

DIE  
**MITOSEN IM CENTRALNERVENSYSTEME.**  
 EIN BEITRAG ZUR LEHRE VOM WACHSTHUME DESSELBEN.

VON  
**DR. LUDWIG MERK.**

(Mit 4 Tafeln.)

(AUS DEM INSTITUTE FÜR HISTOLOGIE UND EMBRYOLOGIE IN GRAZ.)

VORGELEGT IN DER SITZUNG AM 16. DECEMBER 1886.

### I. Einleitung.

Bei keinem embryonalen Organe ist die Heranziehung der Kerntheilungsfiguren zur Erklärung der Wachstumsvorgänge von solcher Bedeutung geworden, wie beim Medullarrohr und der Retina. Die von Altmann<sup>1</sup> gefundene Thatsache, „dass die Zellvermehrung beim Embryo in allen epithelialen Organen nur von einer einheitlichen Fläche ausgehe, nämlich von derjenigen, welche vom Mesoderm am weitesten abliegt“ überrascht auf den ersten Blick, und lässt vorläufig alle ihre Consequenzen gar nicht absehen. So besitze demnach das embryonale Medullarrohr in der den Centralräumen zugewendeten Lage reichliche Kerntheilungsfiguren; die Retina hingegen in der äussersten Schichte des distalen Blattes, an einer Fläche, die genetisch dem Epithel der Centralräume gleichwerthig ist.

Von einem ganz anderen Standpunkte ausgehend, beschäftigte sich Rauber<sup>2</sup> in einem Aufsätze: „Thier und Pflanze“ unter anderem mit dem Dickenwachstume des Medullarrohres, und suchte das von Schwendener für Pflanzen gefundene „Trajectoriengesetz“ auch für thierische Organe zu bestätigen. Hierbei kam er zu dem Resultate, dass das Dickenwachsthum des Hirnes in drei aufeinander senkrechten Richtungen erfolgen müsse, und dass auch infolge dessen in diesem Sinne Kerntheilungsfiguren vorkommen müssten.

Die gleichzeitig mit diesem Aufsätze veröffentlichten Ergebnisse Altmann's schienen nun den Voraussetzungen Rauber's über das Wachstum des Gehirnes so weit als möglich zu widersprechen. Rauber sah sich nun veranlasst selbst das wachsende Medullarrohr (namentlich von Froeschlarven) auf diesen Punkt hin zu untersuchen, und fasste seine diesbezüglichen Resultate in mehreren Sätzen zusammen.<sup>3</sup> Die wichtigsten derselben sind:

<sup>1</sup> Altmann, Über embryonales Wachstum. Leipzig 1881.

<sup>2</sup> Zoologischer Anzeiger. 1881.

<sup>3</sup> Rauber, Über das Dickenwachsthum des Gehirnes. Sitzungsber. d. naturf. Gesellsch. zu Leipzig. 1882.

„1. Das Dickenwachsthum der Gehirnwand ist nicht von deren Flächenwachsthum abzuleiten, sondern ist ein selbstständiges, was die Schichtenfolge der Zellen der grauen Rinde betrifft.

2. Auf Querschnitten durch das Gehirnröhr gelangen zahlreiche Kernspindeln zur Beobachtung, welche mit ihrer Längsaxe senkrecht zur Oberfläche stehen, ausserdem solche, welche ihr parallel laufen. Beide Gruppen finden sich zerstreut in sämmtlichen Schichten der Gehirnwand und erstrecken sich hiernach von der mesodermalen Oberfläche des Gehirnes bis zur Aussenfläche, die den Centraleanal begrenzt. Eine Prädilectionsschicht fehlt und unterscheidet sich hiedurch die Medullarplatte von dem Hornblatt, an welchem eine solche (die tiefste Schichte) vorhanden ist, neben äusseren Exklusivschichten. Es liegen diesen Angaben Bilder zu Grunde, welche Kerntheilungsfiguren im Stadium der Äquatorialplatte bis zu solchen der Tochtersterne enthalten, Bilder also, die nicht missdeutet werden können. Lässt sich überhaupt ein Überwiegen von karyokinetischen Figuren erkennen, so nehmen sie im Allgemeinen gegen die mesodermale Oberfläche hin zu. In Besondern aber können die Verhältnisse Complicationen erfahren. Diese entstehen dadurch, dass an einem bestimmten Objecte Kerntheilungsfiguren z. B. in den äussersten Schichten der Hirnwand fehlen oder nur sehr spärlich vorhanden sind, während die inneren Schichten reichlich damit ausgestattet erscheinen. In einem anderen Objecte aber fehlen umgekehrt Kerntheilungsfiguren der inneren Schichte der Hirnwand, während die äusseren Schichten solche in grosser Zahl besitzen. Diese Befunde führen zu dem Schlusse, dass die Kern- und Zelltheilung in verschiedenen Schichten der Hirnwand nicht nothwendig gleichzeitig, sondern auch ungleichzeitig ablaufen kann. Im Übrigen bestimmt sich die Ziffer der Zelltheilungen in den verschiedenen Schichten der Gehirnwand aus der in einem bestimmten Bezirke vertretenen Zellenzahl des erwachsenen Gehirnes. Aus der erwähnten Eigenthümlichkeit ungleichzeitiger Kerntheilung erklärt sich wohl auch die Möglichkeit verschiedener Ergebnisse von Seite verschiedener Beobachter auf einfache Weise. Denn zeitweiliger Mangel kann leicht als Exclusion einerseits, als Prädilection andererseits gedeutet werden.“

Diese, die Anordnung der Kerntheilungsfiguren betreffenden Angaben Rauber's schienen nun in Pfitzner<sup>1</sup> eine gewichtige Stütze zu finden; und in der That beruft sich Rauber in einer weiter unten zu besprechenden Abhandlung vielfach auf die Ergebnisse Pfitzner's. Gewiss aber mit Unrecht; denn Pfitzner war es vorerst darum zu thun, „die ihm wohlbekannten typischen Formen der Karyokinese in Geweben aufzufinden, wo sie bisher noch nicht beobachtet wurden. Nun waren aber, soweit ihm damals bekannt war, Kerntheilungsfiguren an nervösen Gewebelementen, mit Ausnahme eines einzigen Befundes von Peremeschko<sup>2</sup> in einer peripheren Nervenfasern noch nicht beobachtet worden.“ Er ging also — ohne noch eine Kenntniss von der ungefähr zur selben Zeit gemachten Entdeckung Altmann's zu haben, an eine Untersuchung der Kerntheilungsfiguren nervöser Elemente rein in der Absicht, überhaupt welche dort zu finden.

Der einzige Gesichtspunkt, der Pfitzner bei der Beurtheilung der Anordnung der Theilungsfiguren zu leiten schien, war der, ob sich etwa an einem der metameren Abschnitte des Medullarrohres ein grösserer Procentsatz nachweisen liesse; aber „überall schien das procentische Verhältniss von Theilungsfiguren zu den ruhenden Kernen annähernd das Gleiche zu sein, und nirgends sah er einen grösseren Unterschied, der etwa principielle Bedeutung hätte haben können, ausgesprochen. — Höchstens hätte er nach den Befunden einen etwas grösseren Procentsatz im Gehirne, namentlich in den vorderen Abschnitten, constatiren zu können geglaubt.“ Bei dem Umstande, dass ferner die von ihm untersuchte Salamanderlarve arm an Kerntheilungsfiguren war, ist es, wie ich weiter unten darzutun hoffe, sehr leicht begreiflich, dass Pfitzner diese eigenthümliche Localisation der Zellvermehrung einfach entgangen zu sein scheint.

Die erste Bestätigung erfuhr Altmann durch Uskoff.<sup>3</sup> In Form einer kurzen Mittheilung erwähnt Uskoff, dass auf Durchschnitten der der Höhle zugekehrte Theil des Hirnes buchstäblich besät erscheint mit

<sup>1</sup> Pfitzner, Beobachtungen über weiteres Vorkommen der Karyokinese. Arch. f. mikrosk. Anat. XX. Bd.

<sup>2</sup> Arch. f. mikrosk. Anat. XVII. Bd.

<sup>3</sup> Uskoff, Zur Bedeutung der Karyokinese. Arch. f. mikrosk. Anat. XXI. Bd.

intensiv sich färbenden karyokinetischen Figuren. Besonders zahlreich beobachtete er sie bei Fischen (Lachs) in dem letzten Drittel der Eiperiode, bei Kaninchen vom fünften Tage, ferner bei Hühnchen vom zweiten Bebrütungstage an. Beim Kaninchen z. B. — sagt er, und hierauf ist grosses Gewicht zu legen — finden sich, so lange das Markrohr noch nicht geschlossen ist, verhältnissmässig sehr wenige Figuren, sie sind dagegen in sehr grosser Anzahl bald nach Schluss des Rohres vorhanden. In späteren Stadien sind sie wieder bedeutend seltener.

Weitere Bemerkungen über die Anordnung der Kerntheilungsfiguren finden sich in der erwähnten Mittheilung nicht.

Eine nicht minder wichtige Bestätigung bringt His,<sup>1</sup> der bei Beschreibung des Rückenmarkquerschnittes eines 5<sup>mm</sup> langen<sup>2</sup> menschlichen Embryo ganz kurz sagt: „Die Zellen der innersten Zone liegen etwas dichter als die der äusseren, auch bestätigt sich hier die Altmann'sche Entdeckung von dem Vorkommen zahlreicher Kerntheilungsbilder im Bereiche der innersten Zellenlagen.“

Noch weit lakonischer wird endlich Altmann in der jüngsten Abhandlung von His<sup>3</sup> bestätigt, in der sich eine Abbildung des Querschnittes eines menschlichen embryonalen Rückenmarkes findet, an welchem die Kerntheilungsfiguren ganz im Sinne Altmann's sich eingezeichnet finden.

So scheint sich also nach diesen Literaturangaben das Altmann'sche Gesetz auch bis auf den Menschen auszudehnen; es wäre aber auch eine Ausnahmstellung höchst befremdend gewesen.

Diese Angaben sowohl, als auch zum Theile eigene Untersuchungen dürften nun Rauber dazu bestimmt haben, dem Epithel des Centralraumes eine etwas grössere Bedeutung zuzumessen, denn in der kürzlich erschienenen Anatomie des Nervensystemes<sup>4</sup> sagt Rauber (Seite 501 ff.): „Die innere Schichte stellt das Epithel des Centralcanales dar, welches durch lebhaft in ihm vor sich gehende Vermehrungsvorgänge längere Zeit hindurch neue Zellen nach aussen gelangen lässt. Auch die äusseren Zellen zeigen lebhaft Vermehrung, und zwar liegen die Theilungsaxen in verschiedenen Ebenen des Raumes.“

Gleich in den folgenden Zeilen stellt sich Rauber abermals auf den Standpunkt seines Vortrages vom Jahre 1882 und sagt: „Die Theilungsvorgänge sind nicht auf bestimmte Lagen von Zellen beschränkt, sondern sie erstrecken sich durch die ganze Dicke der Medullarwand von der innersten bis zur äussersten Lage.“ Endlich behauptet er vom Rückenmark, dass hier „die regste Zellvermehrung im Gebiete der zukünftigen Vordersäulen stattfindet, so dass hier schon frühzeitig mächtige Zellenlager vorhanden sind.“ Man wird zugeben, dass diese etwas sonderbar redigirte Stelle nicht zu einer vollständigen Klarheit über diese Frage führt, da hienach einerseits das Epithel des Centralraumes längere Zeit karyokinetische Figuren beherbergen soll, während eine Prädilectionsschicht fehlt, wogegen aber die regste Zellvermehrung im Gebiete der zukünftigen Vordersäulen stattfindet.

Übrigens ist letztere Ansicht, die Vermehrung der Zellen des wachsenden Rückenmarkes im Gebiete der Vordersäulen zu suchen, so ziemlich verbreitet und als selbstverständlich angenommen.<sup>5</sup>

Vor einem Jahre nahm auch ich eine Untersuchung dieses Gegenstandes vor und beschränkte mich, weil mir entsprechendes Materiale fehlte, auf Natternembryonen.<sup>6</sup>

Ich konnte daselbst in reichlicher Masse Altmann's Entdeckung bestätigen und kam zu dem Resultate, dass der hauptsächlichste Ort der Zellvermehrung im wachsenden Hirn und Rückenmarke im Bereiche des

<sup>1</sup> His, Über das Auftreten der weissen Substanz und der Wurzelfasern. Arch. f. Anat. u. Physiol. 1883. Anat. Abth.

<sup>2</sup> Es scheint in dieser His'schen Arbeit ein Druckfehler zu sein, wenn auf Seite 170 in der Erklärung der Abbildungen Fig. 3 und 4 auf den (gar nicht existirenden) Embryo XVII R und nicht auf den 5<sup>mm</sup> langen LVII R bezogen werden.

<sup>3</sup> His, Zur Geschichte des menschl. Rückenmarkes und der Nervenwurzeln. Königl. sächs. Ges. d. Wissensch. Leipzig 1886, Nr. 6.

<sup>4</sup> Lehrbuch d. Anat. d. Menschen von Hoffmann-Rauber. II. Bd., 2. Abth. Erlangen.

<sup>5</sup> Vergl. Kölliker, Entw.-Gesch. 2. Aufl., S. 598.

<sup>6</sup> Sitzungsberichte der kais. Akademie, 92. Bd. 1885.

Epithels der Centralräume zu suchen ist, dass also das Epithel der Centralräume die Matrix abgebe, und dass die regste Zellvermehrung gar nie im Bereiche der zukünftigen Vorder- oder Hinterhörner statthabe.

Die Retina anlangend endlich, fand ich (nebst Altmann auch Koganei<sup>1</sup> bestätigend) die regste Zellvermehrung in der äusseren Schichte, also der dem Mesoderm zugewendeten Seite des distalen Blattes der Retina.

Als bemerkenswerthe Ausnahme fand ich im Bereiche des hervorspriessenden Kleinhirnes karyomitotische Figuren durch die ganze Dicke der Wand.

Ich erlaubte mir aber auch ganz unverhohlen mein Verwundern über die Ergebnisse Rauber's auszusprechen, die ich damals noch nicht mit der Entdeckung Altmann's in Einklang zu bringen vermochte.

Vielleicht zum Theile durch diese meine Schrift angeregt, sah sich Rauber veranlasst, diesem Gegenstande nochmals seine Aufmerksamkeit zu widmen.<sup>2</sup> Wenngleich er hierbei „nur Veranlassung findet, an seiner Auffassung der Verhältnisse festzuhalten“, so ist die milde Einklinkung zur Ansicht Altmann's, die Rauber schon in der 3. Auflage Quain-Hoffmann's Lehrbuch durchschimmern lässt, in diesen seinen letzten Arbeiten nicht mehr zu verkennen. Er „gibt nun zu, dass die Fassung einiger Sätze“ (in den Sitzungsberichten der naturforschenden Gesellschaft zu Leipzig), die mich noch vor einem Jahre in nicht geringe Verlegenheit versetzt hatten, „den Werth der von ihm gefundenen ultraventriculären Mitosen gegenüber den ventriculären zu ausschliesslich betont“. „Aber — sagt er weiter — ich bitte zu bedenken, dass es für mich eben darauf ankommen musste, die ultraventriculären Mitosen gegen die bisher allein behaupteten ventriculären ans Licht zu setzen. Dies ist etwas zu sehr auf Kosten der letzteren geschehen, was ich gerne bekenne.“

Rauber hat in diesen seinen letzten Schriften namentlich an Froeschlarven von 4—5<sup>mm</sup>, ferner von 15<sup>mm</sup> Länge eine Reihe sehr interessanter Details geliefert, die ich mit meinen jetzt gefundenen Ergebnissen äusserst leicht in Einklang zu bringen vermag.

Die vorliegende Arbeit endlich hatte ich vorerst geplant, um den scheinbaren Widersprüchen in Rauber's Vortrage zu begegnen. Seit einem Jahre sammelte ich an einem ergiebigen Materiale, um meine Sache einem Forscher, wie Rauber gegenüber, würdig vertreten zu können; ich habe eine grosse Zahl von Präparaten durchgemustert und auf Grund derselben gefunden, dass ein weiterer Streit über das Vorkommen von ultraventriculären Mitosen ein äusserst müssiger Zeitvertreib sein würde, dass man es vielmehr hier mit einem ganz eigenthümlichen Phänomen zu thun habe, das sich ganz wohl in das Gewand eines allgemein giltigen Gesetzes kleiden lässt.

Das Materiale, dessen ich mich bediente, besteht aus:

1. Forellenembryonen im Alter von 14 Tagen,
 

„	„	„	24	„
„	„	„	30	„
2. Froeschlarven
  - a) kurz vor dem Hervorbrechen der Extremitäten,
  - b) mit nur hinteren Extremitäten,
  - c) mit allen Extremitäten.
3. Tritonlarven 9<sup>mm</sup> lang.
4. Schlangembryonen vom Schlusse sämtlicher Kiemenspalten an bis zum Färben der Haut. (III. Periode Rathke<sup>3</sup>).
5. Mäuseembryonen, 2—3<sup>mm</sup> grösster Abstand in gehärtetem, ungestrecktem Zustande gemessen.

<sup>1</sup> Koganei, Untersuchungen über die Histiogenese der Retina. Arch. f. mikrosk. Anat. XXIII. Bd.

<sup>2</sup> Rauber, Über die Mitosen des Medullarrohres. Zool. Anz. 15. März 1886 und die Kertheilungsfiguren im Medullarrohr der Wirbelthiere. Arch. f. mikrosk. Anat. XXVI. Bd.

<sup>3</sup> Rathke, Entw.-Gesch. d. Natter, S. 9. Königsberg 1839.

6. Embryonen von *Vespertilio murinus* in fünf Exemplaren, und zwar:
1. Mit noch offenen Kiemenspalten; grösste Dist. in gehärt., ungestreckt. Zustande gemessen 5<sup>mm</sup>;
  2. „ eben geschlossenen „ „ „ „ „ „ „ „ 6·5<sup>mm</sup>;
  3. „ vollständig „ „ „ „ „ „ „ „ 9<sup>mm</sup>;
  4. „ „ „ „ „ „ „ „ „ „ 9·5<sup>mm</sup>.<sup>1</sup>
7. Meerschweinchenembryonen
1. 2·6<sup>cm</sup> grösste Distanz in gehärtetem, nicht gestrecktem Zustande gemessen;
  2. 3·5<sup>cm</sup> „ „ „ „ „ „ „ „ „ „
8. Kaninchenembryonen
1. vom 8.—9. Tag ein Exemplar,
  2. 18<sup>mm</sup> Scheitelsteisslänge in drei Exemplaren.
9. Rattenembryonen, 14<sup>mm</sup> Scheitelsteisslänge in zwei Exemplaren.
10. Hühnerembryonen, und zwar:
- 2 Tage 4 Stunden, 2 T. 8 St., 3 T. 5 St., 3 T. 7 St., 4 T. 5 St., 4 T. 6 St., 5 T. 6·5 St., 5 T. 7 St. alt in je einem Exemplare und 6 T. 4·5 St. und 7 T. 5 St. in je zwei Exemplaren und 8 T. 4·5 St. in einem Exemplare. (Im Ganzen 13 Exemplare.)

Ich werde deshalb vorerst rein sachlich meine Ergebnisse bezüglich des Rückenmarkes und des Hirnes entwickeln. Den entsprechenden Verhältnissen in der Retina habe ich diesmal geringere Aufmerksamkeit geschenkt.

Dann erst will ich einige theoretische Betrachtungen darüber anschliessen, wie dieses Phänomen bisher beurtheilt worden ist und nunmehr behandelt werden müsste, und auch die gewiss nicht ungerechtfertigte Frage besprechen, inwieweit Wachstum und Zelltheilung zusammenfallende Vorgänge sind; ja, ob überhaupt die karyokinetischen Vorgänge zur Erklärung des Dickenwachsthumes des Hirnes herangezogen werden können.

Der Kern der Frage liegt durchaus nicht, wie Rauber besonders mit Hinblick auf mich betonen möchte, in der Frage, ob während der Entwicklung des Medullarrohres nur ventriculäre, mesodermferne, oder neben diesen auch ultraventriculäre, mesodermnahe Mitosen vorkommen. Diese Frage ist ganz ausser allem Zweifel und namentlich jetzt auch durch Rauber hinlänglich beantwortet.

Ich will aber nicht in der mir vorgesetzten Eintheilung des Gegenstandes vorgreifen, sondern vorderhand nur herausheben, dass es mir darum zu thun sein wird, für gewisse Abschnitte des Medullarrohres das Überwiegen der ventriculären Mitosen während einer langen Dauer der Entwicklung an der Hand von Thatsachen zu beweisen und die diesbezüglichen Ausnahmestellen genau zu determiniren.

## II. Untersuchungsmethode.

Zum grössten Theile habe ich die — natürlich frischen, noch lebenden — Embryonen und Larven in Flemming's Gemische durch 24 Stunden, oder, wenn sie gross waren, durch 2 Tage gehärtet, hernach angewaschen. Das Flemming'sche Gemisch besteht aus

1 <sup>o</sup> / <sub>10</sub> Chromsäure	15	Maassteile	
2 <sup>o</sup> / <sub>10</sub> Osmiumsäure	4	„	
Eisessig	1	„	oder weniger.

<sup>1</sup> Diese vier Embryonen wurden mittelst Zeichenapparat bei bekannter Vergrösserung gezeichnet und die davon genommenen Maasse entsprechend reducirt.

Da grosse Quantitäten einer solchen Flüssigkeit leicht verderben, so habe ich gewöhnlich zwei Flaschen genommen. In der einen befand sich 1% Osmiumsäure, in der anderen ein Gemisch im Verhältnisse von

2% Chromsäure	7·5 <sup>ccm</sup>
Eisessig	1 <sup>ccm</sup>
Wasser	3·5 <sup>ccm</sup> .

Zu je 12<sup>ccm</sup> dieser letzteren Flüssigkeit giesse ich kurz vor dem Gebrauche 8<sup>ccm</sup> der 1%igen Osmiumsäure und habe dann

Aeid. chromic.	0·15
„ osmic.	0·08
„ acet. glac.	1
Aqua destill.	19,

das ist: Flemming's Gemisch.

Die Embryonen wurden durchwegs in Celloidin eingebettet und mit einem Mikrotome von Reichert, das mit einer Selbstregulirung der Schnittdicke versehen ist, geschnitten. Die Schnitte, welche 0·02—0·04<sup>mm</sup> dick waren, färbte ich — nach Flemming's Angabe — mit Saffranin, in Drittelalkohol gelöst, durch 12—24 Stunden. Hierauf wurden sie mit salzsäurehaltigem Alkohol theilweise entfärbt und untersucht.

Die Härtung mit der genannten Flüssigkeit wird jetzt allgemach eine überall übliche, wesshalb ich mir eine genauere Beschreibung der Proccedur wohl ersparen kann. Mit Rücksicht auf die ausgebreitete Anwendung, die ich vornahm, möchte ich aber auf einige Details aufmerksam machen.

Vor Allem eignet sie sich sehr schlecht zur Härtung von Eiern meroblastischer Thiere und jener Holoblasten, die grosse Eier haben. Durch den gehärteten Dotter werden sie so brüchig und bröckelig, dass sie sich ungemein schwer oder gar nicht in Schnitte zerlegen lassen.

Eben dieselben Unannehmlichkeiten begegnen bei der Härtung der Larven der Amphibien und Fische.

Ganz vorzügliche Dienste leistet sie jedoch bei Embryonen der Reptilien und Säugethiere. Vogelembrionen musste ich die Augenblasen anstechen, damit später während der Einbettung die Einbettungsmasse (das Celloidin in meinem Falle) leichter eindringe.

Will man den angeführten Übelständen entgehen, so bediene man sich der Härtung mittelst der von Altmann angegebenen Salpetersäure. Zu diesem Behufe werden die Embryonen oder Larven in eine wässrige Lösung von Salpetersäure, die das specifische Gewicht von 1·02 hat, gegeben, worin sie 3—4 Stunden verweilen. In Folge der Gerinnung der Eiweisssubstanzen werden sie hierbei ganz weiss und opak. Nun gibt man die Stücke auf beliebige Zeit zur definitiven Härtung in starken Alkohol. Die Schnitte können nun wieder in Saffranin (wie oben) gefärbt und weiter behandelt werden, oder aber es empfiehlt sich auch die Überfärbung der Schnitt mit Hämatoxylin und nachträgliche Entfärbung mit salzsäurehaltigen Alkohol (1<sup>ccm</sup> Salzsäure, 199<sup>ccm</sup> Alkohol). Ist die Proccedur gelungen, so erscheinen die Kerntheilungsfiguren fast allein gut und scharf tingirt und treten hiedurch deutlich hervor.

### III. Specielle Untersuchungen.

#### 1. Tritonlarven (*Triton cristatus*).

Von diesen Thieren standen mir 9<sup>mm</sup> lange Exemplare zur Verfügung. Sämmtliche Larven waren arm an Kerntheilungsfiguren, nicht nur im Gegensatze zu den überhaupt mit Kerntheilungsfiguren reichlich versehenen Embryonen der von mir untersuchten Amnioten, sondern auch im Vergleich zu den übrigen Anamnioten, die ich zu untersuchen Gelegenheit hatte (Frosch und Forelle). Diese relative Armuth betrifft nicht etwa nur das Centralnervensystem, sondern auch die übrigen Gewebe.

Das Epithel des Centralranmes zeigte noch keine Andeutung von Flimmerhaaren.

a) Das Rückenmark. Die wenigen Figuren waren im Bereiche des Epithels. Keiner der metameren Abschnitte des Rückenmarkes zeigte sich irgendwie bevorzugt, was die Zahl der Mitosen anlangte. An 9 Prä-

paraten, die im Ganzen 47 Rückenmarksquerschnitte enthielten, konnte ich an 34 Schnitten überhaupt keine Figur erkennen; die übrigen 13 Schnitte beherbergten gewöhnlich eine, seltener mehr — bis zu drei — Figuren. Eine einzige Figur an diesen Schnitten war ultraventriculär.

b) **Nachhirn und Hinterhirn.** Diese Gegenden zeigten durchaus keine Figur. (Ich hebe hervor, dass ich auf die spätere Tela chorioidea keine Rücksicht nehme.) Nur gegen das Rückenmark zu, an der Übergangsstelle konnte ich auf Mitosen treffen, die wieder ventriculär lagen.

c) **Mittel- und Zwischenhirn.** Diese Partien waren verhältnissmässig ziemlich reich an Mitosen. Von 19 beliebig gewählten, darauf hin untersuchten Schnitten waren 18 mit Kerntheilungsfiguren versehen. Wieder war die grosse Mehrzahl derselben ventriculär, und nur vier deutliche ultraventriculäre Formen wahrzunehmen.

d) **Lateralventrikel (Grosshirnblase).** Sie waren am reichsten, obwohl auch Schnitte gesehen werden konnten, denen jede Figur zu mangeln schien. An den meisten Schnitten waren immer 5—6 Figuren, namentlich an der vorderen Spitze der Ventrikel. Zwei ultraventriculäre Formen in der weissen Substanz (an 20 darauf hin untersuchten Schnitten) waren ganz deutlich den einwandernden Blutgefässen angehörig.

Mit Hinblick auf diese Resultate finde ich es sehr begreiflich, wenn man (Pfitzner) das Altmann'sche Phänomen an so kerntheilungsarmen Larven übersieht, und dies umso mehr, wenn man nicht sehr viele Thiere untersucht.

## 2. Froschlarven (*Rana temporaria*)

Über diese Thiere liegen bereits, wie erwähnt, von Seite Rauber's genaue und ausführliche Angaben in der Literatur vor. Rauber<sup>1</sup> untersuchte Froschlarven von 4—5<sup>mm</sup> Länge, also frühe Stadien; ferner solche von 15<sup>mm</sup> Länge. Über ältere Larven fehlten ihm damals noch hieher gehörige Erfahrungen. Für diese Lücke will Rauber die Beobachtungen Pfitzner's an Salamanderlarven von 22<sup>mm</sup> Länge eintreten lassen. Ich habe bereits auseinandergesetzt, dass eine Berufung auf Pfitzner in dieser Beziehung gewiss mit Unrecht geschieht.

Da nun Rauber ohnedies die Froschlarven früher Entwicklungsstufen mit grosser Ausführlichkeit behandelt hat, so schalte ich hier die Resultate seiner Beobachtungen ein und beschränke mich auf drei Froschlarven, die eine gute Fortsetzung der Rauber'schen Ergebnisse gestatten. Es waren dies sämmtlich sehr vorgeschrittene Exemplare; dem ersten fehlten zwar noch sämtliche Extremitäten, doch befand sich dasselbe in dem Stadium kurz vor dem Hervorbrechen derselben. Die zweite Larve hatte nur die hinteren Extremitäten; die letzte endlich alle Extremitäten soeben erlangt. (Ich glaubte zur Zeit, als ich diese Embryonen conservirte, auf Längenmaasse verzichten zu können, und finden sich deshalb in meinem Notizenbuche keine derartigen Angaben.)

### Froschlarven von 4—5<sup>mm</sup>.

a) **Rückenmark.** Rauber sagt bezüglich desselben: „Ich kann mich daher mit der Angabe begnügen, dass auch im Rückenmarke, wie im Gehirn dieser jungen Thiere Mitosen in den äusseren Zellenlagen, neben solchen in der inneren Lage gefunden werden.“

b) **Hirn.** Rauber belegt hier seine Angaben mit zwölf Abbildungen und sagt: „Überblickt man die ganze Reihe der Mitosen in allen zwölf Figuren, so wird man nicht allein zu dem Schlusse gedrängt, dass neben ventriculären Mitosen auch ultraventriculäre vorkommen, sondern es ist sogar schwer, in dem gegebenen embryonalen Stadium und in dem gegebenen individuellen Fall eine Prädilectionsschicht herauszufinden. Dieser Fall ist aber fernerhin kein ausnahmeweiser, er bildet vielmehr die Regel. Damit soll indessen nicht behauptet werden, dass nicht Schwankungen nach der einen oder der anderen Seite vorkommen. Wie an einem und demselben Embryo örtliche Verschiedenheiten in der Häufigkeit und Vertheilung der Kernfiguren

<sup>1</sup> Arch. f. mikrosk. Anat. XXVI. Bd.

vorkommen, so findet man auch bei verschiedenen Embryonen der gleichen Stufe die ventriculären und ultraventriculären Mitosen in verschiedener Häufigkeit und in verschiedenem Verhältniss. Niemals aber fehlen letztere gänzlich, wie man etwa aus den hierüber bisher bekannt gewordenen Angaben vermuthen könnte.“

#### Froschlarven von 15<sup>mm</sup> Länge.

a) **Rückenmark.** „Aus einer Vergleichung der einzelnen Schnitte ergibt sich, dass es auch im Rückenmarke der 15<sup>mm</sup> langen Froschlarven weder an ventriculären, noch an ultraventriculären Theilungsfiguren fehlt. In Hinsicht auf die relativen Mengen beider ist bei der Überblickung einer grösseren Schnittzahl den ventriculären Mitosen das Übergewicht zuzuerkennen. Das Epithel ist zu dieser Periode Prä-dilectionsschicht der medullaren Mitosen ganz so, wie es bereits vom Hirn dieser Stufen erwähnt worden ist.“ (Rauber.)

b) **Hirn.** „Es fehlt auch am Hirn der 15<sup>mm</sup> langen Larven nicht an ultraventriculären Kerntheilungsfiguren und ich vermag keine Hirnabtheilung von dieser Erscheinung auszunehmen. Dagegen darf ich hinzu-zufügen nicht vergessen, dass bei diesen Larven die ventriculären Mitosen häufiger gesehen werden, als die ultraventriculären. Erstere bilden einen mehr oder weniger ununterbrochenen Gürtel um den Ventrikel, letztere finden sich da und dort, jedoch bis in die äussersten Zellenlagen hin zerstreut. Es lässt sich hier also von einer Prä-dilectionsschicht des Epithels für Mitosen der Hirnwand unterscheiden sprechen, als im vorausgehend beschriebenen Stadium.“ (Rauber.)

Froschlarven mit mehr als 25<sup>mm</sup> Länge. a) Noch ohne Extremitäten, b) mit nur hinteren, c) mit allen Extremitäten.

a) **Rückenmark.** Die jüngste dieser drei Larven zeigte äusserst deutlich, dass das Epithel des Centralcanals eine Prä-dilectionsschicht der Mitosen des Rückenmarkes sei. Die Figuren im Epithel waren sehr zahlreich und verhält sich die Zahl der sich theilenden Kerne zu den der ruhenden im Epithel ungefähr wie 10 : 1. Sowohl die vordersten cerebralen, wie die hintersten caudalen Abschnitte waren in gleicher Weise mit Kerntheilungsfiguren ausgestattet. Die Richtung der Theilung ging meist parallel der Oberfläche des Centralcanals.

Wesentlich anders verhielt es sich gleich bei der nächst älteren Larve. Hier war das Rückenmark bereits stark entwickelt, die grossen Zellen der Vorderhörner, sowie die Hinterhörner waren deutlich angelegt, — aber die Zahl der Mitosen war klein geworden, ohne dass — wie dies bei den Tritonlarven der Fall war — die Larve im Allgemeinen arm an Figuren gewesen wäre. Die wenigen Figuren, die sich fanden, waren wieder, wie dies bei den 4—5<sup>mm</sup> langen Larven der Fall war, zerstreut in der Wand, so dass man schwer von einer Prä-dilectionsschicht überhaupt sprechen kann.

Trotzdem darf man sich aber nicht der Meinung hingeben, es sei hier etwa der Zustand der 4—5<sup>mm</sup> langen Larve wiedergekehrt. Denn wie ich den vielen Abbildungen Rauber's und auch seinen Worten entnehme, war bei jener die Zahl der Figuren eine ziemlich grosse. Hier hingegen musste ich an vielen Schnitten überhaupt vergebens nach Mitosen suchen, an anderen waren die Mitosen ohne besondere Prä-dilection bald unter den Zellen des Vorderhornes, bald im Seitenstrange, bald im Epithel. Man möge also nicht diese meine Schilderung in der Weise verstehen, als ob noch immer reichliche Figuren, diesmal aber zerstreut vorkämen, sondern dass nunmehr die hauptsächlichste Anbildung von Zellen bereits ihren Gipfel-punkt erreicht hatte und nun allmählig aufhöre.

Eine lange Zeit des Embryonallebens hindurch war also das Epithel des Centralcanals ein Prä-dilectionsort der Mitosen; nie aber fand die regste Zellvermehrung im Bereiche der zukünftigen Vorderhörner statt.

b) **Der 4. Ventrikel und seine Umgebung.** Dieses Gebiet zeigt abermals bei den drei jüngsten Larven eine deutliche Prä-dilection der Mitosen für das Epithel, obgleich hier nie die Figuren so zahlreich und dicht gedrängt an einander stehen, wie im Rückenmarke desselben Thieres, oder z. B. in der Vierhügelblase

(vergl. Fig. 1 und Fig. 2). An der zweiten und dritten Larve vermisse ich zwar auch nie die Kerntheilungsfiguren im Epithel, dennoch muss ich bemerken, dass ultraventriculäre Formen hier nicht so selten getroffen wurden. Nie jedoch verrieth ihr Vorkommen sich als ein Ort bedeutsamerer Zellvermehrung; immer waren sie nur vereinzelt. Ich fühle sehr wohl, dass diese — durch die vorliegenden Verhältnisse erschwerte — Darstellung des Thatbestandes leicht zu irrthümlichen Anschauungen führen kann, da ich hiebei oft mit ungenauen, schwer zu umgehenden Ausdrücken, wie „seltene Mitosen“, „häufigere Mitosen“ u. dergl. arbeiten muss. Dennoch glaube ich nicht missverstanden zu werden, weil ja gerade die Umgegend des 4. Ventrikels ein schönes Beispiel gibt, dass Orte vorkommen können, deren ultraventriculären Mitosen in der That eine grosse Bedeutung beigemessen werden muss.

Das Kleinhirn stellte nämlich, wo immer ich dasselbe an diesen drei Larven traf, eine Zellenmasse dar (vergl. Fig. 4), die durchaus, vom Ventrikel bis ans Mesoderm mit Mitosen unregelmässig und reichlich durchsetzt war. Wenn ich an den beiden älteren der drei Larven bereits eine Trennung des Mitosenlagers in zwei Gruppen, eine ventriculäre und mesodermale zu erkennen vermochte, so war dieselbe doch noch zu undeutlich, als dass ich derselben bei diesen Larven ausführlicher gedenken möchte. Ich werde auf diese Trennung deshalb erst bei jenen Embryonen, bei denen ich sie klar und deutlich wahrnehmen konnte, näher eingehen, und hebe sie hier nur vorläufig hervor. Und gerade durch diese Ausnahmestellen ist es nun leicht die Regel selbst zu bestätigen; denn, wie wäre es wohl möglich, dass mir ein Ort auffallen konnte, der Kerntheilungsfiguren unregelmässig zerstreut enthält, wenn nicht die übrigen Stellen der wachsenden Hirnwand sich anders verhielten; wenn eben die „ultraventriculären“ Formen anderer Orte nicht von untergeordneter Bedeutung wären.

Es muss also auch das Epithel des 4. Ventrikels ganz unzweifelhaft eine lange Zeit des Embryonallebens als Prädilectionsort der Mitosen angesehen werden. Die Zellvermehrung in den allerersten Anlagen des Kleinhirnes erfolgt jedoch unregelmässig, ohne Prädilection einer bestimmten Schichte und ohne besondere Vorliebe für eine bestimmte Theilungsebene.

c) **Die Vierhügelblase.** Die Wand der Vierhügelblase bestand bei diesen Larven aus vielen Schichten, die in ihrer Anordnung sehr an die Schichten der Retina erinnern (vergl. Fig. 2). Auf eine an's Mesoderm stossende breite Faserschicht, in der wenig Zellen eingelagert sind, folgt eine Zone von Kernen, die mit der inneren Körnerschichte der Retina eine oberflächliche Ähnlichkeit zeigt. Auf diese folgen nun unregelmässig, aber doch schichtenweise und scharf distinct, bald schmale Faserpartien, bald schmale Körnerzonen, die ihrerseits durch das Zellenlager um den Centralraum und die Mitosenzone abgeschlossen werden. Diese Sonderung in mehrere Schichten ist an allen Theilen der Umgebung der Vierhügelblase mehr weniger deutlich ausgesprochen.

In diesem Hirnabschnitte ist die Prädilectionsschicht um den Centralraum beinahe zu einer ausschliesslichen geworden. Mir war es an diesen drei Larven, obwohl ich darnach fahndete, unmöglich, „ultraventriculäre Mitosen“ zu finden. Es ist an diesem Organe die Prädilection für das Centralepithel eben so deutlich und ganz und gar nennbar, wie die Prädilection an der Retina.

Bei allen drei Larven zeigte ferner die Vierhügelblase eine reiche Anzahl von Mitosen, ein Beweis, dass während an anderen Orten bereits die Zellvermehrung träger und langsamer geworden ist, hier noch lebhafteste Zelltheilung statthat.

d) **Die Umgebung des 3. Ventrikels** stand an manchen Orten in Bezug auf Häufigkeit der Mitosen dem Corpus quadrigeminum bedeutend nach, obwohl ziemlich häufig an allen drei Larven ventriculäre Mitosen zu entdecken waren. An anderen Orten (gegen das Infundibulum) waren Mitosen wieder häufiger zu sehen. Auch ultraventriculäre Formen fehlten nicht. Wieder aber traten sie vereinzelt auf, bis auf einen Zellhaufen, den ich als den in Ausbildung begriffenen Thalamus opticus diagnostisirte. Auch an diesem Abschnitte konnte ich mit zunehmendem Alter des Objectes keine Abnahme der Häufigkeit der Mitosen wahrnehmen.

e) **Die Gehirnblasen** endlich waren an allen drei Larven beinahe so reichlich mit ventriculären Mitosen ausgestattet, als die vorhin erwähnte Gegend des Infundibulums und die Vierhügelblase. Trotzdem konnte

ich mit zunehmendem Alter des Objectes eine geringe Abnahme der Häufigkeit constatiren. Insbesondere war dies die dorsale Partie der Ventrikelwandung. An dieser Stelle konnte man mitunter sehr deutlich erkennen, dass die durch diesen Theilungsprocess gleichzeitig versenkten Zellen bereits eine den späteren Pyramidenzellen ähnliche Gestalt angenommen haben (vergl. Fig. 7). Ja sogar die Zellen des Epithels selbst zeigten eine ähnliche Gestalt, so dass man an eine directe Umwandlung der Zellen des Centralraumes in Ganglienzellen denken kann. Ich mache diese Angabe, weil Herms<sup>1</sup> beim Studium der Entwicklung von Ganglienzellen des Ammonoetes ganz deutlich angibt, dass sich die Ganglienzellen des Acustico facialis-Kernes direct aus den Epithelzellen des Centraleanales bilden und in die Tiefe rücken.

Aus alledem ziehe ich für die Froeschlarven die Ergebnisse in folgender Weise zusammen.

Die erste Zeit des Embryonallebens erfolgt die Zelltheilung in allen Schichten unregelmässig, ohne Prä-dilection.

Bei 15<sup>mm</sup> langen Larven lässt sich eine Prä-dilection für das Epithel des Centralraumes bereits annehmen, die für's Rückenmark bei 25<sup>mm</sup> langen Larven noch immer zu sehen ist. Bei Larven aber, denen die hinteren Extremitäten bereits hervorgesprossen sind, hat der rege Zelltheilungsprocess bereits aufgehört.

Dessgleichen taucht die Prä-dilection für's Centralepithel im Hirne erst bei circa 15<sup>mm</sup> langen Larven auf und erhält sich am längsten und deutlichsten in der Vierhügelblase, der Infundibulungengegend und den Lateralventrikeln. Kleinhirn und Thalamus opticus sprossen als Wülste hervor, in denen die erste Zellanbildung ohne Prä-dilection zerstreut und reichlich statthat.

### 3. Forellenembryonen (*Trutta fario*).

Auf Fischembryonen überhaupt bezieht sich meines Wissens in der Literatur nur eine Angabe — die von Uskoff:<sup>2</sup> „Besonders zahlreich beobachteten wir sie (die Mitosen) bei Fischen (Lachs) in dem letzten Drittel der Eiperiode“. Allerdings kann ich diese für den vorliegenden Zweck zu kurz gemachte Mittheilung an demselben Objecte nicht vervollständigen; ich habe vielmehr zum Repräsentanten der Fische die nahe verwandte Bachforelle gewählt, einerseits weil ich dadurch über den sonst an embryonalem Materiale armen Winter hin versorgt war, andererseits aber, weil die erste Entwicklung dieser Thiere namentlich durch Öllacher genau untersucht worden ist, so dass ich an der Hand seiner Angaben leichter mein Ziel verfolgen konnte, als wenn ich ein Object gewählt hätte, dessen Entwicklung minder genau bekannt ist.

Die jüngsten Embryonen, die ich untersuchte, hatten in unserem Brutapparate ein Alter von 14 Tagen erreicht. Sie entsprechen ungefähr den Embryonen in Fig. 11 und Fig. 12 auf Tafel 1 der Abhandlung von Öllacher.<sup>3</sup> Der Unterschied in der Altersangabe zwischen Öllacher und mir rührt von der verschiedenen Temperatur des Wassers her.

Öllacher hatte zur Zeit seiner Untersuchungen einen sehr strengen Winter. Das Wasser unseres Apparates aber zeigte gewöhnlich 8°—9° Cels.

Das Gehirn und Rückenmark legt sich bei diesen Thieren bekanntlich nicht als eine Rinne an, die sich nachträglich schliesst, sondern es tritt als solider Strang auf, der eine Verdickung des Epiblasten vorstellt und erst später die Centralräume erhält.<sup>4</sup> Dieser von der Regel abweichende Entwicklungsgang war wohl auch ein weiterer Grund, wesshalb ich gerade diese Embryonen anderen Fischembryonen vorzog.

Die in Rede stehenden jüngsten, circa 14 Tage alten Embryonen hatten noch eine solide Anlage des Centralnervensystemes. Und gerade in diesem Stadium, in welchem man bei oberflächlichem Erwägen mit Bestimmtheit eine Prä-dilectionsstelle der Mitosen erwartet, fehlt eine solche gänzlich. Durchaus ohne Wahl

<sup>1</sup> Berichte der Münchener Akademie 1884.

<sup>2</sup> Arch. f. mikrosk. Anat. XXI. Bd.

<sup>3</sup> Zeitschr. f. wissenschaftl. Zoologie 1872.

<sup>4</sup> Vergl. Kupfer (bei *Gasterosteus aculeatus*, *Spinachia vulgaris*, *Gobius minutus* und *Gobius niger*), Arch. f. mikrosk. Anat. und Götte, Centralblatt f. medic. Wissenschaften 1869, Nr. 29 und Schapringer, Sitzungsber. d. kais. Akad., II. Abth., Bd. 44, 1871 und andere.

finden sich die Figuren, bald in der Mitte des Stranges, bald peripher ohne eine bestimmte Theilungsebene.

Die folgenden, älteren Embryonen waren insgesamt ein technisch schwer zu bearbeitendes Materiale. Der Grund hiefür liegt in der schon oben besprochenen ausserordentlichen Brüchigkeit der Embryonen in Folge der Härtung mit der Flemming'schen Chromosmiumessigsäure. Wenn auch die Einbettung sonst gut gelungen war, so zerbröckelten sich mir die Querschnitte, oder ich verlor aus ihnen den Rückenmark- oder Hirnquerschnitt, ausser an solchen Stellen, an denen das Centralnervensystem durch festere Bindegewebsstränge an den Canal befestigt war, oder wo die austretenden Nerven den Rückenmarksquerschnitt innerhalb des Wirbelcanales fixirten. Diese Übelstände verhinderten mich, ganze Serien ohne Lücken zu erhalten, ohne jedoch ein klares Urtheil über den in Rede stehenden Process zu behindern und zu verdunkeln. Allenfalls fühlbare Mängel mögen in dem erwähnten Umstande ihre Erklärung finden.

Die nächst älteren Embryonen, die ich besprechen will, hatten ein Alter von 25 und 31 Tagen. Sie befanden sich demnach im zweiten Drittheil der Eiperiode. Ihre Grösse betrug ungefähr  $8^{\text{mm}}$  und  $12^{\text{mm}}$ , im gehärteten Zustande gemessen.

Eine dritte Gruppe von Embryonen endlich war 49 Tage alt (4 Tage nach dem Hauptauschlüpfen); also bereits nach Beendigung der Eiperiode, und massen  $17^{\text{mm}}$ .

a) **Das Rückenmark.** Dasselbe ist im Querschnitte von kreisförmiger Gestalt; der Centralcanal ist ein enger Spalt, der in den jüngsten Stadien ( $8^{\text{mm}}$ ) noch ein kleines Lumen am dorsalen und ventralen Ende zeigte, während er an den älteren Embryonen ganz verschlossen war. Die das Rückenmark zusammensetzenden Zellen sind nicht, wie bei den bisher behandelten Embryonen oval, sondern spindelförmig, die Kerne homogen, mit glänzenden Kernkörperchen versehen. Je entwickelter die Embryonen sind, desto mehr Zellen sind am Randsaume, gegen die weisse Substanz zu, gross geworden, haben einen bläschenförmigen Kern und ein oder zwei Kernkörperchen. Sie befanden sich in der Umwandlung in spätere Ganglienzellen. Die Vorderhörner eilen in der Anbildung von Ganglienzellen — wie ich dies auch anderwärts gesehen — den Hinterhörnern voraus.

Wieder ist das Epithel des engen Centralcanales eine deutliche Prädilectionsschicht für die Mitosen; namentlich in den beiden jüngeren Stadien. Ultraventriculäre Formen sind dagegen durchaus nicht selten. Bei den  $12^{\text{mm}}$  langen Thieren verschwanden jedoch die ultraventriculären Mitosen immer mehr und mehr. Auch die grosse Zahl der ventriculären Mitosen nahm nun ab. Bei den ausgeschlüpfen Thieren hingegen waren Mitosen des Rückenmarkes überhaupt schon spärlich zu sehen.

b) **Das Hirn.** Der IV. Ventrikel und seine Umgegend sind an den jüngeren Embryonen noch ziemlich reichlich mit ventriculären Mitosen ansgestattet. In diesem Hirnabschnitte nimmt aber die reichliche Zellvermehrung znerst merklich ab, so dass bei den ausgeschlüpfen Thieren diese Gegend schon schwach mit Mitosen besetzt ist. Wieder fehlen auch hier, bei allen drei Stadien ultraventriculäre Formen nicht.

Bei den ältesten Embryonen bekam ich an einigen wenigen, noch dazu mangelhaft erhaltenen Schnitten das Kleinhirn zu Gesichte und konnte mich hier zu meiner Befriedigung wieder überzeugen, dass die ultraventriculären Mitosen in auffallend grosser Zahl an einander gehäuft liegen und sich vom Epithel bis an das Mesoderm hin erstrecken.

Die Vierhügelblase, sowie die nun noch nach vorne folgenden Hirnabschnitte zeigten sich in reichlichster Zellvermehrung am ventriculären Saume. Auch bei diesen Thieren fand ich, dass die ventriculäre Prädilectionsschicht der Vierhügelblase zum Orte der einzigen Zellvermehrung geworden ist, und dass hier ultraventriculäre Formen gar nicht beobachtet werden konnten.

Ebenso verhielt es sich mit den Lateralventrikeln. Leider waren mir dieselben nur an den ältesten Embryonen ordentlich im Schnitte erhalten. Es lässt sich wohl eigentlich von einem Lateralventrikel hier gar nicht sprechen, so eng liegen die Wände an einander.

Gleich auffallend in Bezug auf seine ventriculäre Prädilectionsschicht ist eine zwischen den Augen liegende Zwischenhirnpartie, die ich für die Infundibulumgegend halte.

Die noch übrigen Partien des III. Ventrikels zeigten vom jüngsten bis zum ältesten Embryo reichliche Mitosen um die Höhlung, ohne dass ich eine merkliche Abnahme vom jüngsten bis auf den ältesten constatiren konnte. Die hier ziemlich häufigen ultraventriculären Mitosen lagen wieder zerstreut, durch grosse Strecken von einander getrennt.

Die grosse und deshalb auch bedeutsame Menge an ventriculären Formen springt aber auch weniger an Querschnitten ins Auge. Erst wenn man, wie das nicht selten vorkommt, die ventriculäre Schicht der Hirnabtheilungen im Flächenschnitte vor sich hat, tritt der grosse Reichthum an Figuren auffallend hervor.

So gelang es mir denn auch, an lebenden Embryonen aus der Mitte der Eiperiode mit guten Objectiven (Reichert 7. A.) die ventriculäre Oberfläche zu erreichen, und konnte sowohl hier, als auch an der Retina der rege Zelltheilungsprocess direct am lebenden Thiere beobachtet werden.

Es ist also auch bei den Fischen das Epithel der Centralräume eine gewisse Zeit des Embryonallebens hindurch die Matrix für die Wand. Bis ungefähr ins Ende des ersten Drittels der Eiperiode dürfte man aber keine ventriculäre Prädilection der Mitosen erkennen; wenigstens so lange der Embryo noch als Keimscheibe dem Dotter aufliegt, kann von einer Prädilectionsschicht in Bezug auf's Centralnervensystem nicht gesprochen werden.

Hiermit schliesse ich meine Beobachtungen an Anamnioten und wende mich zu den Amnioten.

#### 4. Embryonen von *Tropidonotus natrix*.

Es wurde schon eingangs, bei Besprechung der hieher gehörigen Literatur erwähnt, dass diese Embryonen von mir bereits früher eingehend untersucht wurden. Die wichtigsten Resultate habe ich gleichfalls schon hervorgehoben und ich verweise bezüglich der Einzelheiten auf die Abhandlung selbst.<sup>1</sup>

Nur einem Punkte will ich hier noch Aufmerksamkeit schenken, der in meiner früheren Arbeit noch nicht die gehörige Würdigung finden konnte.

Es betrifft dies die Anbildung des Kleinhirnes. An dem ältesten der damals von mir untersuchten Embryonen (ungefähre Länge 12<sup>cm</sup>) bot sich das Kleinhirn an frontalen Querschnitten durch's Hirn als zwei Zellenmassen dar, die zu beiden Seiten der Medianlinie ihre grösste Dicke erreichten und durch ein schmales Verbindungsstück im Bereiche des dorsalen und zugleich zuförderst cerebral gelegenen Abschnittes der Decke des 4. Ventrikels mit einander zusammenhängen. Figur 4 stellt die eine Hälfte des Kleinhirnes vor; die symmetrisch dazu gehörige andere Hälfte ist in der Zeichnung weggelassen. Gegen das Mesoderm zu konnte ich keine so scharfe Abgrenzung finden, wie dies an anderen Hirnabschnitten der Fall ist. Ich habe deshalb auch in der Abbildung die mesodermale Oberfläche nicht scharf sich gegen das Mesoderm absetzen lassen, obwohl dies vielleicht für die Deutlichkeit der Zeichnung von Vortheil gewesen wäre.

Die Zellenmasse selbst war nicht vom Ventrikel bis gegen das Mesoderm gleichmässig aus Zellen zusammengesetzt, sondern ich konnte eine mittlere zellenärmere Partie erkennen, die das Zellenlager des Kleinhirnes in zwei Lagen, in eine ventriculäre und in eine mesodermale trennte. Diese Trennung in zwei Schichten habe ich — wie bereits erwähnt — auch am Kleinhirn der Froschlarven in ihrem ersten Beginne wahrnehmen können.

Die Mitosen waren in einer ventriculären Prädilectionsschicht vorhanden; gleichzeitig aber fanden sich unregelmässig durch das Zellenlager zerstreut ultraventriculäre Mitosen in einer Anzahl, wie ich sie sonst (mit Ausnahme des *Thalamus opticus*) nicht gefunden. So waren die Verhältnisse bei mehreren Embryonen desselben Stadiums.

Die erste Anlage des Kleinhirnes erfolgt demnach als unregelmässige Wucherung der dortselbst befindlichen Zellen; und da ich an anderen Embryonen Ähnliches gesehen, so glaube ich, dass einer Verallgemeinerung dieses Satzes nichts im Wege stünde.

<sup>1</sup> Sitzungsberichte der kais. Akademie, 92. Bd. 1885.

## 5. Hühnerembryonen.

Gerade Hühnerembryonen waren es, an denen Altmann vornehmlich seine Entdeckung machte. Da es mir aber unmöglich war, die Schrift Altmann's <sup>1</sup> zu Gesicht zu bekommen, so musste ich mich leider mit den bereits erwähnten allgemeinen Bemerkungen über seine Resultate begnügen. Auch Uskoff <sup>2</sup> bestätigt, dass der der Höhle zugekehrte Theil des Hirnes beim Hühnchen vom zweiten Tage an mit Mitosen buchstäblich besät ist. In späteren Stadien, sagt er, werden sie wieder bedeutend seltener.

Rauber scheint gleichfalls diese Embryonen untersucht zu haben; es fehlt zwar in seinen diesbezüglichen Abhandlungen eine detaillirtere Angabe, doch hat er solche in einer Fortsetzung seiner letzten Arbeit versprochen.

Ich nun habe dieses Materiale, weil es einerseits sehr leicht zu beschaffen, andererseits leicht zu behandeln ist, sehr reichlich untersucht und Embryonen bis zum elften Bebrütungstage gesammelt. Davon wurden die meisten in theils geordnete, theils ungeordnete Serien zerlegt.

Endlich darf ich hinzuzufügen nicht vergessen, dass ich immer mehrere Embryonen desselben Alters untersuchte, um dem von Rauber gemachten Einwande womöglich zu entgehen, dass „an einem und demselben Objecte manchmal ventriculäre, manchmal ultraventriculäre Prädilectionszonen vorkommen könnten“ wodurch die Verhältnisse selbstverständlich in unüberwindlicher Weise schwierig würden.

So lange das Medullarrohr noch offen war, konnte ich keine für die Entwicklung desselben bedeutsame Prädilectionsschicht der Mitosen entdecken. Es dürfte dieses Ergebniss wohl einigermassen befremden; denn zu welcher Zeit sollte man doch mehr von dem Vorkommen der Mitosen einen Einblick in die Wachstumsvorgänge erwarten, als in den ersten Bebrütungsstunden, die für den jungen Organismus die raschesten Formveränderungen mit sich bringen. Schon oben bei Forellenembryonen konnte ich die gleiche Beobachtung machen, und ich will dieselbe weiter unten zum Zwecke theoretischer Erläuterungen verwerthen.

Zwei Tage alte Embryonen. Sobald sich nun das Medullarrohr schliesst, tritt die ventriculäre Zellvermehrung auf. Sie setzt dabei sofort mit einer grossen Intensität ein, und erreicht erst an älteren Embryonen ihren Gipfelpunkt. Im geschlossenen Abschnitt zeigt das Medullarrohr bereits seinen typischen Bau und setzt sich allenthalben aus längsovalen Kernen zusammen, die in ein körniges Plasma gebettet sind, das rings um den Centralraum eine radiäre Streifung zeigt. Diese Streifung scheint von Fasern herzuführen, die namentlich am Hirne älterer Embryonen eine deutliche Verbreiterung gegen das Mesoderm zu zeigen und in eine Art Grenzmembran übergehen. His <sup>3</sup> hat auch diese Membran mit dem Namen Membrana limitans medullaris belegt, offenbar mit Hinblick auf die so nahe verwandte Membrana limitans retinae interna. Eben so leicht dürfte es nun wohl auch sein, diese Fasern mit den Müller'schen Fasern der Retina in Analogie zu bringen, — welcher Auffassung ich bisher noch nicht begegnet bin.

Neben den vielen ventriculären Formen finden sich nun in den geschlossenen Abschnitten auch ultraventriculäre Figuren; doch ist ihr Vorkommen wieder ein vereinzelt und für die Entwicklung in diesem Stadium ohne hervorragende Bedeutung.

Gegen das Schwanzende zu war die Anlage des Medullarrohres nicht so typisch, als in den vorderen Abschnitten <sup>4</sup> und hier traf ich auch selten auf Mitosen.

Vom zweiten Tage an zeigen Hirn und Rückenmark kleine Differenzen in der Anordnung der Mitosen und deshalb will ich zuerst das Rückenmark entwicklungsgeschichtlich bis zum Aufhören der Mitosen verfolgen, hernach aber erst das Hirn.

<sup>1</sup> L. c.

<sup>2</sup> L. c.

<sup>3</sup> Arch. f. Anat. u. Phys. Anat. Abth. 1883.

<sup>4</sup> Vergl. Gasser, Der Primitivstreif bei Vogelembryonen. Cassel 1879, Taf. V, Fig. 1 u. 2; Taf. IX, Fig. 4.

## A. Das Rückenmark.

Drei Tage alte Embryonen. Die nächste Veränderung des Rückenmarkes ist die, dass dasselbe an seiner vorderen Seite von einer dünnen Partie weisser Nervenfasern überdeckt wird. Die Mitosen, nach wie vor in Form einer ununterbrochenen Schichte den Centralcanal auskleidend, schienen mir an diesen Stadien zahlreicher zu sein als im Hirne.

Das Schwanzende des Medullarrohres war auch in diesem Stadium unregelmässig und nicht typisch ausgebildet.

An Embryonen, die vier Tage alt waren, hatte die grosse Intensität der Zellvermehrung schon nachgelassen. Die weissen Fasermassen werden immer deutlicher und legen sich ohne irgend eine sichtbare Beteiligung von Zellen oder Zellvermehrung an. Im Halsmarke begannen die Zellen bereits eine von ihrem ursprünglichen embryonalen Aussehen abweichende Gestalt anzunehmen. Namentlich waren die Kerne der zukünftigen Vorderhörner (der vorderen Zellensäulen) bläschenförmig geworden und enthielten an den gehärteten Objecten eine körnige Masse der zukünftigen Kernkörperchen der Ganglienzellen.

Fünftägige Embryonen. Von diesem Stadium habe ich eine Abbildung beigebracht (Fig. 5), während die früheren Stadien mit Fig. 9 (von einem Mäuseembryo herführend) verglichen werden mögen.

Man sieht hier zunächst um den Centralcanal die Mitosenschichte. Wie gesagt, hat die rege Zelltheilung schon am dritten und vierten Bebrütungstage ihren Höhepunkt erreicht. Nun folgt, die Mitosenzone in sich einschliessend, rings um den Canal herum ein Lager von Zellen, die ihren ursprünglichen embryonalen Charakter noch bewahrt haben. Diese Schichte wird zu beiden Seiten von einem Zellenlager bedeckt, aus welchem die Vorder- und Hinterhörner (letztere weniger deutlich) als mehr weniger dichte Zellenmassen hervortreten. (Vordere und hintere Zellensäulen. His <sup>1</sup>). Die hier liegenden Kerne färbten sich mit dem angewandten Färbemittel (Alkoholische Safraninlösung) weniger intensiv. Sie waren bläschenförmig geworden, und in ihnen befand sich kein schönes Kerngerüst, wie dies an der, den Centralcanal umgebenden Kernzone der Fall war.

Diese zwei Kernzonen, die germinative und die gereifere Kernzone, wie man sie nennen könnte, werden nun in einem nach hinten offenen Ringe von weissen Fasermassen eingeschlossen, die in der Commissura (alba?) anterior quer, an den Seitentheilen jedoch der Länge nach im Rückenmarke verlaufen.

His <sup>2</sup> hat diese beiden Lagen Innenplatte und Mantelschicht genannt. Ich will aber vorläufig bei meiner Nomenklatur bleiben, weil mir meine Ausdrücke mehr zu sagen scheinen und für den vorliegenden Zweck passender vorkommen.

Auf das schichtenweise Aufeinanderfolgen dieser Lagen möchte ich zuvörderst das Augenmerk lenken, weil ich in einem folgenden Abschnitte gerade auf sie grösseres Gewicht legen will.

Zwischen die germinative und gereifere Kernzone sind die Blutgefässe von der vorderen Seite her eingewandert.

In den folgenden Tagen ändert sich das Querschnittsbild des Rückenmarkes nicht bedeutend. Nur nimmt das Rückenmark in diesen Tagen an Masse bedeutend zu.

Von einem sieben Tage alten Hühnerembryo habe ich eine Abbildung des Halsmarkquerschnittes in derselben Vergrösserung, wie den Querschnitt eines fünf Tage alten Embryo angefertigt (vergl. Fig. 10). Man sieht hier wieder in den länglichen spaltförmigen Centralcanal eine Schichte von Kernen und Zellen, die die ventriculäre Mitosenzone in sich einschliessend, sich mit Safranin stärker tingirte. Hierauf folgt wieder zu beiden Seiten das reifere Kernlager und darüber die weisse Substanz. Die Anordnung der Theile hat sich also noch nicht geändert; es ist nur — was eben besonders deutlich zu sehen ist — der Querschnitt bedeutend

<sup>1</sup> His, Anatomie menschl. Embryonen. Leipzig I. Bd.

<sup>2</sup> Tagblatt der 59. Versammlung deutscher Naturforscher und Ärzte zu Berlin. 1886, S. 200.

grösser geworden. Die Mitosen blieben aber, wie ich mich auch an dazwischen liegenden Stadien überzeugen konnte, auf jene eigenthümliche Prädilectionsschicht beschränkt.

An acht Tage alten Embryonen ist der Rückenmarkquerschnitt abermals breiter geworden. Noch immer sind die ventriculären Mitosen die einzigen Verräther der Zellvermehrung. Der Centraleanal ist um ein Drittel in dorso-ventraler Richtung kleiner geworden. Die Fissura longitudinalis anterior ist aber noch immer eine seichte Furche, wie an Hühnerembryonen vom vorhergehenden Tage.

Erst an Embryonen, die neun Tage und etliche Stunden alt waren, also erst an Embryonen des zehnten Tages ist der Centraleanal rundlich, mit einem ungefähren Durchmesser von 0.1 mm<sup>1</sup>.

Im Epithel, das hier schon deutliche Flimmerhaare hatte, sah ich noch immer Mitosen, die aber nun schon seltener werden. Wieder hat der Querschnitt ungefähr in demselben Verhältnisse an Grösse zugenommen, wie in den vorhergehenden Tagen. Die „germinative“ Kernzone um den Centraleanal herum hat ganz abgenommen, die gereifere Zone setzt in den vorderen und hinteren Zellensäulen ganz deutlich das Hinterhorn und das Vorderhorn an. Die weisse Substanz umgibt als Kranz die graue und ist nur an der breiten Fissura mediana anterior und in der schmalen Fissura mediana posterior unterbrochen.

Weiterhin verfolgte ich die Entwicklung nicht. Es stehen mir aber für ältere Stadien andere Thiere zur Verfügung, so dass ich diese Lücke nicht für wesentlich halte.

Aus dieser Reihe von Embryonen ergibt sich somit ganz unwiderleglich, dass abermals die ventriculäre Kernzone sofort bei Schluss der Rückenmarkes die Matrix für das ganze Zellenmateriale des Rückenmarkes wird; dass Vorder- und Hinterhörner während dieser Zeit nie die Orte der regsten Zellvermehrung sind; dass endlich die Zunahme der Zwischensubstanz<sup>1</sup> vor Allen und hauptsächlich das Wachstum des Rückenmarkes bedingt.

## B. Das Gehirn

Wir verliessen das Hirn an zwei Tage alten Embryonen in einem Stadium, in welchem die Wand der Höhlungen noch aus jenen längsovalen Kernen aufgebaut war, die in continuirlicher Schichte die Centralräume umzieht, und die ich als germinative Schichte bezeichnet habe.

Wie bei allen Embryonen, so nehme ich auch hier auf Mitosen der nachherigen Telae chorioideae keine Rücksicht.

Die erste auffallende Veränderung im Baue der Hirnwandung fand ich erst an Embryonen, die vier Tage bebrütet worden waren.

In diesem Stadium trat zunächst eine deutliche Schichtung in der Wandung auf, die zunächst noch grosse Ähnlichkeit mit der schon geschilderten Schichtung des Rückenmarkes zeigt.

Zunächst um den Centralraum traf ich wieder das germinative Lager, die ventriculäre Mitosenschicht in sich aufnehmend. Die Breite dieser germinativen Zone ist an verschiedenen Orten des Hirnes eine ungleiche. So erstreckt sie sich beispielsweise in der Grosshirnhemisphäre in deren lateralen Wänden auf 10—12 Zellen, während sie an den medialen, einander zusehenden Wänden auf fünf und weniger Zellenreihen rings um den Centralraum beschränkt ist. In dem Pons z. B. ist das germinative Lager viel dicker als in den Hemisphären und kann sich dort sogar über 20 radiär hinter einander gelagerte Kerne ausdehnen.

Man kann im grossen Ganzen an den dickeren Wandstellen der Hirnblasen eine grössere, an den dünneren Wandstellen eine geringere Breite dieser germinativen Zone erwarten.

Wenn sich ultraventriculäre Mitosen vorfanden, so sah ich selbe nie über das Bereich dieser sich intensiver tingirenden Zellen hinausgehen.

Betrachten wir nun den Querschnitt in der Gegend des Pons, so finden wir, dass auf diese geschilderte Schichte von jüngeren, dicht aneinander gedrängten und sich lebhaft tingirenden Kernen eine zweite zellen-

<sup>1</sup> Um einen kurzen Ausdruck zu haben, fasse ich, wie Boll, alles, was nicht Zellkern ist, unter dem Namen „Zwischensubstanz“ zusammen.

ärmere Zone folgt, in welcher die Kerne rundlich, oft bläschenförmig sind, und sich nicht so intensiv und nicht in toto mit dem angewendeten Färbemittel tingirten, sondern ihre färbbare Masse in Form von Körnern und Körnengruppen in ihrem bläschenartigen Körper suspendirt enthalten.

Ich habe bereits am Rückenmark diese ganz analoge Schichte das Lager gereifter Zellen genannt, und glaube hiezu mit Hinblick auf Schnitte durch ältere Embryonen volle Berechtigung zu haben.

Auch diese reifere Kernzone hat durchans nicht an allen Stellen des Hirnes die gleiche Mächtigkeit. Vom Halsmark an, an welchem dieselbe eben in den vorderen Zellensäulen (His) auftritt, erstreckt sie sich in den Bodentheil des 4. Ventrikels und erreicht dortselbst plötzlich eine grössere Dicke, so dass sie im Pons, an der zumeist ventral gelegenen Partie derselben gleich ein gutes Dritteltheil der Wand ausmacht, jedoch gegen die Seitentheile des Pons allmählich sich verjüngt. Von hier streicht dieses Lager immer sich an der zumeist ventral gelegenen Seite haltend, über den Bodentheil der Vierhügelblase gegen den Grosshirnstamm. In ventro-dorsaler Richtung verjüngt sich dieselbe aber bald, so dass die Gipfel der Vierhügelblase nur mehr eine kleine Spur dieser Zone zeigen und das germinative Lager hier bis an das Mesoderm zu reichen scheint.

Noch schöner sieht man dieses allmähliche Dünnerwerden der zweiten Zone an Frontalschnitten durch die Grosshirnwand. Sie umgreift hier die laterale Wand der Grosshirnblase nach Art einer Sichel, deren Spitze am Scheitel des Kopfes, deren Basis im Zwischenhirn steht.

An Embryonen, die bezüglich ihres Alters zwischen dem vorliegenden Stadium und dem zuletzt beschriebenen Embryo von zwei Tagen liegen, konnte ich ersehen, dass diese Zone bläschenförmiger Kerne zuerst an der Basis des Zwischenhirnes zunächst der Einmündung des Opticus auftritt, von welchem Orte sie rasch nach rückwärts gegen das Rückenmark, langsamer jedoch gegen die Hemisphären zu sich ansbreitet.

Die nun folgende dritte Zone, die Faserschichte, lässt sich gleichfalls wieder am besten von einem Querschnitte — durch den Pons — aus verfolgen. Dortselbst bildet sie eine dritte zellenarme, wenn nicht zellenlose Schichte, die an der lateralen Seite des Pons dünn ist, gegen die Medianlinie an der Basis hingegen beträchtlich stärker wird und nun das letzte Drittel der Wanddicke an dieser Stelle bildet.

Von hier aus konnte ich die weisse Faserschicht nach rückwärts an der ventralen Seite des Rückenmarkes rasch an Dicke abnehmend eine Strecke weit verfolgen, während ich nach vorne, gegen die Grosshirnhemisphären zu die Fasermasse in ungefähr gleichbleibender Mächtigkeit bis zu jener Stelle des Zwischenhirnes ziehen sah, wo dasselbe in das Grosshirn übergeht. Überall nahm — gleich der zuvor besprochenen reiferen Kernzone — diese Faserschicht in ventro-dorsaler Richtung an den beiden Seiten den Hirnstamm mondsichelförmig umfassend ab. Aber auch in die Grosshirnhemisphären war an diesem Stadium die Fasermasse schon vorgedrungen und reichte bis in die Gegend der nachherigen Corpora striata. Diese sowohl, als auch der Thalamus opticus zeigten sich mir als einfache Verdickungen der entsprechenden Hirnpartien, und zwar war diese Verdickung mehr durch Zunahme der reiferen Kernzone und der Fasermasse, als durch Verdickung des germinativen Lagers bedingt.

Wenn ich nun bezüglich der Faserschicht an zwischenliegenden Stadien untersuchte, an welchen Punkten die weisse Faserung zuerst auftritt, so kam ich zu dem ohnedies schon genugsam bekannten Resultate, dass selbe zuerst an dem späteren Pons zu sehen ist und von da nach vorne und rückwärts weiter-schreitet.

Die Kerntheilungsfiguren nun waren in den zwischenliegenden Stadien, sowie auch an den Embryonen des fünften Tages in deutlicher ventriculärer Prädispositionsschicht zu sehen. Sie standen so dicht, dass man in der That kaum eine Zelle in der ventriculären Schichte finden konnte, die nicht in Theilung befindlich war. Sogar im hohlen Opticus wiederholte sich der analoge Zelltheilungsvorgang. Nur das Corpus striatum und der Thalamus opticus zeigten auffallend viele ultraventriculäre Mitosen, die nicht nur in der germinativen, sondern auch in der reiferen Kernschicht zu sehen waren. Hier findet also die Zellvermehrung nicht nur von der Fläche aus statt, sondern sie erstreckt sich auch auf die Zellen im Innern der Ganglien selbst.

Vom Kleinhirn konnte ich nichts bemerken.

Ich wende mich nun zum Hirne von Embryonen, die neun Tage und etliche Stunden im Brüt-  
ofen gelegen hatten. Doch werde ich es nicht unterlassen, gelegentlich eines oder das andere aus den  
zwischen liegenden Stadien zu ergänzen.

a) **Die 3. primäre Hirnblase.** Das Epithel des Ventrikels war an der Bodenseite bereits vollständig  
deutlich angebildet und hob sich gegen das unterliegende Kernlager als eine Reihe von Zellen ab, von denen  
eine jede einen spitzen Fortsatz in die Tiefe gegen das Mesoderm hin sandte. Die ventriculäre Oberfläche  
dieser Zellen hatte bereits deutliche Flimmerhaare, die sehr lang waren und deshalb eine ziemliche Strecke in  
den Ventrikel hinein ragten.

An derjenigen Stelle im Dache dieser Hirnblase, an welcher sich das Kleinhirn entwickelt, verbreiterte  
sich jedoch das Epithel, setzte sich weniger scharf gegen das unter-, respective überliegende Kernlager ab,  
war aus mehreren Lagen längsovaler Kerne zusammengesetzt, die sich lebhafter umgirteten — kurz an dieser  
Stelle war der Charakter der germinativen Zone, aus der sich heraus das Epithel entwickelt, noch  
erhalten.

An dieser letzteren Stelle war auch noch die ventriculäre Prädilectionszone von Mitosen erhalten  
geblieben, wogegen ich, je mehr ich mich dem ausgebildeten Epithel an dem Bodentheile des Ventrikels  
näherete, immer weniger und weniger Mitosen fand. Hier hatte also der lebhafteste Zellvermehrungsvorgang  
bereits seinen, wenn auch nicht definitiven Abschluss gefunden.

Den Höhenpunkt hatte die Zellvermehrung an Embryonen erreicht, die sieben Tage und wenige Stunden  
im Brütöfen gelegen hatten.

Die Substanz der Basalthelle selbst, Pons und Medulla oblongata zeigte zwar auch vereinzelt Mitosen,  
ohne dass ich aber irgend eine auffallende Prädilection hätte wahrnehmen können.

Sehr interessante Verhältnisse bot aber wieder das Kleinhirn dar.

An Embryonen des achten Tages (sieben Tage und etliche Stunden alt) war dasselbe an frontalen  
Schnitten als eine dichtere Zellenmasse erkennbar, die mit dem germinativen Lager und dem Centralraume  
innig zusammenhing, sich eine kleine Strecke zu beiden Seiten über die Medianlinie ausdehnte, und dess-  
gleichen in cerebro-medullärer Richtung keine grosse Ausdehnung erreichte. Dieser ganze, um diese Zeit noch  
dünne Kleinhirnzellenhaufen, war durchwegs, bis ans Mesoderm, unregelmässig von Kerntheilungsfiguren  
durchsetzt.

An Embryonen des neunten Tages war bereits eine deutliche Trennung in zwei Mitosenlager wahrzu-  
nehmen, ähnlich wie ich dies an Schlangenebryonen geschildert habe (vergl. Fig. 4).

An Embryonen vom 10. Tage, also an dem vorliegenden Stadium, war vor Allem die Kleinhirnlamelle  
bedeutend dicker geworden. Während am 8. Tage noch die Distanz zwischen ventriculärer Oberfläche und  
Mesoderm, in der Medianlinie gemessen, ungefähr  $0.03^{\text{mm}}$  betrug, war sie nach zwei Tagen  $0.20^{\text{mm}}$  und  
lateral, in der Mitte des Wulstes circa  $0.36^{\text{mm}}$  dick geworden.

Die Trennung in zwei Mitosenlager war ferner an diesen Embryonen eine vollständige geworden. Eine  
Schicht blieb, wie vorher, ventriculär, die andere aber war knapp unter dem Mesoderm in einem dünnen  
Zellenlager zu finden, dessen Kerne dicht gedrängt lagen und sich nun gegen das Mesoderm nicht wie bei  
den beschriebenen Schlangenebryonen undeutlich, ohne scharfe Grenzlinie, sondern äusserst markirt ab-  
grenzte. Zwischen beiden Mitosenlagern waren die Kerne locker gesät, und hier fanden sich „ultraventricu-  
läre“ Mitosen in unerheblicher Menge.

b) **Die Lamina bigemina.** Die Wand der Vierhügelblase ist nebst der Retina und gewisser Partien der  
Grosshirnwand ein ausgezeichnetes Beispiel für die ventriculäre Prädilection der Mitosen bei diesen Thieren.  
In diesem Abschnitte ist von der ersten Anlage bis zum vorliegenden Stadium (9 Tage und etliche Stunden)  
die Zellvermehrung nur auf die Zellschicht um den Hohlraum beschränkt; ich wenigstens fand nur sehr ver-  
einzelte „ventriculäre“ Mitosen in allen untersuchten Stadien.

Den Höhepunkt erreicht die Zellvermehrung schon am 5. Tage und 6. Tage, hält sich nun bis an den  
9. Tag und nimmt bei Embryonen des 10. Tages (9 Tage 5 Stunden alt) wieder ab.

Das Dickenwachsthum dieser Stelle ist kein bedeutendes und es folgen hier Messungen, die an der lateralsten Partie der Wand jeweilig gemacht worden sind.

Alter des Embryo	Dicke der Wand in Millim.	Verhältnisszahlen <sup>1</sup>
6 Tage 4 Stunden	0·265	= 0·0156 × 17
7 " 4 "	0·3432	= 0·0156 × 22
8 " 4 "	0·4368	= 0·0156 × 28
9 " 5 "	0·6004	= 0·0156 × 39.

Es nimmt also die Dicke der Wand vom 7 Tage 4 Stunden alten Embryo auf das vorliegende Stadium (9 Tage 5 Stunden) im Verhältnisse von 22 : 39, also um das  $1\frac{3}{4}$  fache zu.

Sowie ich dies ferner schon an dem analogen Hirnabschnitte des Frosches geschildert habe, ist auch hier die Vierhügelblasenwand in äusserst deutliche und scharfbegrenzte Schichten getheilt. Obwohl diese Schichten auch hier nicht an allen Stellen gleich weit ausgebreitet sind, so will ich — um wenigstens eine oberflächliche Anschauung zu geben — dieselben kurz aufzählen:

Zunächst um den Centralraum, ungefähr ein Fünftel der Dicke der Wand einnehmend, das germinative Lager mit der Mitosenprädispositionsseicht.

Darauf eine Schichte von Nervenfasern, zwischen welche wenige Ganglienzellenkerne eingestreut sind. Diese erste und zweite Schichte sind durch reichlich vorhandene Blutgefässe getrennt.

Diese Faserschicht geht in eine Ganglienzellenschichte über, die gegen das Mesoderm zu immer mehr und mehr zusammengedrängt liegende Kerne enthält. Ausserdem war diese Zone von radiär verlaufenden Fasern durchsetzt, die ich weiter oben bereits mit den Müller'sehen Fasern der Retina in Vergleich gezogen habe.

Den Abschluss gegen das Mesoderm endlich bildet eine dünne neurogliaähnliche Lage.

Am Übergang der Blase in die übrigen Centralräume tritt das eigentliche Epithel immer ausgebildeter hervor und besteht nun auch hier aus einer Reihe von Zellen, die lange, spitze Ausläufer gegen die mesodermale Oberfläche zu verfolgen lassen.

c) **Der 3. Ventrikel und seine Umgegend.** Dieser Hirnabschnitt bot mir in seiner Entwicklung nur in zweifacher Hinsicht einiges Bemerkenswerthe: Vorerst des Opticus, weiters aber des Thalamus opticus wegen.

An Embryonen die vier Tage und etliche Stunden alt waren, sah ich den Opticus fast bis an die Papille hohl, und rings um die Höhle reichliche Mitosen, obgleich schon das übrige Gewebe des Opticus ebenfalls mit vielen „ultraventriculären“ Mitosen durchsetzt war. Von der Retina her gegen das Zwischenhirn schliesst sich nun der Hohlraum des Opticus, aber langsam, so dass ich selbst noch an 6 Tage und 4 Stunden alten Embryonen eine trichterförmige Einbuchtung vom 3. Ventrikel aus in den Opticus erkennen konnte, die meines Erachtens viel zu tief war, als dass ich sie für den ausgebildeten Recessus opticus des 3. Ventrikels hätte halten können.

Am vorliegenden Stadium war der Opticus vollständig geschlossen und der an Zellen arme Tractus opticus strahlte zu beiden Seiten in die Hirnsubstanz ein. An dieser Einmündungsstelle lag ein Haufen von Ganglienzellen, die um den grossen bläschenförmigen Kern bereits dunkle Fasermassen angesammelt, und so nach und nach ganz das Aussehen ausgebildeter Ganglienzellen gewonnen hatten.

Den Thalamus opticus verliessen wir an 4 Tage alten Embryonen als eine Verdickung der Wand, hauptsächlich bedingt durch Zunahme der reiferen Kernzone an Masse und an Zahl der Zellen.

Im Allgemeinen ändert sich das Bild des Thalamus nicht bedeutend. Die germinative Schichte geht ohne Grenze in die äussere Kernschicht über, die man desswegen hier eigentlich keine „reifere“ Kernschicht nennen kann. Neben ventriculären Mitosen finden sich reichlichst ultraventriculäre, und ist die Zellvermehrung am 5. und 6. Tage in allen Theilen äusserst rege, nimmt am 7. und 8. Tage unmerklich ab, wogegen am 9. oder

<sup>1</sup> Hier und bei späteren Messungen bedeutet 0·0156<sup>mm</sup> den Werth eines Ocularmierometer-Intervalles.

gar 10. Tage (im vorliegenden Stadium) nur mehr hier und da vereinzelte Mitosen getroffen werden. Soweit ich analoge Abschnitte messen konnte, folgen hier die Masszahlen für die Dicke der Wand (ungefähr im Foramen Monroi):

Alter	Dicke der Wand in Millim.	Verhältnisszahlen <sup>1</sup>	Zellvermehrungscurve <sup>2</sup>
5 T. 6 St.	0·4056	=0·0156 × 26	
6 T. 4 St.	0·7176	=0·0156 × 46	
7 T. 4 St.	0·9906	=0·0156 × 63·5	
8 T.	. . .	. . .	
9 T. 5 St.	1·248	=0·0156 × 80	

Wie gesagt, hatte im vorliegenden Stadium die Zellvermehrung an Intensität abgenommen. Aber nicht an allen Stellen; gegen das Corpus striatum zu waren nämlich noch einige ventriculäre und ultraventriculäre Mitosen wahrzunehmen.

d) **Das Grosshirn.** Im vorliegenden Stadium war die Wand der Hemisphärenblasen verschieden dick. Der Bodentheil war zum mächtigen Corpus striatum geworden, während das Daeh in den einander in der Medianlinie zusehenden Wandpartien im Wachstume zurückgeblieben war. In derselben konnte ich zwei Kernzonen wahrnehmen; eine dem Epithel entsprechende Schichte: das germinative Lager, das mit der Mitosenschichte gegen den Ventrikel zu aufhörte. Die Zahl der Mitosen war noch immer eine beträchtliche, hatte aber im Allgemeinen abgenommen.

Darauf folgt, die bei weitem grösste Dicke der Wand (<sup>9</sup>/<sub>10</sub> derselben) bildend, die reifere Kernzone. In derselben konnte ich rundliche Kerne nachweisen, die dicht aneinander liegend gegen die mesodermale Oberfläche zu grösser wurden und infolge dessen auch enge aneinander gedrängt lagen. Die äussersten Kerne dieser Zone hatten sich schon weiter differenzirt und sie sind es, aus denen die Kerne der Pyramidenzellen werden. In dieser reiferen Kernzone konnte ich keine Kerntheilungsfiguren entdecken.

Vergleicht man nun die zwischen liegenden Embryonen, so findet man, dass auch bei diesen die Kerntheilungsfiguren fast ganz und gar auf die ventriculäre Oberfläche beschränkt sind. Äusserst selten konnte ich ultraventriculäre Figuren nachweisen.

Die Dickenzunahme verhielt sich — womöglich an analogen Stellen (Frontalschnitten, Dachgegend zwischen den Augen) gemessen — wie folgt:

Alter	Dicke der Wand in Millim.	Verhältnisszahlen <sup>1</sup>	Zellvermehrungscurve <sup>2</sup>
5 T. 6 St.	0·1248	=0·0156 × 8	
6 T. 4 St.	0·1404	=0·0156 × 9	
7 T. 4 St.	0·2310	=0·0156 × 15	
8 T.	. . .	. . .	
9 T. 5 St.	0·2652	=0·0156 × 17	

<sup>1</sup> Siehe oben die Anmerkung, Seite 96.

<sup>2</sup> Diese Curve soll ein beiläufiges Bild von der jeweiligen Häufigkeit der Kerntheilungsfiguren geben. *ab* würde die Nulllinie vorstellen. Je weiter die Curve von ihr entfernt ist, desto reicher ist das Stadium an Kerntheilungsfiguren, je mehr sie sich ihr nähert, desto ärmer.

Das Corpus striatum bot ganz analoge Verhältnisse, wie der geschilderte Thalamus opticus und es können desshalb die an diesem gefundenen Resultate in der Hauptsache auch auf jenes übertragen werden. Nur möchte ich ergänzen, dass der Zellvermehrungsprocess in dem vorliegenden Stadium noch nicht seinen Abschluss gefunden hat, sondern noch reichliches Zellenmateriale liefert.

Die Dicke des Corpus striatum in diesem Stadium betrug  $1.716^{\text{mm}}$  im Bereiche des Foramen Monroi; gegen das Hinterende aber  $1.0608^{\text{mm}}$ .

Obgleich es sehr wünschenswerth wäre, den geschilderten Vorgang bis zu seinem definitiven Abschlusse, mithin bis zum Ausschlüpfen des Hühnchens zu verfolgen, so glaubte ich dennoch dies mit Rücksicht auf den Umstand, dass die gewonnenen Resultate bereits sehr gut verwendbar sind, unterlassen zu dürfen. Überdies habe ich andere Thiere in späteren Stadien untersucht und gefunden, dass das hier Fehlende sich vorläufig aus denselben ergänzen lässt.

Ich brauche aber nun wohl nicht hervorzuheben, dass nach diesen Ergebnissen auch im Hirne die rege Zellvermehrung eine lange Zeit hindureh (namentlich in der Lamina bigemina und der Grosshirnwand) fast ausschliesslich auf die ventriculäre Zellschichte beschränkt ist, dass aber das Kleinhirn, der Thalamus opticus, das Corpus striatum in unregelmässiger Weise von Kerntheilungsfiguren durchsetzt sind; — und dass endlich die Masszahlen der Dicke der Wand im Falle der ventriculären Prädilection langsam, im Falle unregelmässig zerstreuter Kerntheilung sehr rasch zunehmen. In beiden Fällen lässt sich aber keine Übereinstimmung des Dickenwachsthums mit der Anzahl der Kerntheilungsfiguren herauslesen.

## 6. Embryonen von *Vespertilio murinus*.

Von diesen Thieren stand mir ebenfalls eine mehr weniger continuirliche Reihe immer älterer Embryonen zur Verfügung. Gegenüber anderen Embryonen fiel mir auf, dass dieselben im Allgemeinen etwas ärmer an Kerntheilungsfiguren waren. Diese Thatsache suche ich aber durch den Umstand zu erklären, dass die Mutterthiere circa 36 Stunden vor dem Tode ohne Nahrung geblieben waren, was vielleicht schon einige Bedeutung haben könnte.

### A. Das Rückenmark.

Die an den Hühnerembryonen gewonnenen Resultate finden in dieser Serie eine schöne Bestätigung und fast genaue Wiederholung. — Ich kann mich aus diesem Grunde etwas kürzer fassen.

$5^{\text{mm}}$  langer Embryo. Das Rückenmark desselben zeigte grosse Ähnlichkeit mit dem erst später zu beschreibenden Rückenmarke eines jungen Mäuseembryo, von welchem ich eine Abbildung beigegeben habe (vergl. Fig. 9). Nur war die Zahl der Mitosen um etwa ein Drittel kleiner und ausserdem schien mir das Mark des Fledermausembryo etwas blutreicher. Bezüglich des Baues und der Anordnung der Mitosen fanden sich aber ganz dieselben Verhältnisse, wie ich sie bereits am Marke zweitägiger Hühnerembryonen geschildert habe.

Am  $6.5^{\text{mm}}$  langen Embryo fand ich das Rückenmark bereits stark verändert. Die weisse Substanz hatte sich schon deutlich angebildet und umgab nach Art eines Hufeisens die Kernmasse des Querschnittes. Das generative Lager (Innenplatte His) mit den ventriculären Mitosen umgab den Canal. Zwischen demselben und der weissen Substanz war zu beiden Seiten das reifere Kernlager: kurz ähnliche Verhältnisse, wie sie in Fig. 5 von einem 5 Tage  $6\frac{1}{2}$  Stunden alten Hühnerembryo wiedergegeben wurden.

Das Rückenmark eines  $9^{\text{mm}}$  langen Embryo war in seiner Entwicklung zwischen das in Fig. 5 und Fig. 10 (5 und 7 Tage alte Hühnerembryo) wiedergegebene Entwicklungsstadium getreten, während der Querschnitt durch das Rückenmark eines  $9.5^{\text{mm}}$  langen Embryo sich bereits vollständig mit Fig. 10 deckt.

Am  $13^{\text{mm}}$  langen Embryo war der Centralcanal rundlich geworden, die Zahl der Mitosen hatte abgenommen. Die Zellkerne in den Vorderhörnern waren grosse Kugeln geworden; statt des bläschenförmigen Kernkörperchens enthielten sie noch einen Körnchenhaufen. Um sie hatte sich eine an diesen Präparaten etwas

duklere Fasermasse angelegt. — Die Zellen der Hinterhörner zeigten noch keine so vorgeschrittene Differenzierung, sondern waren noch dicht gedrängt und klein. Die weisse Substanz war ferner schon um den ganzen Querschnitt herumgewuchert und nur an der schmalen Fissura long. post. und an der breiten Fissura long. ant. unterbrochen.

Der Centraleanal des ältesten der von mir untersuchten Embryonen endlich (17<sup>mm</sup> lang), war bereits von einer Grösse, wie man sie sonst bei erwachsenen Thieren findet. Die Vorder- und Hinterhörner zeigten aber noch keinen auffallenden Unterschied in der Entwicklungsphase gegenüber dem nächst jüngeren Embryo. Nur die weisse Substanz war mächtiger geworden; namentlich war die Fissura long. post. tiefer geworden.

Die Zellvermehrung war an den beiden letzten Embryonen im Erlöschchen, nur hier und da sah man zerstreut Mitosen und nun auch ultraventriculär im Bereiche der grauen Substanz.

Beifolgend stelle ich noch die Breitenmasse des Rückenmarkes auf, im Halsmark und in der Ebene des ventralen Endes des Centraleanales gemessen.

Länge des Embryo	Breite des Rückenmarkes in Millim.	Verhältnisszahlen <sup>1</sup>	Zellvermehrungscurve
6·5 <sup>mm</sup>	0·5304	=0·0156 × 34	
9 <sup>mm</sup>	0·7956	=0·0156 × 51	
9·5 <sup>mm</sup>	0·8736	=0·0156 × 56	
13 <sup>mm</sup>	1·1700	=0·0156 × 75	
17 <sup>mm</sup>	1·2792	=0·0156 × 82	

### B. Das Gehirn.

Auch hier finde ich vorläufig die bisher gewonnenen Ergebnisse bestätigt, kann aber bezüglich des Kleinhirnes und der Grosshirnwand einige weitere Details hinzufügen.

a) **Der IV. Ventrikel und seine Umgegend.** An Schnitten durch diese Gegend des jüngsten (5<sup>mm</sup> langen Embryo) zeigten sich noch höchst einfache Verhältnisse. Die Wand war nur aus dem germinativen Lager gebildet. An der Basis allein war sie durch eine schmale Auflagerung weisser, ansehnlich kernloser Fasermasse verdickt. Die Wand zeigte sich — namentlich im Vergleiche mit Hühnerembryonen — etwas blutreicher. Mitosen endlich fanden sich nur in der dem Ventrikel zusehenden Oberfläche.

Am nächstfolgenden (6·5<sup>mm</sup> langen) Embryo waren die Mitosen im Bereiche des Epithels zahlreicher geworden; auch zerstreute „ultraventriculäre“ Formen konnte ich wahrnehmen.

Die äussersten Zellen fingen schon an, sich vom germinativen Lager abzutrennen und sich lockerer zu stellen. Die weisse Substanz war bedeutend vermehrt und nahm nun an manchen Stellen ein Fünftel der Wanddicke ein.

An den nächsten zwei Embryonen (9 und 9·5<sup>mm</sup> lang) war das „reifere Kernlager“ in dem Pons und der Medulla oblongata äusserst mächtig geworden; die Kerne in denselben waren rundlich und lagen nicht dicht gedrängt, sondern durch Fasermassen leicht von einander getrennt. Des Epithel trug bereits deutliche lange Wimperhaare. Die Mitosen haben in demselben an Zahl sehr bedeutend abgenommen. Auch in der reiferen Kernzone erblickte ich nur wenige Figuren. An der Basis des Hinter- und Nachhirnes hört also der rege Zellvermehrungsprocess zuerst auf.

Die aufgelagerte weisse Fasermasse endlich hat gleichfalls — ohne dass in derselben eine Kerntheilungsfigur zu entdecken war — an Dicke bedeutend zugenommen.

<sup>1</sup> Vergl. die Anmerkungen zur Tabelle auf Seite 96.

An den nächstfolgenden Embryonen (13 und 17<sup>mm</sup> Länge) konnte ich im Pons und der Medulla oblongata ebenfalls keine Figur mehr sehen, ein höchst eigenthümlicher Umstand, der das Verständniss des Dickenwachsthumes ganz unfassbar machen würde, wenn man sich nicht vor Augen hielt, dass in dem letzteren Stadium die Kerne sämmtlich an Durchmesser um das Doppelte und Dreifache zugenommen haben, was für die kubische Ausdehnung eine 8- und 27fache Zunahme bedeuten würde. Ferner muss man stets in Erinnerung behalten, dass diese grösser gewordenen Kerne nicht mehr so dicht gedrängt liegen, sondern durch ganz erhebliche Massen von Zwischensubstanz von einander getrennt liegen.

Dem Kleinhirne nun begegnete ich deutlich erst am 13 und 17<sup>mm</sup> langen Embryo. Sein erstes Hervorspriessen ist also — analog den Resultaten an anderen Thieren — verhältnissmässig spät erfolgt.

Soviel ich an den Schnitten entnehmen konnte, stellte dasselbe einen queren Wulst dar, in dessen innerstem Stocke Kerne unregelmässig angeordnet waren. Zwischen denselben liefen nach den verschiedensten Richtungen Fasermassen. Kerntheilungsfiguren konnte ich dortselbst keine auffinden. Diese innerste Partie zeigt also vorerst noch grosse Ähnlichkeit mit der reiferen Kernzone anderer Hirnpartien.

Dieser Stock war nun gegen das Mesoderm mit einer Schichte von Zellen überkleidet, die dicht aneinander gedrängt lagen und deren Kerne stark granulirt waren. In dieser dünnen Kernschicht nun traf ich auch sehr viele Mitosen. (Vergl. Fig. 3.) Diese mesodermale Mitosenschicht, wie ich sie im Gegensatze zu den ultraventriculären Mitosen Ranber's nennen muss, überzieht kontinuierlich die Oberfläche des Kleinhirnes, hört aber an jenen Stellen auf, an denen das Kleinhirn in die übrigen Hirntheile übergeht. Die Kerntheilungsfiguren dortselbst zeigen aber keine bestimmte Theilungsebene und erstrecken sich auf das ganze geschilderte mesodermale Kernlager.

b) **Das Mittelhirn.** Dasselbe bekam ich nur von den ersten vier Embryonen in einer für das Studium verwendbaren Weise zu Gesichte. Wieder ergab sich auch hier, dass die Wand der Vierhügelblase ein exquisites Beispiel für die ventriculäre Prädilection der Mitosen ist. Während ferner die ersten zwei Embryonen im Bane der Vierhügelblase noch keine Differenzirung aus der ursprünglichen embryonalen Anlage zeigten, so dass sich das generative Lager bis ans Mesoderm erstreckte, war an den beiden älteren (9 und 9·5<sup>mm</sup> langen) Embryonen bereits eine deutliche Schichtung aufgetreten, die zunächst aus einer oberflächlichen (mesodermnahen) Faserschicht und aus einer Kernzone besteht, welch' letztere mit der Mitosenschicht an den Centralraum stösst.

c) **Das Zwischenhirn.** In diesem Hirnabschnitte wendete ich meine Aufmerksamkeit dem Thalamus opticus zu.

An dem jüngsten 5<sup>mm</sup> langen Embryo stellte derselbe eine kaum merkliche Verdickung in der Seitenwand der Zwischenhirnblase vor, die sich zunächst am Querschnitte noch aus der etwas verbreiterten generativen Schicht und aus einer ganz dünnen darüber (gegen das Mesoderm zu) gelagerten reiferen Kernzone zusammensetzte. Doch hatte diese reifere Kernzone noch keine beträchtliche Flächenausdehnung erfahren. Schon an diesem Stadium konnte ich „ultraventriculäre“ Formen in auffällender Anzahl nachweisen.

Am folgenden, 6·5<sup>mm</sup> langen Embryo hatte die Thalamusgegend sich ungefähr auf das Doppelte verdickt; und zwar hatte das reifere Kernlager bedeutend zugenommen, nicht so sehr, was die Zahl der Zellen, als was die Zwischensubstanz anbelangt. Desgleichen hatte sich die mesodermale Oberfläche mit einer Faserschicht überzogen, die zu beiden Seiten der Basis des Hirnes in die Fasermasse des Pons überging.

Dieser Typus ändert sich nun im Wesen an den folgenden Stadien nicht mehr bedeutend.

Am 9<sup>mm</sup> langen Embryo waren die Zellkerne wieder grösser geworden. Die Zwischensubstanz hatte wieder zugenommen und das generative Lager mit seiner ventriculären Mitosenschicht ging unmerklich in dieses reifere Kernlager über.

Immerwährend erblickte ich auffallend zahlreichere Mitosen, als sonst in ultraventriculären Gebieten, durch das ganze Kernlager zerstreut.

Mit dem nächst älteren (9·5<sup>mm</sup> langen) Embryo traf ich noch einmal die ultraventriculären Mitosen etwas häufiger, am 13 und 17<sup>mm</sup> langen Embryo hingegen hatte der Zelltheilungsprocess bereits seine grösste Thätig-

keit eingestellt. Nichtsdestoweniger sah ich selbst am ältesten Exemplare noch immer ventriculäre Mitosen in dem nun immer deutlicher gewordenen Epithel, sowie äusserst wenige und sehr zerstreute ultraventriculäre Formen.

Um eine Anschauung über die Zunahme der Dimensionen der Zellkerne zu geben, diene folgende Tabelle:

Längste Durchmesser der Kerne in der Thalamusregion:

Länge der Embryonen	Länge der Durchmesser in Millim.	
6·5 <sup>mm</sup>	0·00434 <sup>mm</sup>	= 2 × 0·00217 <sup>1</sup>
9	0·00651	= 3 × 0·00217
9·5	0·00651	= 3 × 0·00217
13	0·007595	= 3·5 × 0·00217
17	0·00868	= 4 × 0·00217

Damit ist das Wachstum der Kerne sicher noch nicht abgeschlossen, denn im Vorderhirn des ältesten Embryo betrug das gewöhnliche Mass für den Durchmesser reichlich 5mal 0·00217, das sind 0·01085<sup>mm</sup>.

d) **Das Grosshirn.** Hier will ich zunächst der Entwicklung des Corpus striatum und hierauf der Entwicklung des Manteltheiles gedenken.

Das Corpus striatum zeigt wieder ganz analoge Verhältnisse wie der Thalamus opticus. Zunächst noch bei dem 5<sup>mm</sup> langen Embryo eine kaum merkliche Verdickung der basalen und theilweise auch medialen Wand der Grosshirnblasen darstellend, ist dasselbe bei 9·5<sup>mm</sup> langen Embryonen bereits zu einem mächtigen Ganglion geworden, das an seiner ventriculären Oberfläche wieder vom germinativen Zellenlager mit seinen Mitosen überkleidet ist. Die übrige Hauptmasse des Corpus striatum besteht aus dem reiferen Kernlager, in welchem gleichfalls wieder auffallend zahlreiche Mitosen ultraventriculär vorkommen. An dem ältesten (17<sup>mm</sup> langen) Embryo endlich, an welchem die Zelltheilung im Thalamus bereits der Hauptsache nach aufgehört hat, ist jedoch im Corpus striatum die Zellvermehrung noch nicht zur Ruhe gekommen.

Weit interessantere Verhältnisse bietet nun der sich entwickelnde Manteltheil dar.

An den beiden jüngsten Embryonen war er noch im Mittel etwa 0·074<sup>mm</sup> dick<sup>2</sup> und nur aus der primitiven germinativen Zone aufgebaut. Die hier enthaltenen Mitosen bilden eine continuirliche Schichte um den lateralen Hohlraum, und sind in anderen Schichten der Wand äusserst selten.

Am 9<sup>mm</sup> langen Embryo konnte ich in der Wand, die nun 0·109375<sup>mm</sup> in der Dicke betrug, bereits erkennen, dass die äussersten (mesodermnahen) Kerne in 2—3 Lagen ein kugeliges Aussehen bekommen haben. Darauf folgt eine eben so dünne Lage von Neuroglia.

Die Wanddicke am nächst älteren (9·5<sup>mm</sup> langen) Embryo betrug in der Decke der Ventrikel 0·1356<sup>mm</sup> und wurde an der medialen Umbiegungsstelle in den einander zusehenden Wänden der Blase dünner. An der lateralen Umbiegungsstelle wurde dieselbe durch das hier eingewachsene riesige embryonale Corpus striatum bedeutend verdickt.

An der obersten Seite war die Wand noch aus dem germinativen Lager aufgebaut, das nun continuirlich über das Corpus striatum einerseits und über die mediale Wand andererseits sich erstreckte. Darauf folgte die nun schon etwas breitere und sich auf 5—6 Kernreihen ausdehnende „reifere Kernzone“, die an der Mantelkante plötzlich aufhörte, dagegen lateral- und basalwärts in die „reifere Kernzone“ des Corpus striatum continuirlich überging. Noch immer waren die Mitosen nach wie vor fast einzig und allein auf die ventriculäre Kernzone beschränkt und hatte die Zahl derselben noch nicht bedeutend abgenommen, obwohl man den eigentlichen Höhepunkt in das Alter des 6·5<sup>mm</sup> langen Embryo setzen muss.

Die Wand der Hirnblase des 13<sup>mm</sup> langen Embryo nun zeigte die erste auffällige Differenzirung.

<sup>1</sup> 0·00217<sup>mm</sup> bedeutet den Werth eines Ocularmikrometer-Intervalles.

<sup>2</sup> Gemessen am 6·5<sup>mm</sup> langen Embryo.

Betrachten wir wieder an Frontalschnitten jene Gegend der Wand, die die Decke der Ventrikel etwas lateralwärts von der Mantelkante des Grosshirnes bildet, so finden wir zunächst nach innen noch immer eine Zone von Kernen, von denen die dem Ventrikel anliegenden allein Kerntheilungsfiguren zeigen. Ich suchte wieder eine den früher gemessenen Partien analoge Gegend und fand als Dickenmass 0.3602<sup>mm</sup>.

In der Wand selbst erkenne ich fünf Schichten.

Zu innerst die germinative Zone mit ihren ovalen Kernen und den ventriculären Mitosen. Diese geht continuirlich in ein Lager rundlicher, enge aneinander liegender Kerne und Zellen über. Darauf folgt eine Faser-masse, die bekanntlich die Fortsetzung der Hirnstiel-faserung vorstellt. Zwischen diesen Fasermassen liegen zerstreut rundliche Kerne, die nun gegen die Oberfläche immer dichter und dichter sich aneinanderlegen und so eine vierte Zone von Zellen bilden, die senkrecht zur Oberfläche verlaufende Streifen enthält: die Pyramidenganglienzellschicht. Hierauf endlich folgt fünftens eine Neuroglia ähnliche dünne Lage (vergl. Fig. 8 von einem 17<sup>mm</sup> langen Embryo).

Nur auf eine kurze Strecke an der lateralen Seite erkennt man noch diese Gruppierung. Je mehr man sich auf diesem Wege der Hirnbasis zuwendet, desto mehr fangen die Fasern der Pedunculusbahn an sich mit der darunter (ventricularwärts) liegenden Schichte rundlicher Kerne zu vermengen, bis endlich in der Corpus striatum-Gegend von den ersten drei Schichten nichts mehr deutlich zu sehen ist. Denn hier geht, wie schon erwähnt, die Germinativzone in das reifere Kernlager unmerklich über; letzteres aber ist durch jene erwähnte Vermengung von Hirnstiel-fasern und Kernen verändert.

Nur die Pyramidenzellenganglienschicht umkreist die Grosshirnblase fast vollständig. Es treten aber auf diesem Wege die in den oberen Abschnitten schon deutlich gewordenen Charaktere der Pyramidenzellen immer mehr und mehr zurück, verlieren sich an der Umbiegungsstelle der lateralen in die untere Wand fast vollständig, so dass hier das „reifere Kernlager“ bis an die mesodermale Oberfläche zu reichen scheint.

Wir haben auf diesem Wege einen frontalen Bogen um das Grosshirn beschrieben und sind bis an seine unterste Partie gekommen.

Schreiten wir nun weiter, so gelangen wir (allerdings nicht in jedem Frontalbogen) zur medialen Fläche des Schläfelappens und erreichen jene Stellen, an denen sich später die Ammonswindung ausbilden muss.

Dort nun fängt die Pyramidenzellschicht wieder an deutlicher zu werden und hört an der Stelle der Ammonswindung als ein Zellklumpen mitten in der Hirnsubstanz auf. Die Kerne dieses Klumpens liegen wieder dichter aneinandergedrängt und sind gegen die Hirnoberfläche zu mit einer wieder dieker werdenden Neurogliaschichte überdeckt. Wo die Ammonswindung fehlt, dort tritt die Pyramidenzellschicht überhaupt nicht mehr auf.

Die Neurogliaschichte selbst, die wir auf diesem Wege nicht berücksichtigten, verhält sich ähnlich wie die Pyramidenzellschicht; ist also an der Mantelkante am entwickeltsten, verliert sich gegen die Basis und tritt wie erwähnt über der Ammonswindung — diesmal aber mächtiger als zuvor — wieder auf.

Um nun an einem solchen Schnitte das Bild zu vervollständigen, müssen wir noch endlich jener Partie gedenken, die von der Mantelkante in der Furchen der Falx auf den Balken stösst.

Die (Hirnstiel)-Faserschichte reichte an dieser Seite nicht über die Mantelkante, so dass die zu beiden Seiten der Fasern verlaufenden Kernzonen (ventricularwärts die rundliche Kernzone, mesodermwärts die Pyramidenzellen) durch eine zellenärmere Partie von einander getrennt bis zum Balken reichen und dort in Form einer Schleife ineinander übergehen. Der Scheitel dieser Schleife ist hiebei nach abwärts gekehrt, die auseinander weichen den Schenkel schauen nach aufwärts.

Wieder verlieren sich die Charaktere der Pyramidenzellen an dieser Stelle etwas, nicht aber in einem solchen Masse, dass etwa diese Schichte dort ihren Namen nicht verdiente. Die Neurogliaschichte biegt gleichfalls an der Mantelkante um, überzieht die mesodermale Oberfläche und hört am Balken plötzlich auf.

Man wird zugeben, dass diese doch ziemlich rasch aufgetretenen Veränderungen durch ein enormes Wachstum in allen Gegenden des Grosshirnes erfolgt sein müssen. Blickt man nun nach den Mitosen, die

über diese Veränderungen einigen Aufschluss geben könnten, so sieht man sie ganz wie früher wieder nur an der ventriculären Oberfläche, noch dazu in einer Minderzahl gegen die jüngeren Stadien.

Wollte man nun aus diesen Schnitten sich ein Bild von der Flächenausdehnung jenes Districtes machen, in welchem die Pyramidenzellen zuerst in ihrer Ausbildung voraneilen, so sieht man, dass diese Stelle gleich einer Schale der lateralen und oberen Partie der ganzen Hemisphäre aufsitzt, medial bis zur Mantelkante, lateral bis etwa zur Hälfte der angebildeten Oberfläche reicht.

Der Balken, dessen ich eben gedacht, ist eine Fasermasse, die quer verlaufend nicht etwa in die beschriebene Faserschichte der Rinde übergeht, sondern sich scharf gegen die früher beschriebene schleifenförmige Umbiegungsstelle der beiden Kernschichten der Hirnrinde absetzt und nach oben, gegen das Mesoderm von einer Kernmasse, nach unten von dem germinativen Lager überzogen ist. Die Fasermasse des Balkens ist äusserst zellenarm.

Der Grosshirnmantel des ältesten (17<sup>mm</sup> langen) Embryo war wieder um wenige Schritte in der Entwicklung vorwärts gegangen. Es hat sich aber vorläufig noch nichts in der typischen Anordnung der Schichten geändert (siehe Fig. 8), die Zahl der Kerntheilungsfiguren hatte abgenommen, und die Schichten selbst waren ihrer definitiven Vollendung näher getreten. Vor Allem war die Ausdehnung der ausgebildeten Pyramidenganglienzellenschicht vergrössert und hat nicht so sehr an der lateralen, als an der medialen Wand zugenommen, so dass sie nun schon bis an den Balken, oder — weil derselbe von vorne nach rückwärts in die Länge wächst — wo derselbe noch nicht angebildet ist, bis an die *Tela chorioidea media* reicht.

Ich habe ferner schon am nächst früheren Stadium der Ammonswindung gedacht und das sonderbare Resultat gefunden, dass hier vorläufig keine Mitosen zu sehen waren, die über das Wachstum dieser Gegend Aufschluss hätten geben können. Auch an diesem Embryo konnte ich die immer mehr differenzirte Ammonswindung erkennen und gleichfalls wahrnehmen, dass keinerlei karyokinetische Figuren in der Umgegend für die Erklärung der Anbildung dieser Windung herangezogen werden können. Desgleichen war an der medialen Wand über dem Zwischenhirn eine Furehe anzutreffen, die an Frontalschnitten quer getroffen war, mit dem Balken parallel lief, und die vielleicht der *Sulcus callosus-marginalis* sein dürfte. Da ich jedoch über das makroskopische Aussehen der medialen Wand von Hirnblasen dieser Embryonen gar nicht orientirt bin, so weiss ich nichts Genaueres über diese Furehe. Nur so viel konnte ich abermals entnehmen, dass keinerlei Zelltheilungsbilder, weder im Hirn, noch im Mesoderm zu sehen waren, die zur Erklärung der Anbildung dieser Furehe dienen könnten.

Ich halte dies für einen ausgezeichneten Beweis, dass hier Wachstum und Zelltheilung durchaus nicht coincidirende und von einander abhängige Vorgänge sind, oder überhaupt sein müssen.

Bevor ich mich nun von diesen Embryonen trenne, will ich noch kurz der Entwicklung eines grossen Stammganglions gedenken, das bisher immer — so scheint es — übergangen worden ist, nämlich des *Nucleus lentiformis*.

An allen Stadien, auch an den Embryonen anderer Thiere ist derselbe vorläufig noch nicht deutlich vom *Corpus striatum* und *Thalamus opticus* getrennt. Ich zweifle aber keinen Augenblick, dass diese Trennung, die durch die immer mächtiger werdende Ausbildung der Hirnstielfaserung bedingt wird, wieder ohne auffallende Bethheiligung von Zelltheilungsvorgängen begleitet wird.

Demnach ergibt sich auch aus dieser Serie von Embryonen, dass die hauptsächlichste Zellenneubildung im Bereiche der germinativen Schichte um den Centralraum vor sich geht, und dass als Musterbeispiele für rein ventriculäre Prädisposition der Mitosen das Rückenmark, die Grosshirnrinde — diesmal aber weniger die *Lamina bigemina* anzusehen ist. Wo aber die Grosshirnwand durch eingestreute Gangliennmassen eine Verdickung erfährt, im *Thalamus opticus* und *Corpus striatum*, kommen reichliche ultraventriculäre Mitosen vor.

Das vorgeschrittene Kleinhirn ferner wird von einem geradezu mesodermalen Mitosenlager überzogen und erfährt von dieser Seite aus die Vermehrung seines Zellmaterials.

*Sulci* und *Gyri* endlich entstehen ohne Bethheiligung von Zelltheilung.

### 7. Mäuseembryonen.

Hier schalte ich die Beschreibung der in Rede stehenden Vorgänge an einem Mäuseembryo ein, der 2—3<sup>mm</sup> lang in drei Exemplaren von mir vollständig untersucht und in Serien zerlegt wurde.

Die Hirnanlage befand sich in dem primärsten Stadium, doch waren die Krümmungen schon alle vollendet. Die erste primäre Hirnblase ist noch durch eine leichte Furche vom Mittelhirn getrennt. Die Grosshirnblasen sind nur um ein Geringes über die Ebene der Lamina terminalis ausgebuchtet; die Decke der dritten primären Hirnblase zeigt von einem Kleinhirn selbstverständlich nicht die Spur einer Anlage, und ist vorläufig noch eine dünne Membran.

Die Wand selbst besteht noch überall einzig und allein aus dem germinativen Lager und ist an ihrer ventriculären Oberfläche mit Mitosen in reichlichstem Masse besät. Sie liegen am Querschnitte so dicht an und aufeinander, dass man sie kaum und an manchen Stellen auch wirklich gar nicht überzählen kann. Es glich dieses Stadium mit seiner riesigen Fülle von ventriculären Mitosen den adäquaten Stadien von Hühnern oder Schlangen, nicht aber den Fledermausembryonen, die ich untersuchte.

Auch ultraventriculäre Formen finden sich da und dort, und ich habe mich der Mühe unterzogen, an einer der drei Serien alle ultraventriculären Mitosen beider Grosshirnblasen zu zählen und fand (an den hierzu gehörigen 25 Schnitten) im Ganzen 92 ultraventriculäre Figuren. An einem einzigen Schnitte aber konnte ich, so weit die knapp neben einander liegenden Mitosen dies zulassen, an einer einzigen Hemisphäre über 90, gegen 100 ventriculäre Formen zählen, was über alle 25 Schnitte ausgedehnt, ein Verhältniss von 1:50 bedeuten würde.

Selbstverständlich habe ich hier keine genauen Zählungen vornehmen können und will hiemit nur Demjenigen, der über diesen Gegenstand keine Präparate zur Verfügung hat, eine beiläufige Vorstellung von dem Verhältnisse der Anzahl der ventriculären und ultraventriculären Figuren geben. Es möge deshalb 1:50 mehr als Maximalwerth angesehen werden, über den das Verhältniss sicher nicht geht.

Die Wand der übrigen Hirnabschnitte zeigt, wie erwähnt, im Baue und in der Anordnung der Mitosen keine auffallenden Verschiedenheiten.

Eben so kurz kann ich mich bei der Beschreibung des Rückenmarkes halten; denn hievon habe ich eine Abbildung beigegeben (s. Fig. 9), die den Verhältnissen möglichst getreu entspricht, und auf die ich schon des Öfteren im Vorhergehenden hingewiesen.

Bis an die Schwanzspitze blieb die Anordnung der Mitosen eine gleiche, nur wurde selbstverständlich der Flächeninhalt des Querschnittes immer kleiner.

So dienen auch diese Embryonen als schönes Beispiel für die ventriculäre Prädilection der Mitosen im Centralnervensysteme.

### 8. Rattenembryonen.

Von diesen Thieren hatte ich zwei gleichalterige Exemplare derselben Tracht untersucht. Ihre Grösse betrug 14<sup>mm</sup> grösster Abstand in gehärtetem Zustande gemessen.

In der Ausbildung des Centralnervensystemes glichen sie den 6 Tage alten Hühnerembryonen meiner Serie und finden die dort gewonnenen Resultate auch hier ihre volle Bestätigung.

a) **Das Rückenmark.** Um den noch in dorso-ventraler Richtung länglich geformten Centralcanal liegt zunächst die Mitosenschichte, zahlreiche Figuren aufweisend. Dieselbe bildet einen Theil der rings um den Canal sich erstreckenden germinativen Zone, die an den beiden Seiten unmerklich in die reifere Kernzone übergeht. Wieder fanden sich auch hier etliche zerstreute karyokinetische Figuren. Die Kerne selbst waren auseinandergertickt und hatten besonders in den bei weitem stärker ausgebildeten Vorderhörnern einen Durchmesser bis zu 0·0163<sup>mm</sup> (gegen 0·00434<sup>mm</sup> embryonale Kerngrösse bei 6·5<sup>mm</sup> langen Fledermausembryonen) angenommen. Die Hinterhörner sind noch in der Entwicklung zurück. Die weisse Substanz, am mächtigsten in den Vordersträngen, bildet von der Fissura mediana anterior bis zur Fissura mediana posterior einen immer schmaler werdenden Saum.

b) **Medulla oblongata und Pons.** (Des Kleinhirnes wurde ich leider nicht in einer für eine Beschreibung tauglichen Weise ansichtig). Im Epithel daselbst fand ich noch immer zahlreiche Figuren, wenn auch bereits in etwas geringerer Anzahl, als im Rückenmarke. Namentlich gegen die beiden Seitentheile, gegen den Ansatz der Tela chorioidea posterior wurden dieselben ziemlich zahlreich. Ultraventriculäre Formen liessen sich wenige erblicken. Gegen den Sulcus longitudinalis der Rautengrube war das Epithel schon einerseits mit seinen langen Wimperhaaren versehen, anderseits wurden dort die Figuren etwas spärlicher. Die Kerne der reiferen Zone sind hier gleichfalls grösser geworden und messen die grössten Kerne zu beiden Seiten des Sulcus longitudinalis ungefähr  $0.01302\text{mm}$  im Durchmesser. Auch sie waren bedeutend auseinandergedrückt und durch zwischengelagerte Fasermassen von einander gedrängt.

c) Im **Corpus bigeminum** waren die Figuren wieder besonders zahlreich. Wieder standen sie fast rein ventriculär, weshalb auch hier die Vierhügelblase als ein gutes Beispiel für die ventriculäre Prädilection der Kerntheilungsfiguren gelten mag. Desgleichen war auch hier eine allerdings noch nicht weit gediehene aber immerhin deutliche Schichtung aufgetreten, und zwar nahm ich nach der germinativen Zone um den Centralraum eine an verschiedenen Stellen verschieden mächtige Faserschicht und eine ihr folgende Ganglienzellschicht aus. Die Dicke der Wand betrug in der Medianlinie an derselben Seite  $0.154\text{mm}$  und an der lateralen Umrandung  $0.33\text{mm}$ .

d) Am Epithel des **Zwischenhirnes** waren die Figuren gleichfalls noch sehr zahlreich in einer ventriculären Zone vorhanden. Und zwar nahm die Häufigkeit gegen die jeweilige Mitte etwas ab, an welcher Stelle bereits deutliche lange Flimmerhaare wahrzunehmen waren. Besonders auffallend durch seine dicht gedrängten ventriculären Formen war der Recessus opticus. Ultraventriculäre Figuren kommen zerstreut in der reiferen Kernzone des Zwischenhirnes vor und nehmen eine bedeutsame Menge erst dort an, wo der Thalamus opticus an das Corpus striatum stösst. Im hinteren Theile des Thalamus hat demnach der intensive Kerntheilungsprocess bereits aufgehört.

e) Am grössten jedoch war die Zahl der Mitosen in den **Lateralventrikeln**. Die frontale, mediale und laterale Wand derselben zeigte die dicht aneinander stehenden Mitosen nur in einer ventriculären Prädilectionsschicht und ist hier wieder diese Stelle ein exquisites Beispiel für dieses eigenthümliche Phänomen.

Was die Schichtung der Wand anlangt, so konnte ich wieder die germinative Kernzone den ganzen lateralen Hohlraum auskleiden sehen. Über diese hinaus war aber die Schichtung noch nicht recht gediehen. Nur hatten sich die mesodermnächsten Zellen, die künftigen Pyramidenzellen, etwas von den übrigen Zellen abgehoben und bedeckten in einer continuirlichen Schichte die Scheitel und die Hirngegend der Grosshirnblasen.

### 9. Kaninchenembryonen.

Bei Kaninchen fand bereits Uskoff<sup>1</sup>, dass dieselben vom elften Tage an reichliche karyokinetische Figuren um den Centralraum zeigen, dass sich, solange das Markrohr noch nicht geschlossen ist, verhältnissmässig sehr wenige Figuren zeigen, dass sie dagegen in sehr grosser Anzahl bald nach Schluss des Rohres vorhanden sind und in späteren Stadien wieder bedeutend seltener werden.

Ich nun hatte von diesen Embryonen zwei Stadien untersucht: einen einzigen Embryo vom 8. — 9. Tag, dessen Länge ich nicht ermitteln konnte, weil ich ihn mitsammt dem Uterus schnitt und nicht in eine Serie zerlegt hatte.

Die gesammte Wand des Medullarrohres setzte sich noch aus dem germinativen Lager zusammen und zeigte, wie ich Uskoff bestätigen kann, noch nicht die ventriculären Mitosen in jener Anzahl, wie sie nach ihm den 11tägigen Embryonen zukommen soll, oder wie sie etwa dem von mir beschriebenen Mäuseembryo (Fig. 9) oder anderen adäquaten Stadien entspricht. Immerhin waren die Mitosen bereits in einer deutlichen ventriculären Prädilectionsschicht vorhanden.

<sup>1</sup> L. c.

Bei weitem genauer konnte ich mich mit einem zweiten Stadium (18<sup>mm</sup> grösste Distanz) befassen, das ich in vier Exemplaren untersucht habe. In der Ausbildung des Centralnervensystemes schliesst es sich einerseits an den knapp zuvor besprochenen Rattenembryo, anderseits an die 6 Tage alten Hühnerembryonen an.

a) **Das Rückenmark.** Der Centralcanal ist ein in dorsoventraler Richtung länglicher Spalt. Um ihn die Mitosen in ventriculärer Prädilectionsschicht. Sie stehen nicht mehr dicht gedrängt; ihre Blüthezeit ist schon vorüber. Die generative Schichte von Kernen um den Canal geht unmerklich in die reifere Kernzone über. Die Zellen der Vorderhörner sind weiter ausgebildet als die der Hinterhörner, in denen die Zellen noch mehr weniger dicht aneinander stehen. Die weisse Substanz, in den Vordersträngen am dicksten, reicht noch nicht, um die ganze Kernmasse herum, bis in die Gegend der Fiss. med. post., die infolge dessen noch gar nicht angebildet ist. Ultraventriculäre Zelltheilungsbilder kommen selten und unregelmässig zerstreut vor.

b) **Hinter- und Nachhirn.** Das Epithel des 4. Ventrikels war noch nicht an allen Punkten gleich weit vorgeschritten. Am Boden, gegen den Sulcus longitudinalis der Rautengrube, setzte sich dasselbe schon deutlich von dem unterliegenden reiferen Kernlager ab; dort sah man auch schon die langen Wimperhaare. Trotzdem and man in diesem Bereiche noch immer einige Figuren. Je mehr man sich den Seitentheilen näherte, desto undeutlicher hob sich das Epithel ab, desto reichlicher wurden die ventriculären Mitosen. In dem reiferen Kernlager des Pons und der Medulla oblongata sah ich gleichfalls zerstreute Mitosen. Auffallend vielen ventriculären Formen begegnete ich jedoch wieder im Gebiete des hier in der allerersten Anbildung begriffenen Kleinhirnes. Wieder waren auch hier die Zellkerne im Bodentheile sehr gross geworden und waren im Vergleiche zur allerersten embryonalen Anlage weit voneinandergerückt.

c) **Die Vierhügelblase.** Während demnach im Basalabschnitte der vorhin erwähnten Hirnblase die Zellenbildung der Hauptsache nach schon im allmähigen Erlöschen begriffen war, sah ich nun wieder an der ventriculären Oberfläche der Vierhügelblase namentlich an den lateralen Abhängen zahlreichere Mitosen. Die Wand bestand an der dicksten Stelle aus der sehr breiten und etwa nur ein Viertel der Dicke übriglassenden generativen Zone, an die sich nach aussen eine reifere Kernschicht anschloss, ausgezeichnet durch rundliche, mehr homogene Kerne. Auch ultraventriculäre Formen, dem Bereiche der generativen Zone angehörig, liessen sich erblicken.

d) **Das Zwischenhirn** hatte wieder zahlreiche Mitosen an der ventriculären Oberfläche, die an den ventralen Theilen sehr dicht aneinanderstehen. Einen Anchnitt der Oberfläche — wie man ihm mitunter zu Gesichte bekommt — habe ich in Fig. 6 wiederzugeben versucht.

Man sieht hiebei auch die wichtige Thatsache, dass die Theilungsrichtungen der Kerne parallel zur ventriculären Oberfläche orientirt sind. In der reiferen Kernzone dieses Abschnittes fand ich wieder reichlichere ultraventriculäre Formen, ganz analog, wie ich dies am Thalamus anderer Embryonen geschildert habe.

e) Die Wand der **Grosshirnblase** endlich war an diesen Embryonen gleichfalls verschieden dick. An der basalen und medialen Seite war das Corpus striatum eingelagert, während die laterale, obere und mediale Wand in mehr weniger gleichmässiger Breite den Ventrikel umsäumte. Dieser Raum wurde — ganz wie in den analogen Stadien anderer Embryonen — von der breiten und den grössten Theil der oberen und lateralen Wand bildenden Germinativzone umgeben, die sich auf das Corpus striatum und weiter auch auf den Thalamus fortsetzte. Die ventriculäre Oberfläche in den Vorder- und Hinterhörnern der Lateralventrikel ist mit Mitosen ganz übersät. Auch fand ich im Bereiche der generativen Zone ab und zu ultraventriculäre Formen, die aber namentlich im Corpus striatum wieder eine bedeutsame und auffallende Häufigkeit zeigten.

Der von der generativen Zone übrig gelassene Theil in der Wand der Stirn- und Scheitelgegend ist von einer Schichte kugeligter Kerne gebildet, die, wie ich dies auch aus dem Vergleiche mit anderen Embryonen erschliesse, den Pyramidenzellen der späteren Grosshirnrinde entsprechen.

Wieder finde ich in diesen Embryonen den deutlichen Beweis für die Richtigkeit der Annahme, dass die Zelltheilung im embryonalen Hirn und Rückenmarke mit Ausnahme bestimmter Stellen hauptsächlich und vorwiegend in der Kernschicht unmittelbar um den Centralraum erfolge.

## 10. Meerschweinchenembryonen.

Es erübrigt mir nun nur mehr die Besprechung zweier Meerschweinchenembryonen, von denen der eine 23·5<sup>mm</sup> grösste Distanz, im gehärteten Zustande gemessen, zeigte, wogegen mir für den zweiten, der ungefähr dieselbe Grösse hatte, eine genaue Massangabe leider fehlt.

Was die Ausbildung des Centralnervensystemes anbelangt, so schien dieses bei oberflächlicher Betrachtung weniger entwickelt zu sein, als bei dem ältesten beschriebenen, 17<sup>mm</sup> langen Fledermausembryo, aber ungefähr in dem Entwicklungsstadium des 13<sup>mm</sup> langen Fledermausembryo zu stehen. Die Embryonen waren deshalb sehr willkommen als Ergänzung zu diesen zwei Fledermausembryonen, die sonst unter den beschriebenen Entwicklungsstufen keine adäquate Stufe gehabt hätten. Die Ähnlichkeit war indessen nur eine scheinbare. Denn bei genauerer Untersuchung zeigte es sich, dass ich in diesen Embryonen die entwickeltste Stufe von allen vor mir hatte, weswegen die hier vorfindlichen Verhältnisse in hohem Grade interessiren müssen.

a) Schon das Rückenmark zeigt nicht unerhebliche Differenzen gegen die erwähnten Stadien. Der Centraleanal hatte bereits eine rundliche Gestalt angenommen, das Epithel war mit seinen langen Flimmerhaaren versehen und hob sich schon deutlich von der umliegenden Masse ab: Verhältnisse, die wir auch schon anderwärts antrafen. Kerntheilungsfiguren sah ich aber keine mehr. Die an Kernen überaus reiche, spätere graue Substanz zeigte in den Vorderhörnern bereits grosse Kernkugeln. Die Kerne selbst sind durch Fasermassen weit von einander getrennt.

In den Hinterhörnern dagegen lagen die zahlreichen Zellen noch sehr dicht gedrängt, waren noch klein und hatten ihr erstes embryonales Gepräge noch nicht verloren.

Die weisse Substanz war ebenfalls schon mächtig entwickelt, so dass die Fissura mediana anterior bereits als deutlicher Spalt zu erkennen war. Ebensogut waren auch nun schon die Hinterstränge zu sehen, die sich in der gleichfalls schon tief gewordenen Fissura mediana posterior berührten.

Was nun die Kerntheilungsfiguren anlangt, so sah ich allerdings wieder da und dort zerstreut — und wie schon angedeutet — nur ultraventriculäre Mitosen und es muss bemerkt werden, dass sie in diesem so weit entwickelten Stadium im Verhältnisse zu anderen Embryonen ein klein wenig zahlreicher auftraten. Nun war es endlich auch die weisse Substanz, in der ich einige Figuren gesehen. In der „grauen Substanz“ waren es namentlich die kleinzelligen Hinterhörner, denen man — unter den wenigen vorhandenen Mitosen — ein allfälliges Überwiegen an Zahl gegen die übrigen Theile der grauen Substanz zuerkennen könnte.

b) Das Nach- und Hinterhirn. Das grösste Interesse verlangt in diesem Abschnitte der Kleinhirnwulst. Der Körper desselben war unregelmässig von Mitosen durchsetzt. Die mesodermale Oberfläche hinwieder fiel aber trotzdem durch eine Mitosenzone auf (ähnlich wie in Fig. 3). Sie würde eigentlich, da ja die Figuren durch die ganze Dicke des Kleinhirnwulstes vertheilt sind, nicht so deutlich hervorstechen, wenn sie nicht in einer auffallend dichteren Zellschichte liegen würden, die sich durch intensivere Färbung der Kerne auszeichnet, und wenn man nicht anderswärts Anschnitte der Oberfläche zu Gesicht bekommen würde, an denen der Reichthum der Mitosen in dieser mesodermalen Zone erst recht deutlich hervortritt.

Das Epithel des 4. Ventrikels hebt sich bereits deutlich von der Unterlage ab und ist namentlich in dem hinteren Abschnitte sehr arm an Figuren. Desgleichen ist im Gewebe der Medulla äusserst selten ein Zeuge der Kerntheilung zu erblicken; in dem Pons jedoch erscheinen sie etwas häufiger, — nie aber in solcher Anzahl, wie im Kleinhirnstocke und im Thalamus opticus oder Corpus striatum anderer Thiere. Ja, wenn schon ultraventriculäre Theilungsbilder auftreten, so findet man sie nie an jenen schon charakteristisch gross gewordenen Kernen, die durch ihr Aussehen deutlich ihre spätere Stellung als Kerne von grossen Ganglienzellen bekunden. Durchaus nicht selten gehören solche ultraventriculäre Formen den Gefässen an.

Es hat also wohl unbedingt die wesentlichste Zellvermehrung in diesem Stadium angehört. Dies kann ich mit um so grösserer Beruhigung aussprechen, als ich diese Region auch mit Schnitten von ausgewachsener Medulla oblongata desselben Thieres vergleichen konnte.

Der grösste Querdurchmesser daselbst mass  $7^{mm}$ , der des vorliegenden Stadiums allerdings nur  $4^{mm}$ , also nahezu die Hälfte. Trotzdem unterliegt die Erklärung des nunmehrigen Wachsthumes ohne Kertheilung, meinem Erachten nach, keinen Schwierigkeiten.

Man bedenke nur den grossen Reichthum an Zellen und Kernen im vorliegenden Stadium, man bedenke dagegen die im Vergleiche hiezu auffallende Armuth an Zellen des ausgewachsenen Thieres. Man bedenke ferner, dass der Durchmesser der grössten Kerne (nicht der Zellen) im vorliegenden embryonalen Stadium  $0.013125^{mm}$  beträgt, wogegen er beim erwachsenen Thiere  $0.055^{mm}$  mass — was einer linearen Ausdehnung von 4 entspricht, während die Breitenmasse beider Medullae nur einen solchen von 1.7 verlangen — und man wird keinen Augenblick mehr im Zweifel sein, dass das nun angesammelte Kernmateriale reichlich dem Wachstume in die Breite, als auch in die Länge genügen wird.

c) **Das Corpus bigeminum** hatte bereits so dicke Wandungen, dass man von einer Blase kaum mehr sprechen kann. Die ventriculäre Oberfläche dieses Abschnittes war reich an Mitosen. Das Epithel war namentlich in den dorsalen Abschnitten noch nicht von der Unterlage abgehoben und hatte noch das Gepräge der germinativen Schichte beibehalten. Auch ultraventriculäre Figuren begegnet man, aber in unauffälliger Zahl.

d) **Das Zwischenhirn.** Das Epithel in demselben hatte sich gleichfalls von der unterliegenden Masse abgehoben, beherbergte aber noch eine ziemliche Zahl von Kertheilungsfiguren.

In der Hypophyse, die schon einen deutlichen gelappten Bau zeigte, lagen die Figuren kunterbunt durch die ganze Masse. Regelmässiger und auch ziemlich zahlreich treten sie im Infundibulum auf. Ultraventriculäre Mitosen traf ich in der Fasermasse des Chiasma etwas häufiger an; zerstreut und selten in der übrigen Wand des ganzen Abschnittes. Die rege und unregelmässige Zelltheilung im Thalamus hatte aber schon aufgehört und zeigte derselbe nur wenige Figuren.

e) **Die Grosshirnblasen.** Bei ihrer Beschreibung werde ich mich wieder zunächst den Manteltheilen und dann denjenigen verdickten Partien zuwenden, in denen das Corpus striatum, sowie der Nucleus lentiformis entsteht, über wele' letzteren ich hier endlich auch einige Aufschlüsse geben kann.

Die Dicke des Mantels an der Mantelkante gemessen, betrug ungefähr  $0.077^{mm}$ . Davon entfielen ungefähr  $0.0055^{mm}$  auf die Gliaschichte. Dass ich es hier wirklich mit derselben zu thun hatte, erkannte ich zunächst an ihrem histologischen Aussehen, weiters aber durch die auf sie ventricularwärts folgende und nun schon deutlich erkennbare Pyramidenzellschicht.

Diese zweite Zone (vergl. Fig. 8) enthält äusserst zahlreiche und dichtgedrängte grössere Kerne, zwischen denen radiäre Fasern verlaufen, die an manchen Stellen um den Kern kegelartig aufhörten. In diesen zwei Zonen sah ich nie Kertheilungsfiguren.

Je mehr man sich der ventriculären Oberfläche nähert, desto mehr verschwinden die radiär verlaufenden Zellfortsätze, und ganz allmähig ist man in eine Schichte gerückt, ausgezeichnet durch embryonale Nervenfasermassen (die Hirnstielfasern), die mehr weniger parallel der Oberfläche des Hirnes verlaufen.

Während die Pyramidenzellschicht von der Gliaschichte sich scharf und deutlich abhebt, geht die Pyramidenzellschicht allmähig in die Pedunculusfaserschichte über. Letztere, mitsammt der Pyramidenzellschicht mass an der obgedachten Stelle  $0.055^{mm}$ .

Darauf nun folgt, gegen den Ventrikel zu, von den vorhergehenden Schichten gut abgegrenzt, das generative Lager, eine Dicke von  $0.0165^{mm}$  besitzend. Die Charaktere dieses Lagers wurden schon des Öfteren hervorgehoben, und ich wiederhole nur die längsovalen, radiär gestellten, dicht aneinander gedrängten Kerne, die sich stark mit dem angewandten Färbemittel tingirten und endlich am ventriculären Saume die Mitosen, die hier wieder noch enge aneinanderstehen und an Häufigkeit mit den Mitosen der Lamina bigemina desselben Objectes Schritt halten. Ultraventriculäre Mitosen konnte ich im Bereiche des generativen Lagers wahrnehmen, wogegen die äussersten Schichten solche gar nicht zeigten; ich wenigstens konnte dort keine Figuren mit Bestimmtheit nachweisen.

Das generative Lager ist nicht an allen Stellen gleich dick. Schon an der Mantelkante wird es schmaler und ist unter dem Balken bereits sehr dünn. An der parietalen Concavität wird es dicker und verliert sich

endlich am Corpus striatum, allmählig in die reifere Kernschicht übergehend. Die ventriculären Mitosen sind allenthalben zahlreich.

Die Faserzone hingegen ist hier an allen Theilen von einer ziemlich gleichbleibenden Mächtigkeit und geht am Balken direct in die Radiatio corporis callosi über, was an dem beschriebenen Fledermausembryo von 17<sup>mm</sup> Länge (noch) nicht der Fall war. In der Gegend des Corpus striatum haben die Fasermassen bereits eine Capsula externa und interna gebildet. Bevor ich aber dieser Dinge genauer gedenken will, möchte ich noch einiges über die Ausbreitung der Pyramidenganglienzellschicht anführen.

An der Mantelkante biegt dieselbe auf die mediale Fläche um und hört an manchen Stellen über dem Corpus callosum auf. An anderen Stellen hat sich aber an der medialen Oberfläche eine Hirnfurche gebildet, die ich leider wieder nicht genau zu nennen im Stande bin, die aber vielleicht der Callosomarginalfurche oder im weiteren Verlaufe jener Furche entspricht, die den Lobus falciformis um den Balken vom Schläfelappen trennt.

Wie gesagt, muss ich mich jeder genaueren Determinirung dieser Furche enthalten. An dieser Stelle bog die Pyramidenzellschicht in eigenthümlicher Weise um und verlor rasch ihre bestimmenden Charaktere, so dass sie nur durch ihre Continuität als Pyramidenzellschicht erkennbar war.

Hier liess sich keine Spur von Kerntheilungsfiguren sehen, die im mindesten etwas über die Anbildung einer solchen Furche hätte Aufschluss geben können. Man sah eben nur eine Einsenkung an der medialen Hirnoberfläche, in die ein Zapfen der Dura reichte.

An der parietalen und frontalen Wölbung, bis in den Occipitallappen waren die Pyramidenzellen deutlich entwickelt. Die Neuroglia wurde an dieser Stelle ein dünner Saum, erreichte jedoch an der medialen Oberfläche eine grössere Dicke.

Die verdickte Gegend am Bodentheile dieser Blase: das Corpus striatum bot noch immer das gleiche histologische Bild wie an anderen Embryonen. Die reifere Kernzone reichte hier fast bis an die mesodermale Oberfläche. Die Kerntheilungsfiguren hatten zwar an Zahl gegen die anderen Embryonen abgenommen, man konnte aber noch immer welche, ventricular und ultraventricular, erkennen.

Durch die bereits erwähnte vorgeschrittene Ausbildung der Hirnstielfaserung wird die gesammte Kernmasse deutlich nach aussen in Form der Capsula externa abgetrennt; nach innen legte sich eine weniger deutliche Capsula interna ein, so dass nun endlich auch ein deutlicher Nucleus lentiformis aufgetreten ist, ohne dass irgend welche Mitosen diese Trennung begleitet hätten.

#### IV. Rückblick.

Um nun aus den im Vorhergehenden erörterten Thatsachen ein für theoretische Betrachtungen klares Bild zu bekommen, wird es nöthig sein, in Kürze die zerstreut liegenden Angaben zu sammeln und zu ordnen.

Zunächst darf wohl bemerkt werden, dass die Resultate zu Verallgemeinerungen berechtigen, da sie sich auf Beobachtungen an fünf Entwicklungsreihen von Embryonen der Hauptlassen der Wirbelthiere stützen (Forelle, Frosch, Natter, Huhn, Fledermaus).

Zuvörderst erhellt ganz unwiderleglich, dass die Embryonen in ihrer Keimblattanlage in keiner Weise durch Mitosen etwas über das Wachsthum und die ersten Formveränderungen des oberen Keimblattes im Bereiche des Centralnervensystemes verrathen.

Hat sich aber der Centralcanal geschlossen oder ist in der soliden Anlage die Höhlung aufgetreten, so ergeben sich für die Zellvermehrung zweierlei Resultate.

Die Anamnioten zeigen vorerst Kerntheilungsfiguren in allen Schichten der Wandung, und die ventriculäre Prädisposition der Mitosen wird erst nach einiger Zeit deutlich.

Bei Amnioten setzt aber die Zellvermehrung sofort mit einer ventriculären Prädispositionszone ein, die aber nicht augenblicklich, sondern in den verschiedenen Abschnitten zu verschiedenen Zeiten den Höhepunkt ihrer Ausbildung erreicht.

An einer ventriculären Prädilection der Mitosen kann nach dem Vorliegenden ganz unmöglich gezweifelt werden.

Ist dann (bei Amnioten und Anamnioten) das Stadium erreicht, in welchem die Zellvermehrung hauptsächlich von den um den Centralraum gelagerten Kernen ausgeht, so hält sie an dieser Stelle eine Zeit hindurch an und nimmt allmählig an Intensität in den verschiedenen Abschnitten ab.

Es ergeben sich ferner für die einzelnen Regionen folgende Resultate:

1. Das Rückenmark. Ist in demselben der ventriculäre Saum des germinativen Lagers einmal zur deutlichen Prädilectionsstelle der Kerntheilungsfiguren geworden, so bleibt sie als solche durch eine lange Zeit erhalten. Indem aber allmählig die Häufigkeit der Mitosen abnimmt, wird endlich ein Stadium erreicht, in welchem der Zelltheilungsprocess grossentheils erlischt. Suche ich nach irgend einer Form des embryonalen Rückenmarkes, die einen solchen Zeitpunkt markirt, so glaube ich denselben, wenigstens für die Amnioten in jenem Stadium gefunden zu haben, in welchem die Zellenmasse der späteren grauen Substanz ringsum von weisser Substanz so stark umgeben ist, dass man bereits von einer deutlichen Fissura mediana posterior sprechen kann.

Man könnte vielleicht auch jenes Entwicklungsstadium wählen, in welchem der Centraleanal seinen runden Querschnitt bekommen hat und in welchem das Epithel desselben deutliche lange Flimmerhaare trägt. Doch lässt sich nicht leugnen, dass das Bemühen, den Punkt des eingetretenen Zelltheilungsstillstandes genauer zu fixiren, seine Schwierigkeiten hat, denen ich mich nicht zu entwinden verstehe, und es mögen deswegen diese Angaben nur als annähernd übereinstimmend angesehen werden.

Wenn nun noch in den folgenden Stadien, namentlich in den hinteren Zellsäulen dann und wann bei den höchststehenden Thieren Figuren angetroffen werden, so sind dieselben verschwindend gegen die Masse der Theilungen, welche früher stattfanden und kann ihnen eine wesentliche Bedeutung umso weniger zugemessen werden, als das bis dahin gelieferte Kernmateriale zur Deckung des Bedarfes vollständig hinreichend ist.

Ich muss demnach also das Rückenmark als ein gutes Beispiel für die ventriculäre Prädilection der Mitosen bezeichnen. Ultraventriculäre Mitosen erlangen nie jene Bedeutung wie im wachsenden Kleinhirne oder im Corpus striatum, Nucleus lentiformis und Thalamus opticus.

Endlich möchte ich auf einen Punkt das Augenmerk lenken, der mir für das Verständniss der in Behandlung stehenden Frage von grosser Wichtigkeit zu sein scheint. Es ist dies die schichtenweise Anordnung der Zellen und Fasern in der Substanz des Rückenmarkes.

Wollte man am ausgebildeten Rückenmarke nach einer Schichtung suchen, so würde man äusserst schwierig eine solche herausfinden. Nicht so am embryonalen Rückenmarke.

Man vergleiche nur Fig. 9, Fig. 5 und Fig. 10, und man wird unschwer erkennen, dass im ersten Bilde (Dorsalmark eines circa 2·5<sup>mm</sup> langen Mäuseembryo) das Rückenmark nur aus jener Zellenlage aufgebaut ist, die ich als germinatives Lager bezeichnet habe. In Fig. 5 (von einem 5 Tage 6 Stunden alten Hühnerembryo) sind die Schichten bereits um zwei vermehrt. Auf die Germinativzone folgt eine reifere Kernschicht und nun ein schmaler Saum (weisser) Fasersubstanz. Im letzten Bilde endlich hat sich die Faserschicht bedeutend vermehrt.

In den darauf folgenden Stadien wird nun durch das ungleichförmige, ohne entsprechend rege Zelltheilung erfolgende Wachsthum der Schichten die typische Ordnung verwischt, so dass sie am erwachsenen Rückenmarke gar nicht mehr erkennbar wird. Wer aber hiedurch von der Schichtenfolge im Marke nicht überzeugt sein sollte, dem rathe ich Längsschnitte durch embryonales Rückenmark dieser Stadien anzusehen, an denen dieselbe bei weitem auffallender ist, weil man hier durch die ovale Form des Querschnittes nicht so sehr beeinflusst ist. Die Anordnung der Schichten ist nämlich keine concentrische, sondern eine bilateral symmetrische.

2. Medulla oblongata und Pons. In diesen Abschnitten hört die rege Zelltheilung zuerst auf; diese Abschnitte werden zuerst reif. Die ventriculäre Prädilection der Mitosen ist bei den Amnioten viel reiner ausgesprochen als bei Anamnioten, wenn auch ultraventriculäre Formen bei ersteren niemals fehlen. Auch hier ist

besonders in der ersten Zeit des Embryonallebens eine deutliche Schichtung in dieselben drei Lagen erkennbar, wie wir sie beim Rückenmarke bemerkt haben. Ihr Bild wird gleichfalls am erwachsenen Hirn durch die mittlerweile erfolgte theilweise Vermischung der reiferen Kernschicht und der Fasern etwas verwischt; nicht aber in solchem Grade als beim Rückenmarke.

3. Das Kleinhirn erhebt sich verhältnissmässig spät als ein länglicher Wulst aus der Masse des übrigen Hirnes. Der diesen Wulst bildende Zellenhaufen enthält in seinem ersten Beginne Zelltheilungsbilder, die in der ganzen Masse unregelmässig zerstreut und in ziemlicher Anzahl enthalten sind und vorerst ein einziges Lager von Mitosen bilden. Nun trennt sich der Haufe durch eine etwas zellenärmere Schichte in zwei Mitosenlager, von denen das eine vor der Hand noch ventriculär im Dache des vierten Ventrikels liegen bleibt, während das andere knapp unter dem Mesoblast gelagert ist.

Im weiteren Wachsthum finden sich zwar im Kleinhirne noch immer ultraventriculäre Figuren, die aber nun nicht mehr in der ursprünglichen grossen Anzahl zu sehen sind. Dagegen ist das mesodermale Mitosenlager in lebhafter Zellenausbildung begriffen. Die ventriculären Mitosen nehmen gleichfalls immer mehr und mehr ab, so dass die hauptsächlichste Zellneubildung von der mesodermalen Oberfläche in einer dort gelagerten epithelartigen Schichte erfolgt.

Aus den untersuchten Serien erhielt ich keine Anschauung über das Ende dieser eigenthümlichen Entwicklung.

4. Die Vierhügelblase. Für die Entwicklung derselben möchte ich zwei Typen aufstellen.

Der eine derselben, vertreten durch die untersuchten Anamnioten ferner Nattern- und Hühnerembryonen, ist vor Allem dadurch ausgezeichnet, dass die ventriculäre Mitosenzone sich in einer Reinheit und Exaetheit erhält, wie sie sonst an anderen Hirnabschnitten kaum noch einmal auftritt. Ultraventriculäre Mitosen sind vom Beginne bis zum Schlusse der Entwicklung eine ganz ausserordentliche Seltenheit. Gleichzeitig fällt jedoch an diesen erwähnten Objecten die grosse Regelmässigkeit in der Schichtung auf. Man vergleiche nur Fig. 2 von einer Froschlarve und man wird bestätigen, dass die Schichtung in diesem Hirnabschnitte mit einer Retina eine unverkennbare Ähnlichkeit zeigt. Ganz dasselbe wiederholt sich an den untersuchten Tritonlarven, Forellenembryonen, Schlangenembryonen und Hühnerembryonen.

Der andere Typus, vorzüglich durch die untersuchten Säugethierembryonen vertreten, ist dadurch ausgezeichnet, dass die Mitosen nicht mehr in so exacter Reinheit nur in der an den Ventrikel stehenden Kernzone vorfindlich sind, sondern auch hie und da, einzeln und zerstreut in den äusseren Kernlagern vorkommen. Es ist aber auch nicht mehr leicht möglich, jene schöne Schichtung wiederzuerkennen, die dieser Hirnabschnitt bei Embryonen des ersten Typus gezeigt hat.

5. Das Zwischenhirn. Dasselbe bietet in seinen verschiedenen Abschnitten grosse Abwechslung. In der Glandula pinealis sah ich beim Huhn, Kaninchen etc. in den allerersten Stadien die Kerntheilungsfiguren, wie sonst an einem Hirnabschnitte ventriculär; ebenso in der Hypophyse und dem Infundibulum.

Ja selbst der hohle Opticus zeigte lange Zeit „ventriculäre“ Mitosen. Der Thalamus opticus hingegen hat von Anbeginn an Kerntheilungsfiguren durch die ganze Dicke der Substanz unregelmässig zerstreut in auffällender Anzahl. Sieht man sich hier, wie wir dies in den vorhergehenden Abschnitten gethan, nach der Schichtung im Baue um, so kann man hier eine solche nicht erkennen.

6. Das Grosshirn. Ganz Ähnliches gilt vom Corpus striatum. Der Grosshirnmantel jedoch erweist sich wiederum als schönes Beispiel für die ventriculäre Prädilection der Kerntheilungsfiguren. Namentlich interessant ist die Erscheinung an jenen Mantelgegenden, an denen bereits die Pyramidenzellen in deutlicher Schichtung aufgetreten sind, und an denen die sich entwickelnde Neuroglia, sowie die Stabkranzfaserung die Zahl der Schichten vermehrt und deutlich vortreten lässt.

Fragen wir uns um die zeitliche Reihenfolge, nach welcher in den einzelnen Hirnabschnitten die Zelltheilungen aufhören, so finden wir, dass der 4. Ventrikel und seine Umgegend (mit Ausnahme des Kleinhirnes) zuerst mit der Zellneubildung stille steht, ihm folgt successive das Rückenmark, das Zwischenhirn, der Thalamus, das Corpus striatum, die Vierhügelblase und der Grosshirnmantel.

## V. Theoretische Betrachtungen.

Jetzt erst, nach allen diesen Ergebnissen, können wir uns in eine Kritik der Beurtheilung einlassen, welche das Phänomen der Mitosen im Centralnervensysteme bisher erfahren hat.

Rauber glaubt vor Allem, sich mit Recht auf die Kerntheilungsfiguren als Zeugen des Wachstums stützen zu können.

Auch Uskoff meint, dass man sich auf die Gegenwart von fixirten karyokinetischen Figuren als Kriterium des Wachstums dieses oder jenes Gewebes berufen könne, und führt auch mehrere Thatsachen an, die dies beweisen sollen. Ich will aber, trotzdem ich mir den Schein der Oberflächlichkeit zuziehen könnte, auf diese Thatsachen vor Allem deswegen nicht näher eingehen, weil sie sich nicht auf das Centralnervensystem beziehen.

Dem gegenüber behaupte ich, gestützt auf die Ergebnisse meiner Untersuchungen, dass eine solche Berufung im vorliegenden Falle ganz mit Unrecht geschieht, dass also im Centralnervensysteme (und wahrscheinlich auch in anderen Organen) die karyokinetischen Figuren mit den Wachstumserscheinungen in keinen unmittelbaren Zusammenhang gebracht werden können.

Es scheint mir äusserst sonderbar, dass ich gerade diesen Satz, gezwungen durch die Angaben der genannten Autoren, so nachdrücklich hervorheben muss; denn lange bevor man noch den Vorgang der Karyokinese genauer erkannt hat, war man sich im Reinen, dass Wachstum ohne Zell- oder Kerntheilung erfolgen könne.

Die Botaniker z.B. haben schon lange das ohne Zellvermehrung stattfindende Wachstum als „Streckung“ von der Volumsvermehrung durch Zelltheilung unterschieden. Man denke z. B. ferner an das Entstehen und Wachsen der Stärkekörner und anderer aus dem Protoplasma der Zellen hervorgehenden geformten Bildungen ohne gleichzeitig statthabende Zellvermehrung.

Halten wir uns aber an unser Object selbst, so muss ich insbesondere betonen, dass man das Wachstum der zellenarmen, wenn nicht zellenlosen ersten Anlagen der weissen Stränge des Rückenmarkes, auch ohne überhaupt von der Karyokinese genauere Vorstellungen zu haben, durch Zellvermehrung niemals erklären konnte, noch kann.

Umgekehrt möchte ich an eines der schlagendsten Beispiele dafür erinnern, dass Zelltheilung nicht zur Massenzunahme des betreffenden Gebildes zu führen braucht, nämlich an das Ei von Holoblasten. Aus dem einkernigen Ei entsteht die Morula, ein Haufe von Zellen, ohne ein merkliches Wachstum des ganzen Eies.

Es ist also an und für sich schon nicht in allen Fällen nothwendig, Zelltheilung zur Erklärung von Wachstumsvorgängen heranzuziehen.

Ich halte mich hier selbstverständlich an den gemeiniglich üblichen Sinn des Wortes „Wachstum“ als einer durch den Lebensprocess direct hervorgerufenen Massenzunahme der Gewebe. Und gerade um diese handelt es sich im vorliegenden Falle.

Trotzdem könnte man durch die angeführten Beispiele nicht ganz überzeugt sein, und wir wollen deswegen untersuchen, wie man denn zur Zeit, als man den karyokinetischen Vorgang noch nicht kannte, sich dieser Frage gegenübergestellt hat.

Hier weise ich denn vorerst auf Eichhorst,<sup>1</sup> der bereits mit grosser Sicherheit das Dickenwachstum des Centralnervensystemes ohne gleichzeitige, in der ganzen Dicke der Wand vor sich gehende Zelltheilung zu erklären wusste. Er sagt:

„Wir haben zum Schlusse noch die Frage zu berühren, ob der Bildungsmodus der Nervenzellen (welcher im Vorhergehenden beschrieben wurde) der einzige ist, oder ob sich die Ganglienzelle auch noch durch Theilung vermehrt. Wir haben wiederholentlich für und gegen die letztere Anschauung plaidirt. Dass im

<sup>1</sup> Eichhorst, Über die Entwicklung des menschlichen Rückenmarkes. Virchow's Archiv, Bd. 64.

wachsenden Rückenmarke Ganglienzellen mit zwei Kernkörperchen gefunden werden, ist ein ganz sicherer wenn auch nicht übermässig häufiger Befund. Derselbe verliert jedoch an Wichtigkeit, wenn man berücksichtigt, dass Nervenzellen mit eingeschnürten oder getheilten Zellkernen während der ganzen Untersuchungsreihe niemals gesehen wurden. Demnach würde eine Vermehrung der Nervenzellen durch Theilung als sehr unwahrscheinlich bezeichnet werden.“ Und:

„Dicht unter dem Epithel kommen 4—5 Schichten von Zellen zu liegen, die man auf den ersten Blick für jüngere, nachwachsende Entwicklungsformen der Epithelien halten möchte.“

Gerade die letzteren Worte beweisen, dass man die Art des Wachstums schon bei genauerer Betrachtung ganz gewöhnlicher Präparate, bei denen auf naturgetreue Conservirung der Kerne keine Rücksicht genommen wurde, zu erkennen im Stande ist.

Viel interessanter sind noch die Anschauungen Boll's<sup>1</sup> über das Wachstum der berührten Organe. Er gibt an, dass es eine sehr auffallende Thatsache sei, dass die Kerne bei älteren Embryonen durch immer grössere Zwischenräume, durch viel grössere Mengen von Zwischensubstanz getrennt sind, wie es in früheren Stadien der Fall war. Diese Volumszunahme der Zwischensubstanz ist eine so beträchtliche, dass sie fast allein genügen würde, die in diesem Stadium stattfindende so bedeutende Volums- und besonders Dickenzunahme der Hirnblasen zu erklären, ohne dass es eine absolute Nothwendigkeit wäre, eine Neubildung von zelligen nervösen, respective bindegewebigen Elementen zur Erklärung heranzuziehen.

So weit war man schon vor Entdeckung des karyokinetischen Vorganges gekommen, und nun, da derselbe bekannt ist und man also ganz eclatante Zeugen für die Zellvermehrung vor sich hat, und, wie Kölliker<sup>2</sup> sagt, eine genaue Verfolgung dieser Theilungen weitgehende Aufschlüsse über die inneren Vorgänge bei der (ersten) Entwicklung versprechen, — nun mengt man Wachstum und Zelltheilung und sucht letztere, wo man erstere theoretisch vorausgesetzt hat.

Die Constatirung von Kerntheilungsfiguren bedeutet in erster Linie für das Wachstum äusserst wenig, und nur, wie Kölliker sich vorsichtig ausdrückt, eine genaue Verfolgung der Theilungen, eine gleichzeitige Berücksichtigung der Zunahme der verschiedenen Dimensionen, führt zu verwerthbaren Schlüssen.

Ich verwerfe also vorläufig die Heranziehung von Kerntheilungsfiguren für die Erklärung des Wachstums des Centralnervensystems und finde es auch leicht, eine andere Erklärung für das Wachstum desselben zu geben, indem ich vor Allem auf die scharfen Beobachtungen Boll's und ausserdem auch auf die vielen Angaben im Vorhergehenden hinweise.

Ich erinnere hier nochmals insbesondere auf die Zunahme der Durchmesser der Kerne von 0.00434<sup>mm</sup> auf 0.055<sup>mm</sup> des erwachsenen Thieres, ferner auf die oft constatirte Thatsache, dass die Zwischensubstanz stetig zunimmt und drittens endlich auf die Unabhängigkeit des Dickenwachstums von der Anzahl der Kerntheilungsfiguren (vergl. die Tabellen Seite 21 [97] und Seite 23 [99]).

Trotz aller dieser Erwägungen könnte man sich vielleicht noch immer der Ansicht zuneigen, dass doch die grosse hauptsächlich der Fläche parallel gerichtete Vermehrung der Kerne und Zellen für das Wachstum — als dessen vorwiegendes Merkmal man die Volumszunahme ansehen muss — nicht ohne Bedeutung sein könne, ja dass die so starke Anbildung neuer Zellen unbedingt zur Grössenzunahme des Centralnervensystems führen müsse. Denn — so denkt man — die neugebildeten Zellen nehmen doch schliesslich dasselbe Volumen an, als die früheren Mutterzellen, somit kann der Process ohne Volumszunahme nicht stattfinden.

In der That hatte ich ja auch von der berührten Mitosenschichte noch vor einem Jahre die Ansicht, dass in ihr ein grösserer Spannungszustand herrschen müsse, und dass dadurch manche Formveränderungen im

<sup>1</sup> Dr. Fr. Boll, Die Histologie und Histiogenese der nervösen Centralorgane. Arch. f. Psychiatrie und Nervenkrankheiten. IV. Bd. 1873.

<sup>2</sup> Festschrift zur Feier des 300jährigen Jubiläums der Universität Würzburg.

Centralnervensysteme sowohl, als auch in der Retina scheinbar erklärlich seien; und ich habe auch in diesem Sinne mich in meiner früheren Arbeit ausgesprochen. Seit ich aber diesem Gegenstande eine grössere und umfassendere Aufmerksamkeit gewidmet habe, bin ich von dieser Ansicht abgekommen. Die regste Zelltheilung braucht nicht einen solchen Spannungszustand herbeizuführen, wenn bereits die reiferen Zellen in ihrer Entwicklungsbahn weiterrücken, also grösser werden und mehr Zwischensubstanz angebildet wird. Am meisten wurde ich zu dieser meiner neuen Ansicht durch den auffallenden Umstand geführt, dass eben das Wachstum auch nach Beendigung des grossen Zelltheilungsprocesses nach wie vor, unbekümmert gleichmässig vorschreitet. Die angeführten Zahlen im III. Capitel beweisen höchstens, dass an Orten diffuser Zelltheilung das Wachstum, während dieselbe am besten im Gange ist, etwas stärker erfolgt als an den Orten, an denen die Zellanbildung nur von der Fläche aus stattfindet.

Ausserdem ist das am Ende der regen Zelltheilung angesammelte Kernmateriale — wie schon erwähnt — vollauf genügend, den Bedarf an Zellen zu decken. Hiedurch wurde ich bestimmt, jeden Gedanken an eine sich auf das Wachstum beziehende Tangente auszuschliessen.

Das Wachstum des Centralnervensystemes erfolgt durch Grössenzunahme der dasselbe constituirenden Elemente, das ist der Ganglienzellkerne (der Zellen überhaupt) und der Zwischensubstanz.

So hätte denn durch diese einfache und ganz selbstverständliche Auseinandersetzung die Altmann'sche Entdeckung scheinbar eine geringe Wichtigkeit.

Inwieweit Altmann selbst den Vorgang auffasst, könnte ich leider nicht ermitteln, da ich mich nicht in den Besitz seiner diesbezüglichen Schrift setzen konnte. Doch scheint mir aus den verschiedenen Fragmenten, die in anderen Abhandlungen citirt sind, hervorzugehen, dass auch er der um den Centralraum gelagerten Zellenzone ein grösseres „Wachstumsvermögen“ zuschreibt.

Eine andere Beurtheilung, die dieser Vorgang gefunden hat, basirt auf der eigenthümlichen Localisation der Kerntheilungsfiguren gerade um den Centralraum herum — also fern vom Mesoderm.

Es ist doch sonderbar — so dachte man sich — dass die häufigsten Kerntheilungen gerade entfernt vom Mesoderm, der Quelle der Ernährungsflüssigkeiten, stattfinden. Insbesondere deswegen bezeichnete man den Vorgang als merkwürdig, eine Ansicht, der ich auch oft im mündlichen Verkehre begegnete.

Dieser Meinung konnte man aber nur so lange bleiben, als man das Phänomen nicht in seinem ganzen Umfange kannte. Da es aber nunmehr bekannt ist, dass einerseits die Retina in der dem Mesoderm zugewendeten Zone des distalen Blattes die hauptsächlichste Kernvermehrung zeigt, dass ferner das Corpus striatum, der Thalamus opticus durch die ganze Dicke der Substanz Kerntheilungsfiguren enthalten, dass endlich am Kleinhirne die Kerntheilungszone anfänglich in der ganzen Substanz, später sogar mesodermal und ventriculär auftritt, so wird jedes Staunen hierüber unnöthig und das Mesoderm verliert seine „ernährende“ Bedeutung, die es gleichsam zum Nil der anderen Gewebe gemacht hätte.

Er liegt eben weder in diesem, noch in dem früher abgehandelten Punkte die Wichtigkeit der Altmann'schen Entdeckung.

Wir werden deshalb die Bedeutung derselben an der Hand anderer Thatsachen zu suchen trachten und mir scheint die Antwort vielleicht gefunden zu sein, wenn man diejenigen Abschnitte des Centralnervensystemes, in denen dieselbe am deutlichsten hervortritt, bezüglich ihres entwickelten Baues vergleicht und die gemeinsamen Charaktere derselben zusammenzustellen bestrebt ist.

Zu diesen Abschnitten gehört nun vor Allem die Retina.

Ich habe dieselbe zwar übergangen, doch ist durch die Angaben von Rauber, Altmann, Koganei und mir zur Genüge dargethan, dass in ihr während der Entwicklung die Kerntheilungsfiguren im distalen Blatte, mesodermnah, fast einzig und allein in einer Schichte auftreten.

Als ferneres Beispiel hob ich das Corpus bigeminum namentlich der Vögel, Reptilien, Amphibien und Fische hervor.

Weiters galt uns als solches das Rückenmark und endlich die Grosshirnrinde.

An allen den genannten Abschnitten fällt nun der ausgesprochen typische geschichtete Bau in's Auge; und zwar sind die Schichten parallel der ventriculären Oberfläche ausgebreitet. Im erwachsenen Rückenmarke ist dies zwar weniger deutlich, wohl aber im embryonalen Rückenmarke solcher Stadien, in denen die rege Zelltheilung bereits ihren vorläufigen Abschluss gefunden hat, und ich war auch im vorhergehenden Capitel bestrebt, diese Schichtung genauer zu beleuchten.

Es scheint mir nun nahe zu liegen, das in Rede stehende Phänomen mit eben dieser Schichtung in Zusammenhang zu bringen. Denn welche Art von Zellvermehrung wäre wohl zur Erzielung einer gleichmässigen Schichtung geeigneter, als die geschilderte. Wenn alle Zellen derselben Fläche gleichzeitig entstehen, sich gleichzeitig entwickeln, sich gleichzeitig in die Tiefe lagern und sich höher differenzieren, dann lässt sich die Mechanik eines solchen Aufbaues äusserst leicht begreifen.

Umgekehrt finden wir, dass jene Stellen des Centralnervensystemes, die einer solchen Schichtung entbehren, durch die ganze Dicke der Wand ohne Ordnung Kerntheilungsfiguren enthalten. Ich hebe hier das Corpus striatum, den Nucleus lentiformis, den Thalamus opticus hervor und erinnere an das allerdings weniger gut passende Corpus bigeminum der Säugethiere.

Nur in einem Abschnitte stossen wir scheinbar auf einen Widerspruch: im Kleinhirn. Die erwachsene Rinde des Kleinhirnes zeigt bekanntlich einen sehr deutlich geschichteten Bau, und dennoch sehen wir in den ersten Entstehungszuständen desselben die Karyomitosen unregelmässig zerstreut.

Aber eben auch nur in den ersten Entwicklungszuständen. Späterhin beobachteten wir ja eine Trennung des Mitosenlagers und in vorgeschrittenen Stadien existirt eine deutliche mesodermale Karyomitosenzone, die schon Boll<sup>1</sup>, Hess<sup>2</sup> und F. E. Schnlze theilweise kannten, und für die von Hess der Name „äussere Körnerschichte“ vorgeschlagen wurde.

Im Grunde genommen verhält sich das erst spät hervorsprossende Kleinhirn in Bezug auf die Ausbildung einer Prädilectionsschichte der Mitosen, wie die anderen Abschnitte des Centralnervensystemes, wo eine solche vorkommt. Überall ist primär die Kerntheilung diffus (meist vor Schluss des Medullarrohres) und erst secundär bildet sich eine Prädilectionsschicht der Kerntheilungsfiguren aus.

Hierin scheint mir die Altmann'sche Entdeckung ihren Schwerpunkt zu haben und die flächenhafte Localisirung der Kerntheilungsfiguren dürfte in dem durch sie begünstigten Aufbau in Schichten ihren Erklärungsgrund haben. Wenn man sich auch einen solchen in anderer Art, mit anderer Vertheilung der Kerntheilungsfiguren denken könnte, so hat — für mich wenigstens — diese Erklärung eine grosse Wahrscheinlichkeit.

Gesetzt nun den Fall, es sei dem so — aber auch es sei dem nicht so, — so findet man noch mancherlei Erwägungen, die dem in Rede stehenden Vorgange eine erhöhte Bedeutung verleihen.

Schon Eichhorst<sup>3</sup> behauptet, dass die Ganglienzelle dem Rückenmarke den Charakter eines Nervencentrums verleiht, und dass sie sich als ein sehr zartes Gebilde erweise, welches — bei Warmblütlern wenigstens — wenn es einmal zu Grunde gegangen ist, nicht mehr im Stande ist, sich zu regeneriren. Diese Ansicht stützt sich auf die experimentelle Untersuchung und Läsionen des Rückenmarkes. Allerdings ist dies in neuerer Zeit nicht unbestritten geblieben. Wir hinwieder erfahren, dass die Anbildung der Ganglienzellen äusserst früh, zu einer Zeit erfolge, in der der Embryo noch in Form von Keimblättern angelegt ist. Hat sich dann das Centralrohr geschlossen, so erfolgen die Theilungen — mit gewissen Ausnahmen nur mehr um den Centralraum, nicht mehr aber in den bereits deponirten Kernen der sich nun weiter ausbildenden Ganglienzellen. Die

<sup>1</sup> L. c.

<sup>2</sup> De cerebelli gyrorum textura disquisitiones microscopicae. Dorpat 1858; citirt nach Boll.

<sup>3</sup> L. c.

<sup>4</sup> C. Mondino, Sulla cariocinesi delle cellule nervose negli animali adulti consecutiva ad irritazione cerebrale. Com. fatta al. R. Istit. Lomb. di Scienze e Lettere il 15. gennaio 1885 — und

Sulla cariocinesi delle cellule del Purkinje consecutiva ad irr. cerebellare. Dal Laboratorio anatomo-patologico del R. Manicomio del Torino.

Ganglienzelle benöthigt also zu ihrer totalen Ausbildung eine sehr lange Zeit und ist durchaus nicht in jeder Entwicklungsstufe bereit, eine Vermischung ihrer Bestandtheile und eine Theilung einzugehen. Dadurch wird die Vorstellung Eichhorst's, vorläufig nur für's Rückenmark geltend, allgemein gültig; sie räumt auch den Pyramidenzellen der Grosshirnrinde eine grosse Selbstständigkeit ein und macht die Ganglienzellen in der That zu „Organen“.

Wer ferner bei Erklärung der Vererbung geistiger Fähigkeiten auf rein materiellem Standpunkte steht, findet hier willkommene Stützen für seine Ansicht. Die Natur beeilt sich gewissermassen frühzeitig — solange vielleicht noch die elterlichen Substanzen in grösster Integrität vorhanden sind — mit der Anbildung jener Zellen, deren Thätigkeit den späteren Geistes- und auch Körperzustand des Wachsenden zu bestimmen haben. Aus der relativ und absolut bedeutend grösseren Anzahl von Kerntheilungsfiguren im Centralnervensysteme gegenüber den umliegenden Geweben wird die schon anderweitig<sup>1</sup> gemachte Beobachtung zur Gewissheit, „dass in den ersten Tagen des Embryonallebens die centralnervösen Organe den übrigen Fundamentalorganen etwas vorseilt“. (Mihalkovics.) Doch erlaube ich mir, da gerade die Frage der Vererbung gegenwärtig eifrig ventilirt wird, diesen Gedanken nur nebenbei auszusprechen.

Ich kann nun nach alledem noch auf einen weiteren Umstand hinweisen, der den Glauben an einen directen Zusammenhang zwischen Wachstum und Zelltheilung im Centralnervensysteme ganz unannehmbar macht.

Abgesehen nämlich von allem Gesagten, — nur rein theoretisch betrachtet — haben wir es in dem Wachstume des Hirnes und Rückenmarkes unter Anderem mit einem Vorgange zu thun, der auch an anderen Stellen des Körpers stattfindet und dessen Mechanismus man zum Theile etwas genauer kennt. Das ist kurz gesagt: Das Wachstum einer Höhle, eines Centralraumes.

Man kennt schon genügend Beispiele für Höhlenwachsthum. Ich erinnere an das Wachsthum der Knochenhöhlen überhaupt, — der Brusthöhle, Schädelhöhle, Highmorshöhle, des Cavum tympani, der Scalae tympani et vestibuli etc. speciell.

Ein anderes derartiges zu erforschendes Problem wäre das Wachsthum der Herzhöhle.

Zu erwähnen sind ferner die Binnenräume des Auges, die perilymphatischen Räume des Labyrinthes — die Bindegewebsspalten überhaupt.

Für die Erklärung des Wachsthumes der Herzhöhle weiss ich mich auf keine nähere Angabe zu besinnen.

Für Bindegewebshöhlen nimmt man im Allgemeinen eine Dehiseenz infolge von Zurückbleiben im Wachstume — oder aber eine directe Atrophie des nachträglich central gelegenen Gewebes an.

Speciell über das Wachsthum der Knochenhöhlen hat man die schon von Hunter verfochtene und durch die neueren histologischen Untersuchungen als richtig befundene Ansicht, dass zum Zustandekommen derselben zwei Kräfte Hand in Hand gehen: Die Resorption von Knochensubstanz von innen und die Apposition von Knochensubstanz von aussen her.

In unserem Falle ist die Aufgabe eine ähnliche: Aus dem kleinen ursprünglichen Centralraume wird der lange Centraleanal, entstehen die grossen Ventrikel, deren einer beim Erwachen den Embryo in toto beherbergen könnte; es ist also die Höhle bedeutend grösser geworden.

Von allen bekannten Erklärungen für dieses Wachsthum, das ich, weil es sich um die Zunahme eines Hohlraumes handelt, „negatives“ Wachsthum nennen will, kann für den vorliegenden Fall keine einzige eine Anwendung finden, weil ja die Altmann'sche Entdeckung lehrt, dass im centralen Theile Neubildung von Zellen, nicht aber Resorption oder gar Dehiseenz und Atrophie statt hat.

Mit Berücksichtigung des Angeführten scheint mir eine Erklärung möglich, nur muss man sich auf den Standpunkt stellen, dass die Massenzunahme — das Wachsthum — vorzüglich in der reiferen, schon in die Tiefe gerückten, mesodermwärts gelegenen Zellenzone und Zwischensubstanz erfolge, nicht aber an der

<sup>1</sup> Mihalkovics, Entwicklung des Gehirnes. Leipzig 1877.

Mitosenzone. Wenn so die Wände der Centralräume durch dieses in den „ultraventricularen“ Partien erfolgende Wachstum — das man sich der Fläche nach ausgebreitet vorstellen muss — gedehnt und gestreckt werden, so müssen nothwendiger Weise die ventriculären Gegenden entspannt werden (man sieht, ich stehe jetzt, nach reiflichem Überlegen, auf dem entgegengesetzten Standpunkte als im Vorjahre) und die sich dort massenhaft anbildenden Zellen fallen gleichsam von selbst in die Tiefe. Beide diese Vorgänge können auch ganz gut zu einem Dickenwachsthum der Wand führen, das natürlich nicht intensiv sein kann. — Desshalb ergaben auch die Messungen solcher Wandstellen, die fast nur ventriculäre Kernteilungsfiguren zeigen, mit immer höherem Alter der Embryonen keine bedeutende Zunahme.

Stellt man sich aber nicht auf diesen Standpunkt, sondern nimmt man an, dass der Ort des grössten Wachsthumes mit dem Orte der regsten Zelltheilung zusammenfalle, so müsste ja auch der Hohlraum sich von innen verschliessen und enger, nicht aber grösser werden.

Hiermit hoffe ich denn zur Genüge dargethan zu haben, dass Wachstum und Zelltheilung im Centralnervensysteme keine coincidirenden Vorgänge sind.

Es liessen sich nun wohl ohne Zweifel noch eine grosse Reihe anderer Betrachtungen anstellen, — ich will mich jedoch mit dem Erwähnten begnügen, in der Hoffnung, dargethan zu haben, dass die bisherige Verwerthung der Altmann'schen Entdeckung sich in einer falschen Richtung bewegte.

## ERKLÄRUNG DER ABBILDUNGEN.

- Fig. 1. Die in der Medianlinie aneinanderstossenden Abschnitte der Vierhügelblase vom Frosch (vor Beginn des Hervorbrechens der Extremitäten. Ob. 3/Oc. s Reichert. Aufbau der Wand aus der germinativen Schichte (Innenplatte His).
- „ 2. Stück aus der Wand der Vierhügelblase vom Frosch (mit nur hinteren Extremitäten). 3/5 R. Schichtung der Wand. Die obere Seite der Zeichnung ist dem Centralraum zugewandt, die untere dem Mesoderm.
- „ 3. Kleinhirnoberfläche eines Fledermausembryo von 17<sup>mm</sup> Länge. Die dem Mesoderm auliegende Zone von Mitosen. (Äussere Körnerschicht von Hess.) 3/5 R. *m* = Mesoderm.
- „ 4. Kleinhirn eines Natternembryo. Die symmetrisch (links) dazu gehörige andere Hälfte ist weggelassen. 3/8 R. *m* = Mesoderm; *v* = Ventrikel.
- „ 5. Halsmarkquerschnitt eines 5 Tage 6 Stunden alten Hühnerembryo. 3/5 R. Vergr. 1:180. Vergl. Fig. 10.
- „ 6. Ventriculäre Oberflächenansicht aus dem Zwischenhirn eines 18<sup>mm</sup> langen Kaninchenembryo. 3/8 R.
- „ 7. Schnitt durch den Manteltheil der Grosshirnblase vom Frosch. (Noch ohne Extremitäten.) 3/5 R. Die ventriculäre Oberfläche ist in der Zeichnung nach unten gekehrt. In der linken Hälfte der Figur scheinbare Umwandlung der Epithelzellen in Pyramidenzellen.
- „ 8. Schnitt durch den parietalen Theil des Grosshirnmantels eines 17<sup>mm</sup> langen Fledermausembryo. 3/5 R. *g* = Germinative Schichte mit den ventriculären Mitosen. *u* = Pyramidenganglienzellschicht.
- „ 9. Dorsalmark eines Mäuseembryo von 2—3<sup>mm</sup> Länge, nur aus der germinativen Zone aufgebaut. 3/5 R.
- „ 10. Halsmarkquerschnitt eines 7 Tage 5 Stunden alten Hühnerembryo. 3/5 R. Vergr. 1:180. Dieser Schnitt ist bei derselben Vergrösserung gezeichnet, wie Fig. 5 von einem zwei Tage jüngeren Individuum. Um den Centralraum (bei Fig. 5 und Fig. 10) das germinative Lager, hierauf die reifere Kernzone und aussen die weisse Fasermasse, schichtenweise angeordnet.

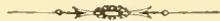


Fig 1

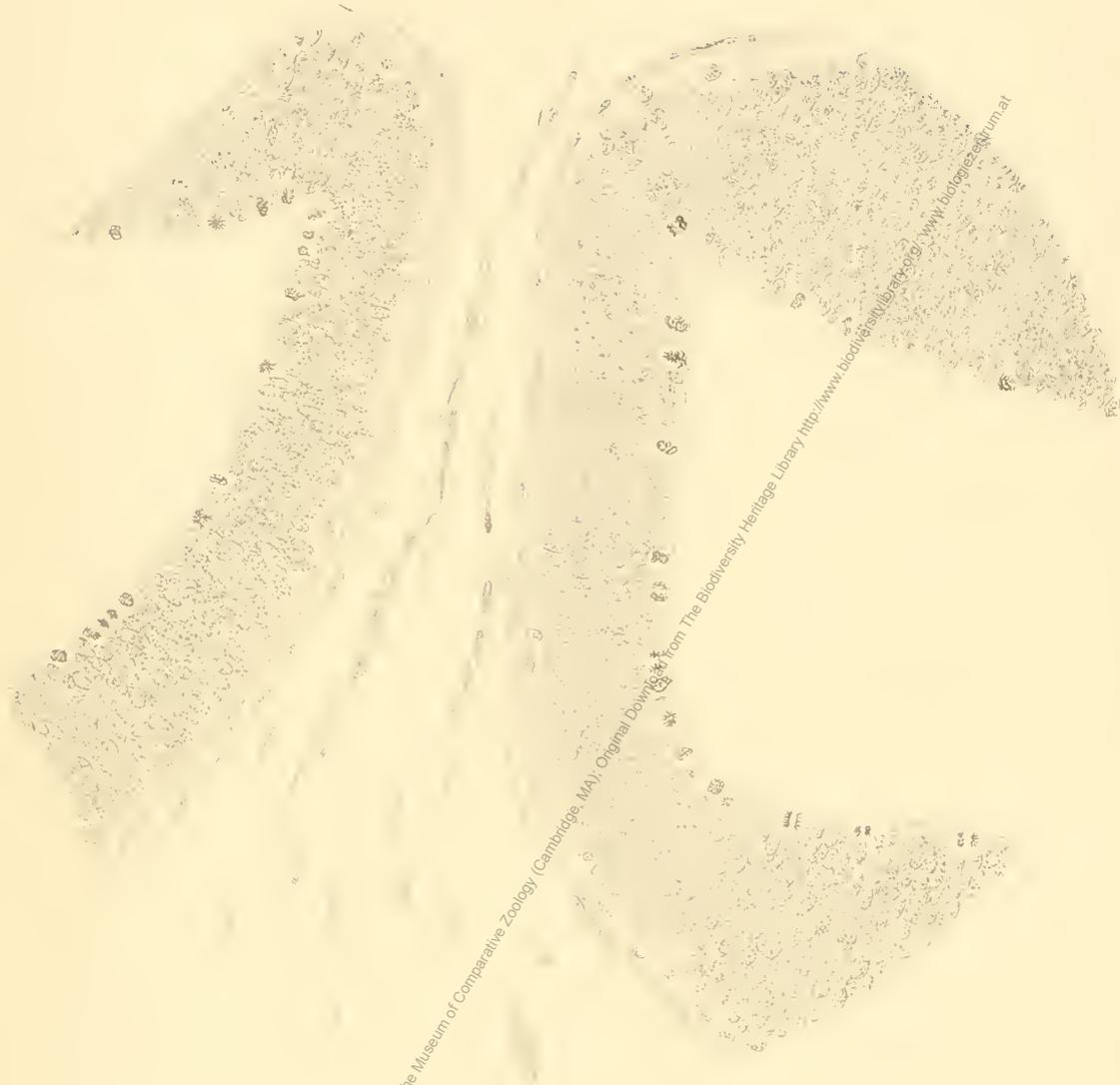
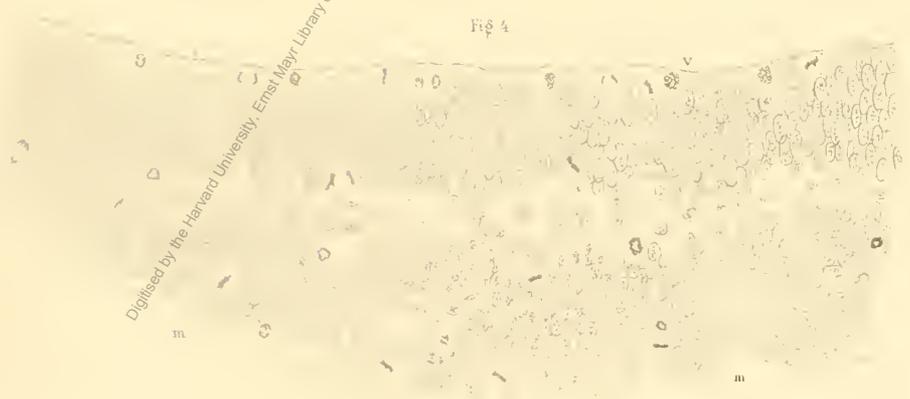
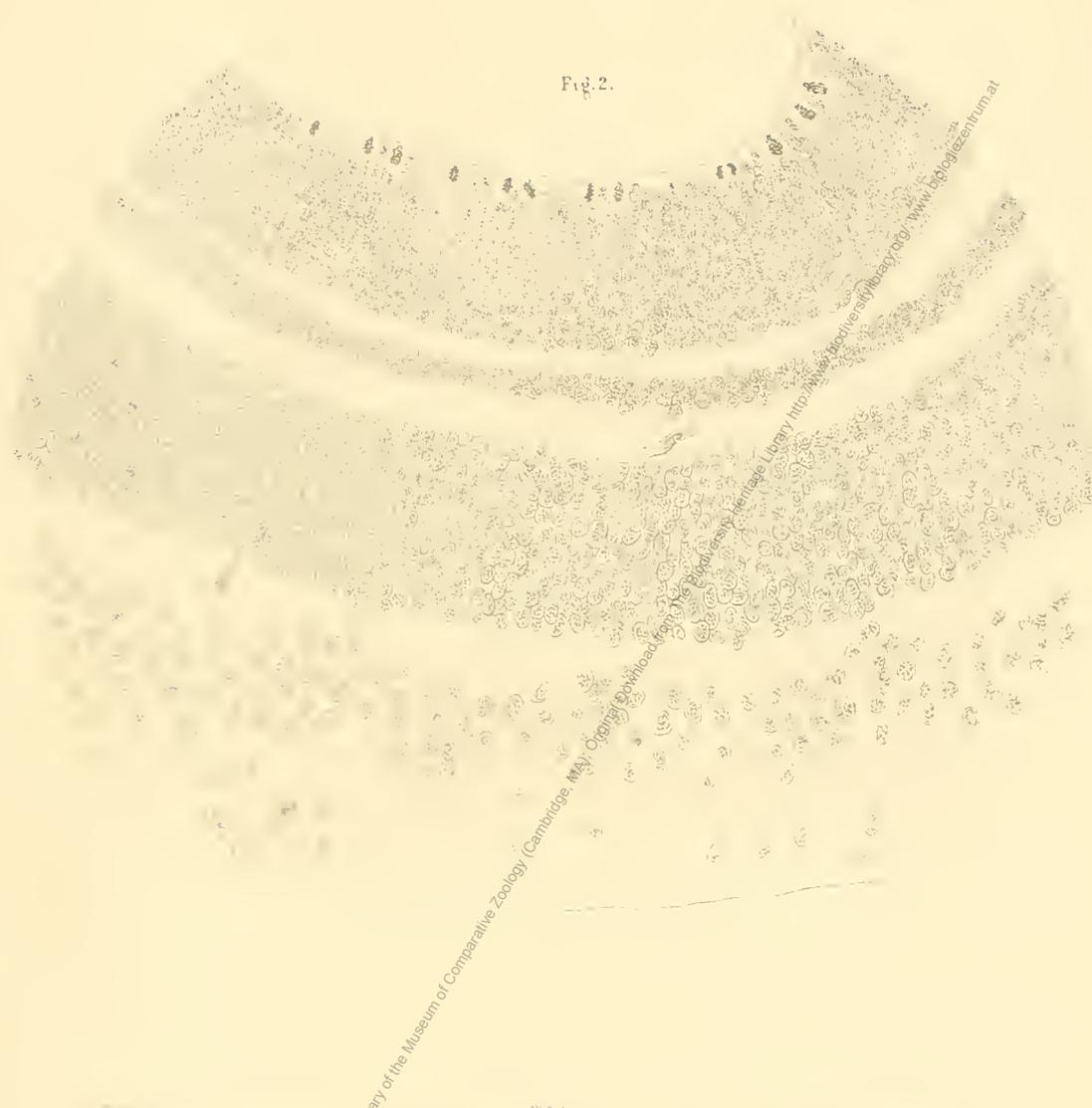


Fig 3



Digitised by the Harvard University, Ernst Mayr Library of the Museum of Comparative Zoology, (Cambridge, MA); Original Downloaded from The Biodiversity Heritage Library <http://www.biodiversitylibrary.org/> <http://www.biodiversitylibrary.org/>

Digitised by the Harvard University, Ernst Mayr Library of the Museum of Comparative Zoology (Cambridge, MA); Original Download from The Biodiversity Heritage Library <http://www.biodiversitylibrary.org/>; [www.biologiezentrum.at](http://www.biologiezentrum.at)



Digitised by the Harvard University, Ernst Mayr Library of the Museum of Comparative Zoology (Cambridge, MA); Original Download from The Biodiversity Heritage Library <http://www.biodiversitylibrary.org/>; [www.biologiezentrum.at](http://www.biologiezentrum.at)

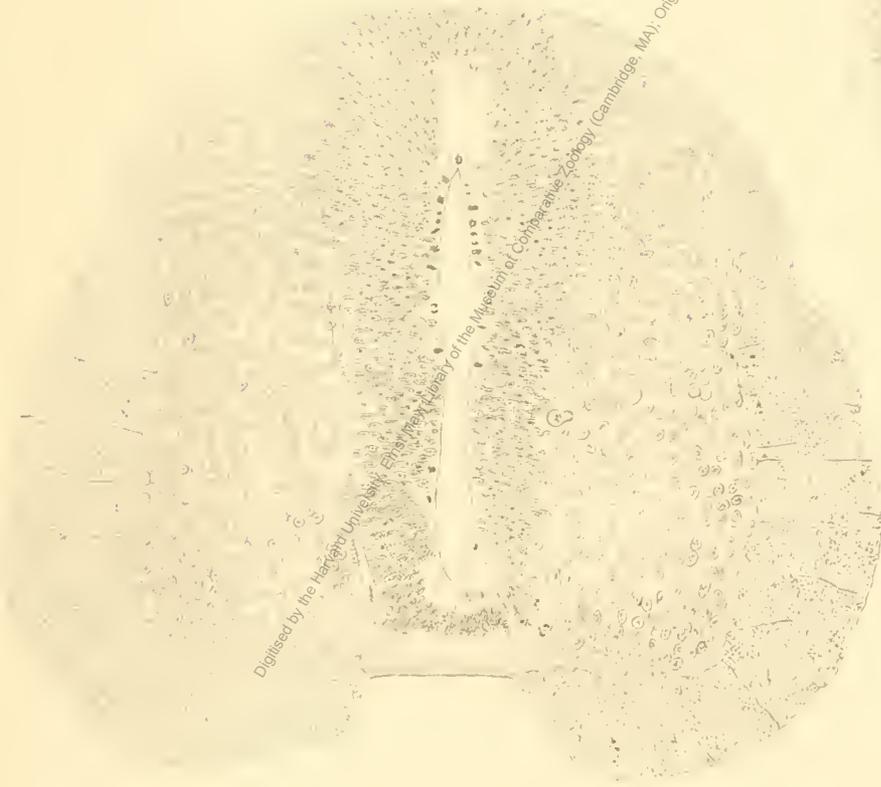
Fig. 5



Fig. 9



Fig. 10



Digitized by the Harvard University Herbaria Library for the Museum of Comparative Zoology (Cambridge, MA). Original Download from The Biodiversity Heritage Library (<http://www.biodiversitylibrary.org/>)

Digitised by the Harvard University, Ernst Mayr Library of the Museum of Comparative Zoology (Cambridge, MA); Original Download from The Biodiversity Heritage Library <http://www.biodiversitylibrary.org/>; [www.biologiezentrum.at](http://www.biologiezentrum.at)

Fig 7.



Fig 8

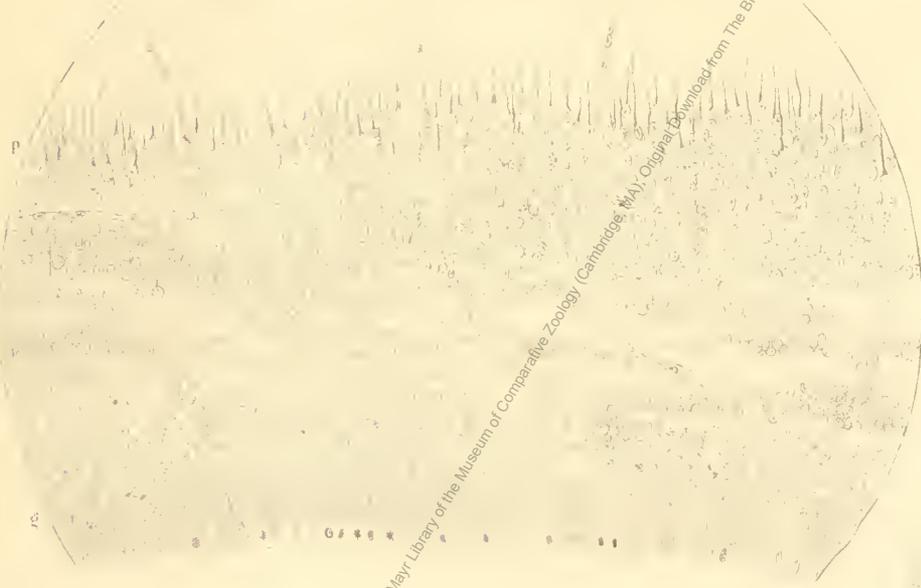


Fig 6



Downloaded from The Biodiversity Heritage Library, IP: 129.187.253.100, on 01/10/2014 at 10:00:00 AM. All rights reserved. No part of this publication may be reproduced, stored in a retrieval system, or transmitted, in any form or by any means, electronic, mechanical, photocopying, recording, or by any information storage or retrieval system, without the prior written permission of the copyright owner(s). For more information on this copyright, please contact the copyright owner(s). For more information on this copyright, please contact the copyright owner(s). For more information on this copyright, please contact the copyright owner(s).

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Denkschriften der Akademie der Wissenschaften.Math.Natw.Kl. Frueher: Denkschr.der Kaiserlichen Akad. der Wissenschaften. Fortgesetzt: Denkschr.oest.Akad.Wiss.Mathem.Naturw.Klasse.](#)

Jahr/Year: 1887

Band/Volume: [53\\_2](#)

Autor(en)/Author(s): Merk Ludwig

Artikel/Article: [Die Mitosen im Centralnervensysteme. Ein Beitrag zur Lehre vomWachstume desselben. \(Mit 4 Tafeln.\) 79-118](#)