. 2 veränderte

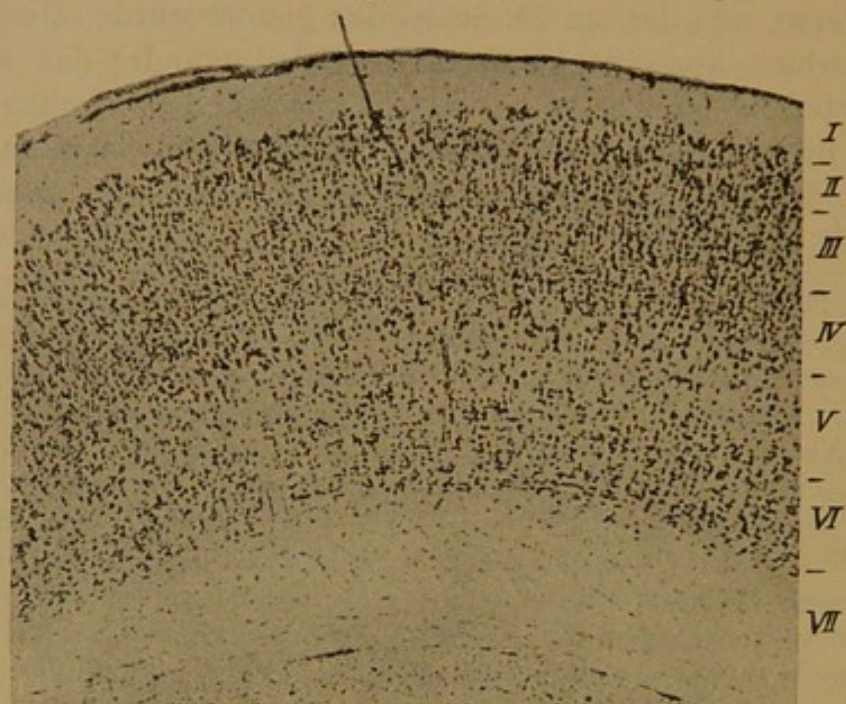


Fig. 1. area 17 (Taf. XIV), Tier u 68.

Zellen auffinden, aber diese sind nur sporadisch anzutreffen. Hier kommt es mir nur darauf an, zu zeigen, daß der Unterschied zwischen dem im erwachsenen und dem im neugeborenen Zustande operierten Tier ohne weiteres in die Augen springt, wie der Vergleich der Fig. 2 mit Fig. 17, die auch der area 17 entnommen ist, zeigt. Man sieht übrigens in Fig. 2 den Erfolg der Durchtrennung der inneren Kapsel ohne weiteres aus der starken Vermehrung der Gliakerne im Mark (VII).

Wenn auch die Versuche am erwachsenen Tier für den vorliegenden Zweck sich weniger eignen, so soll damit nicht gesagt sein, daß sie für unsere Frage überhaupt nicht in Betracht kommen. Ganz im Gegenteil: für die Identifizierung der mit den einzelnen Thalamuskernen direkt verknüpften Rindenzellen dürften diese



Versuche unentbehrlich sein; aber bis zu dem Zeitpunkt, wo diese Spezialfrage mit Aussicht auf Erfolg zu bearbeiten ist, sind noch eine große Anzahl wichtiger Vorarbeiten zu erledigen.

Bei den derzeitigen Kenntnissen konnte kein Zweifel darüber bestehen, daß für unseren Zweck der Angriff auf das neugeborene Tier die zweckmäßige Versuchsanordnung war.

Ich beabsichtige hier nicht, die Versuchsprotokolle ausführlich wiederzugeben. Auch auf spezielle histologische und histopathologische Einzelheiten will ich an dieser Stelle nicht ein-



Fig. 2. Wie Fig. 1, aber operierte Seite. Innere Kapsel beim erwachsenen Tier durchschnitten.

gehen.<sup>18)</sup> Nur insoweit will ich aus meinen Versuchsreihen deren Ergebnisse mitteilen, als ihre Kenntnis die Voraussetzungen für die Schlußfolgerungen sind, die ich ziehen werde. In dem 1. Teile dieser Untersuchungen soll über die Versuchsreihe berichtet werden, die über jene Schichten Aufschluß geben soll, welche am innigsten mit dem übrigen Zentralorgan verknüpft sind. In einem demnächst erscheinenden weiteren Teile werden die Beziehungen zwischen der Kaninchenhirnrinde und dem Zwischenhirn erörtert.

<sup>18)</sup> Die ausführliche Mitteilung meiner Versuchsprotokolle, insbesondere der histologischen und histopathologischen Ergebnisse, gedenke ich in den histologischen und histopathologischen Arbeiten von NISSL und ALZHEIMER zu veröffentlichen.



Beim soeben geborenen Tiere wurden intracraniell unter möglicher Erhaltung der Blutzufuhr sämtliche nervösen Verbindungen einer Hemisphäre mit der andern Hemisphäre, dem Thalamus, Hypothalamus und dem Bulbus olfactorius durchschnitten, so daß die Rinde einer Hemisphäre völlig isoliert, aber durch Blutgefäße ernährt, im Cranium sich befindet.<sup>19</sup> Die

<sup>19</sup>) Das Operationsverfahren ist an Hand des Tafelwerkes von WINKLER und POTTER leicht zu schildern. Bei dem weitaus größeren Teil meiner Versuche wurde zuerst der Bulbus olfactorius der einen Seite intracraniell durchschnitten. Der zweite, genau in der Medianlinie intracraniell geführte Schnitt durchtrennt den Balken, das Ammonshorn und die Commissura fimbriae; die Messerschneide immer in der Mittellinie verbleibend, senkt sich in der Höhe der Taf. IX bis an die Basis und wird sodann bis nach vorne durchgezogen, wobei unter anderem auch die vordere Kommissur durchschnitten wird. Bei dem dritten, ebenfalls intracraniell geführten Schnitte dringt das Messer, dieses Mal mit nach außen gerichteter Schneide, in der Mittellinie (ungefähr zwischen Taf. VIII u. Taf. IX) bis zur Basis ein, worauf es zunächst parallel mit der Coronarnaht nach außen durchgezogen wird. Beim Globus pallidus (Siehe Gl. p. bei W. u. P., Taf. IX), angelangt, beschreibt das Messer einen ganz kurzen Bogen nach hinten und außen, um noch die hinteren Teile der inneren Kapsel zu durchtrennen. Bei diesem Operationsverfahren wird aber ein Teil der Konvexitätsrinde durch das eindringende Messer vernichtet (es entwickelt sich an dieser Stelle regelmäßig eine relativ große Blase). Um diesen Mißstand zu beseitigen, habe ich das geschilderte Operationsverfahren abgeändert. Die Abtrennung des Bulbus olf. erfolgt in derselben Weise. Ebenso werden dieselben Gebilde in der Mittellinie durchtrennt, aber diese Durchtrennung wurde nicht mit dem Messer, sondern mit einem spatelartigen dünnen Metallplättchen vorgenommen, dessen Ränder so ausgeschnitten sind, daß sie sich völlig den Krümmungen des vorderen Teiles der Hirnbasis anschmiegen und andererseits nach hinten den Balken und das Ammonshorn durchtrennen. Dies Metallplättchen wird in der Mittellinie vorne eingeschoben und an der Basis nach hinten weitergeführt. (Die entsprechende Krümmung seiner Ränder, die sich der Konfiguration der Hirnbasis anschmiegt, verhindert, daß es zu weit nach hinten geschoben werden kann.) Dieses in der Mittellinie eingeführte Metallplättchen bleibt während des 3. Teiles der Operation im Schädel in der Mitte zwischen den beiden Hemisphären liegen. Der 3. Teil der Operation bestand darin, daß ich nicht, wie es vorher geschildert wurde, von der Konvexität aus, sondern ungefähr in der Ebene von Taf. IX etwas unterhalb der F. Rh. (fissura rhinalis) in das Gehirn eindrang, die Spitze des Messerchens (abgerundet und ohne Schneide!) in dorsomedialer Richtung bis zum Metallplättchen vorschob und es nun an dem Metallplättchen entlang bis zur Basis durchzog. (So wurde verhütet, daß ich bei den kleinen Dimensionen des Gehirns von Neugeborenen nicht die andere Hirnhälfte mit verletzte.) Das Messerchen wurde sodann ein wenig zurückgezogen, dann so gedreht, daß die Schneide nach hinten und etwas ventralwärts gerichtet war. In einem leichten Kreisbogen von innen oben und vorne



Tiere wurden teils halberwachsen, teils in erwachsenem Zustande, einige erst zwei und drei Jahre nach der Operation getötet.

Das Ergebnis dieser Versuchsreihe<sup>20)</sup> läßt sich dahin zusammenfassen, daß die beim neugeborenen Tiere noch nicht vollständig entwickelte Hirnrinde sich zwar in allen ihren Schichten weiterentwickelt, obwohl sie niemals funktionieren kann, und daß sie in diesem Zustand verharret. Aber die Weiterentwicklung der Schichten ist eine ungleiche.

Die folgenden fünf Bilder<sup>21)</sup> sollen zeigen, daß die Entwicklung der einzelnen Schichten nicht in gleicher Weise sich vollendet.

Fig. 3 ist ein Frontalschnitt aus der Serie eines Kaninchens (u 33), das in der Nacht des 3. August 1907 geboren und am nächsten Morgen nach dem in der Anm. geschilderten ersten Verfahren operiert wurde. Das Tierchen wurde am 17. November 1907 getötet. Die Frontalebene entspricht nicht denjenigen auf den Tafeln WINKLERS und POTTERS, sondern ist viel stärker von hinten oben nach vorne unten geneigt, ungefähr eine Ebene, die von Taf. XV oben zur Basis von Taf. XI gelegt ist. Meine Bezeichnungen entsprechen auch hier den Tafeln WINKLERS und POTTERS.<sup>22)</sup>

Es sind natürlich nicht ohne weiteres die Stellen zwischen

nach außen unten und hinten wurden die übrigen Teile der inneren Kapsel durchtrennt.

Das letztere Operationsverfahren hat den großen Vorzug vor dem zuerst geschilderten, daß die ganze Konvexitätsrinde erhalten bleibt, resp. sich weiter entwickeln kann. Es hat aber den nicht minder großen Nachteil, daß nur vereinzelte Tiere die Operation überstehen. Erst die Schnittserien gaben Aufschluß, ob die Isolierung der Rinde gelungen ist. Ich besitze eine größere Anzahl von Gehirnen, bei denen die Rinde einer Hemisphäre nach dem zuerst geschilderten Verfahren isoliert wurde. Dagegen besitze ich trotz zahlreicher Versuche nach dem zweiten Verfahren nur ein einziges ganz gelungenes Gehirn, dessen Schnittserie allerdings sehr schön ist.

<sup>20)</sup> Vgl. *Monatsschrift f. Psychiatrie u. Neurologie*, Bd. XXIII, Seite 186.

<sup>21)</sup> Diese Bilder sind mit Zeiß-Planar 1:4,5 R. 10 cm bei 42 cm Objektivabstand aufgenommen.  $4\frac{1}{4}$ mal vergrößert.

<sup>22)</sup> Damit ist natürlich nicht gesagt, daß ich z. B. die BRODMANN'sche Feldereinteilung, die den Tafeln WINKLERS und POTTERS zugrunde gelegt ist, im einzelnen vollständig anerkenne. Doch kann ich an dieser Stelle hierauf nicht eingehen. Dasselbe gilt in noch erhöhtem Maße von der Umgrenzung und Benennung der Thalamuskern. Jedenfalls aber können wir uns an der Hand dieser Tafeln leicht gegenseitig verständigen.



rechter und linker Hemisphäre zu vergleichen, da die linke Hemisphäre in toto viel kleiner ist als die rechte. Dazu kommt noch, daß die im frischen Zustand blasig abgehobene linke Hemisphäre bei der Herausnahme des Gehirnes nach dem Abfließen des Liquors einsank. Infolgedessen zeigt die linke Hemisphäre vielfach Schieferschnitte und es erscheint deshalb die Rinde an vielen Stellen viel breiter als auf der rechten Seite. Der Thalamus links fehlt, wurde auch bei der Operation direkt verletzt. Die Regio innominata (W. u. P., Taf. XI, R. in.) und die Infundibulargegend

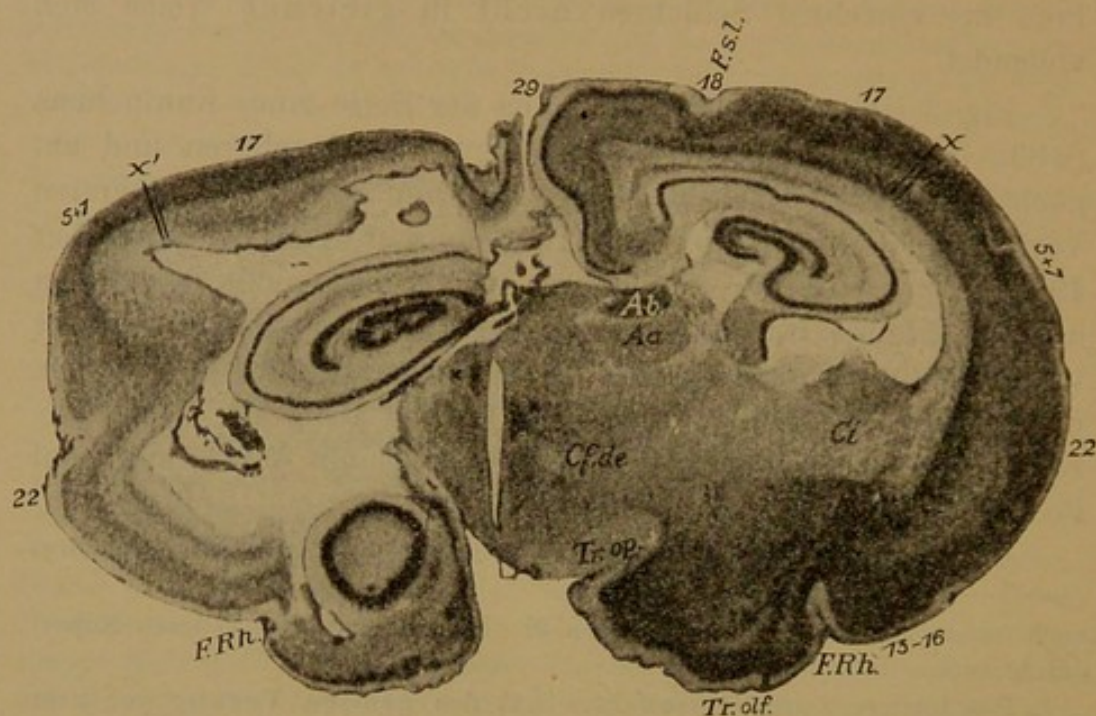


Fig. 3. Frontalschnitt des etwas über 3 Monate alten Tieres u33, bei dem nach der Geburt die eine Hemisphäre isoliert wurde.

(Taf. XI, Inf.) ist stark nach oben verschoben, wie das ohne weiteres aus der Stellung der beiden großen Nervenzellenkerne bei  $\times$  ersichtlich ist, die neben dem dritten Ventrikel sich befinden. Diese beiden Kerne  $\times$  liegen in der Norm stets auf gleichem Niveau. Die Säule (Cf. de) fehlt links.

Ich mache darauf aufmerksam, daß sich das Ammonshorn und die fascia dentata trotz völliger Isolierung der Hemisphäre prächtig entwickelt haben.

Der Lobus pyriformis und die Inselregion (BRODMANN, 13—16) zeigen Besonderheiten, auf die ich hier nicht eingehe. Der Tr. olf. fehlt links; ebenso der Tr. op.



Man erkennt aus dem Bilde ohne weiteres, daß sämtliche Schichten links vorhanden sind. Man vergleiche zum Beispiel den scharfen Übergang der area (18+) 17 in die area 29, der auch links sehr deutlich ist, ferner den Übergang von 17 + (5 + 7) in 22, welcher ebenfalls links deutlich zum Ausdruck kommt.

Speziell aber will ich zeigen, daß die äußeren Schichten der Konvexitätsrinde viel weniger in der Entwicklung zurückgeblieben sind, als die inneren Schichten. Man vergleiche x und x'. Der einfache Strich zeigt uns die in ihrer Entwicklung relativ wenig in Mitleidenschaft gezogenen äußeren Schichten, der doppelte Strich die stark in Mitleidenschaft gezogenen inneren Schichten. Man vergleiche insbesondere die innerste dunkle Schicht der rechten Seite mit derjenigen links.

Ich lasse nunmehr vier Bilder folgen, die der Serie jenes Tieres (1910/57) angehören, welches nach dem abgeänderten Verfahren operiert wurde. Man gewinnt aus den vier Bildern einigermaßen einen Einblick in die Art der Verletzungen. Das Tier wurde am 10. Dezember 1910 morgens geboren und nachmittags operiert. Am 28. Januar 1911 wurde es getötet. Die Schnittrichtung ist ungefähr die gleiche wie bei Fig. 3.

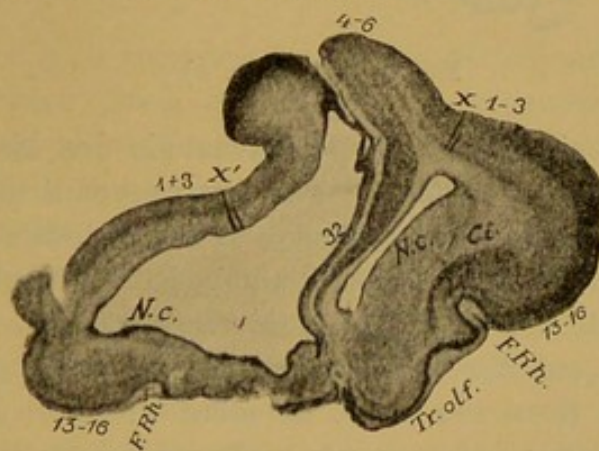


Fig. 4 und die folgenden Figg. 5, 6, 7 aus der Frontalserie des 50 Tage alten Tieres 1910/57, dem im neugeborenen Zustande die eine Hemisphäre mit Erhaltung der Konvexitätsrinde isoliert wurde.

Die Figur 4 entspricht ungefähr einer Ebene zwischen Taf. III und IV. Tr. olf. fehlt links. Infolge des starken Hydroceph. internus ist der Schnitt stark verzogen.

Wiederum ist deutlich erkennbar, daß sich zwar alle Schichten entwickelt haben, daß aber die äußeren Schichten (ein Strich bei x u. x') weniger in Mitleidenschaft gezogen sind als die inneren



(zwei Striche bei x u. x'). Insbesondere ist die innerste dunkle Schicht bei x' kaum erkennbar. Ventralwärts wird sie etwas deutlicher, erreicht aber nicht die Mächtigkeit wie rechts. (Leider ist das Präparat links etwas artefiziell defekt.)

Das nächste Bild entspricht nur ungefähr der Ebene unserer Fig. 3. Vor allem ist die Ebene etwas anders geneigt.

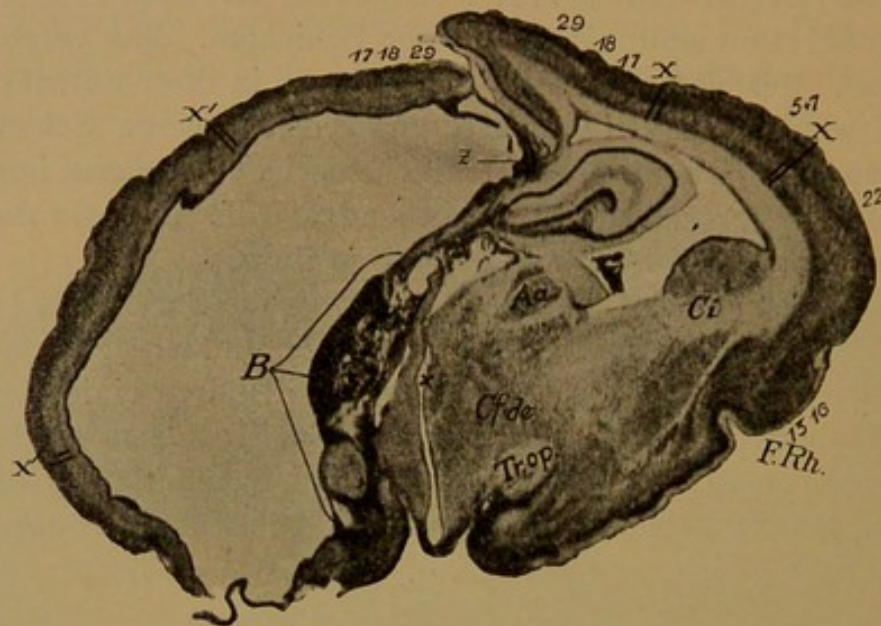


Fig. 5 (siehe Fig. 4).

Auf Fig. 5 sieht man die Einstichstelle des Messers an der basalen Rinde. Wie schon auf Fig. 4, so erkennt man auch hier die Einführungsstelle des Plättchens in der Mittellinie. Wie man sieht (namentlich deutlich im Thalamus) ist das Plättchen um ein Minimum lateral von der Mittellinie eingedrungen. Die Massen bei B bestehen aus der Tela und mesoderm. Bindegewebe. Der subthalamische Kern bei X ist derselbe wie Kern X in Fig. 3.

Das Bild zeigt wiederum den viel größeren Zellausfall in den inneren Schichten (zwei Striche bei x') als in den äußeren Schichten (ein Strich bei x'). Aber nachweisbar sind alle Schichten. Obschon die area retrosplenica hier größtenteils abgekappt wurde, sieht man trotz des kleinen Stumpfes (bei 29) deutlich in demselben die Anordnung in dieser area (bei z). Weit- aus am meisten hat die innerste Schicht gelitten (der innerste dunkle Streifen in der Rinde).

Die enorme Schmalheit der äußeren Schichten bei x' (ein Strich) ist auch hier Schnittrichtungserscheinung. In Wirklich-



keit sind die äußeren Schichten lateral von der Stelle, wo die Bezeichnung (area) 17 angebracht ist, erheblich breiter.

Das 6. Bild führt uns in die hinteren Ebenen des corpus gen. ext. (Ggl. [d. m.]). Der Schnitt ist ungefähr gelegt von Taf. XVI oben und hinten nach Taf. XIV unten und vorne.

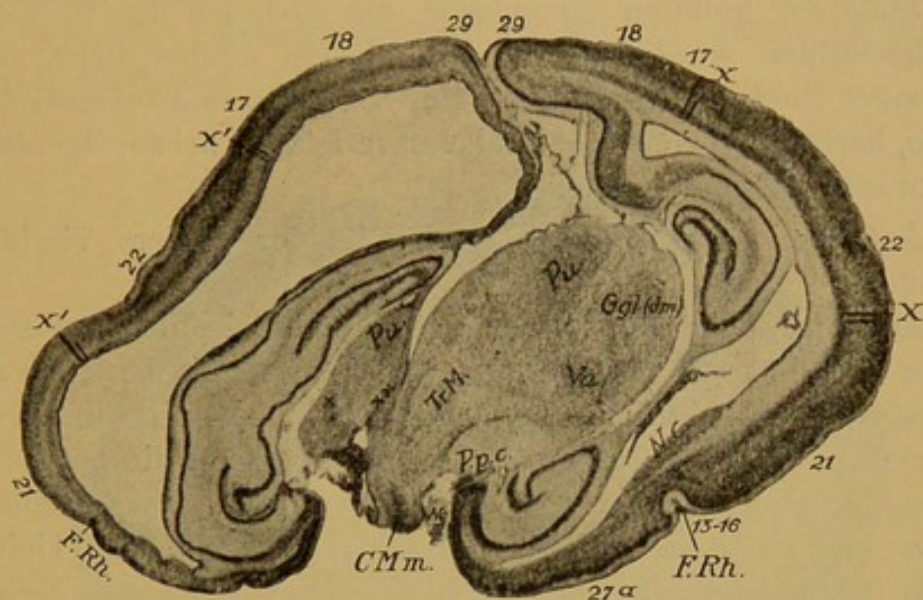


Fig. 6 (siehe Fig. 4).

Auch die Fig. 6 zeigt wiederum den bedeutenden Ausfall der inneren Schichten (zwei Striche bei x') gegenüber der andern Seite, insbesondere wieder am stärksten in der innersten dunklen Schicht. Im Feld 18 und zu einem Teil im Feld 17 sind auch die äußersten Schichten stärker gelichtet — ein Befund, den ich schon wiederholt, aber nicht immer erheben konnte. Sehr deutlich ist auch links die scharfe Grenze zwischen 29 und 18. Ich mache wieder aufmerksam auf die schöne Entwicklung des Ammons-horns und der Fascia dentata.

Die von W. und P. als Pu = Pulvinar bezeichnete Zellmasse, mein hinterer Thalamuskern, ist nicht das Pulvinar, sondern überhaupt kein Großhirnanteil. An der mit × bezeichneten Stelle des Thalamus links befindet sich eine starke Gliazellanhäufung. Es ist dies der Ort, wo das degenerierte Ggl. (d. m.) zu suchen ist. Dieses Präparat ist nicht geeignet, um zu zeigen, daß das ventrale hintere Ganglion des Corpus mammillare (C. Mm.) (GUDDEN<sup>23</sup>) degeneriert ist. In allen Gehirnen von Kaninchen,

<sup>23</sup>) v. GUDDEN, *Gesammelte und hinterlassene Abhandlungen*, Seite 191. An dieser Stelle zieht v. GUDDEN auch die Atrophie durch Druck heran.



denen die Hemisphäre im neugeborenen Zustande extirpiert<sup>24)</sup> oder isoliert wurde, findet sich an der Stelle des ventralen hinteren Kerns ebenso wie an der Stelle des degenerierten Corpus gen. ext. eine dichte Ansammlung von Gliazellen. Das ventrale hintere Ganglion des corpus mamillare ist kein Großhirnanteil.

Statt der hinteren Commissur, die auch bei der Operation durchschnitten wurde, findet sich nur ein dünner, nach oben ziehender Bindegewebsstreifen. Bei  $\times\times$  zieht eine schmale Glianarbe, herrührend von einer Thalamusverletzung bei der Operation, bis zu einer kleinen Höhle.

Auf dem nächsten Bilde ist bereits der vordere Vierhügel getroffen.

Auf Fig. 7 korrespondiert die Felderbezeichnung zwischen rechts und links nicht mehr, da die linke Hemisphäre, in toto verkleinert und dadurch in ihrer Lage verschoben, nicht der Ebene der rechten Hemisphäre entspricht. Bei  $\times\times$  zieht die bereits erwähnte schmale Glianarbe vom inneren Rande der Vierhügelkappe bis zu dem auf der Photographie sichtbaren kleinen Defekt (Hohlraum). Die Narbe geht gerade zwischen dem rechten und linken roten Kern (N. Ru.) hindurch. Im linken roten Kern sind die Nervenzellen nicht geschwunden, aber winzig klein, während die Zellen im rechten roten Kern die gehörige Größe besitzen. Bei der Operation ist das in die Mittellinie eingeführte Metallstück zu weit nach hinten eingedrungen. Daraus erklärt sich auch die ganz enorme Atrophie der ganzen linken Mittelhirnhälfte. Mein hinterer Thalamuskern (das Pu. WINKLERS) ist fast nicht mehr sichtbar. Die Ansammlung großer Zellen bei  $\times$ , zwischen Pu. und Cgm. (Corpus genicul. mediale), ist bei WINKLER und POTTER als (C, Tafel XXI) C-Abteilung des corpus

Diese Auffassung ist, wie Zellpräparate einwandfrei zeigen, nicht richtig. Zweifellos treten, wenn man neugeborene Tiere operiert, infolge der Atrophien oft weitgehende Verschiebungen auf, niemals aber dadurch Druckwirkungen. Gerade am Corpus mamillare läßt sich schön an Zellpräparaten zeigen, daß die Mittellinie keine größeren Verschiebungen erleidet.

<sup>24)</sup> Vgl. MÜNZER und WIENER, *Monatsschrift für Psychiatrie und Neurologie*, Bd. XII, Seite 257. Nicht aber kann ich MÜNZER und WIENER zustimmen, wenn sie sagen, daß sie GUDDENS Einteilung des medialen Ganglions des Corp. mamm. in eine vordere dorsale und hintere ventrale Abteilung nicht bestätigen konnten. Cytoarchitektonisch besteht diese Einteilung nicht nur nicht zu Recht, sondern das ventrale hintere Ganglion zerfällt, wie wir im II. Teile sehen werden, wieder in einen lateralen und medialen Kern.



geniculatum med. bezeichnet. Dieses Ganglion hat mit dem von der Hemisphäre unabhängigen Zellkern  $\times$  nichts zu tun. Es ist auch links bei  $\times$  schön entwickelt. Der Kern  $\times$  ist von MÜNZER und WIENER<sup>25)</sup> als nucleus suprageniculatus bezeichnet worden; beide Autoren haben die Unabhängigkeit desselben von der Hemisphäre hervorgehoben.

Der linke Okulomotoriuskern (N. III) fällt gerade in die erwähnte Glianarbe.

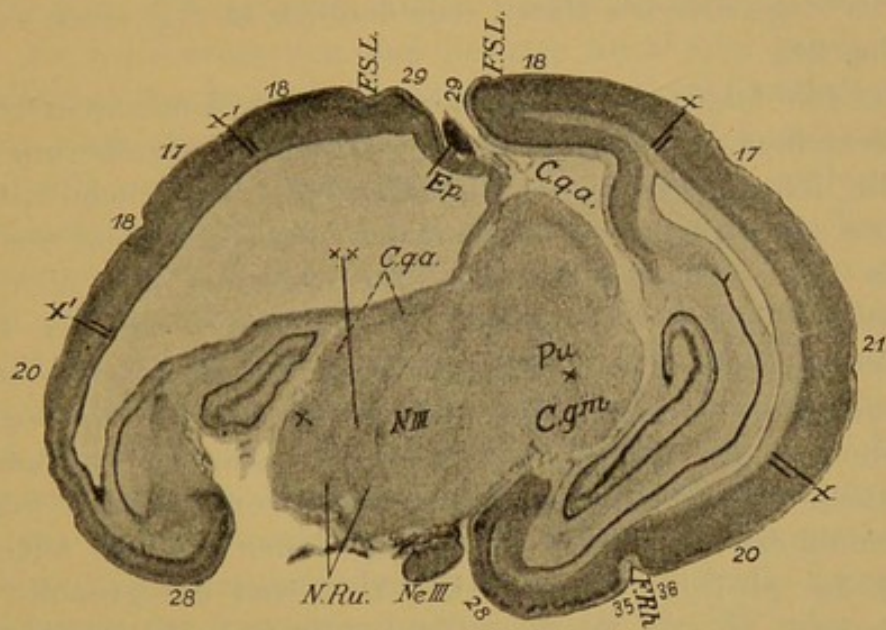


Fig. 7 (siehe Fig. 4).

Die Ebene von Fig. 7 läßt sich im Hinblick auf die Tafeln WINKLERS und POTTERS aus dem oben erwähnten Grunde nur mehr für die rechte Hälfte einigermaßen fixieren. Der Schnitt entspricht ungefähr einer Ebene, die von Taf. XX oben hinten nach Taf. XVIII unten vorne gelegt ist.

Auch die Fig. 7 zeigt wiederum die Entwicklung aller Schichten; anderseits aber ebenso die viel geringere Entwicklung der inneren, besonders der dunklen innersten Schicht (zwei Striche bei  $\times'$ ), während die äußeren Schichten relativ (ein Strich bei  $\times'$ ) wenig in der Entwicklung zurückgeblieben sind.

Der helle Streifen unter der innersten (dunklen) Schicht enthält ganz vereinzelt Markfasern und einen dichten Filz aus Gliazellen; er gehört nicht zur Rindensubstanz. Der Ventrikel ist mit einer dicken Ependymschicht ausgekleidet.

<sup>25)</sup> MÜNZER und WIENER, l. c., Seite 246 u. 251.



Der Vergleich der Fig. 4, 5, 6 und 7 zeigt, daß die innerste Schicht (VI), die sich als ein dunkler Streifen von dem hellen Streifen der fünften Schicht und anderseits vom Marke deutlich abhebt, in den vordersten und dorsalen Teilen der isolierten Hemisphäre kaum als solche zu erkennen ist. In den hinteren Partien der Hemisphäre jedoch, insbesondere gegen das Schläfengebiet zu, wird dieser Streifen wieder deutlicher und hebt sich z. B. in area 20, Fig. 7 von dem hellen Streifen der Schicht V und der degenerierten Marke sehr deutlich ab (vgl. auch Fig. 10 mit Fig. 24).

In den folgenden Abbildungen werden Rindenquerschnitte aus verschiedenen Regionen bei stärkerer Vergrößerung dargestellt. Ich hielt es für zweckmäßig, die entsprechenden Querschnitte der Hirnrinde eines neugeborenen Kaninchens aus denselben areae neben denjenigen der isolierten und nicht isolierten Hemisphäre abzubilden. Die Figuren aus der Rinde des neugeborenen Tieres sind allerdings viel zu dicken Schnitten entnommen. Allein hier interessieren uns weniger histologische Einzelheiten als vielmehr die Cytoarchitektonik. Es kam mir vor allem darauf an, möglichst direkt vergleichbare Figuren nebeneinander zu stellen. Es zeigen daher die nun folgenden Bilder die gleiche Schnittdicke ( $15\ \mu$  und die gleiche Vergrößerung<sup>26)</sup> [ $26\times$ ]). Sind zwar die äußeren Verhältnisse derart, daß man die nebeneinander gestellten Bilder aus einer bestimmten area direkt vergleichen kann, so ist es nach der Sachlage nicht möglich, völlig identische Querschnitte aus einer bestimmten area sowohl der Rinde des neugeborenen Tieres wie der Rinde der isolierten und nicht isolierten Seite nebeneinander zu stellen. Man möge sich nur erinnern, was ich über die Folgen der immer eintretenden Gesamttrophie der isolierten Hemisphäre und den dadurch bedingten Lageverschiebungen gesagt habe. Allerdings bietet die Cytoarchitektonik der isolierten Rinde — denn diese bleibt trotz aller Zellausfälle und trotz des gelegentlichen Zusammenrückens der nicht ausgefallenen Zellen erhalten — wichtige Anhaltspunkte zur Bestimmung der Örtlichkeit. Aber — und das ist der springende Punkt — die Cytoarchitektonik selbst läßt uns bei

<sup>26)</sup> Die Bilder Fig. 8 bis Fig. 38 sind mit Zeiß-Planar 1:45 Ser. 1a, Nr. 4, R. 75 mm, Blende 6, bei 225 cm Objektivaabstand aufgenommen.



der Identifizierung je einer bestimmten Stelle auf der operierten und nicht operierten Seite vielfach im Stiche; sie bietet nicht so bestimmte Merkmale dar, daß sie die Auswahl wirklich identischer Stellen gewährleistet. Die einzelnen areae BRODMANNs umfassen oft weite Gebiete, innerhalb deren cytoarchitektonische Differenzen zur Beobachtung gelangen. Man vergleiche nur die Figuren 9, 11, 13, die aus area 1+3 stammen, die Fig. 16 und 18, die der area 17 entnommen sind, die Fig. 33 und 34, die der area 4 angehören. Diese Umstände machen ohne weiteres die Schwierigkeiten und deshalb auch eine gewisse Unsicherheit in der Auswahl identischer Stellen verständlich. Dazu kommt noch ein weiterer wichtiger Punkt. Ich schätze die Arbeiten BRODMANNs ungemein hoch ein, allein — ich bin überzeugt, daß mir auch BRODMANN dies zugeben wird — die Cytoarchitektonik der Rinde bedarf noch vieler, vieler und großer Arbeit, bis sie zu einem einigermaßen befriedigenden Abschluß gelangt ist. Ohne den zweifellos hohen Wert der BRODMANNschen Hirnkarte des Kaninchens auch nur im Geringsten antasten zu wollen, kann ich mich doch nicht allen ihren Einzelheiten anschließen. Der mit der Materie wohl vertraute Leser wird aus manchen meiner Angaben meine von BRODMANN abweichenden Auffassungen herauslesen (vgl. z. B. die agranuläre Bezeichnung der kaudalen Inselregion in Fig. 29 oder meine Auffassung der Fig. 23 gegenüber Fig. 9 und vergleiche hinwieder Fig. 9 mit Fig. 16).

Ich kann mich an dieser Stelle nicht über meine abweichenden Auffassungen mit BRODMANN auseinandersetzen<sup>27)</sup>, allein ich darf wohl darauf hinweisen, daß sich diese abweichenden Anschauungen nicht etwa auf Untersuchungen ad hoc stützen, sondern auf cytoarchitektonische Studien, die ich vor 20 Jahren schon begonnen habe. Ausdrücklich sei aber anerkannt, daß BRODMANNs cytoarchitektonische Untersuchungen auf einer viel breiteren Grundlage aufgebaut sind. Das ist das wesentlich Neue an BRODMANNs Arbeiten, daß er bei seinen Untersuchungen sowohl die fötale Rinde mit herangezogen hat als auch im weitgehenden Maße vergleichend anatomisch vorgegangen ist.

<sup>27)</sup> Ich bin gerade damit beschäftigt, an der Hand der Tafeln von WINKLER und POTTER eine Darstellung der Kaninchenhirnrinde zu geben.



Diese Darlegungen begründen die Schwierigkeiten der Nebeneinanderstellung direkt vergleichbarer Figuren. In idealer Weise ist dieses Ziel noch nicht erreichbar. Dazu kommt noch der Umstand, daß ich durchaus nicht jede beliebige Stelle der Rinde für die Demonstration dessen, was ich zeigen will, auswählen konnte. Wie noch dargetan werden soll, kamen Rindenstellen, die in der Nähe der operativen Verletzungen liegen, für die Abbildungen nicht in Betracht, obgleich gerade solche Stellen am klarsten die zu demonstrierenden Ausfälle in Schicht V und VI (vgl. Fig. 34 und 35) erkennen lassen.

Jedenfalls aber habe ich mir die größte Mühe gegeben, nach Möglichkeit identische Rindenstellen abzubilden. Bei Anwendung der engen Blende des Planars treten in störender Weise die Papierfasern, die beim Abtrocknen der Präparate mit Filtrierpapier auf denselben hängen bleiben, auf den Photographien hervor, während sie bei der mikroskopischen Untersuchung mit offener Blende kaum stören. Selbstverständlich hätte ich Stellen auswählen können, in denen solche Fasern zufällig nicht oder doch nur in wenig störendem Grade vorhanden sind. Da es mir aber darauf ankam, möglichst identische Stellen abzubilden, habe ich die unter dem Mikroskope ausgewählten Stellen photographiert, ohne auf die bei der mikrographischen Einstellung zutage tretenden Schönheitsfehler irgendwelche Rücksicht zu nehmen. Endlich bemerke ich noch, daß mir bei der Auswahl der zu reproduzierenden Bilder nur ein Gesichtspunkt maßgebend war. Aus den mir zur Verfügung stehenden Schnittserien von Kaninchen, denen eine Hemisphäre isoliert worden war, wählte ich solche aus, bei denen sich das Toluidinblau in deutlich rotem Tone gehalten hatte. Denn nur solche Präparate sind photographisch ordentlich wiederzugeben. Diesen Gesichtspunkt wird jedermann verstehen, der viel mit basischen Farben gearbeitet hat.

Fig. 8, 9 und 10 sind entsprechenden Stellen der area 1 + 3 (siehe W. und P., Taf. VII) entnommen. Fig. 8 zeigt diese Stelle beim neugeborenen Tier, Fig. 9 und 10 stammen von einem Tierchen (u 31), dem wenige Stunden nach seiner Geburt am 26. Juli 1907 die eine Hemisphäre völlig isoliert wurde. Am 24. Oktober 1907 ging das Tierchen ein. Man erkennt sofort, daß Fig. 10 der isolierten Hemisphäre entnommen ist. Bei der schwachen Vergrößerung ist es schwierig, beim Neugeborenen



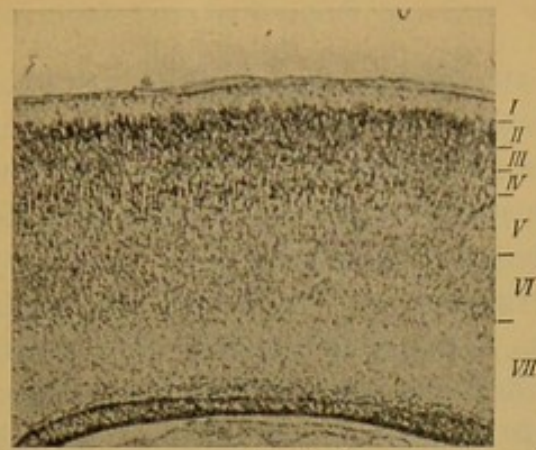


Fig. 8. Rinde eines neugeborenen Kaninchens aus area 1 + 3 (Taf. VII).

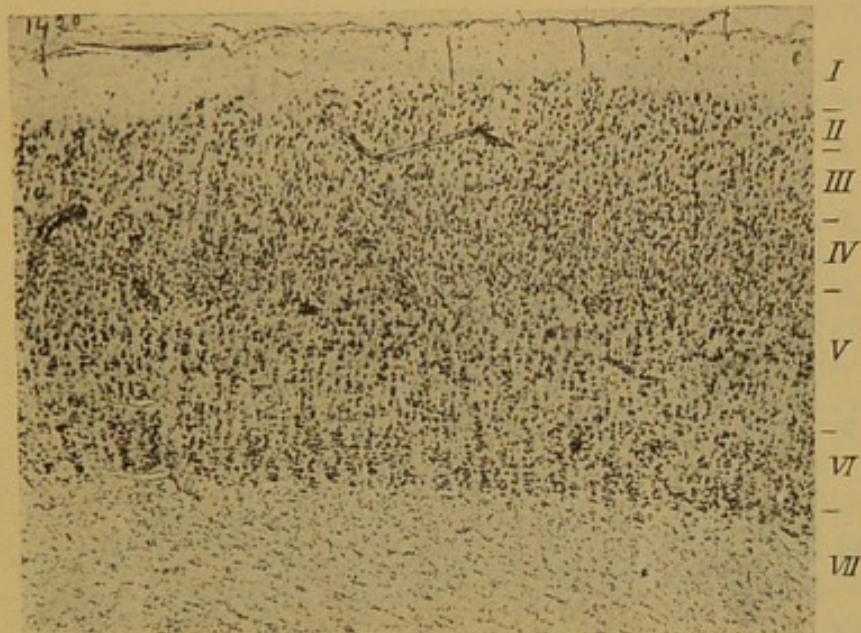


Fig. 9. Rinde des 3 Monate alten Tieres u 31 aus derselben Stelle wie Fig. 8.  
Nicht operierte Seite.

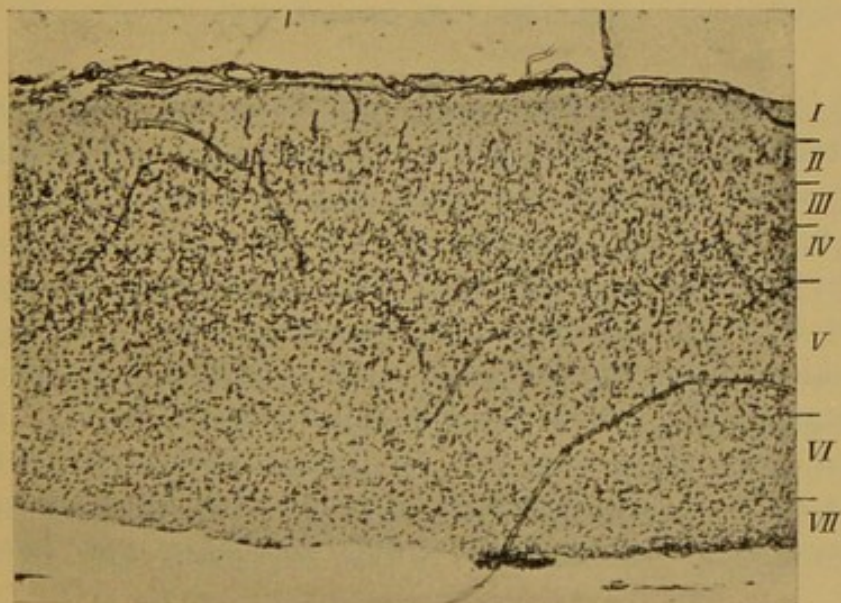


Fig. 10. Wie Fig. 9. Aus der isolierten Seite.



die Schicht IV zu sehen. Sie ist die wenig ausgesprochene, etwas hellere Zone zwischen II + III und V. Schicht V präsentiert sich als eine äußere dunkle (weil die großen Zellen dicht aneinander stehen) und eine innere helle Zone. Schicht VI ist beim Neugeborenen sehr breit.

Aus dem Vergleich von Fig. 9 und 10 ergibt sich ohne weiteres der starke Zellausfall in Fig. 10. Allerdings sind die Zellen auch in den obersten Schichten etwas gelichtet, aber klar und deutlich springt der Zellausfall in Schicht V und VI ins Auge. Auch darüber besteht kein Zweifel, daß der Zell-

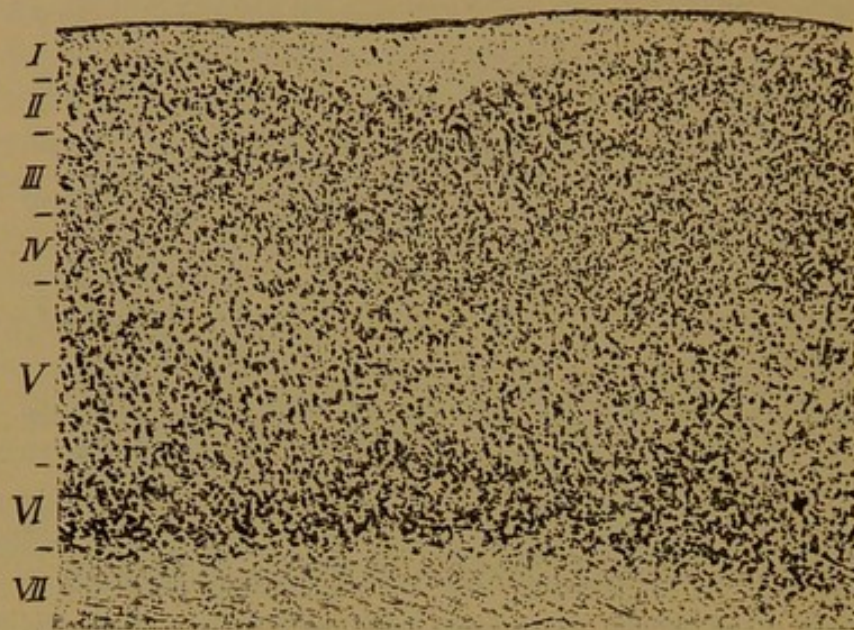


Fig. 11. Rinde des Tieres u 33, von dem Fig. 3 entstammt. Aus der area 1 + 3 (Taf. VI). Nicht operierte Seite.

ausfall in Schicht VI stärker ausgesprochen ist als in Schicht V. In letzterer ist der Ausfall relativ am geringsten in den äußersten Lagen, wobei ich auf die Ähnlichkeit mit der Anordnung in Fig. 8 hinweise, im Gegensatz zu Fig. 9, wo die Zellen in den äußeren Lagen von Schicht V an der inneren Grenze von Schicht IV sich durchaus nicht zusammendrängen. Die Zellen der Schicht V in Fig. 10 sind auch entschieden kleiner. Auf das histologische und histopathologische Verhalten von Fig. 10 will ich, wie schon bemerkt, an dieser Stelle nicht eingehen. Nur so viel sei hier bemerkt, daß von einer Vermehrung der Gliakerne in letzterem Bilde nicht die Rede sein kann. In



Schicht VI ist die innerste Lage noch relativ am wenigsten in Mitleidenschaft gezogen. Bei Benützung der Immersionslinse zeigt sich aber, daß die noch relativ zahlreichen Zellen der innersten Lage von Schicht VI Veränderungen darbieten. Im Marke finden sich reichliche Gliazellkerne; teilweise ist das Ependym gewuchert.

In den nächsten beiden Figuren (Fig. 11 und 12) bringe ich absichtlich entsprechende Stellen aus einer anderen Gegend derselben area 1+3 (W. und P., Taf. VI), aber von einem andern Tiere, demselben, dessen Serie auch das Bild Fig. 3 entnommen wurde. Der Unterschied zwischen der isolierten und nicht isolierten Hemisphäre springt sofort in die Augen. Zwar zeigt der Vergleich zwischen den Fig. 9 und 10 und anderseits zwischen

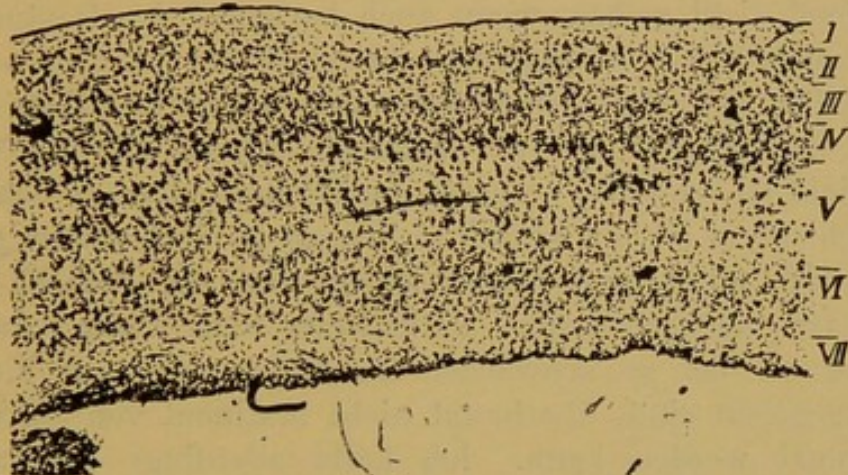


Fig. 12. Wie Fig. 11. Aus der entsprechenden Stelle der isolierten Seite.

den Fig. 11 und 12 deutliche Unterschiede, allein gemeinsam ist doch wieder der klare Ausfall in Schicht V und VI. Der Unterschied besteht darin, daß (in Fig. 12 gegenüber der Fig. 10 nicht nur auch die oberen Schichten mehr Ausfälle zeigen, sondern daß auch die Zellen hier dichter gedrängt stehen. Übrigens unterscheiden sich auch Fig. 9 von Fig. 11 in mehrfacher Hinsicht voneinander, obwohl beide zwar der gleichen area 1+3, aber doch verschiedenen Stellen innerhalb derselben entstammen. Ich mache nur auf die reihenweise Anordnung der Zellen in Fig. 9, auf die stellenweise enorme Verbreiterung von Schicht V in Fig. 11, auf die großen und an-



scheinend regellos angeordneten Elemente in Schicht VI in eben dieser Figur aufmerksam. Derartige Differenzen selbst in den gleichen BRODMANN'schen Feldern sind keineswegs selten. Es ist hier nicht der Ort, auf den Unterschied zwischen Fig. 9 und Fig. 11 genauer einzugehen. Nur ein Punkt sei kurz erwähnt. Bei der Wölbung der Hirnoberfläche ist es einfach ausgeschlossen, in einer Frontalserie lauter senkrechte Rindenabschnitte zu erhalten (vgl. area 1+3 in W. und P., Taf. VI). Jeder Kenner der Großhirnrinde weiß aber sehr wohl, wie selbst kleine Abweichungen von der Senkrechten das Bild eines Rindendurchschnittes beeinflussen können. Dazu kommt noch die schrumpfende Wirkung des Alkohols, dessen Einfluß auf die äußersten Gewebslagen eines in toto eingelegten Kaninchenhirns oft ganz unberechenbar ist.

Es ist ersichtlich, daß in Fig. 12 die Zellen von Schicht II—V auffallend dicht stehen, wenn auch bezüglich der Deutung mit Rücksicht auf die schrumpfende Wirkung des Alkohols und die kompliziert gestaltete Oberfläche der operierten Hemisphäre größte Vorsicht geboten ist. Immerhin scheint mir der Ausfall in Schicht III erheblich zu sein. Im Vergleich aber zu Schicht V und Schicht VI ist der Ausfall in Schicht III doch relativ gering, namentlich wenn man berücksichtigt, daß die Schicht III in dieser area auch normaliter stellenweise recht wenig entwickelt ist und oft bei so schwachen Vergrößerungen, wie sie hier wiedergegeben sind, überhaupt nicht bestimmt von Schicht II abgegrenzt werden kann. Ich hätte allerdings eine andere Stelle als Fig. 11 zum Vergleiche auswählen können, in der der Kontrast gegenüber Fig. 12 bezüglich der äußeren Schichten nicht in so ausgesprochener Weise in die Augen gesprungen wäre. Ich habe mich aber bemüht, rücksichtslos zwei Stellen nebeneinander zu stellen, von denen ich die bestimmte Überzeugung bekommen hatte, daß sie einigermaßen identisch sein dürften.

Während die Verhältnisse der Schichten I—V keineswegs gleichmäßig über die area 1+3 verteilt sind, sind die abgebildeten Unterschiede der Schichten V und VI zwischen Fig. 11 und 12 überall deutlich erkennbar.

Auch hier sind die tieferen Lagen von Schicht V stärker ergriffen wie die äußerste Lage, in welcher noch deutlicher als in Fig. 10 deren Zellen sich dicht an Schicht IV drängen. In



Schicht VI zeigen die Zellen bei starker Vergrößerung vielfach schwere Veränderungen. Im Mark (VII) findet sich eine starke Wucherung des Ependyms und der Glia. In der Rindensubstanz ist keine Vermehrung von Gliakernen festzustellen.

Die nächsten



Die nächsten beiden Bilder (Fig. 13 und 14) stammen wiederum aus area 1 + 3 (Taf. V), aber aus einer Stelle, die viel weiter nach vorne liegt. Es sind die Bilder der Umbiegungsstelle entnommen, da, wo die area 1 + 3 an die area insularis (13—16) stößt. Hier ist das Verhalten der Schichten durch die

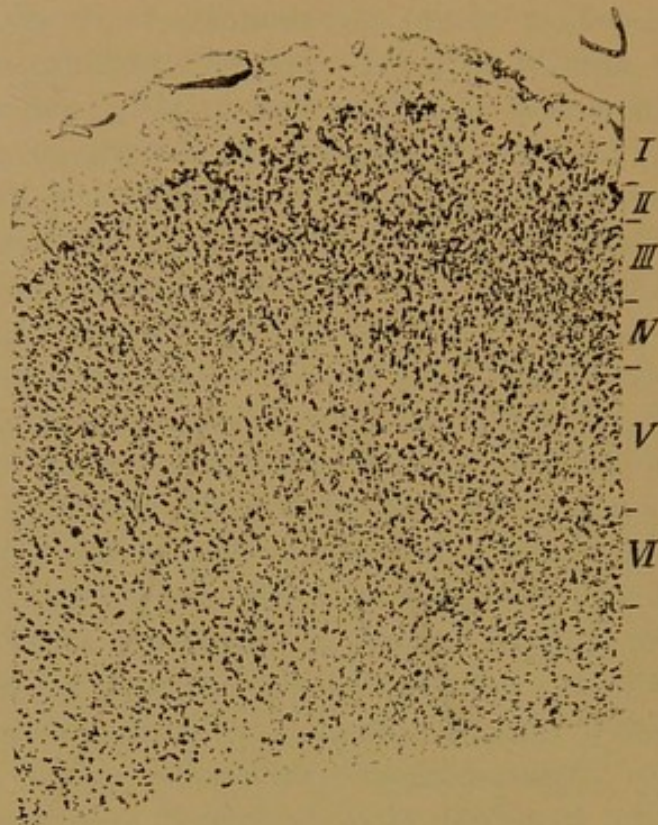


Fig. 13. Rinde des  $2\frac{1}{2}$  Jahre alten Tieres 1910/3 aus area 1 + 3 (Taf. V), dicht an der Grenze von area 13—16. Nicht operierte Seite.

Wölbung der Rinde wesentlich beeinflusst. Auch dürfte der Vergleich mit den bisherigen Bildern aus der area 1 + 3 von Interesse sein, weil das Tier (1910/3), dem die Fig. 13 und 14 entnommen sind,  $2\frac{1}{2}$  Jahre am Leben erhalten wurde. Es wurde ihm am 7. August 1907 sofort nach der Geburt die rechte Hemisphäre isoliert; am 18. Februar 1910 wurde das Tier getötet.

Bei der Krümmung der Rinde ist die Bezeichnung der einzelnen Schichten schwierig. Man erkennt aber sofort, daß Fig. 14 aus der operierten Seite stammt. Der Zellausfall in Schicht V und VI ist wiederum evident. Hier, wo die beiden innersten Schichten ganz wie auf der Höhe einer Windungskuppe



bei einem gyrencephalen Tiere weit auseinander gezogen sind, treten die Unterschiede zwischen dem Verhalten der äußersten Lage der sechsten und der innersten Lage der fünften Schicht

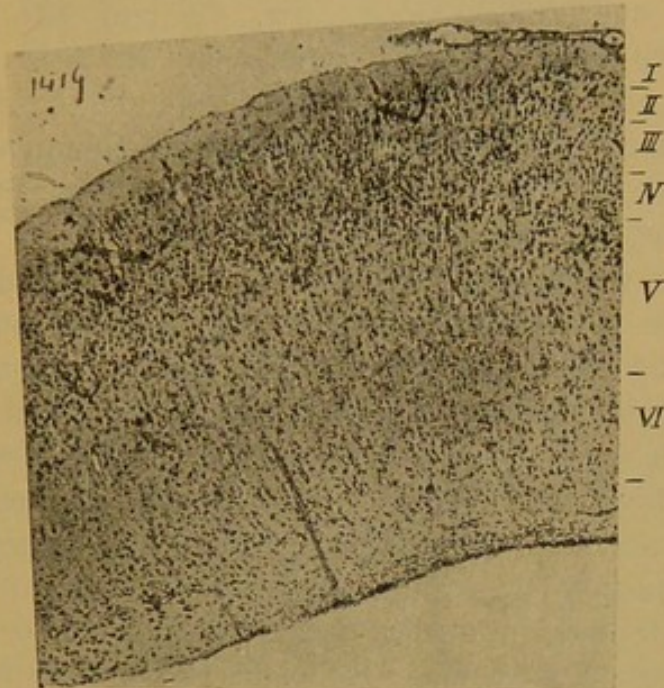


Fig. 14. Dasselbe wie Fig. 13. Aus der isolierten Seite.

nicht zutage. Eine Vermehrung der Gliakerne findet sich nur im degenerierten Marke (nach innen von VI), nicht aber in der Rindensubstanz. Die Auseinanderhaltung der Schichten II, III und IV ist bei der schwachen Vergrößerung kaum möglich.

Die nächsten



Die nächsten sieben Bilder sind sämtlich der area 17 entnommen. Fig. 15 (Taf. XV) ist die Rinde eines neugeborenen Tieres. Fig. 16 und 17 sind die entsprechenden Stellen eines operierten Tieres, und zwar desselben, von dem auch die Fig. 3, 11 und 12 stammen. Fig. 18 und 19 (Taf. XVIII) ist von einem Tiere (1910/21) gewonnen, das bald nach seiner Geburt am 17. August 1907 operiert und am 5. August 1910 getötet wurde. Fig. 20 und 21 (Taf. XVII) stammen von einem Tier (1910/43), bei dem am 24. August 1910 einige Stunden nach seiner Geburt, die eine Hemisphäre isoliert wurde. Am 1. Dezember 1910 wurde das Tier getötet. Das Gehirn des letzteren Tieres wurde in Kalibichromicumlösung gehärtet und nach der WEIGERT'schen Methode (Modifikation WOLTERS-KULTSCHITZKY) gefärbt. Leider ist die Serie dieses Tieres recht mangelhaft tingiert. Ich mache gleich hier auf den großen Unterschied in der Rindendicke der Fig. 20 und 21 gegenüber den bisherigen Figuren aufmerksam. Dieser Unterschied ist lediglich durch das Vorbehandlungsmittel bedingt. Gewebe, die in Kalibichromicumlösung gehärtet werden, quellen eher etwas, während der im übrigen von mir benützte 96prozentige Alkohol das Gewebe schrumpfen macht.

In Fig. 15 mache ich darauf aufmerksam, daß beim Neugeborenen in area 17 die Schicht IV sich dadurch bemerkbar macht, daß die Zellen, aus denen sich diese Schicht später entwickelt, in kleinen transversalen Reihen angeordnet sind. Bei genauer Betrachtung des Photogramms sieht man in der Höhe der vierten Schicht winzige helle, aber immer nur ganz kurze Zwischenräume, welche parallel mit der Oberfläche verlaufen.

Fig. 16 und 17 zeigen sofort den großen Unterschied, der zwischen der isolierten und nicht isolierten Rinde besteht. In Fig. 17 ist der Zellausfall in Schicht V und VI sehr ausgesprochen; an den einen Stellen ist der Ausfall enorm, während er an andern Stellen weit geringer ist. Ich habe bisher nicht feststellen können, woran das liegt. Man muß natürlich hier auch daran denken, daß möglicherweise die Gefäßversorgung an Stellen, wo solche auffallend starke Ausfälle vorliegen, sehr mangelhaft war. Bemerkenswert bleibt dabei aber der Umstand, daß auch an solchen Stellen eine Gliazellkernvermehrung durchaus fehlt. Auf besonders starke Ausfälle von Nervenzellen auch in den oberen Schichten habe ich bereits bei der Besprechung der Fig. 6 hingewiesen. Manchmal findet man den ganzen Rindenquerschnitt



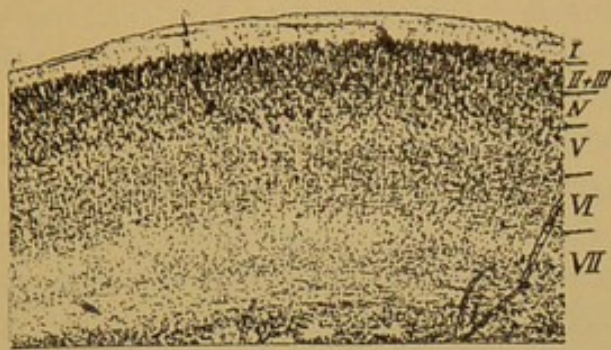


Fig. 15. Rinde eines neugeborenen Kaninchens aus area 17 (Taf. XV).



Fig. 16. Rinde des über 3 Monate alten Tieres u 33, von dem auch die Fig. 3, 11 u. 12 genommen ist, aus area 17 (Taf. XV). Nicht isolierte Seite.



Fig. 17. Wie Fig. 16. Isolierte Seite.



ungemein zellenarm. Die nächstliegende Deutung gibt der Hinweis auf die durch die Operation verursachten Störungen in der Blutversorgung. Ob jedoch alle diese Zufälligkeiten allein darauf zurückzuführen sind, ist keineswegs sicher. So sehen wir beispielsweise regelmäßig, daß an den experimentell bedingten Schnittflächen die Zellausfälle regelmäßig stärker sind und abnehmen, je weiter man sich von einer solchen Schnittfläche entfernt (vgl. Fig. 35). Das gilt aber nicht etwa nur von den durch die Operation bedingten Schnittflächen, sondern auch von zufälligen, oft ganz geringfügigen Verletzungen, die unbeabsichtigt den ganzen Rindenquerschnitt treffen. Es liegt daher der Gedanke nahe, daß bei stärkeren stellenweisen Zellausfällen nicht bloß Ernährungsverhältnisse, sondern noch andere Umstände eine Rolle spielen. Man muß wenigstens an die Möglichkeit denken, daß unter Umständen schon in der Anlage begriffene Assoziationsfasern in ihrer Entwicklung gehemmt werden und so teils direkt durch das Messer, teils indirekt durch ungünstige Ernährungsverhältnisse zugrunde gehen, wodurch auch die entsprechenden Nervenzellen in ihrer Weiterentwicklung gehemmt werden mögen. Ob diese Deutung richtig ist, können nur systematisch angestellte Versuche entscheiden. Ich selbst habe solche Versuche nicht gemacht. Wie dem auch sein mag, jedenfalls ist es sicher, daß man bei einem so schweren Eingriff, wie ihn die Isolierung der Rinde darstellt, über Dutzende von Serien gut gelungener Isolierungen verfügen muß, um Zufälligkeiten ausschalten und das Wesentliche vom Unwesentlichen trennen zu können. Ich bemerke aber ausdrücklich, daß die Partien rechts in Fig. 17, wo sich die besonders starken Ausfälle finden, nicht in der Nähe einer Schnittverletzung befinden. In den Ebenen, aus denen die Fig. 17 entnommen ist, ist vielmehr die Konvexitätsrinde überhaupt nicht verletzt worden.

Bei genauem Studium der Präparate kann man auch hier feststellen, daß die innerste Zellage der Schicht VI und die äußerste der Schicht V relativ am wenigsten gelitten hat. Bei der schwachen Vergrößerung der Fig. 17 läßt der starke Zellausfall auf der rechten Seite dieses Verhalten nur bezüglich der äußern Zellage in Schicht V erkennen. Eine Vermehrung der Gliazellkerne ist in der Rindensubstanz nicht festzustellen.

Fig. 19 zeigt ein ganz analoges Verhalten wie die Fig. 17. Auch in Fig. 19 sehen wir, daß der Zellausfall auf der einen



Seite stärker ist. Die großen Zellen in Schicht V fehlen größtenteils, aber nicht vollständig, ebensowenig wie in Fig. 17. Eine Gliakernvermehrung ist nirgends in der Rindensubstanz zu konstatieren. Die Zeit, die zwischen der Geburt, resp. der Operation

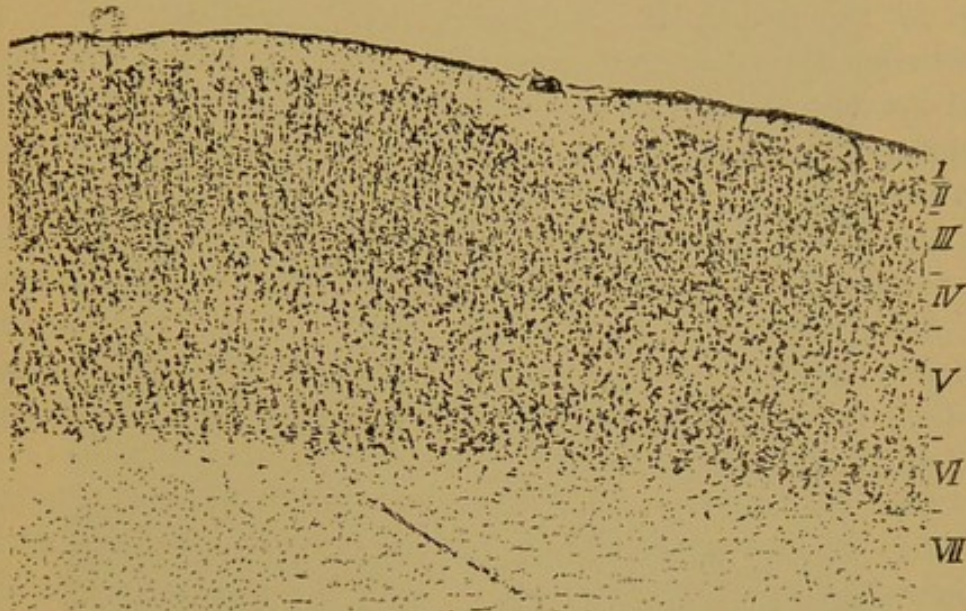


Fig. 18. Rinde des 3 Jahre alten Tieres 1910/21 aus area 17 (Taf. XVIII). Nicht isolierte Seite.

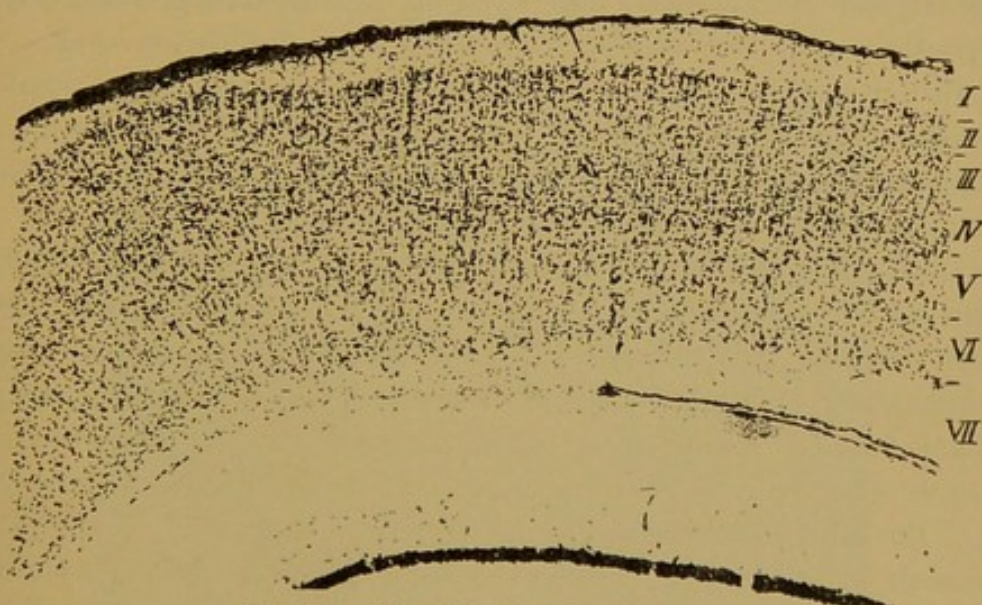


Fig. 19. Wie Fig. 18. Isolierte Seite.

verstrichen ist, spielt anscheinend keine ausschlaggebende Rolle. Das Tier, dem die Fig. 17 entnommen ist, lebte drei Monate, dasjenige, von dem Fig. 19 stammt, drei Jahre. Diese Beobachtung bestätigt übrigens die ganze Versuchsreihe. Im Marke des



jüngeren Tieres ist die Zahl der Gliakerne und die Wucherung des Ependyms gegenüber dem älteren Tiere viel stärker. Indes konnte ich in dieser Hinsicht ein gesetzmäßiges Verhalten keineswegs konstatieren. Es fällt auf, daß das Marklager sowohl in Fig. 17 wie in Fig. 19, z. B. gegenüber dem Marke in Fig. 10, anscheinend relativ breit erscheint. Auch in dieser Beziehung sind bei den einzelnen Versuchstieren recht bemerkenswerte Verschiedenheiten festzustellen. Ich bin aber bisher nicht imstande gewesen, deren Ursache zu erkennen. Im allgemeinen nur kann ich sagen, daß die Marklager der isolierten Hemisphäre in ihren hinteren Partien in der Regel breiter sind als in den vorderen.

Sehr deutlich erkennt man in Fig. 19, daß die innersten Zellagen der Schicht VI noch relativ gut erhalten sind, weniger deutlich ist die relativ geringe Schädigung der äußeren Zellage in Schicht V zu sehen, wenigstens auf der linken Seite.

Zum Verständnis der Verhältnisse im Marklager habe ich die Fig. 20 und 21 gebracht. Leider ist die Färbung nicht zu meiner Zufriedenheit ausgefallen. Aber die Bilder reichen aus, um sich eine Vorstellung vom Verhalten der Markfasern in der isolierten Rinde (Fig. 21) machen zu können. Ich brauche wohl nicht eigens zu betonen, daß auch in der gesunden Rinde die Nervenfasern in den oberen Schichten wegdiffenziert sind.

In der isolierten Rinde sind zwar einzelne, ganz dünne Markfäserchen in der Schicht VI, etwas reichlicher oberflächliche Tangentialfäserchen vorhanden. Auf dem Bilde sind sie bei der schwachen Vergrößerung nicht zu erkennen.

Deutlich aber hebt sich im Marke ein Streifen dünner Markfasern ab, dessen Lagerung vom Ventrikel entfernt und doch der untern Grenze von Schicht VI nicht unmittelbar anliegend bemerkenswert erscheint. Dicht an der Ventrikelwand entlang laufend bemerkt man einen schmalen sich auf der einen Seite deutlich abhebenden Streifen, der aber keine Fasern erkennen läßt. Es sind das degenerierte Tapetumfasern (Taf. XVII, T). Die noch erhaltenen Zellen treten sehr deutlich als sogenannte „Bläschenzellen Gansers“<sup>28)</sup> hervor, während die in der fünften und sechsten Schicht noch vorhandenen Elemente nur undeutlich als solche zu erkennen sind. Trotz der ganz anderen Vorbehandlung und Färbung beobachten wir doch sehr deutlich wieder die bereits geschilderten Eigentümlichkeiten der isolierten Hirnrinde.

<sup>28)</sup> *Morpholog. Jahrb.*, Bd. VII, Seite 618.



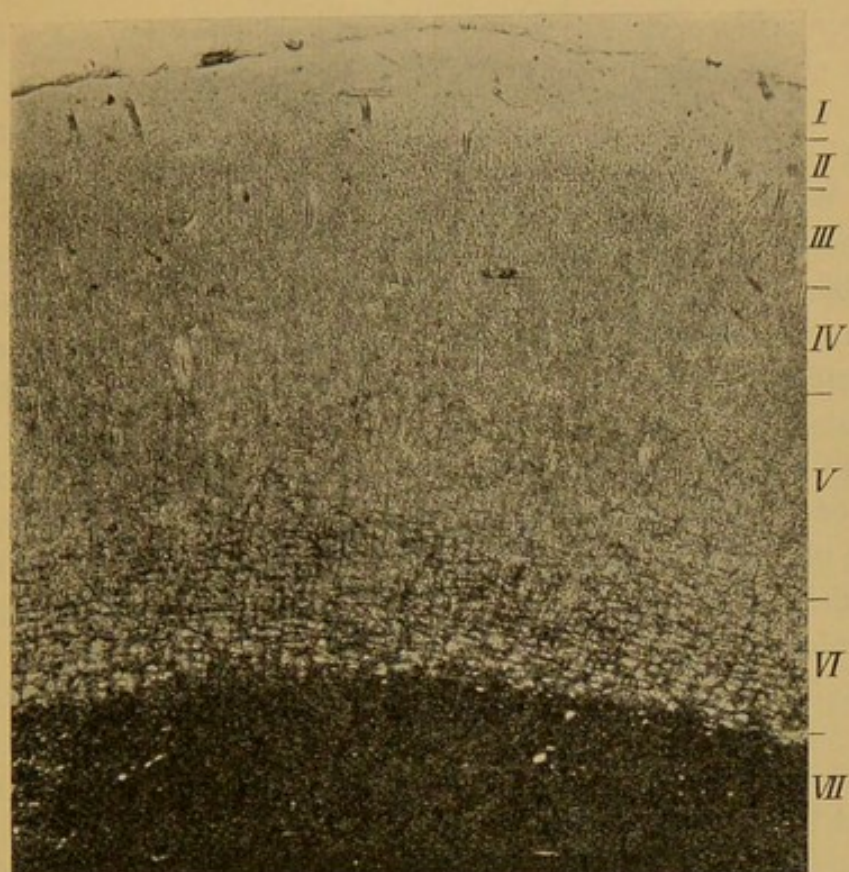


Fig. 20. Markscheidenpräparat. Rinde des über 3 Monate alten Tieres 1910/45, area 17 (Taf. XVII). Nicht operierte Seite.

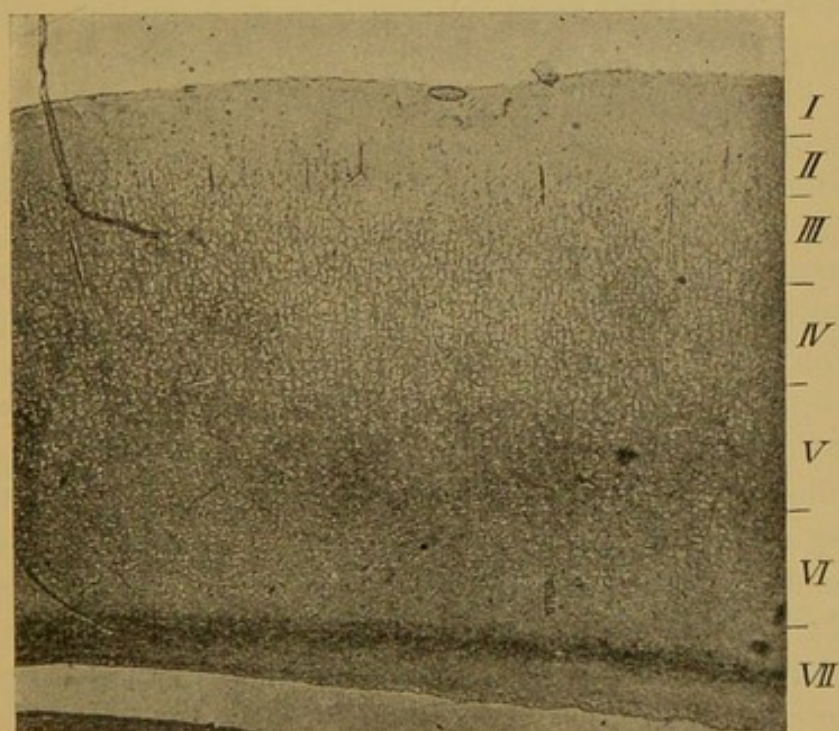


Fig. 21. Wie Fig. 20. Isolierte Seite.



Der erhaltene Faserstreifen im Marke kann nur Assoziationsfasern enthalten. Ich habe die Markverhältnisse in der isolierten Rinde noch nicht genauer untersucht; würde man mein zweites Operationsverfahren benützen, so würde man möglicherweise auf diese Weise geeignete Präparate zum Studium größerer Assoziationsfasersysteme erhalten. Ich gebe hierauf nicht näher ein, will aber doch noch bemerken, daß ich bis jetzt in den vordersten Partien der Rinde keine solche Faserzüge wie sie beispielsweise hier und überhaupt in den hinteren Partien der Hemisphäre erkennbar sind, beobachtet habe.

Die Figuren 22, 23 und 24 sind aus area 20 (Taf. XV). Fig. 22 ist wieder die entsprechende Rindenstelle beim Neugeborenen. Fig. 23 und 24 stammen von einem Tier (u 30), das einen halben Tag nach seiner Geburt am 26. Juli 1907 operiert wurde und am 24. September 1907 starb.

In Fig. 22 ist keine Andeutung der schmalen hellen transversal verlaufenden Zwischenräume zu sehen, wie solche in der area 17 als Ausdruck der sich aus diesen Stellen entwickelnden Schicht IV zu erkennen sind. Auch in der nicht operierten Hemisphäre (Fig. 23), kann ich in area 20 keine Schicht IV abgrenzen. WINKLER und POTTER zeichnen in area 22 und 21 (Taf. XVI) nach meinen Untersuchungen eine viel zu breite Schicht IV ein. Beim Übergang von area 21 in area 20 (Taf. XVI) verliert sich Schicht IV vollständig.

In Fig. 24 ist der Ausfall von Nervenzellen ein relativ geringer. Allein bei Würdigung aller hier obwaltenden Verhältnisse kann auch hier nicht geleugnet werden, daß der Zellausfall in Schicht V und VI ungleich stärker ist, als in den übrigen Schichten. Übrigens möchte ich hier hervorheben, daß man im allgemeinen berechtigt ist, zu sagen, daß der Zellausfall in den Schichten V und VI um so geringer wird, je mehr man sich dem Hinterhauptspol nähert und je weiter man sich ventralwärts begibt.<sup>29)</sup> Auf den ersten Blick erscheint namentlich Schicht VI noch sehr wohl erhalten zu sein. Bei der geringen Vergrößerung des Bildes ist nicht zu erkennen, daß weitaus die größte Zahl der Nervenzellen der sechsten Schicht deutliche Veränderungen darbieten. Bei stärkeren Vergrößerungen fällt sofort auf, daß, abgesehen von anderen histopathologischen

<sup>29)</sup> Man vergleiche in dieser Hinsicht Fig. 4—7.



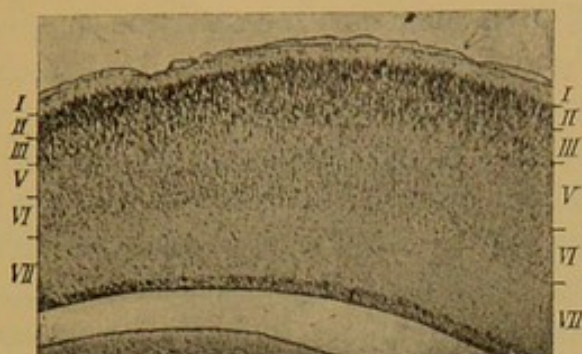


Fig. 22. Rinde eines neugeborenen Tieres aus area 20 (Taf. XV).

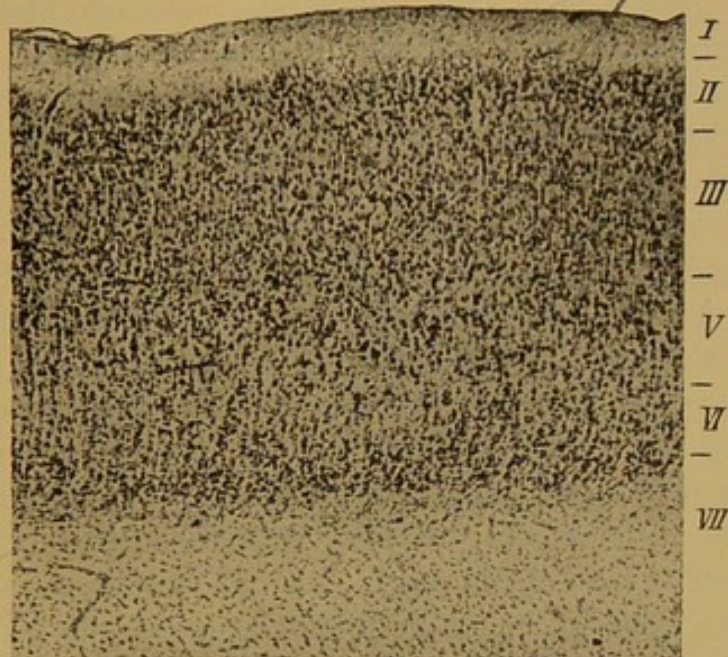


Fig. 23. Rinde des 2 Monate alten Tieres u 30 aus derselben Stelle wie Fig. 22. Nicht isolierte Seite.

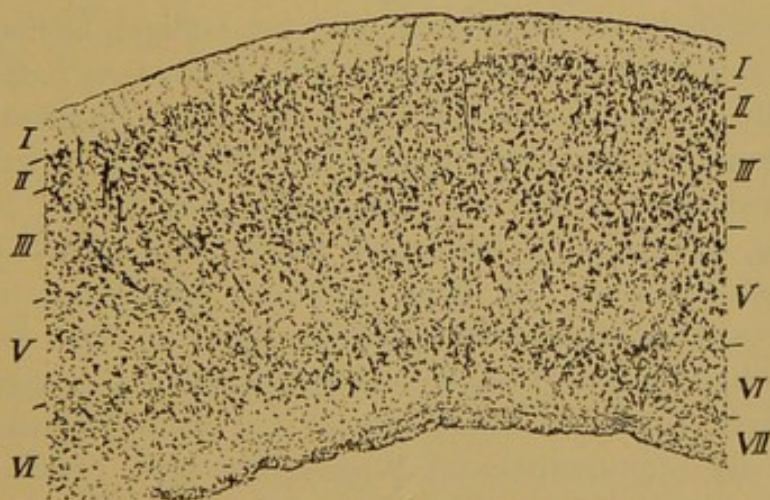


Fig. 24. Wie Fig. 23. Isolierte Seite.



Details, diese Nervenzellen im Gegensatz zu denjenigen der nicht isolierten Rinde ungemein deutliche Spitzenfortsätze darbieten, die aber außerordentlich schmal sind und sich rasch zu scharfen Spitzen verjüngen. Es macht den Eindruck, als ob die Zellkörper dünne Schwänzchen besitzen würden. Diese Art der Veränderung kommt übrigens auch an andern areae, und zwar immer auch in Schicht VI, zur Beobachtung. Insbesondere ist es die innerste noch relativ gut erhaltene Lage von Nervenzellen, bei denen wir diese Veränderung wahrnehmen können.

Auch in der fünften Schicht ist der Zellausfall vorhanden. Auch hier zeigen sich viele der noch erhaltenen Elemente verändert. Besonders deutlich ist die nur kleine Zahl größerer Zellen. Ferner zeigt sich auch hier, daß eine große Anzahl mittelgroßer Zellen an der inneren Grenze von Schicht III dichter zusammengedrängt ist.

Es finden sich in meinen Serien überall Stellen auch im Temporalgebiete, in welchen der Zellausfall in den inneren beiden Schichten gegenüber den übrigen viel evidenter zutage tritt als auf unserem Bilde. Solche Stellen lassen sich am leichtesten in den latero dorsalen Partien von area 22 und 21, schon weniger prägnant in den ventralen Partien dieser areae, nicht mehr aber so deutlich in der area 20 auffinden, obwohl sich auch in letzterer area einzelne Stellen mit viel stärkerem Zellausfall in Schicht V und VI finden, als Fig. 24 zeigt. Ich habe es aber absichtlich vermieden, gerade Stellen zu photographieren, die am stärksten das darbieten, was ich hier zeigen will. Ich habe schon einmal darauf hingewiesen, wie große Vorsicht in der Beurteilung von Stellen mit exzessivem Zellausfall geboten ist. Um mein Untersuchungsergebnis zu illustrieren, daß bei völliger Isolierung der Rinde am meisten die Schicht V und VI in Mitleidenschaft gezogen wird, hätte es wohl genügt, ein paar recht charakteristische Stellen photographisch wiederzugeben. Wenn ich so zahlreiche Bilder wiedergab, wobei ich absichtlich den Stellen aus dem Wege ging, welche am evidentesten zeigen, was ich zu beweisen suche, ließ ich mich von dem Gedanken leiten, ein möglichst objektives Tatsachenmaterial beizubringen, um dem Leser, soweit das ohne direkte Beobachtung möglich ist, ein einigermaßen selbständiges Urteil zu ermöglichen. Ich weiß freilich nur zu gut, daß die photographische Wiedergabe kein Ersatz für die direkte Beobachtung sein kann, zumal ja die degenerativen Er-



scheinungen an den Nervenzellen bei der hier gewählten Vergrößerung überhaupt nicht erkannt werden können. Trotzdem möchte ich gerade für Untersuchungen dieser Art mit allem Nachdruck für die photographische Wiedergabe eintreten, und zwar nur zum geringeren Teil behufs Demonstration für andere als vielmehr zum Selbststudium. Auch wenn man in der Wahl gleicher Stellen der isolierten und nicht isolierten Hemisphäre die allergrößte Vorsicht walten läßt, so ist der Vergleich zweier weit auseinander liegender Stellen enorm schwierig; er ist um so schwieriger, je klarer man sich bewußt ist, daß man in einer geradezu unangenehm vordringlichen Weise das sieht, was man intellektuell erfaßt zu haben glaubt. In solchen Fällen ist die photographische Aufnahme zweier weit entfernt liegender Stellen oft geradezu eine Erlösung von Zweifeln, aus denen der kritische Mikroskopiker überhaupt nicht herauskommt. Erst die Mikrophotographie ermöglicht es, Bilder weit voneinander entfernter Stellen dicht nebeneinander zu legen, und nun ist es viel einfacher, in möglichst objektiver Weise Vergleiche anzustellen.

Die nächsten



Die nächsten zwei Bilder stammen aus der beim Kaninchen mächtigen regio retrosplenialis. Ich habe nur eine area dieser Region abgebildet, da an diesem Bilde die wesentlichen Unterschiede sehr gut zu sehen sind, welche auch in den übrigen areae dieser Region zwischen isolierter und nicht isolierter Rinde zutage treten.

Fig. 25 ist wieder einem neugeborenen Tiere, Fig. 26 demselben Tiere (1910/21) entnommen, wie Fig. 18 und 19. Die beiden Figuren entsprechen der area 29c, Taf. XV. WINKLER und POTTER bezeichnen die Schicht dichtstehender Zellen mit II + III, die nächste nach innen folgende Lage körnerartiger Nervenzellen als

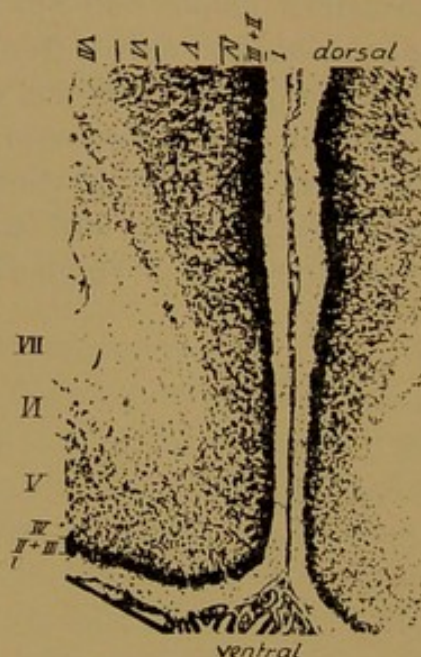


Fig. 25. Rinde eines neugeborenen Kaninchens aus area 29c (Taf. XV).

Lamina granularis interna (Schicht IV), worauf die gut zu unterscheidenden Schichten V und VI folgen. Ich will mich hier der Einfachheit halber an diese Signierung halten, obwohl ich die Schicht IV in area 29 als eine Schicht ansehe, die ich mit der Schicht IV beispielsweise in area 17 absolut nicht identifizieren möchte.

In Fig. 25 ist Schicht IV wieder durch transversal gestellte, ganz kurze und helle Zwischenräume erkenntlich.

Ohne weiteres ist die Rinde der isolierten Hemisphäre (rechts) zu erkennen. Es sind in der area 29 auch Schicht II + III bedeutend reduziert. Der Ausfall in Schicht IV dagegen ist zwar deutlich, aber nicht so stark wie in Schicht II + III. Am stärksten



aber ist auch hier wieder der Ausfall in Schicht V und VI. Während in der nicht isolierten Hemisphäre die Schicht V mit ihren großen Zellen sich leicht von den Elementen der Schicht VI trennen läßt, ist diese Trennung auf der andern Seite recht schwierig. Mit starken Linsen läßt sich indessen feststellen, daß

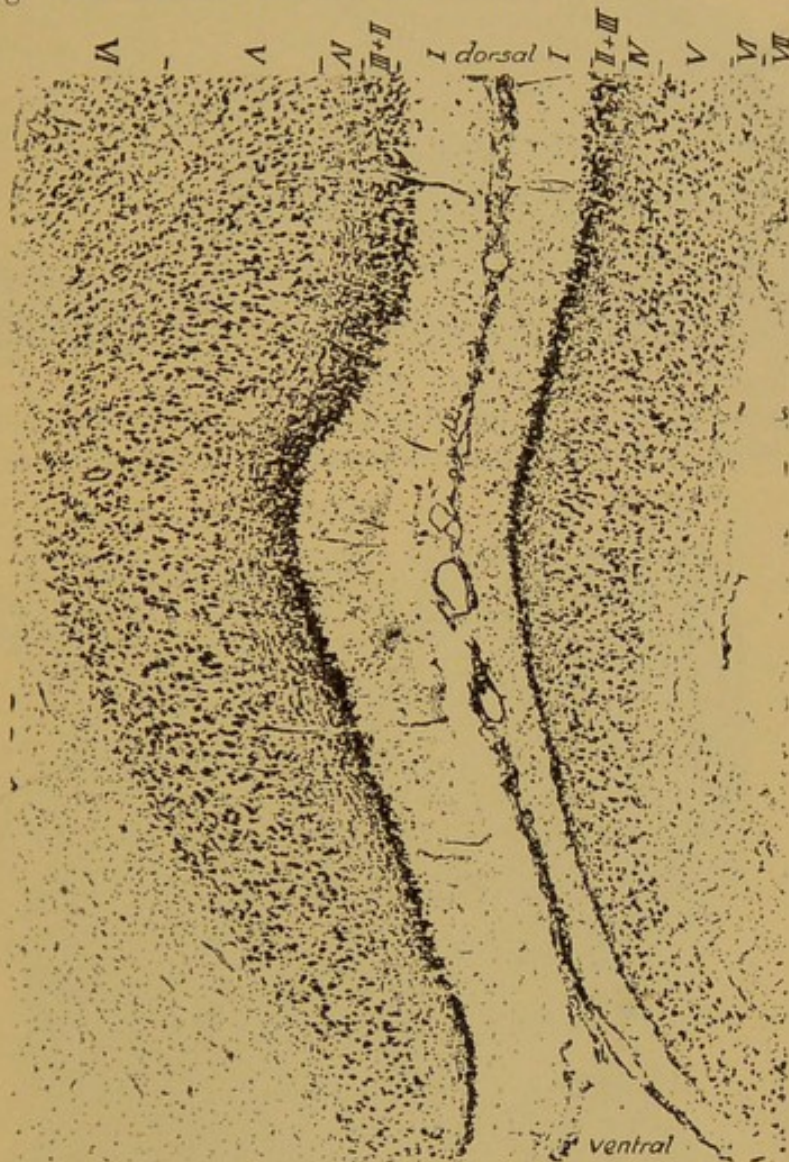


Fig. 26. Rinde desselben 3 Jahre alten Tieres 1910/21, dessen Serie auch Fig. 18 u. 19 entnommen sind. Dieselbe Rindenstelle wie Fig. 25. Links die nicht isolierte, rechts die isolierte Seite.

die in der isolierten Rinde erhaltenen Zellen in der Hauptsache zur Schicht V gehören, d. h., daß der Zellausfall am stärksten in Schicht VI ist. Der Hohlraum am Marke der isolierten Rinde ist artefiziell bei der Präparation entstanden. An das degenerierte Mark (VII) stößt unmittelbar das Ammonshorn an. Eine Vermehrung von Gliakernen ist nicht vorhanden.



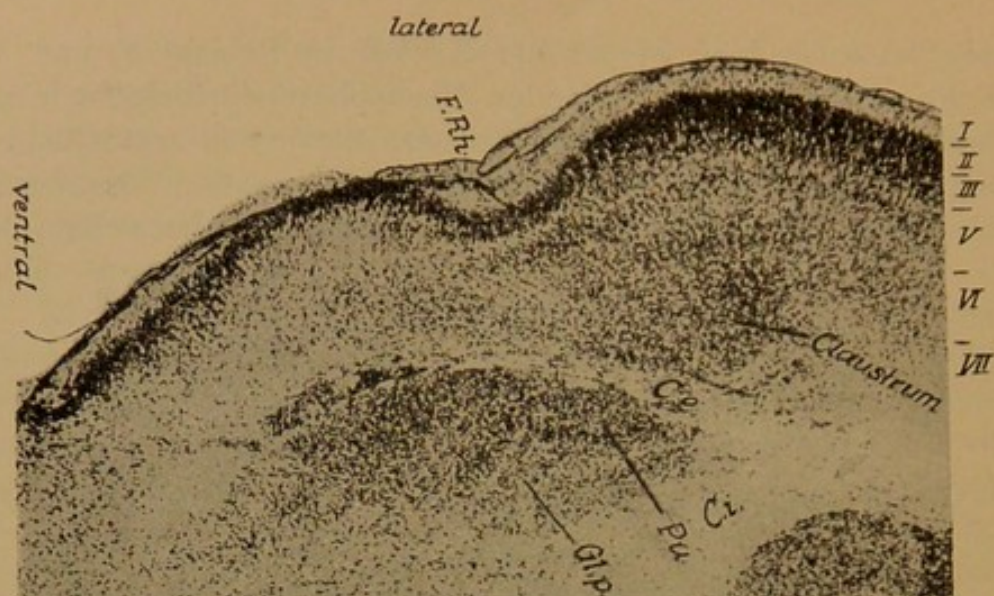


Fig. 27. Rinde eines neugeborenen Kaninchens aus area 13—16 (Taf. XI). (Die Pia mater ventral von F. Rh. hat sich artifiziell abgelöst und hat sich leider in den zellenfreien Rindensaum hineingeschoben).

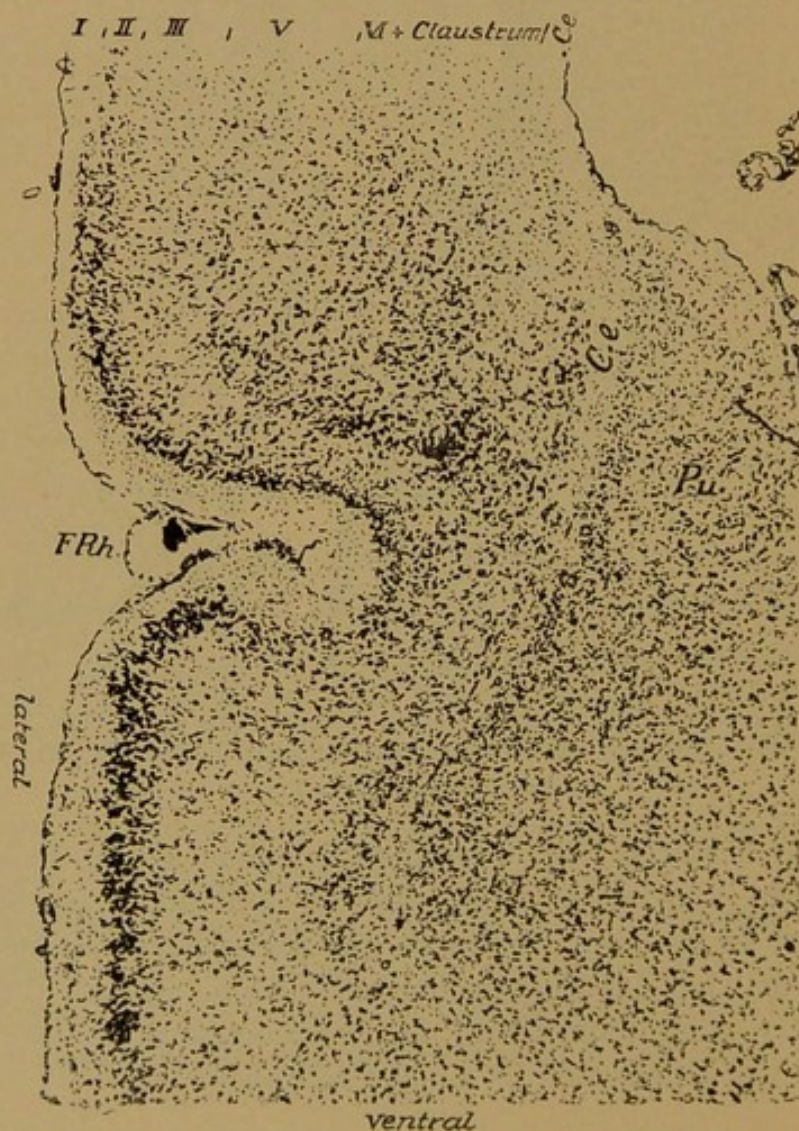


Fig. 28. Rinde des 7 Monate alten Tieres u 42. (Bei der Operation sind Reste der vordersten Balkenabschnitte stehen geblieben.) Dieselbe Rindenstelle wie in Fig. 27. Isolierte Seite.



Die folgenden Bilder, Fig. 27, 28 und 29, veranschaulichen eine Stelle aus der ebenfalls weit ausgedehnten area insularis. Es ist im Rahmen dieser Abhandlung unmöglich, auf die Veränderungen dieser area im einzelnen einzugehen. Ich müßte eine viel zu große Anzahl von Bildern hier reproduzieren, um die komplizierten Verhältnisse verständlich zu machen. Erhöht wird die Schwierigkeit dadurch, daß bei der Operation das eindringende Messer diese Gegenden oft viel zu umfangreich lädiert hat. Ich wählte daher die Serie von einem Tiere (u 42) aus, bei dem zwar ein kleiner Rest der vordersten Balkenteile stehen geblieben ist, bei dem aber der Streifenhügel nur im geringen Grade bei der Operation direkt verletzt wurde. Eine zweite Schwierigkeit besteht darin, daß die Rinde der area insularis unmittelbar an das Rhinencephalon stößt. Bei einer Schilderung der Verhältnisse in der Inselregion müssen auch die anstoßenden Partien der Rinde des Rhinencephalon mitbehandelt werden.

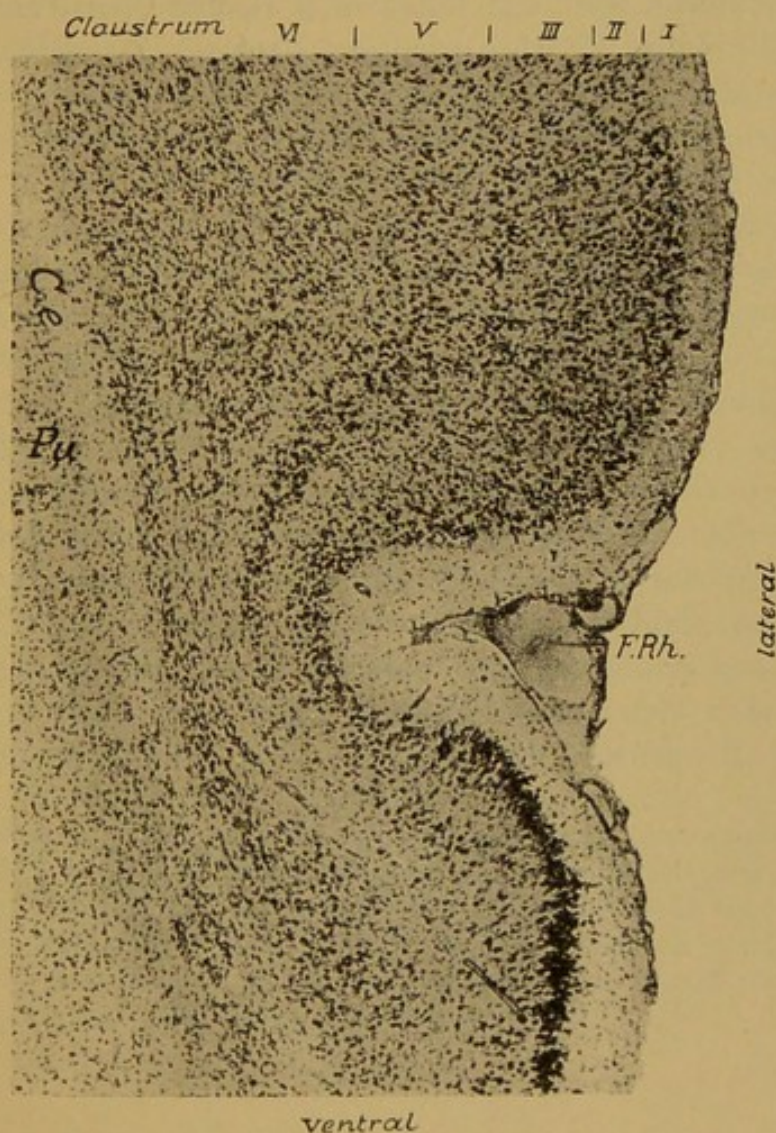


Fig. 29. Wie Fig. 28. Nicht isolierte Seite.



WINKLERS und POTTERS Darstellung der Rinde des Rhinencephals ist ungenügend. Ich könnte mich daher in dieser Beziehung nicht auf das ausgezeichnete Tafelwerk berufen.

Es kann also nicht die Rede davon sein, daß die Fig. 28 die Verhältnisse in der ganzen regio insularis veranschaulicht. Ich will an den Bildern der area insularis, und zwar an der Stelle, die der Taf. XI entspricht, lediglich zeigen, daß auch hier ganz bedeutende Zellausfälle in den beiden innersten Schichten, insbesondere im Claustrum, nachweisbar sind. Auch beim Übergang in die Rinde des Rhinencephalon sieht man auf den ersten Blick die enormen Zellausfälle in den tieferen Schichten; ich bemerke aber, daß im Rhinencephalon die Verhältnisse keineswegs immer so klar und durchaus nicht immer qualitativ ebenso liegen wie in unserer Figur.

Die Orientierung ist an der Hand der Taf. XI und der einem neugeborenen Tiere entnommenen Fig. 27 sehr einfach. Die Capsula externa (Ce), das Putamen (Pu), das Claustrum und die Fissura Rhinalis (F. Rh.) orientieren sofort. Zu allem Überfluß habe ich noch die Ausdehnung des Schnittes nach der ventralen Seite eigens bezeichnet. Im Gegensatz zu BRODMANN<sup>30)</sup> kann ich an dieser Stelle eine Schicht IV nicht erkennen.

Fig. 28 und 29 stammen von einem Tiere, dem am 4. August 1907, ungefähr 12 Stunden nach der Geburt, die eine Hemisphäre isoliert wurde; am 12. Februar 1908 wurde es getötet.

Es ist sofort zu erkennen, daß Fig. 28 von dem operierten Tiere stammt. Ich lasse hier die Frage unerörtert, ob das Claustrum zur lamina multiformis (VI) zu rechnen ist oder nicht. Auf der nicht operierten Seite ist das Claustrum von der sich an die Schicht V nach innen anschließenden Schicht VI (lamina multiform. im engeren Sinne) nicht deutlich abzutrennen, wenigstens nicht bei der schwachen Vergrößerung. Mit Hilfe der Immersionslinse ist das unter Berücksichtigung der Nervenzellenformen viel leichter möglich. Der Nervenfasierzug Ce' bei W. und P. drückt sich nur in einer Richtung der Zellen

<sup>30)</sup> BRODMANN, l. c., Seite 190. Ich halte es indes für nicht unwahrscheinlich, daß diese Differenz zwischen BRODMANN und mir auf einem Übersehen bei der Korrektur beruht, indem an Stelle von „kaudale“ orale hätte stehen müssen und an Stelle von „orale“ kaudale. Allerdings würde sich nach Br. das Kaninchen in dieser Beziehung von anderen Tieren verschieden verhalten.



(zwischen VI und Claustrum) undeutlich aus. In der Tiefe der F. Rh. zeigt sich die Schichtenanordnung am reinsten; freilich ändert sich dieselbe beim Übergang in die Rinde des Rhinencephalon noch in der Tiefe der Furche. Ich mache übrigens darauf aufmerksam, daß auch hier wieder das gesetzmäßige Verhalten der Rindenschichtung, welches ich bei allen von mir untersuchten Säugetierhirnen konstatieren konnte (auch in der Rinde des Kleinhirns), auf der Kuppe, den Seitenteilen einer Windung und in der Tiefe der Furche in klassischer Weise zum Ausdruck kommt.<sup>31)</sup> In der Tiefe der F. Rh. ist die Schicht I ungemein breit. Sehr deutlich hebt sich die Schicht II ab, die hier noch immer recht breit ist. Es folgt sodann die sehr schmal gewordene und nur wenige Zellen enthaltende und deshalb auf dem Bilde hell erscheinende Schicht III. Eine vierte Schicht fehlt. Scharf hebt sich von der hellen Schicht III die Schicht V ab. Ihre großen Nervenzellen rücken am seitlichen Abhang der Furche immer dichter aneinander, und das Zellenband, das hier die Schicht V darstellt, wird auf dem Wege zur Tiefe der Furche immer schmaler. An der tiefsten Stelle angekommen, lösen sich ihre Zellen von dem erwähnten Bande los und treten zerstreut in die Rinde des Rhinencephalons ein. Zwischen der Schicht V und der Capsula externa sehen wir deutlich zwei Lagen von Zellen, die in der Hauptsache transversal gestellt sind, eine innere, dicht an die capsula externa stoßende Schicht, und eine zellärmere, zwischen letzterer Lage und der Schicht V. Die innere, zellreichere, scheint direkt eine Fortsetzung der Claustrumzellen zu sein, die hellere, zellärmere, dürfte nach den Zellformen die Fortsetzung der Schicht VI im engeren Sinne sein.

Verfolgt man an der Hand dieser Darstellung die Verhältnisse der Fig. 28, in der die äußere Kapsel ebenfalls klar zutage tritt, so wird man sich leicht über den Zellausfall in der isolierten Rinde orientieren können. Ob das Claustrum ein Teil der Schicht VI ist oder nicht, ist für unsere Zwecke ganz gleichgiltig. Jedenfalls geht aus der Abbildung klar hervor, daß wir hier Schicht VI im engern Sinne und das Claustrum nicht voneinander trennen können, ebenso wie die Tatsache, daß hier der Zellausfall am stärksten ins Auge springt. Auch darüber besteht kein Zweifel, daß nächst der Schicht VI + Claustrum die Zellen

<sup>31)</sup> Vgl. NISSL, *Neuronenlehre*, Seite 474.



der Schicht V enorm gelitten haben, und verfolgen wir die Schichten weiter bis in die Rinde des Rhinencephalon, so kann es uns ebensowenig entgehen, daß die gewaltigen Zellmassen, die, rein topographisch gesprochen, lateral von der Capsula externa liegen und eine Fortsetzung der Claustrumzellen zu sein scheinen, ebenso wie die im Rhinencephalon aus dem oben geschilderten Zellbande tretenden großen Elemente von Schicht V in ausgesprochenster Weise reduziert sind. Eine Vermehrung der Gliazellkerne ist in der grauen Substanz nicht vorhanden.

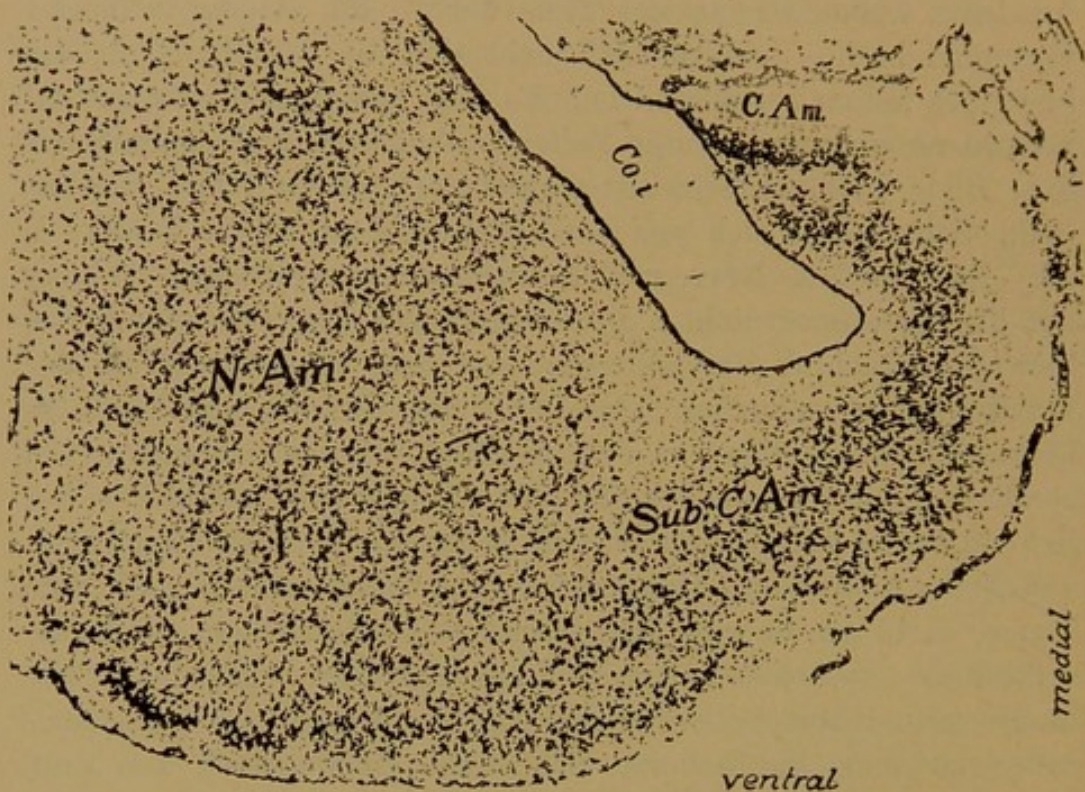


Fig. 30. Rinde des Tieres u 42, von dem auch die Fig. 28 und 29 stammen. Aus der Gegend von Taf. XII. Isolierte Seite.

Um das über die Rinde des Rhinencephalon Gesagte zu illustrieren, bringe ich vom gleichen Tiere (u 42) noch ein Bild aus dem Rhinencephalon. Ich will aber aus den erwähnten Gründen nicht näher auf die Abbildungen eingehen. Figur 30 und 31 sind identischen Stellen entnommen. Wie man schon aus dem enorm erweiterten Unterhorn (Co. i.) erkennt, stellt Fig. 30 die isolierte Seite dar. Man sieht auf den ersten Blick, daß ganz bedeutende Zellausfälle in Fig. 30 gegenüber der nicht isolierten Seite vorliegen. Bemerkenswert ist der starke Zellausfall im Subiculum cornu Ammonis, während das Ammonshorn selbst, wie auch die



Fascia dentata keine Zellausfälle erkennen läßt (wohl aber kann man mit starken Linsen auch hier gewisse Zellveränderungen feststellen). Zur Orientierung der beiden Abbildungen bemerke ich, daß sie ungefähr der Taf. XII entsprechen. Ich habe dieselben Bezeichnungen angebracht wie W. und P., ohne damit zu sagen, daß ich die Auffassung der beiden Autoren durchaus teile. Ohne Zuhilfenahme der Immersionslinse ist es ausge-

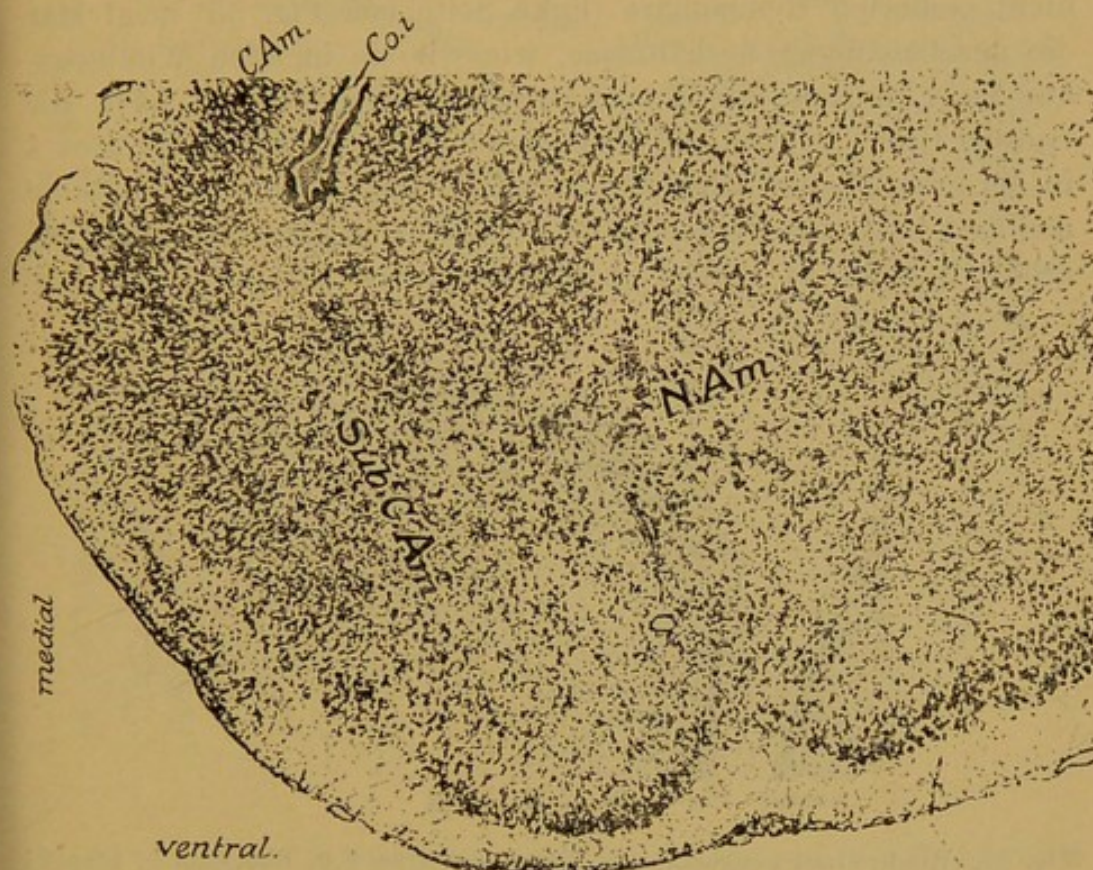


Fig. 31. Wie Fig. 30. Nicht isolierte Seite.

schlossen, in den Zellmassen dieser Gegend einigermaßen berechnete Abgrenzungen vorzunehmen. Es liegt aber nicht im Plane dieser Abhandlung, auf histologische und histopathologische Details einzugehen. Trotz der bedeutenden Zellausfälle sind nirgends Gliazellkernvermehrungen wahrzunehmen.

Abbildungen vom Ammonshorn bei stärkerer Vergrößerung zu bringen, hielt ich nicht für notwendig. Wie schon aus den Fig. 3, 6 und 7 deutlich hervorgeht, entwickelt sich das Ammonshorn mit der Fascia dentata, natürlich unter Wegfall der Fimbria, Säule, der Alveusfasern etc. in der isolierten Hemisphäre stets in vorzüglicher Weise.



Die nächsten Abbildungen führen uns in das Gebiet der Stirnregion. Fig. 32 und 33 stammen aus area 4. Ventralwärts geht dieselbe über in area 24 (Taf. V). Fig. 32 ist von einem neugeborenen, Fig. 33 von demselben Tiere (u 31), das uns die Fig. 9 und 10 geliefert hat.

Die eigenartige Architektur der area kommt bereits beim neugeborenen Tier klar zum Ausdruck (Fig. 32). Die Rinde der nicht isolierten Hemisphäre (linke Seite von Fig. 33) zeigt klar die gesetzmäßigen Verhältnisse, wie wir sie in allen Windungskuppen gyrencephaler Tiere antreffen. Dadurch ist auch die enorme Breite der Schicht VI bedingt. Beim Übergang der area 4 in die area 24 (die Rinde der area 24 verhält sich wie die Rinde des Seitenabhanges einer tiefen Furche beim gyrencephalen Tier) erhält Schicht VI wieder ihre gewöhnliche Breite. Diese Ver-

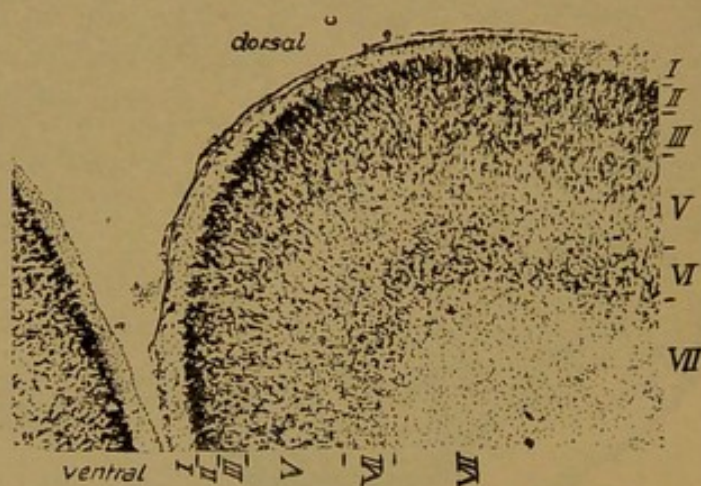


Fig. 32. Rinde eines neugeborenen Tieres aus area 4 u. Übergang in area 24 (Taf. V).

hältnisse sind zu berücksichtigen bei der Betrachtung der Rinde der isolierten Seite. Während die Zellen der äußeren Schichten etwas dichter aneinander gerückt sind, eine Erscheinung, die wir oftmals in isolierten Rinden feststellen, fällt vor allem auf, daß die hier besonders großen Elemente der Schicht V auf der isolierten Seite nicht völlig ausgefallen sind. Die noch vorhandenen sind aber kleiner. Auch stehen sie nicht in so typischer Anordnung wie auf der gesunden Seite. Infolge dieser Umstände ist die Unterscheidung der Schicht VI von Schicht V nicht ganz leicht. Man kommt leichter zurecht, wenn man von dem Übergang der area 24 in die area 4 ausgeht.



Betrachtet man den unteren Rand des Bildes, so befinden wir uns nach W. und P., resp. nach BRODMANN, bereits in area 24. (Auf die Frage, ob diese Auffassung richtig ist, will ich hier nicht eingehen.) Hier ist die Sachlage übersichtlich. Der Befund entspricht hier vollständig den bisherigen Beobachtungen. Die

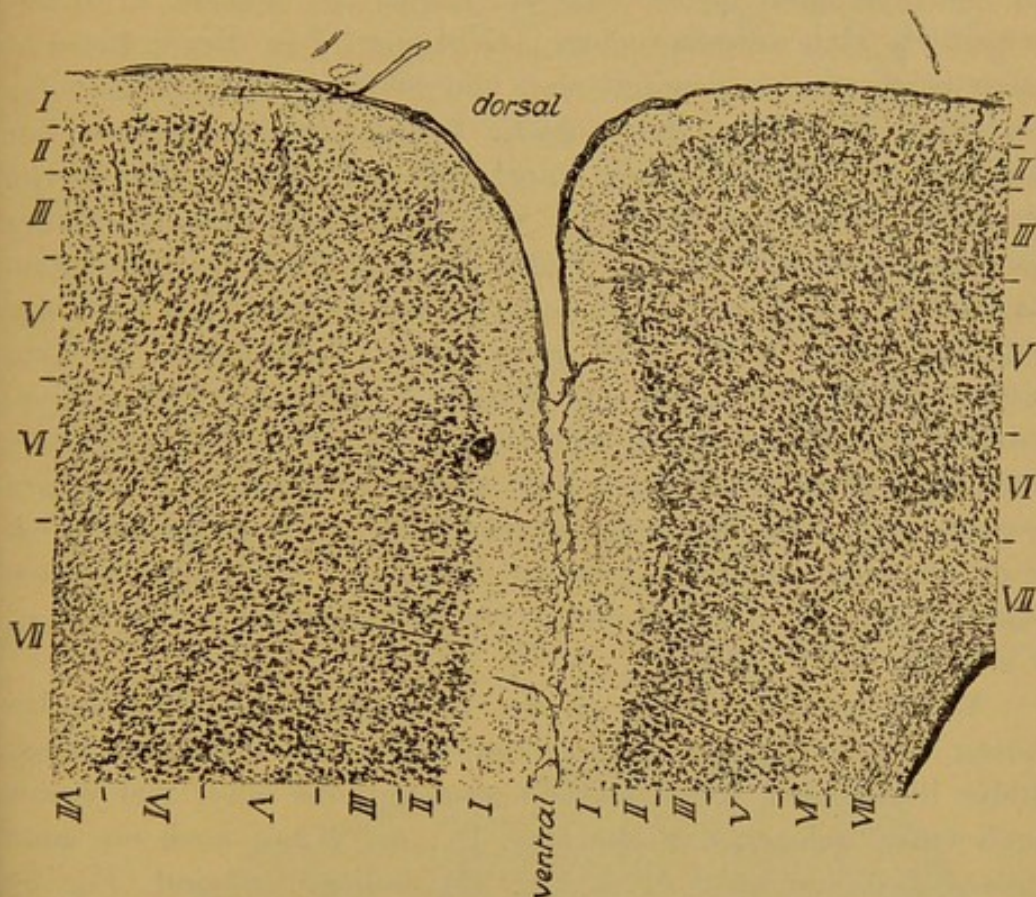


Fig. 33. Rinde des 3 Monate alten Tieres u 31, das auch die Fig. 9 u. 10 geliefert hat. Dieselbe Stelle wie in Fig. 32. Links ist die nicht isolierte, rechts die isolierte Seite.

oberen Schichten sind in der isolierten Rinde nur wenig in Mitleidenschaft gezogen. In der Schicht V dagegen stellen wir einen erheblichen Zellausfall fest. Die noch erhaltenen Zellen sind kleiner. Ganz enorm aber ist der Zellausfall in Schicht VI. Wie wir das öfters sehen, sind besonders die äußeren Zellagen der Schicht VI zellarm, während die innerste an das Mark stoßende Zellage noch relativ am besten erhalten ist. Allerdings an dem untern Rande unserer Figur sehen wir diese innerste Zellage in Gestalt eines dünnen Zellenbandes, das übrigens auch nicht kontinuierlich dahinzieht, sondern von zellärmeren Lücken an vielen



Stellen unterbrochen ist. Erst an der Umbiegungsstelle der Rinde nach der lateralen Seite hin, sehen wir, ganz entsprechend dem gesetzmäßigen Verhalten des Schichtenbaues auf der Höhe einer Kuppe bei dem gyrencephalen Tiere, eine größere Ansammlung von Zellen der innersten Lage von Schicht VI. Aber auch hier ist der Zellausfall in den äußeren Lagen von Schicht VI außerordentlich klar ausgesprochen. Geht man von dieser Betrachtungsweise aus, so gewinnt man viel besser ein Urteil über das Verhalten der Zellen der Schicht V am Umbiegungsrande der Hemisphäre. Wir erkennen sofort, daß die noch erhaltenen viel kleineren Zellen von Schicht V sich am Umbiegungsrand dichter zusammengedrängt haben. Unter Berücksichtigung dieses Umstandes unterliegt es wohl kaum einem Zweifel, daß trotz der auf den ersten Blick nicht ganz klaren Verhältnisse am Umbiegungsrande die Zellen von Schicht V nicht nur kleiner sind, sondern daß diese Schicht auch einen Zellausfall darbietet. Eine Vermehrung von Gliakernen liegt auch hier nicht vor. Dagegen erweist sich hier das degenerierte Mark (VII) außerordentlich reich an Gliazellkernen (dichtes Ependym). Die degenerierten Fasermassen an dieser Stelle setzen sich zusammen aus S. S. e., S. s. i. und GeCc. (Taf. V).

Welch große Vorsicht in der Beurteilung der Befunde bei diesen Untersuchungen geboten ist, sollen die beiden nächsten Bilder illustrieren, die derselben area nur aus einer viel weiter nach vorne gelegenen Stelle (Taf. II, area 4 und noch ein ganz kleiner Teil von area 24 in Fig. 35) entnommen sind. Fig. 34 und 35 stammen von einem Tiere (1910/4), bei dem im neugeborenen Zustande am 18. August 1907 eine Hemisphäre isoliert wurde; am 19. März 1910 wurde das Tier getötet. Infolge der Operation wurde der laterale Teil der Stirnhirnpartien in eine große Blase umgewandelt. Man erkennt in Fig. 35 die Schnittfläche des Messerchens. Bei der Durchtrennung des Bulbus olfactorius wurde das Messer von der medialen Seite nicht in der Frontalebene lateralwärts durchgezogen, sondern der Schnitt ging unbeabsichtigt in einem steilen Winkel von vorne und medial nach hinten und lateral, so daß ein großer Teil der lateralen Stirnhirnpartien durchschnitten wurde. Die lateralen abgetrennten Parteien wurden vollständig resorbiert.

In den vordersten Parteien der area 4 sind die Zellen der Schicht V noch etwas größer als beispielsweise in der area 4 der



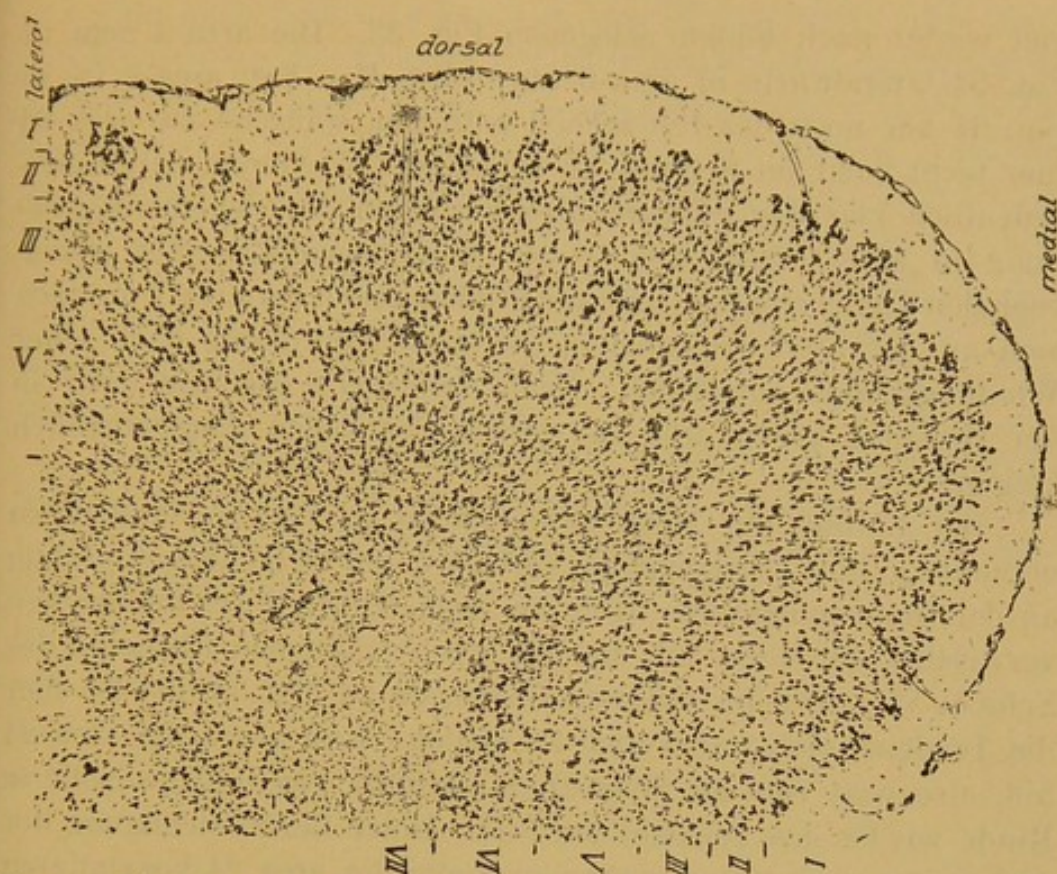


Fig. 34. Rinde des 2 Jahre und 7 Monate alten Tieres 1910/4 aus area 4 (Taf. II). Nicht isolierte Seite.

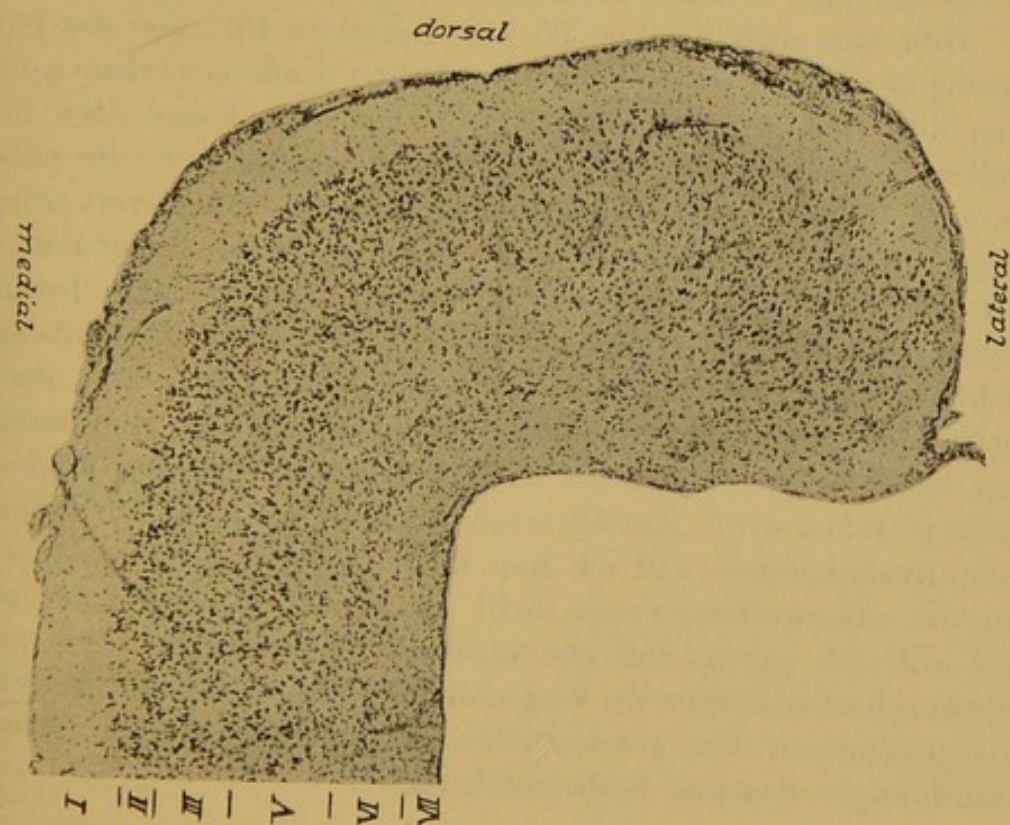


Fig. 35. Wie Fig. 34. Isolierte Seite.



viel weiter nach hinten gelegenen Fig. 33. Die area 4 geht in Fig. 34 lateralwärts in area 6 über (Taf. II). Von area 6 ist in Fig. 34 nur noch das Randgebiet getroffen, während die area 24 hier nicht mehr im Schnitte zu sehen ist. Wiederum tritt außerordentlich klar das gesetzmäßige Verhalten der Schichtenanordnung in area 4 ganz analog der Windungskuppe eines gyrencephalen Tieres zutage. Die ganz großen Zellen der area 4 drängen sich an der Stelle zusammen, die ihrer Anordnung nach einer Windungskuppe entspricht. Nach der area 6 zu, wie auch in der Richtung gegen area 24 werden die Zellen ganz erheblich kleiner.

Der Einfluß des Messerschnittes ist in Fig. 35 deutlich zu erkennen. Das gesetzmäßige Verhalten der Schichtenanordnung an der Umbiegungsstelle nach der medialen Seite ist vollkommen verwischt. Im Gegenteil, die hier noch erhaltenen Elemente der Schicht VI zeigen im scharfen Gegensatz zu Fig. 33 und 34 eher die Tendenz, sich transversal zu stellen. Erst gegen die area 24 hin, also weit von der Schnittlinie entfernt, gewinnt die isolierte Rinde wieder das gewöhnliche Bild. Unter Berücksichtigung der viel weiter nach vorne gelegenen Stelle der area 24 konstatieren wir am Rande der Figur Zellausfälle, die denjenigen am unteren Rande der Fig. 33 durchaus analog sind.

Gibt uns auch die Fig. 35 kein korrektes Bild von der Isolierung der Rinde, so ist es doch im hohen Grade bemerkenswert. Was diese Figur zeigt, findet sich in analoger Weise auch bei anderen areae wieder, wenn wir Stellen untersuchen, die nahe an einer beabsichtigten oder unbeabsichtigten Schnittverletzung liegen. Ich betone aber nochmals, daß man solche Bilder immer nur da erhält, wo der Gesamtquerschnitt bis ins Mark hinein (Assoziationsfasern!) verletzt wurde. Oberflächliche unbeabsichtigte Schnittverletzungen der Rinde verursachen wohl auch mehr oder weniger deutliche Erscheinungen, allein sie sind durchaus andersartig, wenn nicht zufällig gerade ein großes Rindengefäß getroffen wird. Auf die bemerkenswerten Ergebnisse solcher Schnittverletzungen will ich hier nicht näher eingehen, weil sie für die aufgeworfene Frage nicht in Betracht kommen; nur soviel will ich sagen, daß oberflächliche Rindenverletzungen mit einem scharfen Messer ein Weg sind, experimentelle Furchenbildungen mit dem gesetzmäßigen Verhalten in den Schichtenanordnungen daselbst herbeizuführen.



Sind auch Stellen, wie sie in Fig. 35 abgebildet sind, nicht zur Beurteilung des Effektes der Rindenisolierung zu verwerten, so beweist die Figur doch, daß trotz der starken Zellausfälle in den oberen Schichten die Ausfälle in den unteren Schichten unvergleichlich stärker ausgesprochen sind. Auch beweist die Fig. 35, daß trotz des ganz gewaltigen Ausfalls der großen Zellen in Schicht V besonders an der entsprechenden Stelle am Umbiegungsrande, keineswegs ein völliger Ausfall dieser Elemente stattgefunden hat. Wie auch in Fig. 33 sind die erhaltenen Zellen der Schicht V durchweg kleiner.

Trotz des gewaltigen Zellausfalles in der Richtung der Schnittfläche kann man doch eine Gliazellkernvermehrung nicht konstatieren. Eine solche ist aber im Marke vorhanden. Das Ependym ist hier nicht in auffälliger Weise verdickt.



Ich bringe endlich noch zwei Bilder aus der ebenfalls agranulären area 32. Fig. 36 ist eine Stelle der area 32, Taf. III, beim neugeborenen Tiere. Fig. 37 stammt von dem gleichen Tiere wie die Fig. 18, 19, 25 und 26 und entspricht der Fig. 36.

Auch in Fig. 37 konstatieren wir auf der linken Seite einen analogen Befund wie in der area 24 der Fig. 33. Die obersten Schichten haben relativ wenig gelitten. Deutliche Ausfälle zeigt die Schicht V. Die erhaltenen Zellen dieser Schicht sind etwas kleiner als auf der nicht isolierten rechten Seite. Den weitaus stärksten Ausfall läßt die Schicht VI erkennen, wobei klar her-

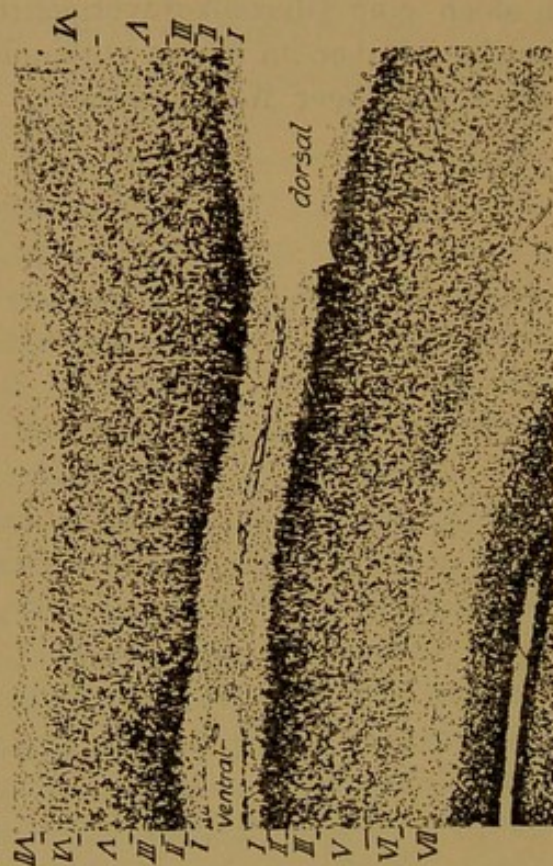


Fig. 36. Rinde eines neugeborenen Tieres aus area 32 (Taf. III).

vortritt, daß die innerste ans Mark stoßende Lage von VI noch relativ am besten erhalten ist. Übrigens läßt sich die Trennung der Schicht VI in zwei Lagen verschiedener Zellformen histologisch nicht nur hier, sondern auch in vielen andern areae leicht durchführen. Der scharfe innere Streifen unterhalb des degenerierten Markes besteht aus S. s. e. und S. s. i. (Taf. III) + Ependym.



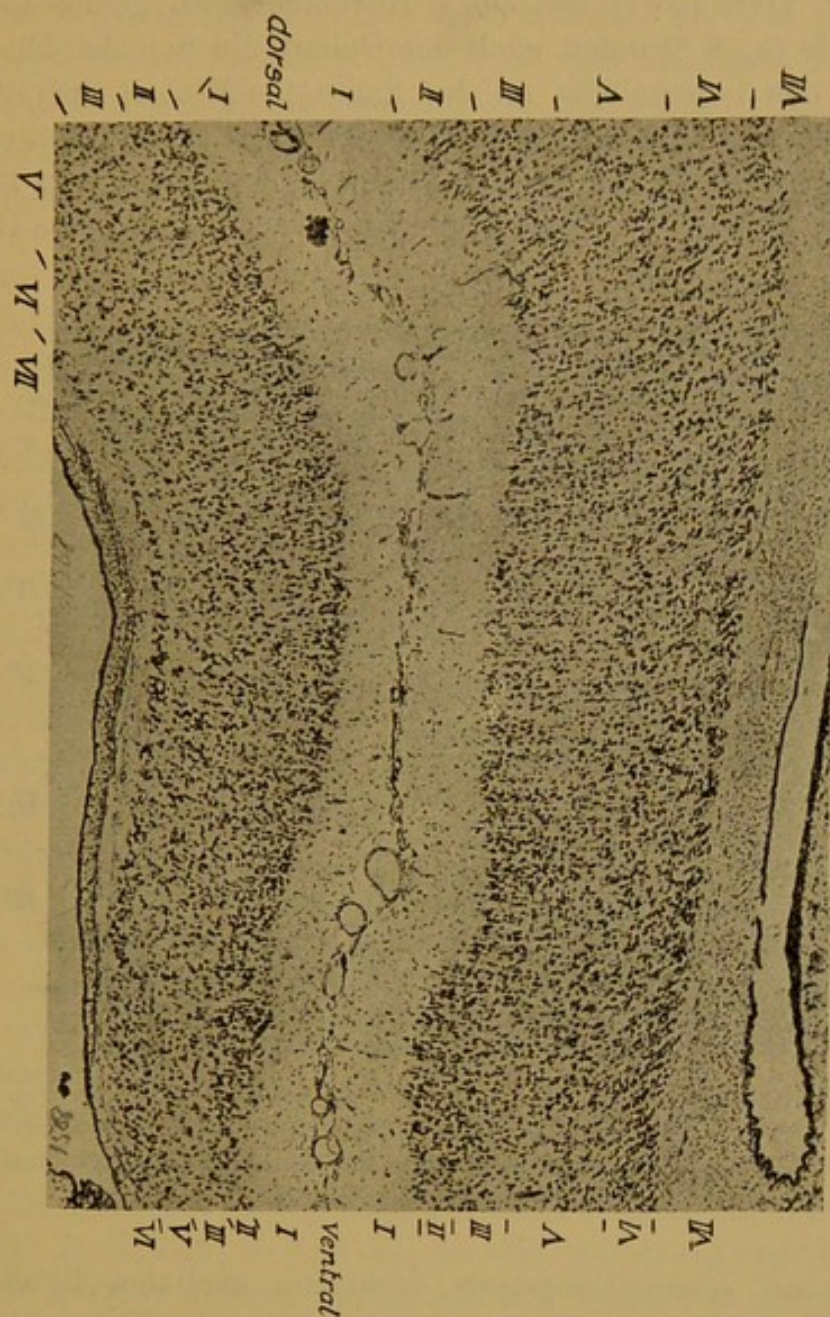


Fig. 37 von demselben dreijährigen Tiere, das die Fig. 18, 19, 25 u. 26 geliefert hat. Aus der gleichen Stelle wie Fig. 36. Links isolierte, rechts nicht isolierte Seite.



Die nächste Figur 38 stammt nicht von einem Tiere, bei dem die eine Hemisphäre isoliert wurde. Bei dem am 17. August 1907 geborenen Tiere (u 57), das am 7. November 1907 getötet wurde, öffnete ich ca. 8 Stunden nach der Geburt die Schädelhöhle, indem ich das Scheitelbein an der Sagittalnaht nach der andern Seite umklappte. Ich schnitt dicht hinter der Kranznaht mit einem scharfen Scherchen ein etwa  $1\frac{1}{2}$  mm breites und 3 mm langes rechteckiges Stück Rinde mit dem Ammonshorn heraus (das Recht-

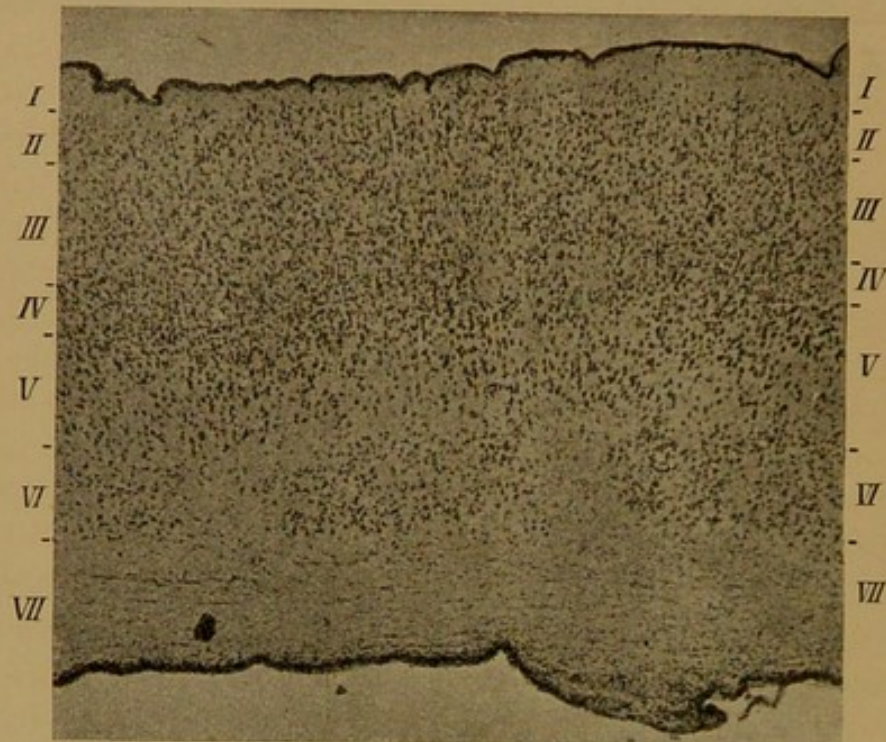


Fig. 38. Rinde des nicht ganz 3 Monate alten Tieres u 57 aus area 17 (zwischen Taf. XIII u. XIV), bei dem infolge eines operativen Eingriffs das ganze eine Ammonshorn + regio retrosplenialis fehlt. Herdförmiger Ausfall der Zellen in der Schicht VI.

eck lag mit seiner Längsseite dicht am medialen Rande der Hemisphäre; die Schmalseite lehnte sich an die Kranznaht an). Wie sich nach Herstellung der Schnittserie zeigte, wurde bei dieser Manipulation das Ganglion habenulae weggekappt, was nicht beabsichtigt war. Nach dieser vorbereitenden Operation ging ich mit einem sehr feinen Häkchen in schiefer Richtung nach unten und hinten in den Thalamus ein, machte einige Bewegungen mit demselben, wobei nur ein Teil der Kapselfasern getroffen wurde, verletzte auch den Kopf des Streifenhügels; bei einer anderen



Bewegung wurde auch das Putamen und das Subiculum cornu Ammonis (im Sinne Ws. und Ps.), sowie teilweise auch die Rinde des Rhinencephalon ungefähr in der Höhe der Taf. XIII verletzt. Es kommt hier nicht darauf an, was ich dabei bezweckte; tatsächlich wurde nicht erreicht, was ich wollte. Das Präparat ist aber bemerkenswert, weil die Rinde nur in relativ geringer Weise an der Exzisionsstelle und dann an der Basis direkt verletzt wurde, anderseits aber das Ammonshorn und fast die gesamte regio retrosplenialis der einen Seite fehlt. Der Kopf des Schwanzkerns ist teilweise verletzt und ebenso die hintersten Partien des Linsenkerns. Im Thalamus fehlt das Ganglion habenulae und die Tania. Erhalten sind ein Teil der ventralen Abteilung des vorderen Thalamuskerns (Aa, Taf. XII), ein großer Teil des lateralen vorderen Kerns (La, Taf. XIII), der mediale vordere Kern (nur Ma<sub>1</sub> auf Taf. XII ist der dorsale Abschnitt meines medialen vorderen Kerns), der mediale mittlere Kern (Ma, Taf. XII), größtenteils der mediale hintere Kern (Mb und Ma auf Taf. XIV), die medialen Abteilungen des ventralen Kerns (Vc, Taf. XIV) und die vordersten Teile meines ventralen Gitterkerns. Die übrigen Thalamuskerns fehlen. Erhalten blieben ferner die vorderen und ein Teil der mittleren Kapselabschnitte. Das Hemisphärenmark ist im Stirngebiet und teilweise auch im Scheitelgebiete leidlich breit, erst im Occipitallappen und Schläfenhirn ist es erheblich reduziert. Wie die Fig. 38, die den vordersten Teilen der area 17 zwischen Taf. XIII und XIV entnommen ist, zeigt, ist hier noch das Hemisphärenmark ziemlich breit, bemerkenswert aber sind die zahlreichen in demselben vorhandenen Gliazellkerne. Die vordersten Rindenpartien unterscheiden sich nicht von dem Verhalten auf der nicht operierten Seite. Je weiter man dagegen nach hinten geht, um so deutlicher werden die Zellausfälle in Schicht V und VI, so wie wir es in den isolierten Rinden kennen gelernt haben. Dieses Verhalten ist allerdings nicht überall gleich stark ausgesprochen. Dieser Befund ist verständlich, wenn wir das Verhalten des großen, zerstörten Thalamusgebietes berücksichtigen.

Ich habe aber die Fig. 38 nicht deshalb hier gebracht; sie zeigt nämlich klar und deutlich einen herdförmigen Ausfall der noch erhaltenen Zellen der Schicht VI. Ich habe an dem vordersten Rande der area 17 eine Stelle ausgewählt, in der die Zellausfälle noch recht gering sind. Um so schärfer tritt deshalb



der herdförmige Zellausfall in Schicht VI zutage. Diese herdförmigen Ausfälle teils in der fast intakten, zum Teil aber recht gelichteten Schicht VI erstrecken sich über die ganze Konvexitätsrinde und tragen durchweg den Charakter der auf Fig. 38 dargestellten Zellausfälle. Sie beginnen ungefähr in der Höhe der Ebene von Tafel V und sind bis zu den hintersten Ebenen überall zu konstatieren. In den hinteren Ebenen, in denen die Zellausfälle ohnedies schon erheblich sind, treten sie natürlich nicht so deutlich zutage.

Das Bild erinnert lebhaft an die Präparate von menschlicher Arteriosklerose, wo wir in ganz analoger Weise solche herdförmige Zellausfälle beobachten. In diesen Fällen läßt sich aber stets die Abhängigkeit solcher herdförmiger Ausfälle von stark veränderten Gefäßen nachweisen. Einen derartigen Zusammenhang habe ich aber hier nicht auffinden können.

Es liegt mir selbstverständlich ferne, lediglich auf Grund eines einzigen Versuchsergebnisses irgendwelche Schlußfolgerungen zu ziehen. Bei dem absoluten Fehlen des Ammonshorns, sowie der ganzen regio retrosplenialis einerseits, andererseits unter Berücksichtigung der geschilderten herdförmigen Ausfälle bei dem gleichzeitigen Vorhandensein aller übrigen Veränderungen, lag der Gedanke nahe, so abenteuerlich er auch zunächst klingt, den Befund auf das Fehlen des Ammonshorns zurückzuführen. Ich habe daher den Versuch zu wiederholen versucht; es ist mir aber bisher nicht wieder gelungen, das Ammonshorn ohne erhebliche Verletzung der Rinde ganz oder doch zum größten Teile zum Verschwinden zu bringen. Ich kenne also die Ursache dieses merkwürdigen Befundes nicht, aber er beweist, daß die Verhältnisse in der Rinde sehr kompliziert sind, komplizierter als wir es ahnen.

Es liegt nahe, die Frage aufzuwerfen, wie sich die übrigen Teile des Zentralorgans bei der völligen Isolierung der Rinde verhalten. Allerdings interessieren uns hier nur diejenigen Teile, die v. MONAKOW als Großhirnanteile<sup>32)</sup> bezeichnet. Als direkte Großhirnanteile werden, abgesehen von den Thalamuskernen der LUY'sche Körper, die substantia nigra, Teile des vorderen Vierhügels und das Brückengrau genannt. Auf Grund unserer Experimente, wo stets das Zwischenhirn bald mehr, bald weniger direkt

<sup>32)</sup> v. MONAKOW, *Gehirnpathologie*, 2. Auflage, Seite 191 u. 192.



mitverletzt wurde, wo die Verletzung sogar manchmal noch weiter nach hinten reichte, können wir über die genannten Großhirnanteile nichts sagen, so groß das Interesse für die Wirkungen der gesetzten Verletzungen auch zweifellos ist. Nur in bezug auf das Brückengrau will ich im Gegensatze zu MÜNZER und WIENER<sup>33)</sup> doch erwähnen, daß ich bei keiner meiner Serien ausgesprochene Veränderungen im Brückengrau nachweisen konnte, obschon MÜNZER und WIENER lange nicht die ganze Hemisphäre weggenommen hatten.

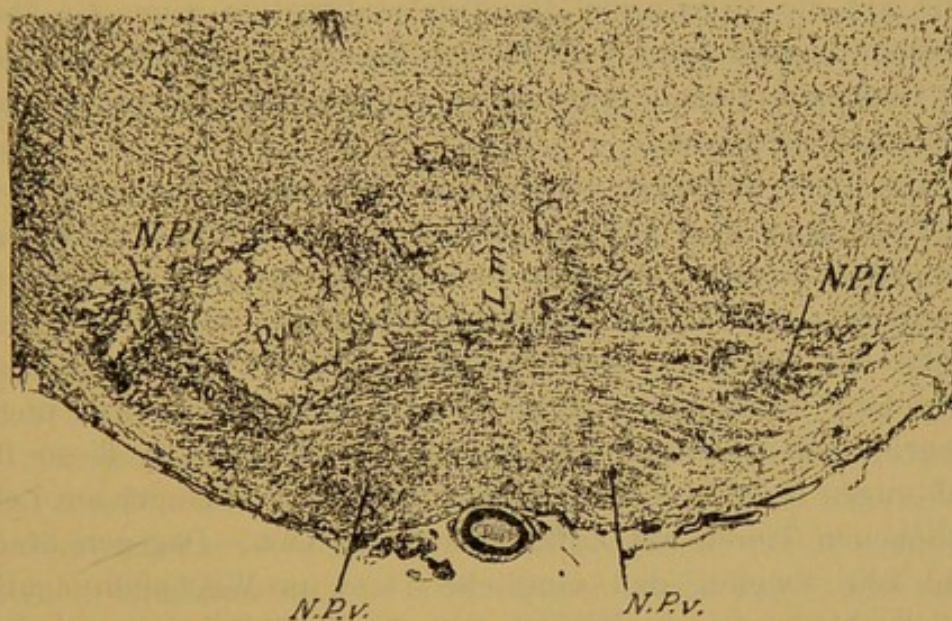


Fig. 39. Brückengrau des 2 $\frac{1}{2}$  Jahre alten Tieres 1910/3, bei dem eine Hemisphäre isoliert wurde (auch Fig. 13 u. 14 stammen von diesem Tiere). Das Bild entspricht ungefähr demjenigen auf Taf. XXIV. Das Fehlen der Pyramide (Pyr) und der Schleife (Lm) läßt sofort die isolierte Seite erkennen.

Die Beurteilung des Brückengraues ist nicht ganz leicht, einmal wegen des Ausfalles der Pyramide und der Schleife, wodurch erhebliche Verschiebungen bedingt sind, und dann, weil man nicht oder doch nur ausnahmsweise völlig identische Hälften in die Schnittebene bekommt. In Fig. 39 bringe ich einen Schnitt<sup>34)</sup> durchs Brückengrau von dem Tiere (1910/3), von dem auch die Fig. 13 und 14 gewonnen sind. Der Schnitt entspricht ungefähr Taf. XXIV. Pyr. u. Lm. fehlt auf der isolierten Seite vollständig.

<sup>33)</sup> *Monatsschrift für Psych. u. Neurol.*, Bd. XII, Seite 251.

<sup>34)</sup> Photographiert mit Zeiß-Planar 1:4,5 Ser. 1a, Nr. 4, R. 75 mm, Objektivabstand 1 m 5 cm.



Man sieht, daß die Mittellinie um ein geringes nach der Seite verschoben ist. Auf den ersten Blick scheint der N. P. l. und der N. P. v. auf der isolierten Seite viel kleiner zu sein. Aber die Untersuchung der ganzen Serie zeigt, daß diese Ungleichheiten sich in der Serie anscheinend ganz ausgleichen. Ich sage anscheinend: den vollen Beweis, daß hier wirklich Veränderungen vorliegen, kann nur eine ganz eingehende Untersuchung mit der Immersionslinse bringen. Bis dahin möchte ich auf Grund der bisherigen Ergebnisse meiner Serien mit meiner Beurteilung des Brückengraues als eines direkten Großhirnanteiles noch zurückhalten, um so mehr als die Ergebnisse der Totalexstirpation einer Großhirnhemisphäre auch beim erwachsenen Kaninchen mit den Befunden der Hemisphärenisolierung beim neugeborenen Tiere übereinzustimmen scheinen.

In ihrem Verhalten boten Kaninchen, bei denen eine Hemisphäre isoliert war, kaum irgendwelche Unterschiede von nicht operierten Tieren. Bei den sehr lange am Leben erhaltenen Tieren ist vielleicht die matte geschlechtliche Betätigung auf die Folgen der Operation zurückzuführen. Ein Weibchen, das drei Jahre lang lebte, ließ sich wohl gelegentlich, aber nur ungern belegen, bekam aber keine Jungen. Doch könnten diese Beobachtungen bei der doch recht kleinen Zahl von länger am Leben gebliebenen Tieren auf Zufälligkeiten beruhen. Dagegen besteht wohl kein Zweifel, daß sämtliche Tiere im Wachstum deutlich zurückgeblieben sind. Freilich tritt der Einfluß der Ausschaltung einer Hemisphäre beim Kaninchen lange nicht so enorm zutage als bei den Katzen, bei denen ich im neugeborenen Zustand die eine Hemisphäre völlig isoliert habe.<sup>35)</sup> Gleichzeitig tritt im Gegensatz zu Kaninchen der, wenn ich so sagen darf, psychische Defekt stark in den Vordergrund. Das Zurückbleiben im Wachstum ist nicht auf eine ungenügende Nahrungsaufnahme zurückzuführen.

Nach der Versuchsanordnung ergibt sich aus unseren Präparaten nicht, inwieweit die geschilderten Rindenveränderungen in Abhängigkeitsverhältnissen stehen mit den großen Commissuren, den vielfach recht erheblichen Verletzungen im Streifenhügel und seiner Teile, der basalen Zellmassen, der regio inno-

<sup>35)</sup> Vgl. auch v. MONAKOW, *Arch. f. Psych.*, Bd. XXVII, Heft 1 u. 2, Sonderabdruck Seite 31.



minata, sowie vom Bulbus olfactorius. Ich habe zwar nach diesen Richtungen hin eine große Anzahl von Versuchen gemacht, bin aber dadurch in der Erkenntnis dieser Abhängigkeitsverhältnisse nicht viel weiter gekommen. Ein erheblicher Teil dieser Gehirne ist allerdings noch nicht geschnitten.

Nur soviel sei erwähnt, daß ich bei Abtrennung eines bulbus olfactorius, sowie bei Durchschneidung der vorderen Commissur und bei der Abtrennung eines bulbus olfactorius + Durchschneidung der vorderen Commissur einen Einfluß wenigstens auf die Konvexitätsrinde nicht habe feststellen können. Ob aber nicht Veränderungen in der Rinde des Rhinencephalon auftreten, lasse ich dahingestellt. Die Cytoarchitektonik dieses Rindengebietes, die Zellmassen, die sich in den basalen Hemisphärenteilen befinden, sind äußerst verwickelt und erfordern noch ein sehr eingehendes Studium. Bevor ich nicht die Verhältnisse der basalen Hemisphärenteile wirklich beherrsche, dürfte es wohl richtiger sein, mit der Beurteilung der hier obwaltenden Verhältnisse nach den genannten Eingriffen noch recht zurückhaltend zu sein. Dahin gehört auch die Frage, welche Folgen die Zerstörung des Septum pellucidum u. dgl. nach sich zieht. Zu den merkwürdigen Beobachtungen gehört der Umstand, daß die Vernichtung der gewaltigen Fasermassen der Commissura fimbriae weder im Ammonshorn noch auch sonst irgendwelche Zellen zu beeinflussen scheint (auch hier wieder mit der Reserve ausgesprochen, daß ich über die Zellmassen der Hemisphärenbasis kein Urteil auszusprechen wage). Auf die Folgen der Säulendegeneration werde ich im zweiten Teile zurückkommen.

Etwas eingehender habe ich mich mit den Folgen der Balkendurchschneidung beschäftigt. Ich war bisher nicht imstande, irgendwelche greifbaren Ergebnisse nach der Durchschneidung des Balkens in der Rinde zu erkennen. Die Ergebnisse nach Balkendurchtrennung beim erwachsenen Tier stimmen damit überein. Jedenfalls scheint mir der Versuch beim erwachsenen Tier aussichtsreicher zu sein. Wenn überhaupt Zellveränderungen beim erwachsenen Tier nach diesem Eingriff resultieren, so kann der Nachweis solcher nach meinen bisherigen Beobachtungen nur auf dem Wege der genauesten Absuchung der Konvexitätsrinde mit der Immersionslinse geliefert werden, ein Weg, den ich bisher nur in unzulänglicher Weise beschritten habe.



Jedenfalls kann ich auf Grund meiner bisherigen Versuche soviel sagen, daß die Veränderungen der Konvexitätsrinde nach völliger Hemisphärenisolierung weitaus zum größten Teile durch die Abtrennung der inneren Kapsel bedingt sind, indes habe ich den Eindruck, daß bei völliger Isolierung der Hemisphäre der Gesamtschwund der Rinde und damit auch der Zellausfall in den oberen Schichten größer ist. Allein ich habe schon betont, daß man in solchen Fragen die Entscheidung nicht auf einzelne Serien stützen darf, sondern das Gesamtergebnis einer großen Zahl von Serien benutzen muß. Ich verfüge aber gerade in dieser Hinsicht nicht über ein meiner Ansicht nach genügend großes Vergleichsmaterial. Einige Serien sind wegen völliger Abblassung der Schnitte nicht mehr brauchbar.<sup>36)</sup> Versuchsmaterial steht mir zwar noch zur Verfügung; die Gehirne mit einfacher Kapseldurchtrennung sind aber noch nicht vollständig geschnitten. Bei allen diesen Untersuchungen kann ich gar nicht genug die Hilfe betonen, die durch die Photographie geleistet wird.

Diese kurzen Mitteilungen rechtfertigen den Umstand, daß ich die Rinde des Rhinencephalon vorderhand nicht weiter berücksichtige. Dazu kommt noch, daß bei meinen Versuchen die vordern basalen Hirnpartien in verschiedener Ausdehnung direkt mit dem Messer verletzt wurden und daß ich die Folgen der hier angerichteten Zerstörungen noch nicht zu übersehen imstande bin. Darüber aber besteht kein Zweifel, daß bei völliger Isolierung der einen Hemisphäre auch die Rinde des lobus pyriformis stark beeinflußt wird. Dies geht ohne weiteres aus Fig. 3, 6, 7, 28 und 30 hervor. Auch bezüglich der Inselrinde ist noch recht große Vorsicht in der Beurteilung der hier vorliegenden Veränderungen geboten, obschon sich gerade die hier abgebildete Stelle (Fig. 28) analog der Konvexitätsrinde verhält. Wenn man aber die enorme Ausdehnung der area 13—16 sowohl nach vorne als nach hinten berücksichtigt, sowie ihre Lage

<sup>36)</sup> Worauf das völlige Abblassen der mit basischen Anilinfarben gefärbten Schnitte beruht, weiß ich immer noch nicht. Sicher spielt die Routine des Präparators und die Farblösung eine große Rolle. Aber es bleibt immer noch unaufgeklärt, warum auch bei geschicktester und vorsichtigster Technik in einer Serie beispielsweise von 100 Schnitten 4 oder 5 Schnitte tadellos bleiben und alle andern weggeworfen werden müssen. Bezüglich der Technik siehe 2. Auflage der *Enzyklopädie der mikroskop. Technik* (1910), Band II, Seite 276.



dicht an der *fissura rhinalis*, so wird man meine Zurückhaltung auch in dieser Beziehung gerechtfertigt finden. Ähnlich ist die Sachlage mit der *regio retrosplenialis*. Auch hier zeigt zwar 29d, 29c, zum Teil auch 29b (Fig. 26 ist aus 29c), Verhältnisse, die wir bis zu einem gewissen Grade mit den Verhältnissen in der Konvexitätsrinde vergleichen können; allein bei der Durchschneidung der hintersten Teile des Balkens wird gerade diese Region immer bald in stärkerem, bald in geringerem Maße mit verletzt, wie das Fig. 3 und 5 anschaulich zeigt, abgesehen von den keineswegs klaren Beziehungen der area 29 zu den mir noch ganz unverständlichen Verhältnissen im isolierten Ammonshorn (vgl. Taf. XIX, 29e). Ich hielt es daher für richtig, auch der area 29 vorderhand noch eine Sonderstellung einzuräumen. Aus area 12 und 8 habe ich keine Bilder gebracht, weil diese beiden Stellen in der Regel bei der Operation mehr oder weniger direkt verletzt werden.

Diese Überlegungen begründen die Einschränkung, daß ich meine Schlußfolgerungen im wesentlichen aus dem Verhalten der Konvexitätsrinde ziehe. Diese Einschränkung rechtfertigt sich aber noch aus einem andern Grunde. Bei den im zweiten Teile zu schildernden Experimenten ist nämlich der Angriffspunkt die Konvexitätsrinde. Bezüglich dieser ist festzustellen, daß sich nach Rindenisolierung zwar die verschiedenen Schichten analog verhalten, gewisse Differenzen aber nicht zu verkennen sind. Der Vergleich der Figuren 4—7 läßt diese Differenz zutage treten. Während in den vorderen Partien der Rinde der Zellausfall namentlich in Schicht VI evident ist, zeigen die hintersten Partien, insbesondere aber die mehr lateroventral gelegenen Teile weit geringere Ausfälle in dieser Schicht. Dieses Verhalten springt beim Vergleich der Figuren 17 resp. 19 mit Fig. 24 sofort in die Augen. Allerdings ist hier die wichtige Einschränkung zu machen, daß ein großer Teil der in Schicht VI der Fig. 24 noch erhaltenen Zellen degenerative Zeichen darbietet. Gewiß ist dies ein wichtiger Punkt, auf den ich in dieser Arbeit nicht eingegangen bin. Die Beurteilung dieser degenerativen Erscheinungen, namentlich der Zellen in der sechsten Schicht, und zwar nicht bloß in den Schläfenpartien, sondern überhaupt in der Konvexitätsrinde ist sehr schwierig, wie denn auch die hier in Betracht kommende Frage nach der Bedeutung der sogenannten einfachen Atrophie, d. h. jener Zellver-



änderungen zu erörtern wäre, bei denen die für die gesunde Zelle charakteristischen morphologischen Bestandteile erhalten sind, bei denen aber das quantitative Verhalten eine Änderung erfahren hat, namentlich wenn diese „einfache“ Atrophie sich nicht in der Nervenzelle gleichartig äußert, sondern vorzugsweise in einem bestimmten Teile derselben, beispielsweise im Spitzenfortsatze (wieder mit besonderer Vorliebe in den Zellen der sechsten Schicht) zutage tritt. Ohne die Wichtigkeit dieser histologischen resp. histopathologischen Einzelheiten zu verkennen, dürften diese für die Schlußfolgerungen, auf die sich die im zweiten Teile zu schildernden Experimente gründen, nur eine untergeordnete Bedeutung haben.

Meine Einschränkungen und Hinweise auf noch recht unklare Verhältnisse berühren nicht das wichtige Ergebnis der mitgeteilten Experimente, daß trotz absoluter Funktionsunmöglichkeit die Rinde sich weiterentwickelt, und zwar in allen ihren Schichten. Um diese Tatsache recht anschaulich zu machen, habe ich bei den hier mitgeteilten Stichproben aus verschiedenen *areae* das entsprechende Bild vom neugeborenen Tier beigelegt. Ein Vergleich solcher Rindendurchschnitte mit denjenigen der isolierten Hemisphäre zeigt zur Evidenz, daß die gleiche Zweiteilung in einen äußeren Teil, der durch die Isolierung relativ wenig, und einen inneren Teil, der durch unseren experimentellen Eingriff ungleich stärker in Mitleidenschaft gezogen wird, auch in der Rinde des Neugeborenen zum Ausdruck kommt. Auch das geht aus der Betrachtung der Rinde des Neugeborenen ohne weiteres hervor, daß der innere Teil in der Entwicklung ungleich weiter vorgeschritten ist, als der äußere Teil. Trotzdem entwickelt sich letzterer, ohne je in Funktion treten zu können, weiter und erreicht das gleiche Aussehen wie die Rinde der nicht isolierten Seite. Aus unseren Bildern ergibt sich weiterhin, daß eine spätere Verkümmern der entwickelten Rinde nicht eintritt. Man vergleiche nur die Rindenbilder von Tieren, die nach einigen Monaten getötet wurden oder gestorben sind mit denjenigen, die bis zu drei Jahren mit ihrer isolierten Rinde gelebt haben.

Die Immanenz des Bildungsmateriales der Rinde ist geradezu enorm. Ein kleinstes, bei der Operation unbeabsichtigt isoliertes Rindenstückchen, das zufällig noch mit der Pia der Umgebung zusammenhängt und weiter ernährt wird, zeigt aller-



dings viel weitergehende Zellausfälle als die im Gesamtverbande bleibende isolierte Rinde; trotzdem sind alle Schichten vorhanden und nicht nur das: stammte das abgetrennte Bildungsmaterial aus einer cytoarchitektonisch sehr charakteristischen area, so kann man feststellen, daß in der Anordnung selbst der wenigen noch erhaltenen Zellen alle cytoarchitektonischen Einzelheiten einer solchen area nachweisbar sind. Aber nicht nur in dieser Hinsicht kommt die Immanenz des Bildungsmaterials zum klaren Ausdruck, sondern auch darin, daß das von seiner Umgebung abgetrennte Bildungsmaterial stets in ausgesprochenster Weise die Tendenz hat, die Stelle wieder zu erreichen, wo es hingehört, und mit denjenigen Teilen wieder in Verbindung zu treten, von denen es mit dem Messer abgetrennt wurde. Am leichtesten überzeugt man sich von dieser Tatsache wieder an jenen Rindenpartien, welche, wie z. B. das Ammonshorn, die area 29, auf den ersten Blick zu identifizieren sind. Bei der Operation des Tieres, von dem die Figuren 4—7 herrühren, wurde die area 29 teilweise vernichtet und das eine Ammonshorn völlig von dem der anderen Seite in seiner ganzen Länge abgetrennt. Wie Fig. 5 zeigt, entwickelte sich von der Pia der abgekappten area 29 ein starker Bindegewebsstrang, der gegen die Dorsalfläche des Ammonshorns der andern Seite zieht. Ziemlich weit hinter dem Balkenende war das Bildungsmaterial der area 29 erhalten geblieben und entwickelte sich weiter. Man kann aus Fig. 6 und 7 sehr schön sehen, daß durch die schwere Verletzung der area 29, durch die bei der Operation gerade in der Mittellinie auftretenden starken Blutungen, durch die völlige Durchtrennung beider Ammonshörner die erhalten gebliebenen und die sich weiter entwickelnden Teile der area 29 nicht verhindert werden konnten, in der Richtung des Ammonshorns zu wachsen und mit ihm denselben Anschluß zu gewinnen, wie er der nicht isolierten Seite entspricht. Das bei der Operation in unbeabsichtigter Weise gelegentlich mehrfach verletzte Ammonshorn zeigt an den verletzten Stellen oft auf den ersten Blick ein ganz unverständliches Bild. Verfolgt man aber dann die Serie, so kann man sich überzeugen, daß das zunächst unverständliche Bild vollkommen der Norm entspricht. Nur das ausgesprochene Bestreben, daß jeder Teil des verletzten Bildungsmaterials des Ammonshorns an seinen richtigen Ort kommt, macht seine Zeichnung an einzelnen Stellen verwickelt.



Besonders merkwürdig sind solche Präparate, bei denen nicht nur eine Abtrennung der area 29 vom Ammonshorn erfolgt ist, sondern wo auch der Subiculateil an der Basis mit dem eingerollten Ammonshorn abgeschnitten wurde. (In Fig. 3 ist die Trennung keine vollständige, man kann sich aber die geschilderte Situation hier veranschaulichen.) Die Fimbria fehlt vollständig. Trotzdem finden beide Abschnitte ihren richtigen Platz. Die noch erhaltenen Teile der area 29 erreichen ihre Stellung am Ammonshorn; dessen beide Teile vereinigen sich und die Cytoarchitektonik entspricht durchaus derjenigen der nicht isolierten Seite.

Es ist zweifellos ein großer Mangel bei meinen bisherigen Untersuchungen, daß die Präparate fast nur mit meiner Zeldarstellungsmethode behandelt wurden. Allein man wird diesen Mangel erklärlich finden, wenn man die Fragestellung, von der ich ausgegangen bin, berücksichtigt. Wer viel experimentiert, wird es nachempfinden können, daß ich mich bei diesen Versuchen, bei denen man nur einen winzigen Bruchteil der Tiere durchbringt und zu deren Verwertung doch ein großes Material notwendig ist, nur mit schwerem Herzen entschließen konnte, nach erfolgter Sektion, bei der man aber nicht einmal ganz sicher feststellen kann, ob nicht doch einige Faserverbindungen stehen geblieben sind, einzelne Gehirne in MÖLLER und bis jetzt nur ein einziges in Formol (zur Untersuchung der Fibrillen!) zu verbringen.

Das Tier, das die Fig. 21 lieferte, zeigt aber, obwohl dessen Schnitte recht mangelhaft gefärbt sind<sup>37)</sup>, daß trotz unmöglicher Funktion dennoch auch markhaltige Fasern in der isolierten Rinde vorhanden sind. Ich habe bereits auf die Unterschiede zwischen den vorderen und hinteren Teilen hingewiesen, auch darauf, daß vereinzelte Tangentialfasern in Schicht I nachweisbar sind. Das Ammonshorn, das, wie ich schon erwähnt habe, dadurch eine eigenartige Stellung einnimmt, daß ich in ihm überhaupt keine Zellausfälle nachweisen konnte, enthält relativ viele Markfasern, namentlich im Alveus, aber auch

<sup>37)</sup> Die schlechte Färbung dieser Serie ist unzweifelhaft auf die betreffende Präparation zurückzuführen. Aber es mag sein, daß unsere Technik der Markscheidenfärbung nicht auf der Höhe steht. Auch sonst habe ich noch niemals so markfaserreiche Rindenbilder von Kaninchen erhalten, wie sie ZUNINO, *Journal für Psychologie u. Neurologie*, Bd. XIV, Taf. 1—6, abbildet, obschon wir genau dieselbe Technik anwenden.



in der lamina molecularis und lacunaris (Taf. XV, L. mo. u. L. la.). Eine weiterhin Markfasern enthaltende Partie ist bei Sse + Ssi, Taf. XIV—XVI, zu finden.

So bedeutungsvoll auch die Tatsache ist, daß in der isolierten Rinde die sämtlichen Schichten sich weiterentwickeln und daß das Bildungsmaterial eine Immanenz zeigt, wie man sie sich größer kaum denken kann, so ist doch das zweite Ergebnis dieser Untersuchungen für die Beantwortung unserer Fragestellung von viel größerer Wichtigkeit: Die einzelnen Schichten entwickeln sich nicht in gleichförmiger Weise weiter, sondern die größten Zellausfälle sind in Schicht V und VI zu konstatieren. Wir haben uns bereits überzeugt, daß auch die äußeren Schichten unter dem Einfluß der Isolierung in ihrer Weiterentwicklung beeinträchtigt werden, aber der Effekt der Isolierung ist in den inneren Schichten ein ganz anderer, ein sofort in die Augen springender. Bei genauerer Betrachtung sind aber nicht alle Teile der inneren Schichten in gleicher Weise in Mitleidenschaft gezogen.

Bald kann man deutlich, bald weniger ausgesprochen erkennen, daß die äußerste Zellage von Schicht V weniger am Zellausfall beteiligt ist als die innere. Häufig beobachtet man auch die Tendenz der Elemente dieser innersten Lage, sich dicht an Schicht IV anzulegen. Bei weitem nicht so ausgesprochen ist dieses Verhalten, wo eine vierte Schicht überhaupt nicht oder nur andeutungsweise vorhanden ist.

In Schicht VI beobachtet man das umgekehrte Verhalten, hier aber überall, wenn auch nicht überall gleich stark ausgesprochen. Dabei ist aber noch folgender Umstand bemerkenswert. Wie ich schon einmal angedeutet habe, ist Schicht VI nicht einheitlich gebaut. Man kann an einigen Stellen sehr leicht, an anderen schwerer feststellen, daß die Zellarten in Schicht VI vorzugsweise — es sind noch einige andere Arten vorhanden — aus zwei verschiedenen Typen bestehen. Die äußere Lage der Schicht VI enthält vorzugsweise den einen, die innere vorzugsweise den anderen Zelltypus. Ich will hier auf diese histologische Frage nicht weiter eingehen<sup>38)</sup>, sondern möchte nur betonen, daß relativ am wenigsten die innere Lage der Schicht VI bei der Isolierung leidet. Übrigens finden sich be-

<sup>38)</sup> Ich werde diese Frage in einer Arbeit über die Großhirnrinde des Kaninchens eingehend erörtern.



sonders hier diejenigen Zellen, welche die oben erwähnten einfachen Atrophien darbieten, und zwar speziell der Art, daß die Atrophie besonders vordringlich sich an einem Zellfortsatz bemerkbar macht (hier nämlich an dem gegen die Oberfläche gerichteten Dendriten).

Ich habe oben berichtet, daß bereits v. MONAKOW nach Durchschneidung der hinteren Kapselteile über das Verhalten der Rinde Angaben gemacht hat und ebenso fand GUDDEN nach Durchschneidung der Pyramidenfasern in der innern Kapsel eine fast völlige Atrophie der großen Pyramiden. Bei beiden Autoren weiß man, daß sie nur das beschrieben haben, was sie sahen. Unsere Figuren beweisen, daß diese Angaben nicht völlig richtig sind, was ohne weiteres verständlich sein würde, wenn man die von diesen Autoren mit der Carminmethode hergestellten Schnitte vergleichen könnte.<sup>39)</sup> Trotzdem aber stehen die Angaben dieser Forscher im Einklang mit unseren Befunden. Ja, v. MONAKOW hat bereits auch den deutlichen Ausfall von Nervenzellen in der Schicht VI nicht nur gesehen, sondern auch abgebildet.

Auf die interessante Tatsache, daß in der Rindensubstanz der isolierten Seite keinerlei Gliakernvermehrung festzustellen ist, habe ich genugsam hingewiesen. Auch sie soll an anderer Stelle eingehend erörtert werden.

Für unsere Fragestellung ergibt sich aus den mitgeteilten Versuchen mit Sicherheit die Tatsache, daß bei völliger Isolierung der Rinde einer Hemisphäre die Weiterentwicklung der Nervenzellen in den beiden inneren Schichten der Konvexitätsrinde in einem unverhältnismäßig größeren Grade gestört wird als die Weiterentwicklung der Zellen in den übrigen Schichten. Diese Tatsache aber besagt, daß nicht der Gesamtquerschnitt der Konvexitätsrinde gleichartig innig mit dem übrigen Zentralorgan zusammenhängt, sondern daß die Beziehungen zwischen den beiden inneren Schichten der Rinde und den übrigen Gehirnteilen unverhältnismäßig inniger und größer sind als diejenigen der übrigen (äußeren) Schichten. Dieses Ergebnis ist die eine der Prämissen für meine weiteren Experimentaluntersuchungen, über welche im zweiten Teile berichtet wird.

<sup>39)</sup> Bis zu einem gewissen Grade macht der Vergleich unserer Fig. 16 und 18 mit Fig. 21 diese Sachlage anschaulich.

