

Ueber die Struktur des Chiasma nervorum opticorum bei Amphibien.

Von

Franz Fritz,

Assistenten des zoolog. vergl. - anat. Instituts beider Hochschulen
in Zürich.

Hierzu Tafel VI—XI.

Wenn wir das Chiasma nervorum opticorum der Amphibien einem erneuten Studium unterziehen, so geschieht dies wesentlich aus folgenden Gründen:

Erstens, weil wir uns an Hand der einschlägigen Litteratur überzeugen konnten, daß über dasselbe nur kurze, sich vielfach widersprechende Angaben vorhanden sind, die zu einem großen Teil Zeiten entstammen, da die Mikrotechnik, an welche gerade die Bearbeitung dieses Themas große Anforderungen stellt, noch nicht den Grad der Ausbildung, wie heute, erreicht hatte.

Ferner, weil die in Frage kommenden Untersuchungen nur an wenigen, und zwar, wie wir bald sehen werden, immer an denselben Anuren-Species durchgeführt wurden, während das Chiasma der Urodelen beinahe ganz unberücksichtigt blieb.

Es wird demnach unsere Aufgabe darin bestehen, an Hand eines Beobachtungsmaterials, das sich auf eine größere Anzahl von Species bezieht, eine genaue Schilderung der Strukturverhältnisse des Amphibienchiasmas zu geben, die vorhandenen Lücken auszufüllen und zur Hebung bestehender Kontroversen beizutragen.

Doch bevor wir auf die Besprechung der eigenen Untersuchungen eingehen, wollen wir, insoweit dies der heutige Stand unserer Kenntnisse auf diesem Gebiet gestattet, einen kurzen Ueberblick über den Aufbau des Chiasmas sämtlicher Wirbeltierabteilungen geben.

Selbstverständlich können wir dabei nur auf eine detaillierte Besprechung der Litteratur eingehen, insofern sie das Chiasma der Amphibien betrifft.

Cyclostomen: Die Existenz eines Chiasmas, das bei diesen Tieren noch ganz in der Masse des Gehirns eingebettet liegt, wurde für die Myxiniden zuerst von W. MÜLLER (52), für die Petromyzonten von LANGERHANS (43) mit Sicherheit nachgewiesen.

Bei den letzteren kreuzen sich nach AHLBORN (1) die Fasern nicht dicht nebeneinander gelagert, sondern sehr stark gelockert, um sich erst bei ihrem Austritt aus dem Chiasma enger zu einem Nerven zusammenzuschließen.

Selachier und Ganoiden: Hier scheint ebenfalls, wie bei den Cyclostomen, eine totale Kreuzung der Sehnerven stattzufinden, doch bedarf sie nach EDINGER (20) noch der experimentellen Bestätigung.

STANNIUS (66) und ROHON (59) nehmen eine bündelweise Kreuzung an, so zwar, daß ein jeder Nerv in eine Anzahl Bündel zerfällt, die sich alternierend kreuzen.

Nicht so einfach schildert SANDERS (61) die Struktur des Selachierchiasmas, nach welchem nur in der ventralen Partie eine bündelweise Kreuzung statthaben soll, während er in dem dorsalen Abschnitte eine „einfache Decussation“ gesehen haben will.

Teleostier: Ueber das Chiasma dieser Tiere liegen uns zahlreiche, und zwar übereinstimmende Befunde vor (11, 27, 30, 34, 42¹), 46, 50, 63, 77). Es hat dies seinen Grund wohl darin, daß hier die Verhältnisse, unter denen sich die meist starken Optici kreuzen, sehr einfache sind.

Es legen sich nämlich bei fast allen bis jetzt untersuchten Formen die beiden Sehnerven nur übereinander, indem bald der rechte über dem linken, bald der linke über dem rechten hinwegzieht. Offenbar variiert dies sehr stark, sogar innerhalb der nämlichen Species, wie verschiedene Autoren dargethan haben.

Etwas komplizierter sind die Verhältnisse schon bei Clupea harengus (Hering) und Engraulis (Sardelle). Hier tritt der eine Opticus durch eine Spalte des anderen durch.

Bei Abramis brama (Brassen) (63) teilt sich jeder Nerv in ein kleineres oberes und ein größeres unteres Bündel, die sich untereinander kreuzen. Es kommt hier also schon zu einer Kreuzung einzelner, wenn auch vorerst nur weniger Bündel.

Eine Aufsplitterung in noch mehr Bündel ist bis jetzt bei den Teleostiern noch nicht gefunden worden, läßt sich aber wohl vermuten.

1) Hat experimentell die totale Kreuzung nachgewiesen.

Dipneusten: Ueber die Struktur des Chiasmas dieser Tiere sind, zum wenigsten soweit wir aus der Litteratur ersehen konnten, nirgends Angaben zu finden, ja BEAUREGARD (2) stellte sogar das Vorkommen eines solchen in Abrede. Es war ihm nicht möglich, trotz eines „examen très attentif“ bei *Ceratodus* ein solches zu finden, welche Behauptung wohl auf den Umstand zurückzuführen ist, daß hier, wie bei den Cyclostomen, Selachiern und Ganoiden, sich die Kreuzung intracerebral vollzieht.

FULLIQUET (23) hat die Existenz eines Chiasmas bei *Protopterus* nachgewiesen, ohne jedoch etwas Genaueres über seinen Aufbau auszusagen.

Amphibien: Wenn wir hier auch einige ältere Autoren berücksichtigen, so geschieht dies lediglich der Vollständigkeit wegen.

Selbstverständlich dürfen wir ihren Angaben nicht mehr als einen historischen Wert beilegen, da diese vielfach auf Untersuchungen basieren, die mit Hilfsmitteln, deren Unzulänglichkeit längst erkannt ist, ausgeführt wurden.

Wohl als einer der ersten berichtet uns CARUS (1814, 11) über das Chiasma der Amphibien: *Rana* und *Salamandra*.

Aus seiner Beschreibung, der allerdings nur eine grob-anatomische Untersuchung zu Grunde liegt, können wir entnehmen, daß sich die beiden Sehnerven, nachdem sie in innigen Kontakt miteinander getreten sind, unter stumpfem Winkel kreuzen.

J. MÜLLER (1826, 51) gelangt, zwar mehr auf theoretischem Wege, zu einer anderen Anschauung.

Nach ihm findet bei allen denjenigen Tieren, bei welchen sich die Gesichtsfelder ganz oder teilweise decken — zu letzteren rechnet er auch die Amphibien — eine partielle Kreuzung statt, so nämlich, daß die sich „blätterförmig“ kreuzenden Opticusanteile im centralen Teile des Chiasmas, die ungekreuzten lateral gelegen sind.

Zu der gleichen Ansicht gelangen auch WENDT (1838, 73) und HANNOVER (1852, 34). Ersterer nimmt aber für *Rana temporaria* ein einfaches Uebereinanderlegen beider Nerven wie bei den Fischen an.

BIESIADECKI (1860, 7) dem, nebenbei bemerkt, das Verdienst zukommt, für das Studium des Chiasmas die experimentell-anatomische Methode eingeführt zu haben, will für die Amphibien (*Frosch*) „des klarsten“ — totale Kreuzung gefunden haben, und zwar soll auch nach ihm die Kreuzung eine blätterförmige sein

Letztere haben wir uns wohl so vorzustellen, daß sich jeder Nerv in übereinander gelagerte Lamellen spaltet, die sich gegenseitig abwechselnd kreuzen.

Von jetzt an ist die partielle Kreuzung bei den Amphibien sozusagen aufgegeben, indem die folgenden Autoren, mit Ausnahme eines einzigen, das Vorkommen einer totalen Kreuzung bestätigen.

So spricht sich MICHEL (1873, 46) in seiner vergleichend-anatomischen Untersuchung über das Chiasma im gleichen Sinne aus. Er präzisiert die Angaben BIESIADECKI'S über das Froschchiasma dahin, daß sich die Blätter in verschiedener Breite kreuzen. „Eine hintere Kommissur“, bemerkt er ausdrücklich, „ist nicht vorhanden.“

Zu dem nämlichen Resultate bezüglich der Kreuzung gelangen auch GUDDEN (30) und SCHEEL (1874, 63), welcher letzterer uns nun jetzt zum ersten Male eine genauere Beschreibung des Amphibienchiasmas giebt.

Da diese, wie wir bald sehen werden, wichtig für die Erkenntnis der Struktur dieses Gebildes geworden ist, lassen wir ihn am besten selbst reden.

Er hat sich zunächst Horizontalschnitte des Gehirns von *Rana* angefertigt und sagt darüber (S. 16): „Schnitte in dieser Richtung geben nun allerdings ganz vortreffliche Bilder, welche wohl kaum einen Zweifel an der vollkommenen Kreuzung gestatten; das überaus zierliche Geflecht jedoch, welches die feinen Nervenfasern des Frosches im Chiasma bilden, schien mir sehr wenig für die im Grunde doch ziemlich grobe blätterförmige Teilung der Sehnerven und für die Lagerung dieser Blätter ähnlich „den durchgeschobenen Fingern beider Hände“ zu sprechen. Wenn sich wirklich jeder Sehnerv nur in 3—4 Blätter spaltete, wie bisher angenommen wurde, konnte ein genau horizontal gelegter Schnitt nicht ein so zierliches Netzwerk unter dem Mikroskop zeigen.“

Zur Kontrolle dieses Befundes wandte nun SCHEEL eine von ihm zuerst geübte Schnittrichtung an, die parallel zum einen Nerven ging und den anderen mehr oder weniger senkrecht traf.

Diese Art der Schnittführung, welche SCHEEL auch für das Studium der Chiasmen anderer Tiere verwandte, lieferte ihm Bilder, welche seine ausgesprochene Ansicht vollauf bestätigten (S. 17).

„Jeder Nerv teilt sich zum Zwecke der Durchkreuzung mit dem anderen in zahlreiche kleine Bündelchen, indem zwischen je zwei, in dem Präparate quer durchschnittenen Nervenfaserbündeln

des einen sich hier ein Bündel des anderen Nerven von 3, dort nur von 2 Faserbreiten Durchmesser durchwindet; oft sind es sogar nur ganz isoliert verlaufende Fasern, welche die Querschnitte trennen. Der unteren Fläche des Chiasmas zu findet die Kreuzung in größeren, der oberen Fläche zu immer in kleineren Bündelchen statt.“

Die Bündel zeigen im Querschnitt eine spindelförmige Gestalt.

Näheres über den Verlauf der Bündel, sowie über das allfällige Vorkommen von Kommissurensystemen im caudalen Chiasmawinkel giebt SCHEEL nicht an.

Wie für *Rana*, so will er auch für *Bufo* eine bündelweise Kreuzung gefunden haben.

Von jetzt an fehlen uns vergleichend-anatomische Arbeiten über das Chiasma, in welchen auch die niederen Wirbeltiere berücksichtigt sind, und wir sind jetzt genötigt, falls wir weiteren Aufschluß verlangen, unsere Zuflucht zu hirn-anatomischen Werken, die sich auf die Amphibien beziehen, zu nehmen.

Da finden wir denn zunächst in einer Abhandlung STIEDA'S (1875, 68) „Ueber den Bau des centralen Nervensystems des Axolotl“ folgende Angaben über das Chiasma, welches hier durch CALORI (10) in Abrede gestellt wurde: „Das Chiasma wird durch sehr feine Nervenfasern gebildet, welche in ganz kleine Bündelchen geordnet sind. Die von jeder Seite heranziehenden Bündelchen bilden in der Mitte ein Flechtwerk, die Kreuzung der Sehnerven.“

Es bestätigt demnach STIEDA für den Axolotl den Kreuzungsmodus, welchen SCHEEL für *Rana* und *Bufo* gefunden hat.

BELLONCI (1888, 4) scheint für die Amphibien ebenfalls, wie die meisten Autoren, eine totale Kreuzung im Chiasma angenommen zu haben, und zwar kreuzen sich nach ihm die einzelnen Fasern, wie wir aus seiner Beschreibung sowohl als auch aus seinen Abbildungen entnehmen können.

Nach ihrem Verlauf in der chiasmatischen Region unterscheidet er dreierlei Opticusfasern, von denen die Hauptmasse direkt aus dem Chiasma in die Tractus übergeht.

Die Fasern der zweiten Art, die „seitlich unteren kreuzen sich schon vor ihrem Abgange von dem Chiasma und breiten sich seitlich aus. Sie durchsetzen die hinter dem Chiasma gelegene Substanz und vereinigen sich nach kurzem Verlaufe mit den seitlichen Teilen des Tractus opticus“.

Die „median oberen“ endlich „sind oben im Chiasma gelegen und verlassen dasselbe, ehe sie sich gekreuzt haben. Sie kreuzen

sich in der eigentlichen unteren Substanz des Zwischenhirns, schlagen darauf, in Bündel gefaßt oder isoliert, eine Richtung nach oben und außen ein und vereinigen sich alle mit dem Tractus opticus“. Einige von ihnen durchsetzen die Pedunculi cerebrales, welches Verhalten besonders gut von BELLONCI bei Rana und Triton konstatiert werden konnte.

Zum ersten Male vernehmen wir hier auch etwas über die hinter dem Chiasma sich kreuzenden Fasersysteme, von denen wohl das stärkste durch die „Commissura inferior“ repräsentiert wird. Ihre Fasern liegen dem hinteren Chiasmawinkel und dem Tractus dicht an.

Eine weitere Faserkreuzung bilden hier nach BELLONCI die „Fibrae ansulatae“, welche sich sowohl durch ihre Dicke als auch ihren welligen Verlauf von den eben genannten und den Opticusfasern unterscheiden. Sie kreuzen sich dorsal und caudal von der Commissura inferior und sollen besonders deutlich bei Triton sichtbar sein.

Ferner soll sich hier auch ein Teil der Peduncularfasern kreuzen, und endlich beschreibt BELLONCI noch ein System, dessen „Fasern ci“ sich „wahrscheinlich“ in der Commissura inferior kreuzen.

Wir hätten hier also nicht weniger als vier Faserkreuzungen die, falls sich ihre Existenz als sicher erweisen sollte, von den früheren Autoren entweder ganz übersehen oder dann keiner besonderen Erwähnung gewürdigt worden sind.

In dem nämlichen Jahre, in welchem BELLONCI's Arbeit erschien, publizierte KÖPPEN (41) eine Abhandlung über die „Anatomie des Froschgehirns“, in welcher er sich in Beziehung auf den Kreuzungsmodus im Chiasma ganz der Ansicht genannten Autors anschließt, indem er betont: „In der Kreuzung sehen wir jetzt Fasern einzeln sich mit einer Faser der anderen Seite schneiden. Wir haben es hier nicht mit einer bündelweisen Kreuzung der Fasern zu thun, wie bei den Fischen beobachtet wurde.“

Offenbar waren KÖPPEN die Untersuchungen der älteren Autoren, namentlich diejenige SCHEEL's über das Chiasma des Frosches, unbekannt geblieben, sonst würde er nicht auf die Fische zurückgegriffen, sondern die Ansichten jener einer Besprechung unterzogen haben.

Er unterscheidet hinter dem Chiasma nur zwei Kommissurensysteme, einmal die „Commissura transversa Halleri“, dann ein

solches, welches von Opticusfasern selbst gebildet, die beiden Tractus miteinander verbindet.

Dagegen besteht nach ihm möglicherweise eine Commissur im vorderen Chiasmawinkel, die, wie aus einer seiner Abbildungen (Taf. III, Fig. 34) zu ersehen ist, aus wenigen Fasern bestehen würde.

Wir hätten es dann hier mit jener, die beiden Retinae verbindenden „Commissura arcuata anterior“ zu thun, die, wie wir bald sehen werden, HANNOVER (34) bei höheren Wirbeltieren zuerst beobachtet haben will.

Wieder zur älteren Ansicht, wie sie von J. MÜLLER, HANNOVER und WENDT bezüglich der Kreuzung aufgestellt wurde, gelangt HASLAM (1889, 35), der für den Frosch eine partielle Kreuzung annimmt: . . . „where part of the fibres pass over to the opposite side (according to MICHEL all the fibres cross)“.

Wie HASLAM zu dieser Anschauung gekommen ist, mit der er unter sämtlichen neueren Autoren vereinzelt dasteht, sagt er ebensowenig, wie er sonst irgend etwas Weiteres über die Art der Kreuzung, ob bündel- oder faserweise etc. angiebt.

Von neuem wird die totale Kreuzung von EDINGER (1892, 20) und WLASSAK (1893, 78), welcher letzterer offenbar auf Grund seiner Degenerationsversuche zu diesem Resultate gelangt ist, für *Rana* bestätigt, und zwar müssen wir, nach ihrer Beschreibung wenigstens, annehmen, daß sie die einzelnen Fasern sich kreuzen lassen.

Während nun EDINGER über den Verlauf der Fasern im Chiasma keinerlei Angaben macht, erfahren wir von WLASSAK einiges über den Aufbau desselben.

Nach ihm zerfällt nämlich der ganze Chiasmakomplex in eine dorsale und eine ventrale Abteilung, welche durch eine „förmliche Neurogliaplatte“ getrennt sind.

Dorsal von dieser Platte kreuzen sich die Fasern des „Achsenbündels“ (so genannt nach ihrem Auftreten um den Ventrikelraum des Augenblasenstieles).

WLASSAK sagt über ihren Verlauf: „Die Kreuzung findet in der Weise statt, daß die ventralsten „Fasern“ sich zuerst kreuzen; je näher man dem Mittelhirn kommt, desto mehr rückt die Kreuzung an den Ventrikel des Zwischenhirns heran. Nach der Kreuzung bilden diese Fasern einzelne, dünne Bündel, die durch Gewebe, das frei von Markfasern ist, getrennt sind.“

Im ventralen Abschnitt kreuzen sich die Fasern des „Randbündels“ (sie legen sich peripher im Augenblasenstiel an) und

des wegen seiner Lage im Chiasma so genannten „basalen Opticusbündels“.

Diese letzteren kreuzen sich erst, nachdem diejenigen des Achsen- und Randbündels zum größten Teil schon eine Kreuzung eingegangen haben. Ueber den Verlauf jener giebt WLASSAK nichts Näheres an.

Was nun die caudal vom Chiasma gelegenen Commissurensysteme anbetrifft, so haben auch EDINGER (20) und WLASSAK, wie KÖPPEN zwei solche, und zwar ersterer bei allen von ihm untersuchten Amphibien (*Rana*, *Bufo*, *Siredon*, *Triton*, *Salamandra*) beobachten können.

EDINGER bezeichnet die ventral gelegene Faserkreuzung als *Decussatio postoptica*, die mehr dorsal gelegene als *Decussatio transversa*.

WLASSAK dagegen unterscheidet eine *Commissura inferior*, im Sinne BELLONCI's (4), und ein sog. *opticoides Bündel*. Dieses identifiziert er mit der eben genannten *Decussatio transversa* EDINGER's und möchte es allenfalls den *Fibrae ansulatae* BELLONCI's gleichsetzen.

Wir werden von diesen Verhältnissen noch am Ende unserer Einleitung zu sprechen haben.

Aehnlich wie WLASSAK drückt sich GAUPP (1897, 25, S. 87—88) über den Bau des Froschchiasmas aus. Geben wir seine Beschreibung wörtlich wieder: „Das Chiasma selbst ist eine totale Kreuzung der Opticusfasern. Es nimmt fast die ganze Höhe des vorderen Teiles der *Regio chiasmatica* ein. Die Fasern des *Nervus opticus* gruppieren sich, nachdem der Nerv an das Zwischenhirn herangetreten ist, in zwei Massen.

Der größere Anteil tritt in einem dicken Bündel dorsalwärts in die Substanz des Zwischenhirnes ein und bildet den dorsalen Teil des Chiasmas, der bis dicht an das schmale Grau am Ventrikelboden emporreicht. Die Kreuzung erfolgt in ihm so, daß die Bündel beider Seiten gleichzeitig caudalwärts ziehen, und ihre ventralen Fasern zuerst (am weitesten vorn) auf die andere Seite treten, die am meisten dorsal gelegenen zuletzt. Diese dorsalen sind also in abnehmender Stärke ventral vom Ventrikel nach hinten zu verfolgen (Fig. 24). Der oberflächlichere Anteil der Opticusfasern nimmt die ventrale Hälfte des Chiasmas ein. Dorsale und ventrale Hälften des Chiasmas erscheinen gewöhnlich eine Strecke weit innerhalb des Chiasmas durch eine Spalte getrennt (Fig. 24).

Die in der dorsalen Hälfte des Chiasmas gelegenen Fasern weichen gleich nach der Kreuzung auf ihrem horizontal nach außen durch die Zwischenhirnschicht gehenden Verläufe eine Strecke weit in dünnen Bündeln auseinander und formieren so Maschen, durch die die Fasern des medialen Vorderhirnbündels hindurchtreten.“

Nach dem eben Angeführten läßt offenbar auch GAUPP die „Fasern“ sich kreuzen, über deren Verlauf im ventralen Abschnitt des Chiasmas auch er nichts Näheres angibt.

In Uebereinstimmung mit EDINGER (21), der jetzt neben den oben genannten zwei Faserkreuzungen noch eine dritte im caudalen Chiasmawinkel unterscheidet, spricht GAUPP (25) von einer ventral gelegenen Decussatio postoptica, von einer mittleren Commissura transversa und von einer am meisten dorsal gelegenen Decussatio suprainfundibularis, deren dicke Fasern sich am weitesten caudal kreuzen.

Reptilien: Ueber das Chiasma dieser Tiere stehen uns womöglich noch weniger Angaben zu Gebote, als über das Chiasma der Amphibien.

Nach den Darstellungen der verschiedenen Autoren müssen wir für die Reptilien eine totale Kreuzung annehmen. Immerhin fehlt bis heute jegliche experimentelle Bestätigung, wie denn überhaupt auch das Reptilienchiasma einer erneuten, detaillierten Untersuchung bedarf.

Nach SCHEEL (63) und WIEDERSHEIM (77) kreuzen sich die Fasern zu Bündeln gefaßt, entgegen den älteren Autoren, die auch hier wie für die Amphibien eine blätterförmige Kreuzung konstatiert haben wollen.

Nach WIEDERSHEIM findet die Durchkreuzung in der Weise statt, daß sich z. B. bei *Lacerta agilis* jeder Nerv in zwei Bündel spaltet, von denen ein Bündel des einen zwischen den beiden des anderen Nerven durchgeht. Beim Agamen teilt sich jeder Nerv in drei Bündel, die sich gegenseitig durchflechten.

SCHEEL fand für *Emys europaea* ganz ähnliche Verhältnisse wie für die von ihm untersuchten Amphibien, wonach sich also jeder Nerv in unverhältnismäßig viel mehr Bündel aufsplintern würde, als wir dies bei den eben genannten Tieren gesehen haben.

Vögel: Sämtliche neueren Autoren, mit Ausnahme MUNK'S (53), der auf Grund experimenteller Untersuchungen für die Taube

eine partielle Kreuzung beansprucht, sprechen sich für eine totale Kreuzung beider Sehnerven bei den Vögeln aus¹⁾).

Sogar jene, welche, wie z. B. GUDDEN, den Schlüssel für die Erklärung der totalen oder partiellen Identität der beiden Netzhäute im Faserverlauf des Chiasmas suchen zu müssen glauben, werden auf Grund unzweideutiger pathologisch-anatomischer Untersuchungen gezwungen, für die Eule, deren Augenachsen ähnlich wie beim Menschen gerichtet sind, wo es also wohl zu einer Deckung beider Gesichtsfelder kommt, eine totale Kreuzung zu acceptieren.

Die Kreuzung vollzieht sich hier so, daß sich die „Faserplatten“ in die ein jeder Nerv zerfällt, abwechselungsweise kreuzen, so daß wir hier wohl jetzt mit Recht das Bild „der durcheinander geschobenen Finger beider Hände“ zur Veranschaulichung benutzen können.

Die Zahl der Blätter scheint starken Schwankungen unterworfen zu sein, sowohl nach Gattungen als nach Arten.

So fand SCHEEL z. B. für die Ente 4—5, für die Gabelweihe 11—12, für die Dohle 17—18 sich kreuzende Faserlamellen.

Bei *Strix noctua* beträgt nach MICHEL die Zahl der Blätter 5, während bei *Strix ulula* nach SINGER und MÜNZER „die Durchflechtung mittelst nur zweier dicker Blätter“ erfolgt.

Säugetiere: Trotz der zahlreichen und ausgedehnten Specialuntersuchungen ist es bis heute noch keineswegs zu einer einheitlichen Anschauung in Beziehung auf die Kreuzungsverhältnisse im Chiasma dieser Tiere gekommen.

Während nämlich die einen²⁾, an ihrer Spitze MICHEL (46, 48) — auch KÖLLIKER (40) scheint mehr zu dieser Ansicht zu neigen — standhaft für eine totale Kreuzung, gerade auch bei den Säugetieren eintreten, wollen die anderen³⁾, die Anhänger

1) BIESIADECKI (7): Huhn, Truthahn, Taube (durch exp. Untersuchung), Krähe.

SCHEEL (63): Taube, Huhn, Ente, Dohle, Gabelweihe.

MICHEL (46): Huhn, Taube, Mäusebussard.

GUDDEN (30): Taube, Eule.

SINGER und MÜNZER (65): Taube, Eule.

KÖLLIKER (40): Huhn.

2) BIESIADECKI (7), SCHEEL (63), MANDELSTAMM (45) (Kaninchen, Mensch).

3) BERNHEIMER (6) (Mensch); DELBRÜCK (16) (Mensch); DÉJERINE (15) (Mensch); SCHLAGENHAUFER (64) (Mensch); GRÜTZNER (29) (Mensch); VITZOU (72) (Hund); SINGER und MÜNZER (65) in Ueber-

GUDDEN's, mit ebenderselben Sicherheit, und ebenfalls gestützt auf experimentelle, resp. pathologisch-anatomische Studien, für einen Teil der Säuger wenigstens, eine partielle Kreuzung gefunden haben.

In der That scheinen dann auch die Resultate einiger Untersuchungen, wir möchten u. a. diejenigen von GUDDEN (30, 31, 32, 33), GANSER (24), SINGER und MÜNZER (65), DARKSCHEWITZ (14) nennen, unzweideutig für das Vorkommen einer partiellen Kreuzung zu sprechen.

Die ungekreuzten Fasermassen sollen nach den einen, zu einem Bündel vereinigt, verlaufen, nach anderen Autoren sind sie mit den sich kreuzenden im Tractus sowohl als im Nerven vermengt, wie dies von SINGER und MÜNZER für das Chiasma des Kaninchens und Hundes nachgewiesen wurde; und zwar soll die Zahl der ungekreuzten Fasern immer bedeutend geringer sein als die der gekreuzten.

MICHEL führt nun gerade diesen letzteren Befund, wie KÖLLIKER (40) betont, wohl mit Recht gegen diejenigen ins Feld, welche sich die Deckung der Gesichtsfelder und die Entstehung der gleichseitigen Hemianopsie beim Menschen aus der partiellen Kreuzung im Chiasma zu erklären suchen. Denn wenn diese Ansicht richtig wäre, müßten wohl gekreuztes und ungekreuztes Bündel, welche ja die gleichseitigen Retinahälften beider Augen versorgen sollen, von gleicher Stärke sein.

Die Kreuzung vollzieht sich bei den Säugern in der Weise, daß die Bündel, zu welchen sich die Fasern zusammenschließen, ein Flechtwerk bilden, wobei es sich herausgestellt hat, daß dieses um so feiner befunden wird, je höher der betreffende Säuger im System steht. Beim Menschen kreuzen sich schließlich die einzelnen Fasern untereinander.

Kehren wir nun wieder zum Chiasma der Amphibien zurück

einstimmung mit GUDDEN (Hund, Katze, Kaninchen); HANNOVER (34) (sämtliche Säuger, Commissura arcuata anterior); DEXLER (17) (Pferd); DARKSCHEWITZ (14) (Mensch); GANSER (24) (Katze); HEBOLD (36) (Mensch); STILLING (69) (Mensch, Hund, Pavian; nach STILLING kommt auch eine C. arcuata anterior HANNOVER vor); CRAMER (13) (Mensch); HOSCH (38) (Mensch); v. MONAKOW (50) (Mensch, Katze); BECHTEREW (3) (Hund); HELLENDALL (37) (Mensch).

und prüfen wir an Hand unserer Litteraturangaben, inwiefern dasselbe einer erneuten Untersuchung benötigt.

Was den Kardinalpunkt, die Frage nach der totalen oder partiellen Kreuzung anbetrifft, so dürfen wir wohl nach den übereinstimmenden Resultaten der meisten, namentlich aber der neueren Forscher für die Amphibien eine totale Kreuzung annehmen.

Immerhin erachten wir es nicht für überflüssig, dieser Frage auch unsererseits noch einmal etwelche Aufmerksamkeit zu schenken, denn wir müssen berücksichtigen:

1) daß, wie zu Anfang schon angedeutet, die betreffenden Untersuchungen sich meist auf die gleichen Species: *Rana esculenta* und *Rana temporaria*, beziehen;

2) daß ferner einerseits die älteren Autoren sich meist damit begnügten, die totale Kreuzung zu konstatieren, ohne anzugeben, welche Bilder sie zu einer solchen Annahme veranlaßten; andererseits wiederum die Resultate unserer Forscher Arbeiten entstammen, die zum Zwecke allgemeiner hirnanatomischer Studien angestellt wurden, bei welchen wohl kaum dem Chiasma jene specielle Aufmerksamkeit geschenkt wurde, wie sie die Lösung besonders dieser Frage erheischt;

3) daß die experimentelle Methode, welche uns wohl den besten Einblick in die Kreuzungsverhältnisse der Sehnerven zu geben vermag, bis jetzt erst einmal mit Erfolg bei den Amphibien, und zwar von WLASSAK (78) angewendet wurde.

Weniger einig sind die Forscher in Beziehung auf die Frage, welche sich mit der Art und Weise der Kreuzung befaßt.

Wir finden hier hauptsächlich zwei Ansichten vertreten. Die eine, zuerst von CARUS ausgesprochene und bis zum Erscheinen von SCHEEL's Arbeit allein giltige, geht dahin, daß im Chiasma der Amphibien eine „blätterförmige Kreuzung“ stattfindet.

In gerade entgegengesetztem Sinne drücken sich BELLONCI, KÖPPEN und nach ihnen sämtliche Autoren bis auf den heutigen Tag aus, indem sie stets von einer „Kreuzung der Fasern“ reden.

Gleichsam im Centrum zwischen beiden Parteien stehend, haben SCHEEL, welcher gerade diesem Punkte besondere Aufmerksamkeit schenkte, und STIEDA, als die beiden einzigen, eine bündelweise Kreuzung konstatiert.

Eine Nachuntersuchung in dieser Hinsicht erweist sich somit als ein dringendes Postulat.

Sehr spärlich sind auch unsere Kenntnisse über den Verlauf der Fasern resp. Bündel im Chiasma bemessen.

Diejenigen Autoren, welche uns über den Faserverlauf im Chiasma, des Frosches wenigstens, etwas Näheres aussagen, sind WLASSAK und GAUPP (s. S. 197 u. 198); aber auch diese geben uns nur eine Schilderung des Verlaufes der dorsalen Fasermassen, während wir über denjenigen in der ventralen Chiasmupartie nichts vernehmen.

Etwelches Bild über den Verlauf der Opticusfasern im Chiasma könnten wir uns auch noch aus der Beschreibung BELLONCI's (s. S. 195—196) machen, wenn wir eben als Chiasma den ganzen Komplex, innerhalb welches sich die Opticusfasern kreuzen, betrachten und nicht, wie BELLONCI dies gethan hat, nur diejenigen Fasermassen dazu rechnen, welche auf möglichst direktem Wege vom Nerven, nachdem sie sich gekreuzt, in den Tractus übergehen.

Einen wesentlichen Punkt unserer Untersuchung wird also auch die Eruierung des Verlaufes der Opticusfasermassen im Chiasma, speciell auch in demjenigen der Urodelen, bilden.

Ferner müssen wir noch einen, wie wir sehen werden, nicht unwesentlichen Bestandteil des Chiasmas berücksichtigen, die Neuroglia, deren Vorkommen im Chiasma höherer Wirbeltiere von KALLIUS (39), MICHEL (47, 49), dann namentlich GREEF (28) und DE BONO (9) beschrieben worden ist, über deren Existenz und Anordnung im Amphibienchiasma wir aber noch gar nichts Näheres wissen.

Und endlich werden wir uns auch noch, insofern dies bei den von uns angewandten Methoden und Schnittdicken möglich ist, mit den in der Nähe des Chiasmas gelegenen Kommissuren-systemen und Faserkreuzungen zu befassen haben.

Wie schwierig es ist, über die hier vorliegenden Verhältnisse ins Klare zu kommen, dafür sprechen wohl die zahlreichen und, wie wir aus der untenstehenden Zusammenstellung ersehen können, meist verschieden gedeuteten Befunde.

Immerhin scheinen nach EDINGER (21) und nach GAUPP (25) im caudalen Chiasmawinkel drei typische Fasersysteme vorzukommen, die wir auch bei den Vertretern anderer Vertebratenklassen wiederfinden können, über deren Anfang- und Endstation zur Zeit noch ziemliches Dunkel besteht, das einzig und allein durch eine exakte experimentelle Prüfung gehoben werden kann.

BELLONCI (4):	1) Kreuzg. der Peduncularfasern. Urspr.: Pars peduncularis cerebri; zum größten Teil, Nucleus peduncularis. Ende: unbekante Stelle des Vorderhirns.	2) C. inferior. Entstammen größtenteils dem Corp. posterioris, auch dem C. genicul. int.	3) Kreuzg. d. Fibræ ansulatae. Urspr.: Seiten des dritten Ventrikels. Ende: Corp. genicul. internum u. Nucleus peduncularis.	4) Kreuzg. d. Fasern ei.
KÖPFEN (41):	1) Kreuzg. d. Commissur des Chiasmus. Entspr. den beiden Tract. optic.	2) Commissura transversa Halleri.		
EDINGER (20):	1) Decussatio postoptica. Urspr. u. Ende unbekannt.	2) Dec. transversa ¹⁾ . Entstammen dem Mittelhirndach.	2) Opticoides Bündel. Urspr.: graue Substanz des Zwischenhirns. Ende: Mittelhirndach.	
WLAŠAK (78):	1) Dec. postchiasmatica. Urspr.: Gangl. ectomillare. Ende: unbekannt.	2) Dec. transversa. Entstammen dem eaudalsten Absch. d. Lob. opt., sowie dem Gangl. isthmi u. Corp. quadrig. poster. (GAVRR).	3) Dec. suprafundibularis. Urspr.: centrales Höhlengrau des Zwischenhirns. Ende: unbekannt.	
EDINGER (21): GAURP (25):				

1) Nach WLAŠAK (78) läßt sich die Decussatio transversa nicht mit der C. inferior BELLONCI's vergleichen, wie dies EDINGER gethan hat, sondern mit dessen Fibræ ansulatae. Es wäre nach WLAŠAK die Decussatio transversa Edg. also unter diese Rubrik zu versetzen, wodurch sie auch über WLAŠAK's opticoides Bündel zu stehen käme, welches Fasersystem er mit der D. transversa Edg. identifiziert (l. c. S. 17).

Die Anordnung der Tabelle ist folgende: Links stehen die Namen der Autoren, in gleicher Höhe, von links nach rechts, die von ihnen im caudalen Chiasmawinkel gefundenen Fasersysteme, wie sie sich in ventro-dorsaler Richtung folgen. Unter den Bezeichnungen derselben sind jeweilen Ursprung und Ende, insofern diese von den Forschern eruiert werden konnten, angegeben. Senkrecht untereinander stehen diejenigen Fasersysteme, welche jeweilen für identisch erklärt wurden.

Untersuchungsmaterial und Technik.

Für unsere Untersuchungen wurden verwendet, aus der Ordnung der Urodelen:

- 1) Triton cristatus LAUR.
- 2) Salamandra maculosa LAUR.
- 3) Amblystoma mexicanum COPE

Aus der Ordnung der Anuren:

- 1) Rana esculenta L.
- 2) Rana muta LAUR.
- 3) Rana arvalis NILSSON
- 4) Rana mugiens MERR.
- 5) Bufo vulgaris LAUR.

Präparation: Bei den Urodelen, wo sich das kleine Gehirn in frischem Zustande nicht leicht ohne Verletzungen aus der Schädelkapsel heben läßt, wurde so vorgegangen, daß wir jeweilen zuerst an dem abgetrennten Kopfe das Schädeldach entfernten, um dann die Fixierungs- resp. Härtungsflüssigkeit einwirken zu lassen. Nach erfolgter Härtung wurde dann das Gehirn sorgfältig aus dem Schädel herausgelöst, wobei wir besonderen Wert darauf legten, die beiden Sehnerven möglichst nahe am Foramen opticum zu durchtrennen, um sie auf eine größere Strecke zu erhalten.

Die voluminöseren Anurengehirne wurden in frischem Zustande der Schädelkapsel entnommen, so zwar, daß wir nach Abheben des Schädeldaches die Medulla oblongata an ihrem caudalen Ende durchschnitten, dieses mit der Pincette erfaßten und jetzt, die Gehirnnerven in caudo-nasaler Richtung durchtrennend, das Gehirn allmählich heraushoben.

Fixation und Färbung: Es wäre das Nächstliegende gewesen, uns zur Herstellung der Präparate der WEIGERT'schen Markscheidenfärbung zu bedienen. Doch in Anbetracht des Umstandes, daß wir zwecks Herstellung sehr feiner Schnitte und lückenloser Serien unsere Objekte in Paraffin einbetten mußten, glaubten wir uns nach anderen geeigneten Methoden umsehen zu müssen.

WLASSAK (78) hat allerdings mit jener Methode (Kupferacetat-Hämatoxylin-Boraxferridcyanalium) schöne Schnittpräparate von in Paraffin eingebetteten Froschgehirnen erhalten, allein, so zuverlässig ihre Anwendung auf lose Celloidinschnitte ist, so launisch scheint sie, nach unseren Erfahrungen wenigstens, bei ihrer Anwendung für aufgeklebte Paraffinschnitte zu sein.

Als einfache und zuverlässige Methode, die ein rasches Arbeiten gestattet, erwies sich folgende:

Fixieren und Härten der Gehirne in 95-proz. Alkohol während ca. 24 Stunden. Einbettung in Paraffin, Schneiden und Aufkleben vermittelt warmen Wassers. Trocknen lassen. Lösen des Paraffins und successives Ueberführen in BÖHMER'sches Hämatoxylin (mäßig verdünnt). Nach intensiver Färbung werden die Präparate dann mit Leitungswasser ausgewaschen. Einschluß in Kanadabalsam.

Es färben sich so die Nervenfasern, ebenso die Kerne und die groben Fasern der Neuroglia.

Ebenfalls sehr schöne Bilder erhielten wir nach Fixation mit ZENKER'scher Flüssigkeit — von SCHAPER (62) neuerdings für das Centralnervensystem empfohlen — und darauf folgender Färbung mit MALLORY'schem Hämatoxylin (44).

Ganz brauchbare Bilder bekamen wir auch durch Behandlung nach der APÁTHY'schen Methode (Sublimat-Alkohol-Goldchlorid-Ameisensäure), sowie durch Färbung mit ammoniakalischem Karmin, nach vorhergehender Fixation in MÜLLER'scher Flüssigkeit.

Zur Herstellung der Degenerationsbilder bedienten wir uns der MARCHI'schen Methode (LEE und MAYER, Grundzüge d. mikroskop. Technik, S. 339).

Die feineren Formverhältnisse der gliösen Elemente versuchten wir vermittelt der doppelten Imprägnation nach RAMÓN Y CAJAL (57) (s. RAMÓN Y CAJAL, La rétine des vertébrés, La Cellule, 1893, p. 129) zur Darstellung zu bringen, wie sie von GREEF für das Studium der Neuroglia im Chiasma und den Sehnerven höherer Vertebraten mit Erfolg angewandt wurde. Trotz längeren Probierens wollte uns dies nicht gelingen, was offenbar mit der Inkonstanz dieser Methode zusammenhängt, welche sowohl von CAJAL als auch von GREEFF zugegeben wird.

Von großer Wichtigkeit für das Studium des Chiasmas sind nun außer guten Färbungen einmal die Anwendung verschiedener Schnittrichtungen, und zweitens die Auswahl der geeigneten Schnittdicken.

Was erstere anbetrifft, so wurden Serien in horizontaler, frontaler, sagittaler und in der von SCHEEL (63) [s. Einleitung S. 4] angegebenen Richtung geschnitten, und zwar jeweilen einige Serien.

Als geeignete Schnittdicken, die uns namentlich auch an Horizontalschnitten einen unzweideutigen Einblick in die Struktur des Chiasmas verschafften, erwiesen sich für das Anurenchiasma eine solche von 6μ , für das Urodelenchiasma eine von 4μ als die besten.

Für die Serien in den anderen Richtungen behielten wir für die Anuren diese Dicke bei, während wir für die Urodelen eine solche von 5μ wählten.

Urodelen.

Das Chiasma der Urodelen liegt vollständig zwischen der Pars basilaris der Lamina terminalis, welche durch den Recessus opticus etwas vorgewölbt ist und dem Lobus infundibularis eingebettet, so daß wir zunächst nichts von ihm erblicken können, und die beiden dünnen Optici ohne weiteres vom Gehirn abzugehen scheinen.

Durch dieses Verhalten, welches wohl früher hier und da zu der irrtümlichen Annahme führte, es fehle diesen Tieren ein Chiasma (s. S. 195), nähern sie sich sehr demjenigen anderer niederer Vertebraten, z. B. dem der Dipneusten.

Orientieren wir uns dagegen mit Hilfe einer stärkeren Lupe, dann können wir zwischen den genannten Hirnteilen einen sehr schmalen und kurzen, in frontaler Richtung ziehenden weißen Streifen, der sich jederseits in die beiden Sehnerven fortsetzt, beobachten. Wir haben hier offenbar den ventralsten Teil des Chiasmas vor uns.

Mikroskopische Untersuchung.

Zur Schilderung der Verhältnisse, wie sie uns eine mikroskopische Betrachtung des Chiasmas der Urodelen zeigt, benutzen wir Schnittserien, welche durch das Gehirn von Triton cristatus

LAUR. angelegt wurden, weil uns von dieser Species eine größere Anzahl von Objekten und somit ein reichlicheres Vergleichsmaterial zur Verfügung stand.

Typische Bilder, welche wir bei Durchmusterung einer Horizontalschnittserie (II) beobachten können, zeigen uns nun Folgendes.

Der erste Schnitt, welcher dem ventralsten Teil des Chiasmata entnommen ist, ruft zuerst, mit schwacher Vergrößerung betrachtet, den Eindruck hervor, als würden hier feine, unter sich anastomosierende Bündelchen nebeneinander von einer Seite zur anderen verlaufen.

Bei starker Vergrößerung jedoch und bei genauerer Beobachtung zeigt es sich dann aber, daß wir es hier allerdings mit einer aus feinen Bündelchen bestehenden Masse zu thun haben, daß aber diejenigen Stellen, die uns Anastomosen vortäuschen, nichts anderes sind als jene Punkte, wo sich die feinen, oft nur aus wenigen Fasern bestehenden Bündelchen unter sehr stumpfem Winkel kreuzen, um der entgegengesetzten Seite zuzustreben (Fig. 1, durch die schwarzen Linien angedeutet).

Nirgends können wir ein Bündelchen oder auch nur eine Faser nach der gleichen Seite umbiegen sehen, sondern es ziehen sämtliche Bündel in der Richtung von einem Nerven in den entgegengesetzten Tractus.

Hervorgehoben mag noch werden, daß wir von irgendwelchen, zwischen die Opticusfasermassen eingestreuten Zellelementen nichts sehen können.

Auf den folgenden Schnitten, auf welchen jetzt das Chiasma in immer größerer Ausdehnung getroffen ist, können wir in der Hauptsache ein ähnliches Verhalten konstatieren, nur daß die bündelweise Kreuzung auf einigen deutlicher zu sehen ist und die Breite der Bündel allmählich zunimmt.

Ein charakteristisches Bild zeigt uns Schnitt 23. Hier können wir deutlich sehen, daß die Bündel des einen Nerven bei ihrer Kreuzung mit denjenigen des anderen ein Flechtwerk bilden, ähnlich demjenigen einer „Strohmatte“, um uns des gleichen Ausdruckes zu bedienen, wie er öfters schon auf das Chiasma der Säugetiere angewandt wurde.

Diese Bündel, die jetzt wesentlich breiter als diejenigen aus den ventralsten Chiasmatapartien sind, nehmen nun folgenden Verlauf.

Diejenigen, welche von der nasalen Begrenzung des Nerven herkommen, kreuzen sich unter sehr stumpfem Winkel, um dann

unter ganz leichtem, nach vorn gerichtetem, konvexem Bogen in den entgegengesetzten Tractus überzugehen. Die mehr der axialen Zone des Nerven entstammenden Bündel verlaufen direkt nach der entgegengesetzten Seite, und zwar alle unter nahezu gleichem Winkel, so daß es hier niemals innerhalb des Chiasmakomplexes zu einem Ueberkreuzen der Bündel des gleichen Nerven kommt, wie wir das bei den Anuren öfters sehen werden. Die im Chiasma mehr caudal verlaufenden Bündel suchen, indem sie einen kaum merklich rückwärts gerichteten Bogen beschreiben, und sich ebenfalls wie erstere unter stumpfem Winkel kreuzen, den opponierten Tractus zu erreichen. (In Fig. 1 durch blaue Linien angedeutet.) Besonders mag noch hervorgehoben werden, daß wir trotz gewissenhafter Durchmusterung weder hier noch auf den vorhergehenden Schnitten ein Umbiegen auch nur eines einzigen Bündelchens nach dem gleichseitigen Tractus konstatieren konnten.

Ebensowenig konnten wir bis anhin irgendwelche Zelle im Chiasmagebiet beobachten, dagegen fallen uns zwischen den Opticusfasermassen dicke, dunkelgefärbte, das Chiasma unregelmäßig durchziehende Fasern auf. Wir werden uns mit diesen morphologischen Elementen, die, wie ich gleich bemerken will, nichts anderes sind als Fasern der Neuroglia, in einem besonderen Abschnitt zu befassen haben.

Endlich sei noch erwähnt, daß im caudalen Winkel des Chiasmas, innig mit dessen caudaler Partie und den beiden Tractus vermenget, wenig zahlreiche, etwas geschlängelte Fasern von einer Seite zur anderen zu ziehen scheinen. Mit absoluter Sicherheit können wir letzteres allerdings nicht für alle diese Fasern behaupten, da es einerseits sehr schwierig ist, sie von den hier verlaufenden Opticusfasern zu unterscheiden, andererseits sich ihr Verlauf nicht immer auf der ganzen Strecke in unzweideutiger Weise verfolgen läßt.

Wenn wir diesen Befund mit den betreffenden Angaben anderer Autoren vergleichen, dann dürfen wir diese Fasern wohl als der *Decussatio transversa* (*C. inferior* GUDDEN, nach BELLONCI [4], S. 8) angehörig, betrachten.

Gehen wir nun in dorsaler Richtung weiter, dann verändert sich das Bild zunächst nur insofern, als die caudal gelegenen Bündel jetzt, um in den entgegengesetzten Tractus zu gelangen, eine ganz allmählich immer stärker werdende S-förmige Krümmung beschreiben.

Schließlich gelangen wir in eine Region des Chiasmas, wo

jetzt auch die nasal gelegenen Bündel eine solche Krümmung beschreiben, was wohl damit zusammenhängt, daß jetzt sämtliche Bündel, deren Zahl und Stärke schon abgenommen hat — der Schnitt ist schon jenseits des größten Breitendurchmessers des Nerven geführt — sich unter einem viel spitzeren Winkel kreuzen als dies in den ventralen Teilen des Chiasmas der Fall war. (In Fig. 1 durch rote Linien angedeutet.)

Infolgedessen hat sich die Form des Flächenstückes, innerhalb welches sich die Bündel kreuzen, von derjenigen eines Rhombus mehr in diejenige eines Quadrates, das auf eine seiner Ecken gestellt ist, umgewandelt.

Zugleich hat sich auch der ganze Chiasmakomplex caudalwärts verschoben, so daß sich also jetzt die Bündel weiter rückwärts kreuzen als in den ventralen Zonen des Chiasmas, auf welches Moment von WLASSAK (78) und GAUPP (25) bei den Anuren (Frosch) schon aufmerksam gemacht worden ist.

Schnitt 49, der uns das eben geschilderte Bild klar vor Augen führt, zeigt uns ferner, wie jetzt der proximale Teil des Nerven von seinem distalen Ende, das mehr quer getroffen ist, durch Substanz des Zwischenhirnes, die nun auch die Tractus durchzieht, getrennt ist.

Es erklärt sich dieses Verhalten einfach so, daß hier die Bündel des Sehnerven, dessen freies Ende nach auswärts und oben gerichtet ist, sich zunächst ventralwärts gegen das Chiasma hinwenden, um dann in dorsaler Richtung in die Substanz des Zwischenhirns einzudringen, sich hier mit denjenigen der anderen Seite zu kreuzen, und so den eigentlichen intracerebralen Teil des Chiasmas zu bilden.

Auf den folgenden Schnitten ändert sich nun das Bild des Chiasmas nur noch insofern, als die Bündel, wie schon einmal angedeutet, sowohl nach Zahl als nach Breite abnehmen. Es hat deshalb wohl keinen Zweck, noch weitere Schilderungen von Schnitten aus der dorsalen Chiasmaregion folgen zu lassen.

Dagegen müssen wir jetzt noch eines Fasersystemes Erwähnung thun, das wir erst hier antreffen und dessen Fasern noch sichtbar sind, nachdem diejenigen des Chiasmas schon aus dem Schnitt verschwunden sind.

Wir sehen nämlich auf den Schnitten aus den dorsalsten Partien des Chiasmas, caudal und ganz gesondert von diesem, dicke, dunkel gefärbte Fasern eine Kreuzung eingehen, welche letztere wir nach ihrer topographischen Lage, dem weiteren Ver-

lauf ihrer Fasern, mit Sicherheit als „Decussatio suprainfundibularis“ (s. S. 199 u. 204) ansprechen dürfen.

Uebersichten wir nun einmal die aus dem Studium von Horizontalschnitten gewonnenen Resultate, dann ergeben sich für den Aufbau des Urodelen-Chiasmas folgende wichtige Punkte:

1) Es lösen sich die beiden Sehnerven, bevor sie in das Chiasma eintreten, in zahlreiche feine Bündel auf, um sich unter Bildung eines Flechtwerkes total zu kreuzen.

Niemals erhalten wir Bilder, die auch nur den Verdacht auf eine blätterförmige Kreuzung, wie sie von den älteren Autoren (s. S. 193 u. 194) fast allgemein für die Amphibien angenommen worden ist, in uns erwecken könnten.

Dagegen müssen wir allerdings zugestehen, daß die Auflösung der Nerven in Bündel und die Verflechtung letzterer nicht auf allen Schnitten mit gleicher Deutlichkeit zu Tage tritt und es namentlich auf den ersten Blick hier und da den Eindruck machen mag, als kreuzen sich die einzelnen Fasern untereinander.

Bei genauerer Beobachtung, unter Zuhilfenahme stärkerer Vergrößerungen, und namentlich bei Wechsel der Einstellung konnten wir an Hand eines größeren Vergleichsmateriales jedoch konstatieren, daß es sich wirklich um eine Verflechtung von Bündeln handelt.

Wir werden diesen Befund im Verlaufe unserer Untersuchung auch noch auf andere Weise zu erhärten suchen.

Hand in Hand mit der eben beantworteten Frage geht die noch wichtigere: Findet sich hier im Chiasma eine totale oder partielle Kreuzung?

Um diese Frage entscheiden zu können, suchten wir, wenn immer möglich, den Verlauf der einzelnen Bündel durch den ganzen Chiasmabezirk zu verfolgen, wobei namentlich auch den lateralen Partien desselben, in welchen man nach Analogie der höheren Tiere die ungekreuzten Bündel vermuten könnte, eine besondere Aufmerksamkeit geschenkt wurde. Dies gelang denn auch meist in Anbetracht des Umstandes, daß einerseits die Dicke der Schnitte diesem Zwecke entsprechend gewählt wurde, andererseits die Bündel, wie wir ja gesehen haben, einen ziemlich regelmäßigen Verlauf nehmen.

Wie schon mehrmals betont, war es aber trotz sorgfältiger und wiederholter Prüfung nicht möglich, ein Bündel von einem Nerven in den gleichseitigen Tractus übergehen zu sehen.

Man könnte nun gegen dieses Argument einwenden, daß vielleicht gerade doch die ungekreuzten Bündel während ihres Verlaufes ihre Lage in dorso-ventraler Richtung verändern, und wir infolgedessen ihr Umbiegen nach der gleichen Seite übersehen haben.

Einem solchen Einwand müßten wir entgegenhalten, daß, wenn wir die ungekreuzten Bündel auch nicht in ihrem ganzen Verlaufe auf einem Schnitte verfolgen könnten, wir doch sicherlich, wenigstens einmal, eine Umbiegungsstelle hätten konstatieren müssen, was niemals der Fall war.

So gelangen wir denn, was diese Frage anbetrifft, für das Urodelen-Chiasma zu dem oben angeführten Resultate, das der unantastbaren Sicherheit wegen allerdings noch der Bekräftigung durch das Experiment bedarf, welches wir aus verschiedenen Gründen unterlassen haben.

2) Die Bündel, welche im mittleren Teile des Chiasmas am stärksten und zahlreichsten sind, von hier aus in dorsaler und ventraler Richtung sowohl nach Zahl als nach Masse abnehmen, kreuzen sich unter stumpfem Winkel, der in den ventralen Partien bedeutend größer ist als in den dorsalen.

Im ventralen Chiasmaabschnitt kreuzen sich die Bündel nasal und caudal unter so stumpfem Winkel, daß sie hier, zumal auf dickeren Schnitten, wo wir ihren Verlauf nur schwer feststellen können, Commissurensysteme vorzutäuschen imstande sind. Aber auch hier kann uns das eben angegebene Verfahren, d. h. das Verfolgen der einzelnen Bündel auf Schnitten von geeigneter Dicke (4μ), Aufschluß geben.

Wir gelangen so zu der Ueberzeugung, daß es bei den Urodelen eine Commissura arcuata anterior, wie sie verschiedene Forscher bei anderen Tieren gefunden und vermutet haben wollen, nicht giebt.

Nicht so einfach liegen die Verhältnisse im caudalen Teile des Chiasmas, wo die Opticusfasern mit Commissuralfasern vermischt verlaufen. Hier ist eine exakte Trennung nicht immer durchführbar.

3) Das ganze Chiasma wird durchsetzt von einem Neurogliagerüst, wie es von CALLIUS, DE BONO, namentlich auch von GREEF für das Chiasma anderer Wirbeltiere schon beschrieben worden ist.

Dieses Gerüst besteht hauptsächlich aus Fasern, während die Neurogliazellen im Chiasma entweder ganz fehlen oder doch nur außerordentlich spärlich vorhanden sind, sich dagegen im Nerven in größerer Anzahl vorfinden.

Dieser Mangel von Neurogliazellen innerhalb des Chiasmas findet sich, wie ich gleich vorgreifend bemerken will, wenn auch nicht in so hohem Grade, ebenfalls im Chiasma der Anuren und erinnert an ein ähnliches Verhalten des Reptilienchiasmas, wie es von STUDNICKA (70) in seinen „Untersuchungen über den Bau des Sehnerven der Wirbeltiere“ beschrieben worden ist.

Wir werden am Ende unserer Schilderung noch näher auf diese Verhältnisse zu sprechen kommen.

Von den caudal in unmittelbarer Nähe des Chiasmas gelegenen Fasersystemen läßt sich, wegen ihrer isolierten und typischen Lage, leicht die Decussatio suprainfundibularis konstatieren.

Des weiteren haben wir längs der caudalen Begrenzung des Chiasmas und zum Teil noch in demselben verlaufende Fasern gesehen, die wir mit Rücksicht auf ihre Topographie mit denjenigen der Decussatio transversa identifizierten.

Diese Fasern sehen wir besonders gut auf Präparaten, die nach APATHY (s. S. 206) behandelt wurden, und ähnliche können wir hier dann auch auf Schnitten aus mehr ventral gelegenen Partien des Chiasmas beobachten, ob diese nun der am meisten ventral gelegenen Decussatio postoptica, oder noch der Decussatio transversa angehören, vermochten wir nicht zu unterscheiden; denn dazu müßten wir ihren Verlauf, der, wie wir ja gesehen haben, ohnehin schwierig festzustellen ist, centralwärts verfolgen können, was sich auf den dünnen Schnitten, wie wir sie für unsere Untersuchungen benötigten, nicht wohl bewerkstelligen ließ.

Suchen wir nun unsere Befunde an Serien, die in verschiedenen zweckentsprechenden Richtungen geschnitten sind, auf ihre Richtigkeit zu prüfen.

Beginnen wir mit einer Frontalschnittserie und betrachten wir Schnitte, die gegen das Chiasma hin gelegen sind, dann können wir zunächst einmal beobachten, wie die Wand des Recessus opticus, welche aus einer mehrschichtigen Lage von Zellen (centrales Grau) besteht, und in ihrem nasalen Teile ventralwärts etwas ausgebuchtet ist, eine schwache, ganz allmählich zunehmende Verdickung ihres Bodenteiles zeigt und sich zugleich hier schwach gegen das Lumen des Recessus opticus vorwölbt.

Auf einem Schnitte nun, in der unmittelbaren Nähe des na-

salen Chiasmawinkels gelegen, sehen wir die beiden Sehnerven längsgetroffen. Sich zum Uebergang in das Chiasma anschickend, legen sie sich mit ihrem proximalen Ende an die seitliche Begrenzung der Recessuswand an, und lassen folgendes Verhalten in Beziehung auf den Verlauf ihrer Bündel erkennen: Diejenigen, welche aus der ventralen Nervenhälfte kommen, tendieren auf direktem Wege nach der entgegengesetzten Seite, während die dorsal gelegenen in medio-dorsaler Richtung verlaufen (s. Fig. 2).

Auf den nächstfolgenden Schnitten nähern sich nun die beiderseitigen Nervenbündel einander immer mehr, so zwar, daß die in der ventralen Abteilung gelegenen ungleich rascher der Mediane zustreben als die des dorsalen Nervenabschnittes, welche, je weiter dorsal gelegen, um so weiter noch voneinander entfernt sind.

Mit der Annäherung der Bündel an die Mediane hält ein vollständiger Schwund der Zellen der ventralen Recessuswand Schritt, der in ventro-dorsaler Richtung fortschreitet.

Schließlich kommt es in der ventralen Partie zum Kontakt und zur Vermischung der Bündel beider Seiten, und zwar beinahe zugleich in der ganzen Höhe der ventralen Chiasmapartie; es gesellen sich nämlich auf den folgenden Schnitten noch die Bündel des ventralsten Abschnittes des Chiasmas hinzu, die sich etwas hinter dem nasalen Rande des Chiasmas, den wir jetzt getroffen haben, kreuzen (Fig. 3).

Dorsal haben sich die Bündel in der oben angegebenen Weise einander genähert und so sehen wir dann, wenn wir in der Betrachtung unserer Serie in caudaler Richtung weiter schreiten, wie sich ganz allmählich auch die Bündel dieser Zone treffen resp. kreuzen, und schließlich gelangen wir zu einem Schnitt, der uns jetzt folgendes zeigt:

Die Bündel des ventralen Chiasmaabschnittes gehen direkt in die Tractus, deren nasale Begrenzung wir jetzt getroffen haben, über, während wir dorsal immer noch Fasermassen resp. Bündelchen sehen können, die sich noch nicht gekreuzt haben (Fig. 4).

Schließlich kreuzen sich auch diese und wir haben jetzt den caudalsten und zugleich dorsalsten Teil des Chiasmas erreicht. Die Tractus, deren mehr central resp. dorsal gelegenen Abschnitte von Zwischenhirnsubstanz und noch mehr caudal von den Fasern des medialen Vorderhirnbündels durchsetzt sind, berühren sich jetzt ventral nicht mehr ganz; wir haben hier schon ihre caudale Begrenzung überschritten (Fig. 5).

Auf noch weiter caudal gelegenen Schnitten sehen wir nun-

mehr unmittelbar unter der ventralen Wandung des dritten Ventrikels die Fasern der Decussatio suprainfundibularis, seitlich die noch getroffenen caudalen Teile der Tractus, und ventral eine länglich-ovale Masse von Kernen (Fig. 6).

Wir haben in letzterer das Grau der nasalen Wand des Lobus infundibularis getroffen.

Wie leicht einzusehen ist, bestätigt die eben gegebene Beschreibung unsere aus der Betrachtung von Horizontalschnitten gewonnenen Resultate in verschiedenen Beziehungen.

Namentlich beweist sie uns auch die Richtigkeit der Beobachtung, daß, je dorsaler wir rücken, sich der Kreuzungskomplex um so mehr caudalwärts verschiebt. Sahen wir doch ganz dorsal sich eben erst die letzten Bündel kreuzen, während ventral schon nichts mehr von dem Chiasmakomplex zu sehen war; wir haben hier dessen caudale Grenze schon auf Schnitten, die viel weiter vorn in der Serie gelegen sind, beobachtet.

Ferner finden wir auch das Moment bestätigt, daß sich ventral im Chiasma die Bündel unter viel stumpferem Winkel kreuzen, als dies dorsal der Fall ist. So sehen wir ventral die Bündel mehr oder weniger direkt aufeinander zulaufen, so daß wir deren Annäherung und Zusammentreffen resp. Kreuzen bei Durchmusterung ganz weniger hintereinander gelegener Schnitte konstatieren können. Dorsal dagegen nähern sich die Bündel nur ganz allmählich, d. h. wir müssen eine größere Anzahl von hintereinander liegenden Frontalschnitten durchgehen, um die Kreuzung der Bündel jeweilen in einer bestimmten Etage des Chiasmas festzustellen.

Des weiteren zeigt uns diese Serie auch deutlich die Armut des Chiasmas an Neurogliazellen und deren Anordnung im Nerven; auf letzteren Punkt werden wir später zurückkommen. Was den ersteren anbetrifft, so konnten wir nur selten einmal auf einem Schnitte eine vereinzelt Zelle konstatieren.

In Beziehung auf die hinter dem Chiasma gelegenen Fasersysteme konnten wir weder aus der Betrachtung dieser, noch anderer Frontalschnittserien etwas Neues eruieren, ja es ließen sich überhaupt hier nur die Fasern der Decussatio suprainfundibularis mit Sicherheit feststellen.

Zum Schlusse unserer Betrachtung über das Chiasma von Triton cristatus LAUR. erübrigt uns noch, den Befund, daß sich hier die Opticusfasern zu Bündeln gefaßt kreuzen, zu erhärten, um so mehr, als man nach den Untersuchungen neuerer und neuester

Zeit (sie beziehen sich zwar alle, wie wir gesehen haben, auf das Anurenciasma) leicht eine faserweise Kreuzung für sämtliche Amphibien vermuten könnte.

Es wäre nun sehr naheliegend gewesen, die von SCHEEL geübte Schnittrichtung (s. S. 194) zu diesem Zwecke einzuführen, allein nach dem über den horizontalen Verlauf der Bündel Erwähnten ist dieses Verfahren hier, wie wir uns überzeugt haben, für den ventralen Abschnitt des Chiasmata wenigstens nicht verwendbar. Wir mußten deshalb auf eine Schnittrichtung bedacht sein, welche uns diese Verhältnisse für den ganzen Chiasmakomplex klarlegte. Es stellte sich dann heraus, daß Schnitte, in der Sagittalrichtung hergestellt, diesem Zwecke am ehesten entsprechen.

Schnitte, die möglichst nahe der Medianebene entnommen sind, zeigen uns nun folgendes Verhalten in Beziehung auf das Chiasma:

Der Komplex desselben stellt ein von unten vorn nach oben hinten stark geneigtes Längsoval dar, dessen dorso-caudales Ende sich allmählich verjüngt, während dessen naso-ventraler Teil ganz schwach über die Masse des Zwischenhirns vorragt. Fig. 23.

In diesem Komplex sehen wir nun, bei einer Vergrößerung mittlerer Stärke, die Quer- resp. Schiefschnitte der Fasern zu größeren oder kleineren Paketen angeordnet, die neben- und übereinander liegen, bald größere, bald kleinere Lücken zwischen sich lassend.

Die Pakete sind nun in der mittleren Chiasmaregion am breitesten — ihr Breitendurchmesser übertrifft den Höhendurchmesser bedeutend — während sie ganz ventral viel kleiner sind und auch dorsalwärts successive an Größe abnehmen.

Es entsprechen diese Bilder vollständig dem, was uns Horizontalschnittserien zeigen, denn erstens können wir aus ihnen ersehen, daß wir es im Chiasma von Triton in der That mit einer bündelweisen Kreuzung zu thun haben. Zweitens bestätigen sie die Beobachtung, daß ganz ventral und dorsal die Bündel viel feiner sind als in der mittleren Zone des Chiasmata, wo sie mehr bandartig erscheinen.

Ferner können wir in dem verjüngten dorsalen Teile auch konstatieren, wie die Bündelchen nicht nur immer feiner, sondern auch nach Zahl stets geringer werden.

Es ist also der Beweis geleistet, daß wir im Chiasma von Triton cristatus LAUR. eine bündelweise Kreuzung haben.

Wie steht es nun mit der Struktur der Chiasmen vom Axolotl und Salamander?

Wir können uns da kurz fassen, denn Schnitte, die wir in den verschiedenen angegebenen Richtungen durch das Gehirn dieser Tiere legten, ergaben uns bezüglich des Chiasmas genau die nämlichen Resultate, wie wir sie beschrieben haben, wobei ja allerdings Unterschiede in Beziehung auf die Zahl der Bündel bestehen mögen. Es ist dies jedoch ein Faktor, der auf die Strukturverhältnisse ohne wesentlichen Einfluß ist.

Gehen wir nun zu dem Studium des Anurenchiasmas über und schauen wir, welche Verschiedenheiten resp. Ähnlichkeiten sich zwischen dem Aufbau dieses und demjenigen der Urodelen ergeben.

Anuren.

Im Gegensatz zu den Urodelen können wir hier schon mit unbewaffnetem Auge die Existenz eines Chiasmas konstatieren, indem dessen ventrale Partie frei zwischen der Pars basilaris der Lamina terminalis und dem Lobus infundibularis vorragt.

Es lassen sich also an dem Anurenchiasma, wie ich schon jetzt bemerken will, in Beziehung auf seine Lage zum Gehirn drei Abschnitte konstatieren, nämlich ein intracerebraler, ein zwischen den beiden genannten Gehirnteilen gelegener und ein extracerebraler.

Aus dem Chiasma gehen nun die beiden starken Sehnerven unter viel kleinerem Winkel ab, als dies bei den oben genannten Tieren der Fall war, was wohl mit der größeren Konvergenz der Augen bei den Anuren zusammenhängt.

Mikroskopische Untersuchung.

Auch hier wollen wir mit der Betrachtung von Horizontalschnitten beginnen, da solche wohl am geeignetsten sind, uns einen Einblick in den Bau des Chiasmas zu gestatten, und zwar benutzen wir dazu eine Serie durch das Gehirn von *Rana esculenta* L.

Auf Schnitten, die den ventralsten Partien entnommen sind, fallen uns in der Gegend des Chiasmas hauptsächlich zwei Fasermassen auf, die sich in Beziehung auf ihre Anordnung verschieden verhalten:

Einmal eine solche, deren feine, mehr oder weniger stark geschlängelte Fasern in naso-caudaler Richtung verlaufen und sich

der nasalen Begrenzung des Chiasmas zuwenden, um sich zwischen den dicken, unregelmäßig verlaufenden Fasern, welche die Hauptmasse des zweiten Faserkomplexes ausmachen, zu verlieren.

Diese bilden ein wirres Netz, das sich von dem helleren Untergrund deutlich abhebt und lateral sowohl als auch caudal von einer dunkleren Zone umrahmt wird.

Letztere besteht nun aus Fasern, welche, trotzdem sie teilweise nur auf eine kurze Strecke zu verfolgen sind, deutlich eine Anordnung zu einigen breiten, sich unter stumpfem Winkel kreuzenden Bündeln erkennen lassen. (Ihr Verlauf ist auf Fig. 7 mit schwarzen Linien angedeutet.) Diese Bündelkreuzung repräsentiert uns den ventralsten Teil des Chiasmas, in dessen nasalem Winkel hier Gliafasern ausgespannt sind.

Es ist noch hervorzuheben, daß sich in den genannten Fasermassen eine Anzahl rundlicher bis länglich-ovaler Kerne befinden, die fein granuliert und von einer hellen, ungefärbten Zone umgeben sind, die ihrerseits unregelmäßig, zackig konturiert ist.

Wir haben es hier mit den nämlichen Elementen zu thun, die uns auch im Chiasma der Urodelen, wenn auch außerordentlich spärlich, begegnet sind. Es sind dies Gliazellen.

Auf einem etwas dorsaler gelegenen Schnitte ist schon ein größerer Teil des Chiasmas und der aus ihm hervorgehenden Optici getroffen, so daß es uns jetzt möglich ist, die Anordnung und den Verlauf der Opticusfasern auf eine größere Strecke zu verfolgen.

Vorerst sei betont, daß sowohl auf diesem Schnitt als auch auf den vorhergehenden keine Faser zu entdecken ist, die nach der gleichen Seite, von der sie hergekommen, abgelenkt wäre, d. h. die auf der nämlichen Seite bleiben würde. Sondern es streben alle Opticusfasern, zu Bündeln angeordnet, die vom rechten und linken Nerven kommen, in medio-caudaler Richtung einander zu; und zwar neigen die caudaler gelegenen unter einem steileren Winkel gegeneinander, als die nasal verlaufenden, feineren, welche sich unter sehr stumpfem Winkel kreuzen und auf eine viel kürzere Strecke als die ersteren zu verfolgen sind.

An einigen Stellen können wir auch beobachten, daß sich die Bündel auf die nämliche Weise wie bei den Urodelen, d. h. nach Art eines Flechtwerkes kreuzen, indem diejenigen der einen Seite abwechselnd bald über, bald unter einem sie kreuzenden Bündel der anderen Seite verlaufen, was durch Einstellungswechsel leicht zu konstatieren ist.

Der ganze Chiasmakomplex ist durchsetzt von Gliafasern und einigen Gliazellen.

Was nun die oben beschriebenen, in naso-caudaler Richtung verlaufenden Fasern anbetrifft, so können wir sie auf diesem Schnitte nur noch eine kurze Strecke weit verfolgen, da sich jetzt der nasale Rand des Chiasmas wesentlich nach vorn verschoben und sich der Ursprungsstelle jener genähert hat.

Vor dem Chiasma sehen wir nämlich eine Zellmasse getroffen, deren Elemente ganz ähnliche zu sein scheinen, wie wir sie auch im Chiasma und in den Optici finden, und wie sie oben schon kurz beschrieben wurden.

Aus diesem Zellkomplex treten nun jene Fasern heraus, um sich, wie bereits erwähnt, im nasalen Teile des Chiasmas zu verlieren, gleichsam zwischen beiden ausgespannt.

Schreiten wir bei der Betrachtung unserer Serie in dorsaler Richtung weiter, dann können wir leicht folgenden Verlauf der aus beiden Optici tretenden Bündel, die „alle“ auf die entgegengesetzte Seite übergehen, konstatieren. In Fig. 7 durch blaue Linien angedeutet.

Die im Nerven gegen den lateralen Chiasmawinkel gelegenen Bündel beschreiben einen caudalwärts gerichteten, stark konvexen Bogen, um sich in dem caudalen Chiasmabezirk unter sehr stumpfem Winkel mit den entsprechenden der anderen Seite zu kreuzen.

Diejenigen Bündel, welche mehr aus der axialen Gegend des Nerven kommen, haben im allgemeinen einen ähnlichen Verlauf, wie sie ihn bei den Urodelen (s. S. 209) aufweisen, d. h. sie gehen mehr oder weniger direkt auf die entgegengesetzte Seite. Ihr Kreuzungswinkel ist kleiner als derjenige der ersteren.

Die im Nerven gegen den nasalen Chiasmawinkel gelagerten Bündel endlich verlaufen zunächst in frontaler Richtung, um sich dann in schwachem, nach vorn konvexem Bogen auf die laterale Seite des entgegengesetzten Tractus zu wenden.

Diejenigen Bündel, welche die nasale Begrenzung des Chiasmas bilden, kreuzen sich auch hier unter so stumpfem Winkel, daß man leicht in Versuchung geraten könnte, falls man sich nicht die Mühe nimmt, die einzelnen Fasern resp. Bündel in ihrem weiteren Verlauf zu verfolgen, hier eine Commissur anzunehmen oder doch wenigstens zu vermuten, wie dies KÖPPEN (s. S. 197) gethan hat. Allein bei genauerer Beobachtung und beim Vergleichen zahlreicher Schnitte läßt sich mit Sicherheit konstatieren,

daß eine solche nicht vorhanden ist, sondern die Bündel thatsächlich in den entgegengesetzten Tractus abbiegen.

Wenn wir uns nun vorstellen würden, die Bündel behalten stets den eben geschilderten Verlauf bei, so wäre dies ein Irrtum. Sehr oft kommt es nämlich vor, daß Bündel aus der axialen Gegend des Nerven sich nasal wenden, um, einen nach vorn konvexen Bogen beschreibend, auf die laterale Seite des entgegengesetzten Tractus zu ziehen, und umgekehrt sehen wir Bündel aus der nasalen Begrenzung des Nerven eine Richtung nach dem Innern des Chiasmas einschlagen, so daß dann eine Ueberkreuzung von Bündeln des gleichen Nerven, und zwar in demselben Niveau, entweder beim Uebergang in das Chiasma oder in diesem stattfindet, wodurch das Bild eines unregelmäßigen Flechtwerkes zustande kommt. Es ist dies ein Verhalten, durch welches sich das Anurenychiasma von demjenigen der Urodelen ebenso unterscheidet, wie durch das gleich zu erwähnende. Fig. 24.

Wir können hier nämlich fast auf jedem Schnitt innerhalb der Sehnervenkreuzung, über deren ganzes Ausbreitungsgebiet zerstreut, wenige, meist vereinzelt gelagerte Neurogliazellen beobachten.

Die oben beschriebene Zellmasse, aus der wir die in nasocaudaler Richtung verlaufenden Fasern hervorgehen sahen, hat sich nasal ausgedehnt und die Form eines mit der Basis an den nasalen Chiasmawinkel sich anlegenden Dreiecks angenommen, in dessen Mitte wir einen anfänglich runden, auf dorsalwärts gelegenen Schnitten mehr dreieckigen Hohlraum auftreten sehen.

Es geht eben die Schnittebene successive durch den Boden und das Lumen des Recessus opticus.

Auf einem mehr dorsaler gelegenen Schnitt sehen wir zu der Masse der Opticusfasern, deren Anordnung die gleiche, wie sie eben beschrieben wurde, ist, ein neues Fasersystem hinzutreten.

Wir können hier nämlich beobachten, wie sich Fasern, deren Verlauf von einer Seite zur anderen gerichtet ist, zwischen die Masse des Chiasmas und den gegen dasselbe hin gelegenen Teil des Lobus infundibularis hineinschieben.

Diese Fasern legen sich eng an die in dieser Region sich unter stumpfem Winkel kreuzenden Opticusbündel an, doch ist eine Trennung beider sehr wohl möglich, da sich hier, auf anderen Serien ist dies noch deutlicher zu sehen, zwischen beiden Zellen eingelagert finden, die gleichsam einen, wenn auch unvollständigen, Grenzcordon bilden.

Oft ist auch, nach den Bildern anderer Serien zu urteilen, die genannte Fasermasse ventral und medial eine Strecke weit von dem Chiasmakomplex getrennt, um erst in dorsaleren Partien, von den beiden Tractus aus, allmählich mit jenen zu verschmelzen. Hat die Vermischung stattgefunden, dann ist eine Unterscheidung zwischen beiden zunächst nicht mehr gut möglich.

Wir werden später wieder auf dieses Fasersystem zurückzukommen und dasselbe zu deuten haben.

Indem wir nun gegen den dorsalen Teil des Chiasmas vorrücken — es hat sich bis anhin der Verlauf der Bündel nicht geändert — können wir einmal beobachten, wie die Bogen, welche die gegen die nasale und caudale Begrenzung des Chiasmas hin liegenden Bündel beschreiben, sich allmählich ausglätten und wie letztere auf dem möglichst direkten Wege der entgegengesetzten Seite zustreben, so daß schließlich jetzt die mehr oder weniger parallel verlaufenden Bündel ein regelmäßiges Geflecht bilden.

Zugleich können wir eine successive Abnahme des naso-caudalen Durchmessers des Chiasmas konstatieren, die darauf beruht, daß der Breitendurchmesser des Nervenlängsschnittes resp. die Zahl und Dicke der sich kreuzenden Bündel immer geringer wird, je dorsaler gelegene Schnitte wir betrachten.

Auch sehen wir jetzt am Nerven, senkrecht zu dessen Längsachse, eine Einschnürung auftreten, die um so tiefer wird, je weiter dorsal wir uns wenden, bis schließlich der schmalere, horizontal geschnittene und central gelegene Teil des Nerven von seinem peripheren Ende, das mehr quer getroffen ist, vollständig gesondert ist.

Wir sind jetzt an der Stelle angelangt, wo der dorsalste Teil des äußerlich sichtbaren, etwas nach oben gebogenen Nerven in die Gehirnmasse eintritt.

In dieser Region können wir nun auch wieder deutlich ein im caudalen Chiasmawinkel gelegenes Fasersystem, dessen Breite hier ungefähr ein Drittel des naso-caudalen Chiasmadurchmessers beträgt, erkennen.

Eine Trennung zwischen diesen Fasern und den Opticusfasermassen läßt sich hier deshalb gut bewerkstelligen, weil erstere nasalwärts stark gelockert verlaufen, und so eine hellere Zone zwischen dem dunkleren Chiasmamrand und der Hauptmasse dieses Fasersystems, das wegen des caudalwärts dichteren Verlaufes seiner Fasern ebenfalls dunkel gefärbt erscheint, eingelagert ist.

Wir wollen gleich bemerken, daß wir hier, der Lage nach zu urteilen, offenbar die Decussatio transversa vor uns haben.

Schreiten wir bei der Betrachtung unserer Serie noch mehr in dorsaler Richtung weiter, dann muß es uns auffallen, daß, trotzdem wir den dorsalsten, also auch den schmalsten Teil des cylindrischen Nerven in die Gehirnmasse eintreten sahen, wir innerhalb derselben den Nerven doch noch in ziemlicher Breite getroffen sehen, und daß wir noch weit in unserer Schnittserie gehen müssen, um endlich auch die schmalste Partie des intracerebralen Opticusanteiles finden zu können.

Allein dieses Verhalten erklärt sich leicht, wenn wir, wie ich vorgreifend bemerken will, auf Frontalschnitten beobachten können, daß die Bündel des dorsalen Opticusabschnittes, nachdem sie in das Zwischenhirn eingetreten, in dorso-medialer Richtung aufsteigen, um sich mit denen der anderen Seite zu kreuzen.

Auch in diesen dorsalen Partien des Chiasmata findet eine bündelweise totale Kreuzung statt, welche hier, gerade wegen des schon erwähnten regelmäßigen Verlaufes der Bündel, oft in unzweideutigster Weise zu Tage tritt.

Der Winkel, unter dem sich diese kreuzen, ist entschieden ein kleinerer geworden, doch ist die Differenz zwischen dem Kreuzungswinkel in dieser Region und demjenigen, unter welchem wir das Gros der Bündel in den ventralen Zonen sich verflechten sahen, nicht so groß, wie dies bei den Urodelen der Fall ist. (Der Verlauf ist in Fig. 7 mit roten Linien angedeutet.)

Letzteres Verhalten ist darauf zurückzuführen, daß eben bei diesen sich die Bündel der ventralen Chiasmata unter viel stumpferem Winkel kreuzen, als das bei den Anuren der Fall ist.

In diesen dorsalen Regionen sehen wir nun auch eine allmähliche Lockerung der beiden Tractus, die jetzt in ihrem auf dem Schnitte peripher gelegenen, in Wahrheit aber mehr central gelegenen Teile quer getroffen sind, auftreten. Es lagern sich nämlich zwischen ihre Bündelchen einmal Substanz des Zwischenhirns und ferner in den ganz dorsal gelegenen Teilen die Fasern des medialen Vorderhirnbündels.

Frontalschnitte zeigen uns diese Verhältnisse in eklatanter Weise.

Ebenso tritt hier auch eine Lockerung und successive stärker werdende Abnahme des oben genannten, im caudalen Chiasmawinkel gelegenen Fasersystemes ein.

Caudal von den dorsalsten Chiasmupartien und auch noch auf Schnitten, wo wir von dem Chiasma nichts mehr entdecken können, sehen wir auch hier Fasern eines Systemes, das wir bei den Urodelen außerordentlich deutlich wahrnehmen konnten und auch dort (s. S. 210) etwas näher beschrieben wurde. Wir meinen nämlich die Decussatio suprainfundibularis.

Die Fasern dieser Kreuzung liegen hier viel weniger dicht bei einander als dies bei den eben genannten Tieren der Fall ist, wodurch das ganze System bei den Anuren auch weniger auffällt.

Wir gelangen somit zu der gleichen Anschauung wie BEL-
LONCI, dessen Fibrae ansolatae von GAUPP mit Recht oben ge-
nannter Faserkreuzung gleich gesetzt worden sind.

BELLONCI (4, S. 8) sagt nämlich von jenen: „Diese Fasern sind wenig deutlich bei Rana, springen etwas mehr in die Augen bei Triton“

Was resultiert nun aus der eben gegebenen Schilderung unserer Beobachtungen für die Kenntnis von dem Aufbau des Chiasmas von Rana esculenta L.?

1) Auch hier findet, wie bei den Urodelen, eine Verflechtung von Bündeln statt, die sich alle kreuzen.

Daß dem so ist, dafür lassen sich auch hier dieselben Argumente geltend machen, die wir schon auf S. 211 angeführt haben.

Es kommt uns dabei noch zu statten, daß hier die Bündel im allgemeinen viel breiter sind, als dies im Chiasma der Urodelen der Fall ist, wodurch uns einerseits der Nachweis ihrer Existenz erleichtert, andererseits eine faserweise Kreuzung weniger leicht vorgetäuscht wird.

Des weiteren ermöglicht uns dieser Umstand auch eine sicherere Feststellung ihres Verlaufes, was für die Lösung der Frage, ob wir hier eine totale oder partielle Kreuzung haben, von großer Wichtigkeit ist.

Wir werden in Beziehung auf letzteren Punkt noch besonders das Experiment reden lassen.

2) Die Bündel, welche in dem ventralen Chiasma-
abschnitt breiter sind als im dorsalen, wo sie immer feiner werden und an Zahl abnehmen, kreuzen sich im allgemeinen unter einem viel kleineren Winkel, als dies bei den Urodelen der Fall ist, wobei hervorzuheben ist, daß der Verlauf

in ersterem Abschnitt oft ein etwas unregelmäßiger ist (s. S. 220), während die Bündel dorsalwärts parallel verlaufen und sich hier dem Verhalten, wie wir es im Urodelenchiasma sahen, nähern.

Wir möchten hier noch einmal auf die interessante Erscheinung aufmerksam machen, daß sich einzelne benachbarte Bündel des nämlichen Nerven beim Uebergang ins Chiasma oder in demselben untereinander kreuzen.

Infolge dieses Verhaltens gehen einige Bündel allein während ihres Verlaufes von der Retina bis in den Tractus opticus eine dreifache Kreuzung ein. Denn erstens kreuzen sich die einzelnen Bündel beider Nerven im Chiasma gegenseitig, zweitens vollziehen manche die eben angeführte Kreuzung, und ferner kreuzen sich noch, wie zuerst¹⁾ NICATI (54) konstatiert hat, sämtliche Bündel jedes einzelnen Nerven bei ihrem Uebergange in die Retina unter sich selbst.

Diese letztere Kreuzung hängt mit der Verteilung der Bündel resp. Fasern in der Retina zusammen.

Welches Moment die zweite Umlagerung der Bündel veranlaßt, vermögen wir nicht zu entscheiden, wir haben dem Grunde auch nicht weiter nachgespürt. Doch scheint auch diese Kreuzung nicht zufällig zu sein, da wir sie immer in dem gleichen Chiasmaabschnitte antreffen und die in Frage kommenden Bündel immer aus dem zwischen Achse und nasalem Umfang des Nerven gelegenen Abschnitte entstammen. Es ist wohl möglich, daß es sich auch hier um eine Umlagerung mit Rücksicht auf die periphere oder centrale Endigung der Bündel resp. Fasern handelt.

3) Wie bei den Urodelen, so finden wir auch bei den Anuren ein reich verzweigtes Neuroglia-netz, in dem wir jetzt zahlreichere Neurogliazellen zerstreut finden.

Es sei bemerkt, daß der Ausdruck „zahlreicher“ mit Rücksicht auf das Chiasma der Urodelen angewandt ist, denn zahlreich sind auch hier die Neurogliazellen nicht vorhanden,

1) COLUCCI (12) stellt in seiner Arbeit den Sachverhalt so dar, wie wenn er zuerst bei diesen Tieren diese Kreuzung beim Uebergang in die Retina gesehen hätte. NICATI beschreibt sie schon 1871 für die Vögel und sagt, daß wir dasselbe Verhalten auch bei den Batrachiern finden.

namentlich finden sie sich im Gebiet der Sehnervenkreuzung in weitaus geringerer Menge vor, als dies in den Nerven der Fall ist.

Was endlich die caudal vom Chiasma gelegenen Fasersysteme anbetrifft, so haben wir in den ventralen Partien ein solches beobachtet, dessen Fasern sich in ventro-dorsaler Richtung eine Strecke weit ganz gut von den Opticusfasermassen unterscheiden lassen (s. S. 220 u. 221).

Wir stehen nicht an, dieses System wegen seiner Lage mit der *Decussatio postoptica* zu identifizieren.

Ferner haben wir dorsalwärts ein Fasersystem beobachtet, das, nach oben schwächtiger und lockerer werdend, sich successive von der Chiasmamasse loslöst.

Wir haben es hier ohne Zweifel mit Fasern der *Decussatio transversa* zu thun, wie bereits angedeutet wurde (s. S. 222).

Ihre ventrale Begrenzung vermochten wir ebensowenig festzustellen, wie die dorsale der *Decussatio postoptica*, denn beide verlaufen mit diesen Abschnitten so innig mit den Massen des Chiasmas vereinigt, daß es eben wohl kaum möglich ist, sie von diesen zu unterscheiden und ihre dorsale resp. ventrale Ausdehnung festzustellen.

Ganz dorsal, über der *Decussatio transversa* gelegen, können wir auch bei den Anuren mit Leichtigkeit eine *Decussatio suprainfundibularis* konstatieren.

Kontrollieren wir nun auch hier der Reihe nach die Resultate, die wir aus dem Studium von Horizontalschnitten gewonnen haben.

Die Behauptung, daß im Chiasma von *Rana esculenta* L. eine totale Kreuzung statthabe, erhält ihre unumstößliche Sicherheit einzig und allein durch die experimentelle Nachprüfung. Wir werden unsere Befunde, die wir auf diesem Wege erhalten haben, in einem besonderen Abschnitte: „Degenerationsversuche“ wiedergeben, möchten aber schon jetzt bemerken, daß diese in vollem Einklang stehen mit dem, was uns in dieser Hinsicht die oben gegebene Schilderung dargethan hat.

Wie steht es mit der bündelweisen Kreuzung?

Trotzdem unsere Befunde ganz mit denjenigen SCHEEL's übereinstimmen, die er vermöge seiner von ihm zuerst angewandten Schnitttrichtung (s. Einleitung S. 194) erzielt hat, erachten wir es doch nicht für überflüssig, gerade an Serien, die

wir auf die eben genannte Weise hergestellt haben, einmal unsere Resultate auf ihre Richtigkeit, dann aber auch die Methode auf ihren Wert zu prüfen.

Wir hatten dabei zugleich beabsichtigt, die Zahl der von jedem Opticus abgehenden Bündel und allenfalls die in den Bündeln verlaufenden Fasermengen zu bestimmen, allein es erwies sich, wie wir bald sehen werden, dieses Vorhaben als illusorisch.

Es wurden also zwei solcher Serien hergestellt, bei deren einer der linke, bei deren anderer der rechte Sehnerv querschnitten wurde.

Wir benutzen für unsere Beschreibung die erstere.

Ein Schnitt, welcher unmittelbar vor der Spitze des linken lateralen Chiasmawinkels durchgeht, zeigt uns folgendes Verhalten:

Der ovale Querschnitt des (linken) Nerven ist ausgefüllt von einer punktierten Masse, den Faserquerschnitten, zwischen welche die Kerne der Neurogliazellen unregelmäßig verteilt erscheinen.

Die Piahülle, welche den Nervenquerschnitt umgiebt, trennt denselben noch von dem in seinem nasalen Teile etwas schief, caudal aber längs getroffenen (linken) Tractus, der sich gegen den tangential getroffenen Lobus opticus hin fortsetzt.

Rücken wir nun in unserer Serie mehr gegen die Mediane, dann gelangen wir endlich auf einen Schnitt, wo eben die Trennungswand resp. Piahülle zwischen Nerv und Tractus in der Mitte, d. h. da, wo die größte Breite des ovalen Nervenquerschnittes ist, von längs getroffenen Fasern durchbrochen wird.

Diese Fasern, welche vom Tractus in den Nerven hineinragen, sind keine anderen als diejenigen, welche, vom rechten Nerven herkommend, in starkem, nasal gerichtetem, konvexem Bogen auf die äußerste Begrenzung des linken Tractus ziehen, wie wir sie gerade in dieser Gegend, d. h. da, wo der Chiasmakomplex ungefähr seine größte Breite hat, deutlich sehen konnten.

Folgende Schnitte zeigen uns bereits die ventrale Hälfte der Querschnittsmasse locker von Längsfasern durchsetzt, die oft zu zweien und dreien zusammen verlaufen und flache Wellenlinien bilden.

Je mehr wir in unserer Serie gegen die Mitte des Chiasmavorrücken, um so mehr dehnt sich der Komplex, in dem längs und quer getroffene Fasern resp. Bündel sich mischen, in dor-

saler Richtung aus. Dorsal erhält sich jedoch eine Zone von Querschnitten, ein Zeichen, daß es hier noch nicht zur Kreuzung von Fasern des linken Nerven mit denen des gleichseitigen Tractus, d. h. mit Fasern, die aus dem rechten Nerven stammen, gekommen ist.

Ganz allmählich tritt aber auch hier eine Durchsetzung mit Längsfasern ein, bis schließlich die Schnittfläche durch den Chiasmakomplex ein Maschenwerk darstellt, in dessen Maschen die Faserquerschnitte eingelagert sind.

Die Längsfasern sammeln sich bereits wieder, um den rechten Nerven zu bilden. Fig. 25.

Die Schnittebene hat nasal also die Mediane bereits überschritten, während sie caudal eben die letzten Fasern resp. Bündel des linken Tractus, die sich mit denen des linken Nerven kreuzen, getroffen hat.

Noch weiter nach rechts gelegene Schnitte, d. h. solche, welche jetzt den rechten Nerven in seiner Längsrichtung und den gleichseitigen Tractus quer getroffen haben, zeigen uns jetzt wieder eine nach und nach immer weiter gehende Separierung zwischen Querschnitten und Längsfasern, welche letztere wir in der dorsalen Region am weitesten caudalwärts verfolgen können.

Schließlich werden Nervenlängsschnitt und Faserquerschnitt wieder durch die Piahülle getrennt. Wir sind jetzt rechterseits am gleichen Punkte angelangt, von dem wir bei Anfang unserer Beschreibung links unseren Ausgang genommen haben. Es geht die Schnittebene gerade durch die Spitze des rechten lateralen Chiasmawinkels.

Wie steht es nun eigentlich mit der Anordnung und dem Verlauf der längs und quer getroffenen Fasern?

Die Längsfasern laufen meist wenige (1—4), je nachdem wir die Bündel mehr in ihrer Mitte oder seitwärts in ihrer Längsrichtung getroffen haben, übereinander gelagert, unter wellenförmigen Krümmungen durch den Chiasmakomplex, und zwar sind die Wellen in dessen ventralem Bezirk bedeutend länger und höher als in den dorsalen Regionen des Chiasmas. Indem nun Wellenberg und Wellenthal im Verlauf benachbarter Faserzüge häufig gegeneinander stoßen, kommt das Bild eines Maschenwerkes zustande, dessen Maschen spindelförmig sind und deren Größe, nach dem eben Gesagten, ventral beträchtlicher ist als dorsal. Ihre Größe variiert aber auch innerhalb dieser Regionen.

In diesen Maschen eingelagert sehen wir nun die Faserquerschnitte des kreuzenden Nerven.

Das Ganze ist nichts anderes als der klare Ausdruck eines quergeschnittenen, mehrschichtigen Flechtwerkes, dessen einzelne Bündel in dorso-ventraler Richtung mehr oder weniger abgeflacht sind und auf dem Querschnitt „spindelförmig“, wie SCHEEL sich ausdrückt, erscheinen.

Es stimmen somit diese Resultate vollständig überein mit denjenigen SCHEEL's (63) und mit dem, was wir auch schon aus den Horizontalschnitten ersehen haben.

Es ist die bündelweise Verflechtung im Chiasma von *Rana esculenta* L. somit erwiesen.

Was zeigt uns ferner noch eine so geschnittene Serie?

Es muß auffallen, daß, während wir in den ventralen Partien des Chiasmata schon ein vollständiges Maschenwerk sehen können, im dorsalen Teile noch durch eine große Anzahl von Schnitten hindurch ein Komplex von Querschnitten erhalten bleibt, der nur ganz allmählich in ventro-dorsaler Richtung von Längsfasern durchsetzt wird und zwar in dem Maße, als wir caudalwärts in der Serie vorrücken.

Ziehen wir unsere Schnittrichtung in Betracht, dann gelangen wir zu dem Schlusse, daß, je mehr dorsal die Bündel im Chiasma gelegen sind, sie sich um so weiter caudal kreuzen.

Es ist dies ein Verhalten, auf das WLASSAK und GAUPP bereits aufmerksam gemacht haben, und das unsererseits nun auch für die Urodelen konstatiert worden ist.

Was die Zahl der Maschenräume resp. der quergeschnittenen Bündel anbetrifft, so ist diese sehr groß.

Eine exakte Zählung war, wie schon angedeutet, unmöglich, da einmal die Bündelquerschnitte sehr unregelmäßig gegeneinander gelagert sind, ferner dieselben in den dorsalsten Chiasmapartien eine solche Feinheit aufweisen, daß, trotzdem sich die Längsfasern durch ihre Masse schlängeln, sie oft nur sehr schwer deutlich voneinander zu trennen sind.

Inwiefern bestätigt nun das Studium einer Frontalschnittserie das bis anhin über das Chiasma von *Rana esculenta* L. Gesagte? Was für neue Aufschlüsse erteilt es uns über dasselbe?

Beginnen wir mit einem Schnitt, der uns die beiden Optici so getroffen zeigt, daß ihr centraler, d. h. gegen das Chiasma hin gelegener Teil sich schon mehr der Mediane genähert hat.

Der Querschnitt durch den Hohlraum des Recessus opticus

zeigt eine länglich-dreieckige Gestalt mit ventraler Basis. Die ventrale Wand des Recessus besteht aus einer mehrschichtigen Zellmasse; dorsalwärts wird dessen Hohlraum durch die querschnittene Pars infraneuroporica der Lamina terminalis von dem dritten Ventrikel getrennt. Fig. 8.

Wir müssen nun vorerst, bis wir in das Gebiet des Chiasmata eingedrungen sind, unser Augenmerk auf die ventrale Wand des Recessus opticus richten.

Nicht weil wir damit etwas Neues beschreiben würden — wir finden diese Verhältnisse anderweitig genügend erläutert — sondern weil wir später einige hier gefundene Variationen erwähnen werden.

Rücken wir in caudaler Richtung vor, dann sehen wir, wie sich medialwärts die ventrale Wand des Recessus opticus allmählich verdickt und sich gegen dessen Hohlraum vorbuchtet, während sich seitlich, wo keine Verdickung stattfindet, zwei Rinnen ausbilden (s. GAUPP, S. 77). Die centralen Enden des Sehnerven erstrecken sich jetzt seitlich an die Wand des Recessus.

Schließlich bildet der Recessusboden einen förmlichen Wulst (Basiswulst, GAUPP), in welchem wir in seiner dem Ventrikelraum zugekehrten Seite einen starken Belag von Zellen sehen, deren Kerne sich intensiv gefärbt haben. Dazwischen sehen wir Fasern eingestreut, die in dorso-ventraler Richtung verlaufen und sich vielfach in der ventralen Zone des Wulstes, die mehr aus Faserquerschnitten besteht, zu verlieren scheinen. Fig. 9.

Betrachten wir noch weiter caudalwärts gelegene Schnitte, dann sehen wir, wie von der genannten Zellmasse sich ein Komplex von Zellen abgelöst hat und gegen die ventrale Faserquerschnittzone hingerückt ist. Zugleich haben sich jetzt Fasern aus der axialen Partie der mehr oder weniger längsgeschnittenen Nerven dem Wulste bedeutend genähert.

Auf einem folgenden Schnitte kommt es eben über dem gerade genannten Zellkomplex zur Vereinigung der beiden axialen Zellmassen, d. h. wir haben diejenigen Fasern getroffen, die sich am meisten nasal im Chiasma kreuzen. Fig. 10.

Der Umstand, daß sie eben noch weit getrennt waren und nun schon sich vermengt haben, spricht für eine Kreuzung unter sehr stumpfem Winkel, ganz genau so, wie wir sie in dieser Region auf Horizontalschnitten konstatieren konnten.

Ganz ventral ist es ebensowenig zur Vereinigung der Fasern gekommen, wie dorsal, ein Zeichen, daß sich die hier gelegenen Bündel offenbar unter kleinerem Winkel kreuzen.

Gehen wir nun einige Schnitte weiter, dann sehen wir, daß sich jetzt auch die ventralen Fasermassen beider Nerven in dorso-ventraler Richtung und ganz allmählich zur Vereinigung anschicken, und endlich den oben beschriebenen, aus Faserquerschnitten bestehenden Komplex in eine dorsale (*Np*) und ventrale (*VL*) Abteilung zerlegen. Fig. 11.

Die Fasermassen der dorsalen Hälfte des Nerven sind immer noch getrennt zu beiden Seiten des Basiswulstes gelagert, und zwar sind sie, je dorsaler, um so weiter voneinander.

Gegen die Mediane hin sind sie etwas schief nach aufwärts gerichtet und oft, dorsal wenigstens, in ihrem medialsten Teile quer getroffen.

Je weiter wir nun caudal in unserer Serie fortschreiten, um so mehr kommt es zur Vereinigung der dorsalen Bündel, und zwar schreitet diese in ventro-dorsaler Richtung, also in umgekehrtem Sinne, als dies in der ventralen Abteilung der Fall war, vor.

Das ganze Verhalten zeigt uns wieder deutlich, daß sich hier die Bündel unter weit kleinerem Winkel, als dies im allgemeinen in der mittleren Chiasmazone geschieht, kreuzen, und ferner, daß die Kreuzung, je dorsaler, um so caudaler sich vollzieht.

Endlich kommen wir jetzt zu Schnitten, wo die ganze ventrale Abteilung des Chiasmata von gekreuzten Bündeln erfüllt ist, während dorsal die Masse der ungekreuzten sich ebenfalls sehr stark vermindert hat.

Die von jenen eingeschlossenen Faserquerschnitte (*Np*) sind jetzt auf ein Minimum reduziert, die ventral gelegenen (*VL*) aber überziehen die Oberfläche des Chiasmata noch in ziemlicher Breite. Fig. 12.

Des weiteren sehen wir jetzt auch, namentlich lateral, wieder deutlich die Anordnung der Fasern zu Bündeln, da diese hier durch quer getroffene Bündel getrennt sind, offenbar durch diejenigen, welche, im Chiasma lateral gelegen, einen nasal resp. caudal gerichteten konvexen Bogen beschreibend, auf die entgegengesetzte Seite ziehen.

Rücken wir jetzt noch um eine Anzahl von Schnitten in unserer Serie caudalwärts, dann können wir einmal konstatieren, daß jene Querschnittszonen *Np* und *VL* vollständig verschwunden sind, daß sich ferner die Zahl der dorsal gelegenen, ungekreuzten Fasern auf wenige reduziert hat.

Zu beiden Seiten sehen wir jetzt die Tractus in schon größerer Breite gegen das Chiasma ziehen, von denen der eine (die Schnittrichtung ist nicht absolut frontal) direkt in die ventrale Fasermasse des Chiasmas übergeht.

Der Schnitt geht hier durch die Zone, wo eben die ventralsten Bündel aus dem Chiasma in den Tractus übertreten, während die mehr dorsalen sich zwar auch schon gekreuzt haben, sich aber mehr caudal in den Tractus begeben. Ganz dorsal ist es auch jetzt noch nicht zur Kreuzung gekommen.

Eine weitere Beschreibung unserer Frontalschnittserie halten wir für unnötig, da sich jetzt ähnliche Verhältnisse wiederholen, wie wir sie auch bei den Urodelen (s. S. 214 u. 215) gesehen haben, und wollen wir somit zur Deutung des eben Gesagten übergehen.

Wir müssen aber gleich vorausschicken, daß sich etwas wesentlich Neues nicht ergeben hat, vielmehr die gemachten Befunde mit den diesbezüglichen Angaben WLASSAK's und GAUPP's mehr oder weniger übereinstimmen.

Aus der eben gegebenen Beschreibung geht hervor, daß die Chiasmamasse von ihrer nasalen Begrenzung her „eine Strecke weit“, um mit GAUPP (25) zu reden, durch Fasern (*Np*), die ihren Ursprung offenbar aus dem Basiswulst nehmen und in naso-caudaler Richtung verlaufen, in einen dorsalen (Kreuzung des „Achsenbündels“ WLASSAK's, 78) und in einen ventralen Abschnitt (Kreuzung des „Randbündels“ WLASSAK's) zerlegt wird.

Diese Fasern haben medial die größte Länge (ihre Querschnitte sind hier am weitesten caudalwärts zu verfolgen), während sie lateralwärts allmählich kürzer werden, so daß ihr ganzer Komplex die Form eines Dreiecks hat. Fig. 26.

WLASSAK (78) bezeichnet die Gesamtheit dieser Fasern als „Neurogliaplatte“. Ueber ihre Ausbreitung sagt er (S. 9): „Geht man gegen das Mittelhirn zu, so sieht man, daß diese Neurogliaschicht durch das ganze Chiasma sich verfolgen läßt und eine förmliche Platte darstellt, die dasselbe in zwei Partien teilt, sich auch eine Strecke weit lateralwärts in das Zwischenhirn verfolgen läßt.“

Damit können wir uns nun nicht einverstanden erklären, denn es ist uns niemals gelungen, diese „Neurogliaplatte“, wenn sie überhaupt vorhanden war, durch das Chiasma hindurch zu beobachten, auch konnten wir die angegebene seitliche Ausbreitung auf keiner der angefertigten Serien konstatieren.

Es sei noch betont, daß dieser Fortsatz des Basiswulstes, der außer den Fasern auch vereinzelt Gliazellen und oft noch Gefäßkapillaren enthält, sich durchaus nicht bei allen Chiasmen vorfindet, durch welches Verhalten sich diese dann demjenigen der Urodelenchiasmen nähern, wo wir jenen ebensowenig finden wie die gleich zu beschreibenden Fasermassen.

Aus dem Basiswulst kommt nämlich noch eine größere Menge von Fasern, von den hier gelegenen Zellen entspringend, die zunächst etwas ventralwärts ziehen (wir sehen sie zunächst längsgetroffen), um allmählich nach rückwärts umzubiegen (sie sind auf mehr caudal gelegenen Schnitten quergetroffen) und ventral den nasalen Chiasmawinkel auszufüllen, teilweise aber auch die Ventralfläche des Chiasmata eine Strecke weit zu überziehen.

Wir haben die Querschnittzone dieser Fasern, denen wir auf Horizontalschnitten (s. S. 217 u. 219) auch schon begegnet sind, mit *Vl* bezeichnet.

Sie bilden gleichsam ein Widerlager für das Chiasma, und mag ihr Fehlen bei den Urodelen vielleicht gerade darin begründet sein, daß das Chiasma dieser Tiere ventral nicht frei vorragt.

Im weiteren zeigt uns eine solche Frontalschnittserie wieder sehr schön den schon öfters dargelegten Verlauf der Bündel in der dorsalen Chiasmahälfte (s. S. 228), und teilweise unterstützen uns ihre Bilder auch in der Beweisführung gegen diejenigen, welche von einer faserweisen Kreuzung im Chiasma des Frosches reden.

Es mag hier noch auf zwei Punkte aufmerksam gemacht werden, in denen wir, nach dem Gesagten, mit GAUPP und WLASSAK nicht übereinstimmen.

Wenn GAUPP (25) S. 88 sagt: „Der größere Anteil tritt in einem dicken Bündel dorsalwärts in die Substanz des Zwischenhirns ein . . .“, dann möchten wir diese Angabe nach unseren Erfahrungen dahin präzisieren, daß erstens nicht ein, sondern eine größere Anzahl von Bündeln den dorsalen Anteil bildet. Zweitens liegt nicht der ganze dorsale Chiasmaabschnitt in dem Zwischenhirn, sondern ein beträchtlicher (ventraler) Teil liegt nur zwischen Recessus opticus und Lobus infundibularis, während allerdings der übrige Teil vollständig von Zwischenhirnsubstanz eingeschlossen ist.

Der zweite Punkt betrifft W^LASSAK's (78) Angabe bezüglich des Verlaufes des basalen Opticusbündels im Chiasma.

Er bemerkt darüber S. 19: „Am Chiasma fällt ein kleines, ganz basales Bündelchen dadurch auf, daß es noch ungekreuzt ist, während Achsen- und Randbündel schon nahezu völlig auf die andere Seite übergetreten sind.“

Wenn nun ein basales Opticusbündel im Sinne W^LASSAK's vorhanden ist, dann kann es nach dem, was wir über das Verhalten der Bündel in der ventralsten Chiasmupartie beobachtet haben, niemals diesen Verlauf zeigen. Sahen wir doch, daß gerade hier zuerst sämtliche Bündel auf die entgegengesetzte Seite übergetreten sind, während sich mehr dorsal die Kreuzung eben vollzieht und es ganz dorsal noch nicht einmal dazu gekommen ist (s. S. 231).

In eklatanter Weise führt eine Frontalschnittserie uns auch die Verhältnisse bezüglich der Verteilung der Gliazellen im Chiasma einerseits, im Nerven und Tractus andererseits vor Augen, indem sie uns wiederum, wie wir aus Horizontalschnitten schon ersehen konnten, zeigt, daß jene hauptsächlich im Chiasma, aber auch in den Tractus spärlich sind, während wir sie in den Nerven in großen Mengen antreffen.

Wie bei den Urodelen, so lassen sich auch hier auf den Schnitten, wo sich eben die letzten Bündel gekreuzt haben, deutlich die Fasern der Decussatio suprainfundibularis konstatieren, während wir über das Verhalten der beiden anderen hinter dem Chiasma gelegenen Faserkreuzungen aus diesen Serien nichts Positives ersehen konnten.

Die auf S. 223 u. 224 gemachten Angaben über die Struktur des Chiasmata von *Rana esculenta* L. und über den Verlauf der Bündel in demselben werden also, teilweise wenigstens, durch die Schnittbilder der in genannten Richtungen angefertigten Serien vollauf bestätigt, andererseits lassen sie sich durch folgende Zusätze ergänzen:

1) Die Bündel zeigen auf dem Querschnitt spindelförmige Gestalt; ihr Breitendurchmesser ist namentlich in den ventralen Regionen bedeutend geringer als der Höhendurchmesser.

2) Die Masse des Chiasmata wird in ihrem nasalen Teile meist, jedoch nicht immer, wie das Studium anderer Frontalschnittserien ergeben hat, in eine dorsale und eine ventrale Abteilung zerlegt.

Dies wird bewirkt von einer Masse von Fasern, die ihren Ursprung vom sogen. Basiswulst nehmen.

3) Die Neurogliazellen sind in den beiden Sehnerven viel zahlreicher vorhanden, als im Chiasma und auch in den Tractus.

Wie verhalten sich nun die Chiasmen der übrigen untersuchten Anuren?

Die Durchmusterung zahlreicher, nach den verschiedenen Methoden und Schnittrichtungen hergestellter Serien hat unzweideutig dargethan, daß bei den vorn angeführten Species und Gattungen sich der Bau des Chiasmas ganz gleich verhält, wie wir ihn für *Rana esculenta* L. beschrieben haben.

Nur zwei Horizontalschnittserien, eine von *Rana muta* LAUR. und eine von *Rana arvalis* NILSSON, gaben, zum Teil wenigstens, in Beziehung auf Größe und Zahl der sich durchflechtenden Bündel von der Norm — wenn wir uns so ausdrücken dürfen — abweichende Bilder.

Wir müssen dieses Verhalten, das wir in den folgenden Zeilen kurz darstellen werden, jedoch als Variation betrachten, da uns die übrigen Serien genannter Species durchaus ähnliche Bilder, wie wir sie ja ausführlich beschrieben, ergeben haben.

Betrachten wir zunächst die Serie von *Rana muta* LAUR.

Schnitte aus den ganz ventralen Partien zeigen zunächst nichts Abnormes. Rücken wir aber weiter in dorsaler Richtung vor, dann erhalten wir den Eindruck, als ob die Bündel immer breiter, ihre Zahl stets geringer werde.

Und in der That können wir jetzt auch auf einem Schnitt beobachten, daß hier jeder Opticus sich nur noch in zwei Bündel spaltet, die sich folgendermaßen kreuzen (Fig. 27).

Die beiden nasalen Bündel scheinen sich bei ihrer Kreuzung gegenseitig zu durchflechten. Es ist dies jedoch nicht mit Sicherheit zu konstatieren, immerhin spricht das Vorhandensein einiger hier gelegener feinerer Bündelsegmente sehr dafür.

Das rechte nasale Bündel zieht sodann über das caudale des linken Opticus hinweg nach dem linken Tractus; ebenso geht das linke nasale Bündel über das caudale des rechten.

Die beiden caudalen Bündel kreuzen sich so, daß dasjenige der linken Seite über das der rechten hinwegzieht.

Es sei hervorgehoben, daß wir nasales und caudales Bündel eines jeden Nerven innerhalb des Chiasmakomplexes scharf voneinander unterscheiden können.

Gehen wir nun in unserer Serie dorsalwärts weiter, dann ändert sich das Bild insofern, als jetzt das nasale Bündel eines Nerven unter dem caudalen des anderen hindurchtritt. Hierauf erfolgt dann wieder die Kreuzung nach dem zuerst erwähnten Modus.

Der Zerfall der Nerven in jeweilen nur zwei nebeneinander gelagerte Bündel und der angegebene Wechsel in der Art der Kreuzung bleibt nun bestehen bis in die dorsale Region des Chiasmas, allwo beide Nerven wieder in eine größere Anzahl von Bündel zerfallen und es zu einer Verflechtung kommt, gerade wie wir sie für *Rana esculenta* L. beschrieben haben.

Beiläufig sei noch bemerkt, daß wir hier die Fasern der am meisten ventral gelegenen Decussatio postoptica wegen ihres Verlaufes und der zwischen diese und das Chiasma gelagerten Neurogliazellen ausnehmend schön beobachten können.

Bei der Serie von *R. arvalis* NILSSON haben wir ganz ähnliche Verhältnisse, jedoch betreffen sie keinen so großen Komplex des Chiasmas, wie dies bei der vorhergehenden der Fall war.

Auch hier zeigt uns der ventralste Teil des Chiasmas nichts Besonderes — die hier entnommenen Schnitte geben uns das Bild einer bündelweisen Verflechtung, wie wir sie in dieser Region zu sehen gewohnt sind —; rücken wir dagegen noch etwas in dorsaler Richtung vor, dann kommen wir zu Schnitten, wo wir jetzt wenige breite Bündel sich unter verschiedenen Winkeln kreuzen sehen.

Beschreiben wir einen Schnitt, auf dem sich eben drei Bündel des rechten Opticus mit zweien des linken kreuzen.

Das caudalste der drei erstgenannten läuft unter dem aus der nasalen Partie des linken Nerven kommenden hindurch in den linken Tractus. Das mittlere Bündel des rechten Nerven zieht über dem eben genannten des linken Opticus hinweg, während das nasalste wieder unter dem linken nasalen Bündel auf die entgegengesetzte Seite tritt. Das linke caudale Bündel endlich, welches wir nur eine ganz kurze Strecke bei seinem Eintritt in das Chiasma und bei seinem Austritt in den entgegengesetzten Tractus sehen können, geht unter all den drei genannten Bündeln des rechten Nerven hindurch.

Aehnlich verhalten sich auch die folgenden Schnitte; es hat wohl keinen Zweck, auch diese noch zu beschreiben.

Dorsalwärts lassen sich dann wieder die jetzt zur Genüge bekannten Verhältnisse konstatieren, d. h. wir können hier nichts Abnormes konstatieren.

Es bleibt uns jetzt noch übrig, einiges über die von uns angestellten Degenerationsversuche mitzuteilen, sowie einige Daten über die Neuroglia anzugeben.

Degenerationsversuche.

Den ersten Versuch, auf experimentellem Wege die Frage zu entscheiden, ob sich die Optici bei Rana total oder partiell kreuzen, finden wir in der SCHEEL'schen Arbeit (63) verzeichnet.

Er sagt darüber (S. 17): „Versuche, durch Enukleationen eines Bulbus bei Fröschen Atrophie des betreffenden Sehnerven und des Tractus opticus zu erzielen, mißlangen vollständig. Drei erwachsenen Ranae esculentae, an denen am 21. März diese Operation ausgeführt wurde, zeigten, am 23. Mai getötet, also nach 9 Wochen, noch nicht die geringste Spur von beginnender Atrophierung des Sehnerven.“

Ob SCHEEL diese Präparate einer mikroskopischen Prüfung unterzogen hat, oder ob er seinen Befund rein nur auf die makroskopische Betrachtung hin abgegeben hat, sagt er nicht. In ersterem Falle müßte er wohl, wie wir nach unseren Resultaten urteilen können, zu einem anderen Ergebnis gekommen sein.

WLASSAK (78) hat dann, um an Degenerationsbildern den Verlauf der Opticusbahnen bei diesen Tieren studieren zu können, ein Stück des Sehnerven von der Mundhöhle aus mit gutem Erfolg reseziert.

Zur Darstellung der zerfallenen Fasersysteme bediente er sich neben der WEIGERT'schen Markscheidenfärbung auch der MARCHI'schen Methode¹⁾, welche letztere er besonders für das Studium von Durchflechtungen degenerierter und normaler Fasern, wie dies im Chiasma der Fall ist, empfehlen möchte.

Da nun WLASSAK aber gerade über die vermittelst dieser Methode vom Chiasma erhaltenen Bilder sich nicht specieller ausspricht, andererseits zu weiterem Studium der MARCHI'schen Methode beim Kaltblüter auffordert, wollen wir etwas detaillierter über unsere auf diese Weise bei einer Versuchsreihe gewonnenen Resultate berichten.

1) KRAUSE (42) hat wohl nicht recht, wenn er von der MARCHI'schen Methode sagt (S. 828): „Sie ist, so viel mir bekannt, bisher noch nicht bei Kaltblütern mit Erfolg angewendet worden . . .“

Wir werden dies der Einfachheit wegen an Hand unseres Untersuchungsprotokolles thun.

Am 10. Februar 1897 wird 6 Ranae je das linke Auge enukleiert. Einerseits der starken Blutung wegen, andererseits der Desinfektion halber wird die Orbitalhöhle mit Sublimatwatte austamponiert. Trotzdem die Tiere sich meist im Wasser ihres Bassins untergetaucht finden, erfolgt die Heilung per primam.

Am 12. März 1897, also einen Monat nach der Operation, wird No. 1, eine *Rana esculenta* L., mittelst Chloroforms getötet.

Makroskopisch (bei Lupenbetrachtung) läßt sich weder in Beziehung auf Farbe noch auf die Größe des Durchmessers irgend welcher Unterschied zwischen dem Nerven des erhaltenen Auges und dem des enukleierten konstatieren.

Auch bei Herausnahme aus der MARCHI'schen Lösung läßt sich an letzterem Nerven keine Verfärbung konstatieren.

Mikroskopische Untersuchung: Schon bei ganz schwacher Vergrößerung muß auch dem ganz Unbefangenen ein deutlicher Unterschied zwischen linkem Nerven und entgegengesetztem Tractus einerseits und dem Nerven des rechten Auges und dem entsprechenden Tractus andererseits auffallen.

In ersteren sind die Konturen der Fasern nicht mehr genau festzustellen, während wir in letzteren diese sehr schön sehen können. Ferner sind linker Opticus und zugehöriger Tractus von zahlreichen rundlichen Gebilden durchsetzt, während diese im anderen Nerven und Tractus mäßig verteilt sind.

Zu einer Schwärzung ist es noch nicht gekommen, mit Ausnahme des periphersten Teiles der Nerven, wo sich ganz unregelmäßig angeordnet rundliche, grau gefärbte Schollen von verschiedener Größe vorfinden. Nirgends zeigen sich aber diese so gelagert, wie dies typische Bilder zerfallener Markscheiden aufweisen.

Sehr schön lassen sich auf diesen Präparaten die caudal vom Chiasma gelegenen Fasersysteme sehen, insbesondere da, wo sie an den degenerierenden Tractus anstoßen.

Nehmen wir nun stärkere Vergrößerung, dann können wir konstatieren, daß im Nerven des enukleierten Auges und im rechten Tractus beinahe keine einzige Faser mehr intakt ist.

Diese sind vielfach gequollen, mit zahlreichen Varikositäten versehen, zwischen denen sich mehr oder weniger tiefe Ein-

schnürungen befinden. An manchen Stellen ist es auch schon zu Kontinuitätsstörungen gekommen, so daß hier dann die Bruchstücke der Fasern regellos durcheinander liegen.

Neben all diesen Stadien der Veränderung können dann auch wieder Faserstücke von normaler Beschaffenheit beobachtet werden.

Gegen die so veränderten Fasern heben sich diejenigen des normalen Nerven und Tractus deutlich ab, und lassen sich deshalb im Chiasma die Bündel dieser scharf von den ersteren trennen.

Die oben genannten rundlichen Gebilde, welche sich jetzt als Zellkerne entpuppen, lassen sich in zwei Typen unterscheiden, zwischen denen es allerdings verschiedene Uebergangsstufen zu geben scheint.

Die einen fallen durch ihre mehr oder weniger gleichmäßige, grau-bräunliche Färbung auf, in welchen bei ganz genauer Einstellung ein Nucleolus zu beobachten ist. Ihre Gestalt ist mehr rundlich.

Den zweiten Typus bilden jene Kerne, welche eine deutliche Netzstruktur zeigen und die ersteren oft an Größe um das Zweifache übertreffen. Ihre Form ist bald oval, oft aber sind sie auch von unregelmäßiger Gestalt.

Ab und zu können wir um diese Kerne eine helle Zone sehen, deren Konturen oft mehrere scharfe Zacken zeigen.

Wir haben es in letzterem Falle wohl mit den schon S. 218 erwähnten Neurogliazellen zu thun.

No. 2, *Rana muta* LAUR., getötet den 13. April 1897.

Die makroskopische Betrachtung ergibt zunächst das Gleiche, wie dies bei No. 1 der Fall war.

Nach dem Herausnehmen aus der MARCHI-Lösung jedoch zeigt es sich, daß der linke Nerv und dessen Tractus etwas dunkler bräunlich verfärbt sind.

Mikroskopischer Befund: War bei dem ersten Objekt schon ein deutlicher Unterschied zwischen normalem und degenerierendem Nerven zu konstatieren, dann ist dies jetzt in noch höherem Maße der Fall.

Es weist nämlich der degenerierende Nerv neben dem schon beschriebenen Aussehen in seinem ganzen Verlauf zahlreiche, grau bis schwarz gefärbte, unregelmäßig zerstreute, meist kleinere Schöllchen auf. Hier und da, jedoch selten, sind diese auf eine kurze Strecke perlschnurartig hintereinander gereiht, so daß wir

jetzt den Verlauf einer zu Grunde gegangenen Faser eine Strecke weit verfolgen können.

Ab und zu ist auch ein Fasersegment in continuo gräulich verfärbt, während sich an anderen Stellen wieder einige Schöllchen zu einem Konglomerate zusammengeballt haben.

No. 3, *Rana muta* LAUR., wird am 13. Mai getötet.

Auch hier zeigt sich bei Besichtigung des frischen Gehirnes noch keine Veränderung des dem enukleierten Auge angehörenden Nerven und Tractus.

Die MARCHI-Lösung dagegen hat genannte Teile schwarzbraun gefärbt.

Dieser Verfärbung liegt, wie die mikroskopischen Bilder zeigen, eine starke Anhäufung der bereits beschriebenen Zerfallsprodukte zu Grunde, unter denen jetzt auch oft große, tief schwarz gefärbte Schollen auffallen, die, wie es scheint, ihre Entstehung jenen bei No. 2 geschilderten Schöllchenkonglomeraten verdanken.

Häufig können wir jetzt auch auf größere Strecken Segmente von Fasern beobachten, die grau verfärbt sind und in ihrem Verlaufe nur noch durch ganz schmale Verbindungsstücke verknüpfte Anschwellungen zeigen. Diese Faserstücke schließen sich häufig an allerdings veränderte, aber noch nicht geschwärzte Teile von Fasern an.

Oft können wir auch die bereits (bei No. 2) erwähnten Perlschnurformen sehen.

Der linke Tractus weist nirgends, mit Ausnahme der Stelle, wo er an den Chiasmakomplex grenzt, schwarze Schöllchen auf, aber auch in dieser Region sind sie sehr selten.

Was das Chiasma selbst anbetrifft, so können wir auf Grund der hier vorhandenen Degenerationsprodukte nichts in Beziehung auf seine Struktur ersehen, da jene, wie wir ja schon mehrmals betont haben, vielfach regellos durcheinander liegen und uns so nicht den Verlauf der Fasern resp. Bündel genau wiedergeben.

In Nerv, Tractus und Chiasma sehen wir auch hier zwischen den Zerfallsmassen eingestreut die oben beschriebenen Kerne resp. Zellen.

Sehr schön heben sich hier wiederum die unversehrten Fasern der Decussatio postoptica und Decussatio transversa auf der Seite des degenerierten Tractus ab.

No. 4, *Rana muta* LAUR., wird erst am 3. Juli 1897 getötet, also nach einer Pause von beinahe 2 Monaten.

Es geschah dies deshalb, um womöglich bei dem langsamen Verlauf der Degeneration das Untersuchungsmaterial nicht vor deren Vollendung zu erschöpfen.

Nach Entfernung des Gehirns aus der Schädelkapsel zeigen der linke Opticus und der rechte Tractus eine merkliche Abnahme des Durchmessers und nach Behandlung mit MARCHI-scher Lösung sind beide intensiv geschwärzt.

Das mikroskopische Bild (Fig. 28) unterscheidet sich von dem vorhergehenden wesentlich durch das überaus zahlreiche Auftreten von kleineren und großen, tief schwarz gefärbten Schollen. Daneben sehen wir auch die bereits schon bei 2 und 3 erwähnten grau verfärbten Fasersegmente und jene Stadien der Degeneration, auf welchen die Osmiumsäurereaktion noch nicht eintritt.

Zwischen diesen Massen eingelagert finden wir die bekannten Zellen; hier und da sehen wir jetzt aber auch rundliche Zellen, deren Plasma reichlich mit gräulichen Körnchen besetzt ist.

Im linken Tractus sind auch hier keine Anzeichen vorhanden, welche auf einen Zerfall von Fasern schließen lassen, d. h. er enthält keine Fasern, die aus dem gleichseitigen Nerven stammen.

Was die Verminderung des Durchmessers vom linken Nerven und rechten Tractus anbetrifft, so beträgt diese ungefähr ein Drittel des normalen Nervendurchmessers.

Der linke Tractus zeigt keinerlei Dimensionenabnahme.

Wie auf den Schnitten der vorhergehenden Serie, nur noch viel prägnanter, sehen wir auch hier die hinter dem Chiasma gelegenen Fasersysteme.

No. 5, *Rana muta* LAUR., getötet den 11. August 1897.

An dem noch nicht konservierten Gehirn ist eine intensive Verminderung des Durchmessers des linken Nerven und des entgegengesetzten Tractus zu konstatieren.

Ferner ist bemerkenswert, daß der an der vorderen Grenze des Zwischenhirndaches gelegene Adergeflechtknoten (Paraphysis), der sich unter der Lupe als stark gefältes Knötchen erweist, von auffallender Größe ist.

Nach der Behandlung mit MARCHI-Lösung deutliche Schwärzung der degenerierten Opticusteile und der Paraphysis.

Frontalschnitte, in welche jetzt das Gehirn zerlegt wurde, aus den vorhergehenden wurden Horizontalschnittserien angefertigt, zeigen nun folgendes Verhalten:

Der linke Nerv, dessen Durchmesser beinahe auf die Hälfte reduziert ist, zeigt sich auf Schnitten, die mit Hämatoxylin nachgefärbt wurden, von zahlreichen Zellen durchsetzt, deren runde Kerne, welche sich intensiv tingiert haben, meist allein sichtbar sind, während ein Zelleib nicht wahrzunehmen ist. Daneben kommen aber solche Zellen vor, deren Zelleib groß und granuliert erscheint; die Granula sind ungefärbt¹⁾, während sie auf Präparaten, welche die Färbeprozedur nicht durchgemacht haben, grau erscheinen.

Ferner sehen wir, namentlich auf ungefärbten Präparaten, kugelförmige Gebilde, die aus lauter grülich gefärbten Körnern zu bestehen scheinen.

Wir werden auf die Deutung der genannten Elemente zurückkommen.

Neben diesen zeigen sich im Nerven noch zahlreiche, grau bis schwarz gefärbte Schollen. Hier und da erhalten wir den Eindruck, als sei jener, namentlich da, wo der periphere Teil des Nerven etwas schief getroffen ist, von einem Netzwerk durchsetzt. Neuroglianetz.

Der rechte Tractus ist stark reduziert und zeigt namentlich in seinem dem Chiasma zunächst gelegenen Teile eine Menge schwarzer Schollen.

Der linke Tractus dagegen ist von normaler Breite und zeigt keine Spur von Degeneration.

Sehr schön sehen wir jetzt auf caudalwärts gelegenen Schnitten die Massen der im caudalen Chiasmawinkel gelegenen drei Fasersysteme.

Hervorzuheben ist noch, daß die perivasculären Räume der Paraphysis (sie war uns, da von außen sichtbar, wegen des oben erwähnten Verhaltens aufgefallen) und der Plexus chorioidei prall gefüllt sind mit jenen zelligen Elementen und Körnchenkugeln, die wir schon beim Studium des degenerierten Nerven beobachtet haben.

Häufig ist das Plasma dieser sehr großen Zellen vakuolisiert; ihr Kern ist vielfach an den Rand des Zelleibes verlagert.

1) Sind eigentlich Hohlräume, denn das Fett wird bei dem Nachfärben der Schnitte, durch die Behandlung mit absolutem Alkohol etc. ausgezogen.

No. 6, *Rana muta*, getötet den 14. September 1897.

Makroskopische Untersuchung: Linker Nerv vollständig geschwunden, ebenso der rechte Tractus (s. Fig. 13). Die Paraphyse ist auch hier auffallend groß und wird durch MARCHI-Lösung ebenfalls wieder tief schwarz gefärbt. Der rechte Lobus opticus erscheint etwas verkleinert.

Dem makroskopischen Bilde entspricht der mikroskopische Befund.

Während linker Nerv und rechter Tractus also vollständig zu Grunde gegangen sind, ist der linke Tractus absolut intakt geblieben. Es läßt sich an ihm keinerlei Verminderung des Durchmessers konstatieren.

Ebensowenig können wir andererseits aber auch irgend eine Faser sehen, die vom rechten Nerven in den gleichseitigen Tractus geht, was ja bei dem vollständigen Schwunde der Fasern, die vom linken Nerven herkommen, ein Leichtes sein müßte.

Was den Chiasmakomplex selbst anbetrifft, so sehen wir hier nur mehr allein Bündel vom rechten Nerven in den linken Tractus ziehen. Sie sind durchsetzt von verhältnismäßig wenigen, meist vereinzelt liegenden Schollen.

Die unmittelbar hinter dem Chiasma gelegenen Fasersysteme, Decussatio postoptica und Decussatio transversa, die auf Schnitten von Gehirnen unversehrter Tiere wegen ihrer Vermischung mit den Tractusfasern nicht deutlich zu überblicken sind, lassen sich jetzt wenigstens einigermaßen in ihrer nasocaudalen Ausdehnung schätzen, so erreicht die letztere auf dorsal gelegenen Schnitten ungefähr die hier getroffene Breite des Nerven.

Die perivascularären Räume der Paraphyse, der Plexus chorioidei inferior und medius sind hier ebenfalls, nur in weit höherem Grade als wir dies bei No. 5 sahen, von den dort zu Genüge beschriebenen Gebilden angefüllt.

Was resultiert nun aus dem Studium der Bilder, die uns diese Versuchsreihe geliefert hat?

Wenn wir berücksichtigen, daß wir das Bild einer degenerierenden Nervenfasern im linken Tractus auf keiner Stufe der Degeneration wahrnehmen konnten — jene schwarzen Schöllchen, die wir bei No. 3 hier in der Nähe des Chiasmata eingelagert sahen, im sonstigen Verlauf des Tractus aber nirgends, rührten wohl, wie wir gleich sehen werden, nicht von an Ort und Stelle

zu Grunde gegangenen Fasern her; wenn wir ferner in Betracht ziehen, daß auf dem letzten Stadium der Degeneration, wo es zur vollständigen Verödung des linken Nerven und des entgegengesetzten Tractus gekommen ist, wir einerseits in dem gleichseitigen Tractus keine Dimensionabnahme, andererseits aber, und das scheint uns sehr wichtig zu sein, nicht eine Faser vom rechten intakten Nerven in den rechten Tractus umbiegen sahen, dann spricht dies doch ganz unzweideutig für eine totale Kreuzung.

Die eben erwähnten Schöllchen sind wohl durch Verlagerung aus dem Chiasmakomplex in dessen Nachbarschaft geraten.

Wir dürfen dies um so eher annehmen, als wir solche Dislokationen der Zerfallsmassen ja auch innerhalb des eigentlichen Degenerationsgebietes gesehen haben; ferner, weil wir jene gelegentlich auch im rechten Nerven, da wo er sich zur Kreuzung anschickt, treffen. Endlich scheint für diese Herkunft auch das Verhalten des rechten Tractus von No. 5 zu sprechen, indem hier, wie wir sahen, in der Nähe des Chiasma mehr Degenerationsprodukte angehäuft sind, als in den weiter central gelegenen Partien des Tractus.

Daß diese Schöllchen in der That nicht von an Ort und Stelle zu Grunde gegangenen Fasern stammen, dafür spricht einerseits, daß sie nicht innerhalb, sondern stets zwischen den Fasern liegen und hier niemals, wie wir bereits oben betont haben, jene für die Degeneration typischen Bilder getroffen werden. Andererseits müßten sich ja die Zerfallsmassen auch auf den übrigen Teil des linken Tractus zerstreut finden, entsprechend dem Verhalten des rechten, was aber niemals der Fall ist.

Was den zeitlichen Verlauf der Degeneration anbetrifft, so bestätigen auch diese Befunde die Beobachtung, welche anderweitig schon gemacht wurde, daß bei den Kaltblütern dieser Prozeß sich erheblich langsamer abspielt als bei den Warmblütern.

Können wir doch nach 4 Wochen, zu einer Zeit also, wo SINGER und MÜNZER (65) beim Säugetier im ganzen Gebiet des degenerierenden Nerven schon eine intensive, gleichmäßige Schwärzung auftreten sahen, d. h. wo der Zerfall schon einen sehr hohen Grad erreicht hat, bei unserem Objekte erst jene Strukturveränderungen an den Nervenfasern resp. Markscheiden konstatieren, wie wir sie bei No. 1 gesehen haben und wie sie

z. B. beim Kaninchen genannte Autoren schon am zweiten Tage nach der Operation konstatieren konnten.

Dieser langsame Zerfall, welcher auf der ganzen Strecke ungefähr zu gleicher Zeit anhebt, geht aber nicht überall mit der gleichen Intensität von statten, so daß wir in demselben Zeitpunkte oft im Verlaufe einer Faser die verschiedenen Stadien der Degeneration sehen können, die wir ungefähr durch folgende Bilder charakterisieren möchten.

Anfangs ist die Faser oder deren noch erhaltenes Segment von mehr oder weniger geradlinigen, scharfen Konturen begrenzt, dann sehen wir Varicositäten und Einschnürungen auftreten. Es ist aber noch keine Reaktion auf Osmiumsäure eingetreten.

Auf einem weiteren Stadium verfärben sich die zerfallenden Markscheiden grau; die Einschnürungen sind bedeutend tiefer geworden.

Im nächsten Moment kommt es zur Kontinuitätsstörung; es liegen jetzt einzelne Schollen perlschnurartig hintereinander. Wir können hier immer noch den Verlauf der Faser resp. eines Stückes derselben verfolgen.

Hierauf kommt es zur Deplacierung der Schöllchen und zur Vereinigung derselben zu Konglomeraten, deren Komponenten dann durch Zusammenfließen jene grauen tief-schwarzen Schollen bilden, die wir bei No. 3 und 4 besonders häufig gesehen haben.

Der ganze Prozeß endigt, wie wir wenigstens in diesem Falle konstatieren konnten, mit einer vollständigen Verödung des dem enukleierten Auge angehörigen Nerven und Tractus.

Zu einem ähnlichen Endresultat ist auch COLUCCI (12) gelangt, der beim Frosch, wie WLASSAK, behufs Studiums der Degenerationserscheinungen in der Retina, den Opticus von der Mundhöhle aus durchschnitten hat. Er sagt darüber (S. 82): „La destruction procède graduellement, envahissant d'abord la gaine médullaire des fibres nerveuses, et ensuite les cellules de la neuroglie. Il ne reste du nerf que le stroma connectif.“

Was nun genannter Autor unter „stroma connectif“ versteht, ist uns nicht klar geworden, da ein Bindegewebsstroma, wie wir es bei höheren Wirbeltieren im Sehnerven antreffen, bei den Amphibien nicht besteht, Bindegewebe hier überhaupt nur gelegentlich mit Gefäßen in den Opticus gelangt (STUDNIČKA, 70).

Wenn wir nun in Betracht ziehen, daß neben diesem lang-

samen Verlauf der Degeneration zugleich auch Resorptionsvorgänge einhergehen, dann können wir leicht begreifen, daß wir hier nie jene prägnante totale Schwärzung des degenerierten Nerven und Tractus sehen, wie sie beim Warmblüter beobachtet wird und wie dies aus den schönen Abbildungen von SINGER und MÜNZER, welche die MARCHI'sche Methode zum Studium des Chiasmas in ausgiebigster Weise angewendet haben, hervorgeht.

Was nun die Resorption betrifft, so scheint diese in den ersten Monaten mit dem Zerfall nicht Schritt zu halten, denn wir finden bis zu einer Zeit von 5 Monaten sich die schwarz gefärbten Schollen immer mehr anhäufen, was sich offenbar äußerlich durch die immer intensivere Schwärzung der degenerierten Partien kundgibt.

Von dem genannten Zeitpunkt an, wo wir eben eine auffallende Dimensionenabnahme des linken Nerven und rechten Tractus konstatieren können, geht nun die Wegschaffung der Zerfallsmassen mit großer Energie vor sich, was wir einmal an dem raschen Abnehmen dieser Teile konstatieren können, was uns andererseits auch das mikroskopische Bild zeigt.

Denn jetzt sehen wir, bei No. 4 zunächst nur wenige, bei 5, also nach 6 Monaten, eine größere Anzahl von Zellen zwischen dem Detritus liegen, deren mit gräulich gefärbten Granulis angefüllter Leib uns auffällt. Neben diesen finden wir die ebenfalls schon beschriebenen, aus Körnchen bestehenden Kugeln.

Beide Formen repräsentieren uns wohl nichts anderes als Leukocyten resp. Phagocyten, welche sich mit den Zerfallsmassen beladen haben, von welchen die einen, in der pathologischen Histologie (ZIEGLER, 79) „Fettkörnchenzellen“ genannt, ihren zelligen Charakter noch beibehalten haben, während die anderen, die „Fettkörnchenkugeln“, diesen infolge der starken Anhäufung von Fettschöllchen verloren haben.

Es sind dies die gleichen Elemente, wie wir sie in so großen Mengen in den perivasculären Räumen der Paraphyse und der Plexus chorioidei angehäuft sahen.

Ihr Vorkommen hat hier offenbar nichts Besonderes auf sich, denn nach ZIEGLER finden sich diese Elemente oft nach längerer Zeit noch in den dem Degenerationsgebiete benachbarten perivasculären Lymphräumen.

Nach einem Verlauf von 7 Monaten sahen wir also vollständigen Schwund des degenerierten Nerven und Tractus, von denen nicht einmal mehr die bindegewebigen Hüllen übrig ge-

blieben sind. Es ist dieses Verhalten ein sehr auffälliges, wenn wir berücksichtigen, daß bei höheren Wirbeltieren, z. B. beim Menschen, oft viele Jahre nach Verlust eines Auges der Rest des degenerierten Nerven und Tractus immer noch als schmaler Bindegewebsstrang getroffen wird.

Wir wollen nun, gestützt auf unsere Beobachtung, nicht behaupten, daß sich der ganze Prozeß immer in dieser Zeit abspiele, so sahen wir bei einem Individuum einer anderen Versuchsreihe nach 8 Monaten den dem enukleierten Auge zugehörigen Nerven allerdings auf ein Minimum reduziert, aber noch nicht vollständig geschwunden.

Wir hatten es hier allerdings mit einem weitaus kräftigeren Tiere zu thun, als in dem ersteren Falle, was auf den Verlauf der Degeneration wohl nicht ohne Einfluß gewesen sein mag.

Zum Schlusse möchten wir uns noch einige Bemerkungen über die Verwendbarkeit der MARCHI'schen Methode für das Studium des Kaltblüterchiasmas gestatten.

Nach den von uns gemachten Erfahrungen läßt sich diese beim Kaltblüter wohl ebenso gut und ohne Bedenken für die Frage nach totaler oder partieller Kreuzung verwerten wie beim Warmblüter.

Jene schwarzen Körner, die gelegentlich auch nach Behandlung mit MARCHI'scher Lösung in normalen Partien, aber, wie wir beobachtet haben, stets vereinzelt und zwischen den Fasern auftreten, und nach WLASSAK, der sie namentlich beim Winterfrosch in größerer Zahl gesehen hat, die Verwendung dieser Methode nicht ganz zuverlässig erscheinen lassen, beeinträchtigen unserer Ansicht die Eindeutigkeit der Resultate keineswegs. Denn wenn es uns nicht gelingt, in den genannten Teilen auf den zahlreichen Schnitten mehrerer Serien einmal wenigstens das typische Bild einer degenerierenden Faser nachzuweisen, während der Zerfall anderweitig vor sich geht, dann dürfen wir diese Körner wohl niemals als die Produkte einer an Ort und Stelle stattgehabten Degeneration betrachten.

Anders ist es dagegen, wenn wir nun aus der Anwendung der Methode irgendwelchen Aufschluß über die Struktur des Chiasmas erhoffen.

Hier läßt sie im Stich. Denn wir bekommen ja, wie schon mehrmals betont, niemals eine Faser resp. ein Bündel in toto geschwärzt, sondern es liegen meist im ganzen Bereiche die Massen regellos durcheinander, wodurch natürlich auch im Chiasma

nicht das Bild einer Verflechtung von normalen und degenerierten Bündeln zustande kommt, wie wir solche beim Warmblüter in prägnanter Weise erhalten (s. SINGER und MÜNZER, 65, Tafel II).

Aus dem eben angeführten Grunde möchten wir diese Methode für solche Untersuchungen nicht empfehlen, wo es sich darum handelt, beim Kaltblüter vermittelst der Degeneration centralwärts gelegene Bahnen von benachbarten zu isolieren und so ihren Verlauf festzustellen.

Neuroglia.

Wie wir Anfangs schon betont haben, ist über das Vorkommen und die Anordnung der Neuroglia im Chiasma der Amphibien nichts bekannt. Es ist deshalb wohl der Mühe wert, hier einige diesbezügliche Angaben zu machen.

In erster Linie mag auf die sonderbare Verteilung der Gliazellen im Sehnerven und Tractus einerseits, im Chiasma andererseits hingedeutet werden.

Während sie sich nämlich in großer Anzahl in den Nerven, wenig zahlreich in den Tractus vorfinden, sind sie im Kreuzungsgebiet stets in geringerer Menge vorhanden, ja sie fehlen dem Urodelenchiasma oft ganz.

Es scheinen sich in dieser Beziehung die Amphibienchiasmen ganz ähnlich zu verhalten wie diejenigen der Reptilien, bei welchen STUDNIČKA (70) auf dieses Verhalten hingewiesen hat. Er sagt darüber auf S. 21: „Es ist interessant, daß bei dem Eintritte in das Chiasma die Gliazellen des Sehnerven aufhören aufzutreten, so daß wir da eine scharfe Grenze vor uns haben; in dem Chiasma fehlen sie fast ganz (junge Stadien von Lacerta!).“

Diese Erscheinung ist wohl in erster Linie darauf zurückzuführen, daß bei den Amphibien wie auch bei den Reptilien die Fasermassen des Opticus durch Fortsätze der Gliazellen in einzelne Bündel zerlegt werden und nicht durch Bindegewebssepten, die von der Piascheide des Nerven ihren Ursprung nehmen, wie wir dies bei höheren Wirbeltieren beobachten können.

Im Chiasma selbst findet die Separierung der einzelnen Bündel durch die vorn angegebene Art und Weise der Kreuzung statt. Der Bedarf an gliösen Elementen ist deshalb hier ein geringerer, ebenso in den Tractus, wo wir bei den von uns untersuchten Exemplaren keine scharfe Trennung mehr in einzelne Bündel beobachten konnten.

Es mag nun gleich betont sein, daß, wie wir ja gesehen haben, mit dem Fehlen der Gliazellen nicht auch ein Mangel an Gliafasern im Chiasma einhergeht.

Diese Thatsache könnte uns im ersten Moment als eine Bestätigung der WEIGERT'schen Ansicht (40), daß nämlich Neurogliafasern und Neurogliazellen zwei voneinander unabhängige Gebilde seien, imponieren.

Allein gerade in unserem Falle können wir, wie wir bald sehen werden, ihre Zusammengehörigkeit sehr schön konstatieren.

Da, wo die Gliazellen fehlen, scheinen deren Fasern vom Nerven her in das Chiasma einzudringen.

Ein solches Fasernetz ist nun im Anurenychiasma sehr wohl ausgebildet, wie uns namentlich die nach MALLORY gefärbten Präparate sehr schön zeigen. Im Urodelenchiasma ist dieses Netzwerk nicht so deutlich ausgeprägt und weniger dicht als bei den Anuren.

In Beziehung auf die Anordnung der Gliazellen läßt sich sagen, daß sie sich im Gebiete des Chiasmata meist vereinzelt, selten zu zweien, unregelmäßig über den ganzen Komplex zerstreut vorfinden.

In den Nerven bilden sie häufig Reihen von 4—7 hintereinander gelagerten Zellen, die bei den Anuren neben zahlreichen vereinzelt über den ganzen Nerven verteilt sind.

Bei den Urodelen finden wir die Zellen im allgemeinen mehr in der dorsalen Hälfte des Nerven eingelagert, immerhin können sie auch hier über den ganzen Nerven zerstreut sein, wie wir beim Axolotl konstatiert haben.

Diese dorsale Lage der Zellen hängt offenbar zusammen mit ihrer Anordnung während der larvalen Entwicklung, über die sich STUDNIČKA (70) folgendermaßen vernehmen läßt (S. 7): „Man kann übrigens bei allen Amphibien in jungen Stadien der larvalen Entwicklung einen solchen Zellstrang beobachten, der jedoch anfangs immer lateral (dorsal) an dem sich entwickelnden Opticus anliegt und den Rest des epithelialen Augenstieles darstellt.“

Betrachten wir nun noch die Struktur der im Chiasma gelegenen Gliazellen.

Bei den von uns angewandten Färbungen sehen wir gewöhnlich nur deren stark granuliert und sich intensiv tingierende Kerne, von denen die meisten eine rundliche oder länglich-ovale Form haben.

Daneben kommen dann aber auch sehr häufig, allerdings nur im Chiasma, mehr oder weniger ausgesprochen nierenförmige Kerne vor, an deren Konkavität der birnförmige, meist in einen starken Fortsatz ausgezogene Zelleib, welcher gelegentlich schön zu Tage tritt, seinen Ursprung zu nehmen scheint. Es ist der Kern ganz an die Peripherie der Zelle verlagert. Fig. 14.

Sonst besitzen offenbar die Zellen jene zackige, durch den Abgang von mehreren Fortsätzen bedingte Form, wie wir sie bei Neurogliazellen zu beobachten gewöhnt sind.

Wir haben in diesen offenbar die nämlichen Zellen vor uns, wie sie RAMÓN Y CAJAL (57) im Opticus des Frosches gesehen und auf folgende Weise charakterisiert hat (S. 168): „Ce sont des éléments lamelleux et de grande taille, dont les contours échancrés se prolongent sous la forme d'appendices aplatis, ramifiés et fort longs.“

Ob die erstgenannte Zellform, die von der eben geschilderten typischen Gestalt der Neurogliazelle stark abweicht, hier thatsächlich besteht, oder ob es sich allenfalls um einen Artefact, bedingt durch die Richtung oder geringe Dicke der Schnitte, handelt, vermochten wir nicht zu entscheiden.

Immerhin ist es auffällig, daß wir dem ganz gleichen Bilde immer und immer wieder begegnen, daß wir ferner den einen Fortsatz oft auf eine ziemlich große Strecke verfolgen können, während es uns äußerst selten gelungen ist, auch noch andere Fortsätze (s. Fig. 14a) abgehen zu sehen.

Der Umstand, daß uns die Silberimprägnation nach RAMÓN Y CAJAL (s. Technik S. 206) nicht gelungen ist, machte es uns unmöglich, diese Frage definitiv zu beantworten, wie wir dann auch darauf verzichten müssen, etwas Genaueres über die Zahl der Fortsätze, über ihre Verzweigung, über die Länge der Fasern und ihr Verhalten zu den Nervenfasern (Isolation!) zu sagen¹⁾.

Wir begnügen uns deshalb damit konstatieren zu können: daß die dicken Fasern, welche sich mit Hämatoxylin, namentlich mit MALLORY'schem, sehr stark färben, im Gebiet des Chiasmas ein wirres Fasernetz bilden, das uns anfänglich beim Studium dieses Gebildes sehr hinderlich gewesen ist;

daß ferner die Fasern lang sein müssen, da sie sich oft auf eine große Strecke durch das Gesichtsfeld hindurch verfolgen lassen.

1) Wir behalten uns vor, über diese Verhältnisse eventuell später näheren Aufschluß zu geben.

Zusammenfassung und Schluß.

Wenn wir die Resultate unserer Untersuchung kurz zusammenfassen, dann ergeben sich für die Struktur des Amphibienchiasmas folgende wichtige Verhältnisse:

1) Die Sehnerven der Amphibien kreuzen sich total, und zwar bei den Urodelen unter viel stumpferem Winkel als bei den Anuren.

2) Es findet in dem Chiasma dieser Tiere eine bündelweise Kreuzung statt, so zwar, daß sich die überaus zahlreichen und feinen Bündel nach Art eines Flechtwerkes verschlingen.

3) Diese Bündel sind bei den Urodelen ganz ventral klein, nehmen dann gegen die Mitte des Chiasmas hin an Stärke zu, um dorsalwärts immer feiner zu werden.

Bei den Anuren sind sie im ventralen Chiasmaabschnitt am stärksten und nehmen in dorsaler Richtung allmählich ab.

4) Bei den Urodelen ist der Verlauf der Bündel stets regelmäßig, während bei den Anuren oft dadurch, daß in der ventralen Chiasmapartie die Bündel eines und desselben Nerven beim Uebergang in das Chiasma oder in demselben sich überkreuzen, ihr Verlauf resp. Flechtwerk unregelmäßig wird. Dorsal können wir auch hier immer einen geordneten Verlauf der Bündel konstatieren.

5) Das Urodelenchiasma bildet stets einen zusammenhängenden Komplex, während das Anurenychiasma oft, nicht immer, durch Fasern („Neurogliaplatte“), welche ihren Ursprung von dem Basiswulst nehmen, in seinem nasalen Teile wenigstens, in einen dorsalen und einen ventralen Abschnitt zerlegt wird.

Ebensolche Fasern füllen bei diesen Tieren auch ventral den nasalen Winkel des Chiasmas aus und überziehen oft noch auf eine kurze Strecke dessen ventrale Fläche.

6) In dem Chiasma der Amphibien ist ein Neuroglianetz ausgebreitet, dessen dicke Fasern bei den Urodelen weniger dicht sind als bei den Anuren, wo sie uns wegen ihres zahlreichen Auftretens sofort auffallen.

Das Chiasma ist gegenüber den Sehnerven arm an Gliazellen. Diese fehlen dem Urodelenchiasma oft ganz oder sind doch nur in verschwindend kleiner Anzahl vorhanden, etwas zahlreicher finden sie sich bei den Anuren.

In Beziehung auf die beim Frosch angestellten Degenerationsversuche läßt sich sagen:

1) Sie bestätigen die totale Kreuzung.

2) Der Degenerationsprozeß vollzieht sich sehr langsam¹⁾ und schließt endlich mit einer vollständigen Verödung des dem enukleierten Auge angehörigen Nerven und Tractus ab (s. Fig. 13).

3) Auch wir möchten für das Studium der Frage nach der totalen oder partiellen Kreuzung im Chiasma von Kaltblütern nach E nukleationen die MARCHI'sche Methode anempfehlen, wie dies WLASSAK (78) thut.

Zur Verfolgung centralwärts gelegener Bahnen taugt sie, nach unseren Erfahrungen wenigstens, beim Kaltblüter der S. 56 angegebenen Gründe wegen nicht.

Vergleichen wir nun, abgesehen von der partiellen oder totalen Kreuzung, das Amphibienchiasma mit demjenigen der anderen Wirbeltiere, dann finden wir einmal etwelche Aehnlichkeit mit demjenigen der Selachier und Ganoiden; auch hier soll ja, wie wir gesehen haben, eine bündelweise Kreuzung statthaben.

Andererseits aber, und das ist wohl erstaunlicher, finden wir eine merkwürdige Uebereinstimmung mit dem Chiasma der höchsten Wirbeltiere, der Säuger, wo zuerst die „strohmatteähnliche Verflechtung“ zahlreicher, feiner Bündel konstatiert wurde.

Demnach scheint die Auflösung jedes Sehnerven in eine große Anzahl feinerer Bündel und deren Verflechtung nicht allein

1) Bisweilen scheint sich der Degenerationsprozeß beim Kaltblüter aber auch rascher zu vollziehen. So hat KRAUSE (42), der bei *Cyprinus auratus* E nukleationen vorgenommen, folgende Angaben gemacht:

„a) Nach 20 Tagen erschienen der centrale Stumpf des N. opticus und zugehörige Tractus zwar verändert, ihre Fasern waren dunkler und hatten undeutliche Konturen, doch war keine Degeneration in Form schwarzer Punkte vorhanden.“

„b) Nach 26 und 28 Tagen war die Degeneration voll ausgebildet.“

„c) 34 Tage nach der Operation sind die Zerfallprodukte offenbar zum Teil schon resorbiert. Der degenerierte Opticus ist stark verschmälert“

„d) Nach 47 Tagen hat die Degeneration ihren Höhepunkt längst überschritten. Von N. und Tract. opticus ist fast nur noch die bindegewebige Hülle erhalten, innerhalb deren einige schwarze Pünktchen liegen.“

das Produkt höherer Entwicklung zu sein, wie man aus dem Satze WIEDERSHEIM's (77, S. 235): „Während es sich bei den meisten Teleostiern nur um eine einfache Uebereinanderlegung der beiden Sehnerven handelt (Fig. 200 A), tritt bei einigen (Harengus, Engraulis) der eine Opticus durch einen Schlitz des anderen hindurch, und dieses Verhältnis sehen wir bei Reptilien immer weiter gedeihen, bis schließlich eine sehr komplizierte, gegenseitige Durchflechtung zustande kommt (Fig. 200 B—D). Am feinsten und zartesten erscheint dieses korbartige Geflecht bei Säugetieren, wo es schließlich nur noch durch Schnittserien analysierbar wird“, zu schließen geneigt wäre.

Diese Aeüßerung findet übrigens auch eine Widerlegung durch die Thatsache, daß im Chiasma mancher Vögel, z. B. in dem der Eule (s. Einleitung S. 200) sich die Kreuzung vermittelst ganz weniger Blätter vollzieht, ganz so, wie wir dies bei den Teleostiern gesehen haben.

Das Zustandekommen dieser bei so weit auseinander stehenden Tiergruppen gleichen Verhältnisse (Konvergenzerscheinungen) hat offenbar eine einheitliche Ursache. Welcher Natur diese aber ist, dürfte schwer zu sagen sein und lassen sich darüber nur Vermutungen aufstellen.

Eine Untersuchung in dieser Richtung müßte von großem Interesse sein.

Anhang.

Im Anschluß an unsere Arbeit sei es uns noch gestattet, auf das abnorme Verhalten der ventralen Recessuswand aufmerksam zu machen, das wir in der Gegend des Chiasmata bei zwei Exemplaren von *Rana muta* LAUR., also bei derselben Species konstatieren konnten.

Wie wir bei *Rana esculenta* L. gesehen haben, hat der Hohlraum des Recessus opticus da, wo die Pars basilaris der Lamina terminalis nach rückwärts vorspringt, auf einem Frontalschnitt die Gestalt eines länglichen Dreieckes mit nach oben gekehrter Spitze.

Der Boden des Recessus, der nasal nur aus einem dünnen Zellbelag besteht, verdickt sich allmählich zu dem sog. Basiswulst, in welchen sich dann die Bündel der beiden Optici be-

geben, um den ventralen Teil des Chiasmas zu bilden, die Elemente dieses Wulstes verdrängend.

Horizontalschnitte durch das eine der beiden Gehirne oben genannter Tiere ergeben nun folgende Bilder:

Im Gegensatz zu dem eben geschilderten normalen Verhalten zeigt hier der Hohlraum des Recessus dorsal seine größte Breite, während er ventral spaltenartig verengert ist. Der Boden besteht aus einem sehr geringen Zellbelag (2—3 Schichten). Fig. 15.

Etwas vor dem nasalen Chiasmawinkel erweist sich jetzt der ventrale Abschnitt des Recessus opticus von normaler Gestalt, d. h. sein Querschnitt stellt jetzt ein Dreieck mit nach unten gerichteter Basis dar. Mit dem Ventrikel des Zwischenhirns kommuniziert er durch einen schmalen Gang. Fig. 16.

Gehen wir in der Betrachtung unserer Frontalschnittserie in caudaler Richtung weiter, dann sehen wir zunächst den unverdickten Boden des Recessus in dem gleichen Maße sich ventralwärts ausbuchten, als sich die beiden centralen Enden der Optici der lateralen Wandung nähern.

Allmählich tritt jedoch auch hier, aber nur in den lateralen Teilen des Bodens, eine Verdickung auf, während dessen medialer Teil unverdickt bleibt.

Es bildet sich so eine mediale Rinne aus, die caudalwärts auf eine Strecke weit immer tiefer wird, entsprechend der Zunahme der seitlichen Verdickung des Recessusbodens. Fig. 17.

Mit der Annäherung der beiden Opticusmassen an das Kreuzungsgebiet verengert sich nun die genannte Rinne, bis ihre Wandungen sich zunächst ventral und dann auch dorsal aneinander legen resp. verschmelzen. Eine Zellmasse deutet schließlich noch die Verschmelzungsstelle an.

Endlich kreuzen sich die Bündel des ventralen Chiasmaanteils, genannte Zellmasse verdrängend. Fig. 18.

Da, wo wir die Neuroglialeiste zwischen dorsaler und ventraler Chiasmamasse einspringen sahen, können wir jetzt, nur auf eine kurze Strecke medianwärts, wenige Gliazellen eingelagert sehen.

Das Abnorme besteht also im wesentlichen darin, daß sich hier gerade da, wo wir normalerweise keine Verdickung des Recessusbodens sahen, d. h. in dessen lateralen Partien sich derselbe erhebt, während gegen die Mediane hin, wo sonst regelmäßig eine Erhebung statthat, hier eine solche fehlt (vergl. Fig 19).

Bei dem zweiten, noch kurz zu schildernden Falle ist folgendes zu konstatieren: Schnitte, die in ebenfalls frontaler Richtung durch den nasalen Teil des Recessus opticus gelegt sind, zeigen in Beziehung auf dessen Konfiguration nichts Besonderes.

Schreiten wir bei Betrachtung unserer Serie dem nasalen Chiasmawinkel zu, dann sehen wir auch hier wieder zwei seitliche Wülste auftreten, an deren Bildung nun aber nicht der Boden des Recessus beteiligt ist, sondern die vielmehr aus dem ventralsten Abschnitt seiner Seitenwandung hervorsprossen. Der Boden selbst bleibt unverändert. Fig. 20.

Diese beiden Wülste vergrößern sich nach hinten und stoßen schließlich zusammen. Zugleich haben sich jetzt die beiden Optici dieser Stelle genähert und wir können jetzt auf den nächstfolgenden Schnitten sich die ersten Bündel kreuzen sehen, ventral einen ovalen, dorso-ventral abgeflachten Hohlraum abschnürend. Fig. 21 u. 22.

Indem sich nun ventral immer mehr Bündel kreuzen resp. sich das Chiasma in ventraler Richtung ausdehnt, wird dieser Hohlraum, der ventrale Abschnitt des Recessus opticus, immer mehr zusammengedrängt, bis zuletzt seine Wandungen aufeinanderzuliegen kommen, so daß wir hier nur noch eine ovale Masse von Zellen sehen können, die dann vollständig schwindet.

Es tritt also dadurch, daß die aus den Seitenwandungen des Recessus sprossenden Längswülste sich successive vereinigen, eine Sonderung in einen oberen und einen unteren Recessusraum ein. Letzterer stellt einen Kanal dar, der eine Strecke weit unter dem Chiasma verläuft, um an dessen ventralster Kuppe blind zu endigen.

Sich nun in beiden Fällen das abnorme Verhalten des Recessusbodens zu erklären, dürfte schwer halten; nicht so schwierig sind die übrigen Erscheinungen zu deuten, welche unserer Ansicht nach nur eine Konsequenz der ersteren sind.

Wie wir gesehen haben, dringen die Bündel des ventralen Chiasmaabschnittes in den Basiswulst ein, um auf die entgegengesetzte Seite zu gelangen, diesen also gleichsam als Brücke benützend. Wenn nun jener teilweise oder, wie im zweiten Falle, ganz fehlt, so muß für die Ueberbrückung der durch den Hohlraum des Recessus bedingten Kluft anderweitig gesorgt werden.

Dies geschieht nun in ersterem Falle so, daß die beiden seitlichen Wülste des Bodens durch das Vordringen der beiden Opticusmassen einander genähert werden, bis sie aneinander stoßen und die Fasern auf möglichst direktem Wege auf die andere Seite gelangen können.

Bei dem zweiten Individuum werden einfach die beiden Seitenwandungen des Recessus in ihrem ventralen Teile von den einander zustrebenden Nerven nach innen ausgebuchtet, bis sich da, wo die Kreuzung zuerst stattfindet, die beiden Wülste treffen, um dann successive auch in ventraler Richtung zu verschmelzen.

Was das Vorkommen solcher Abnormitäten anbetrifft, so scheinen diese, wie bei anderen Tieren, gelegentlich auch am Gehirn der Amphibien vorzukommen; so beschreibt WIEDERSHEIM (76) zwei solcher Fälle, wo es bei *Rana esculenta* L. zu tief eingreifenden Variationen im Gebiet des Hinter- und Nachhirns gekommen war.

Es mögen wohl auch schon andere derartige Fälle bei diesen Tieren beobachtet worden sein; allein da eine weitere Auslassung über diesen Gegenstand nicht in dem Rahmen unserer Arbeit eingeschlossen ist, haben wir weitere Nachforschungen in der Litteratur unterlassen.

Diese Arbeit wurde im zoolog. vergleich.-anatom. Institute beider Hochschulen in Zürich ausgeführt.

Es sei mir zum Schlusse gestattet, meinem hochverehrten Lehrer und Chef, Herrn Professor Dr. ARNOLD LANG für seine Bemühungen und die zahlreichen Anregungen den wärmsten und aufrichtigsten Dank auszusprechen.

Eine angenehme Pflicht ist es mir ferner, Herrn Privatdozent Dr. KARL HESCHELER für die guten Ratschläge, mit denen er mir zur Seite stand, sowie auch Herrn Professor Dr. BARBIERI und Herrn cand. phil. FISCHLI für die Herstellung der Mikrophotographien herzlich zu danken.

Litteraturverzeichnis.

* bedeutet, daß die betreffende Arbeit unzugänglich war.

- 1) AHLBORN, FR., Untersuchungen über das Gehirn der Petromyzonten. Zeitschr. f. wissenschaftl. Zoologie, Bd. XXXIX, 1883, S. 222.
- 2) BEAUREGARD, H., Encéphale et nerfs crâniens du Ceratodus Forsteri. Journal de l'Anatomie et de la Physiologie normales et pathologique de l'homme et des animaux, 1881, p. 236.
- 3) BECHTEREW, W., Die partielle Kreuzung der Sehnerven in dem Chiasma höherer Säugetiere. Neurolog. Centralbl., Jahrg. 17, 1898, No. 5, S. 199—202.
- 4) BELLONCI, L., Ueber die centrale Endigung des Nervus opticus bei den Vertebraten. Zeitschr. f. wissenschaftl. Zoologie, Bd. XLVII, 1888.
- *5) BERARDINIS, DE D., Ricerche sul neuroglia del nervo ottico. Monit. zool. Ital., Anno VI, 1895, p. 211—223.
- 6) BERNHEIMER, STEF., Ueber die Entwicklung und den Verlauf der Markfasern im Chiasma nervorum optic. des Menschen. Arch. f. Augenheilkunde, Bd. XX, 1889, S. 133—180.
- 7) BIESIADECKI, A. v., Ueber das Chiasma nerv. optic. der Menschen und der Tiere. Sitzungsberichte d. math.-naturw. Klasse d. Kaiserl. Akademie d. Wissenschaften, Bd. XLII, 1860.
- 8) BLASCHKO, A., Das Sehcentrum bei Fröschen. Inaugural-Disser-tation Berlin, 1880.
- *9) BONO, DE, Sulla neuroglia del nervo ottico e del chiasma in taluni vertebrati. Vorläufige Mitteilung. Arch. di Ottalm., Vol. I, 5.
- 10) CALORI, L., Sull' anatomia dell' Axolotl. Memorie della Accademia della Scienze del Istituto di Bologna, Vol. II, 1851.
- 11) CARUS, C. G., Versuch einer Darstellung des Nervensystems u. insbesondere des Gehirns nach ihrer Bedeutung, Entwicklung und Vollendung im tierischen Organismus. Leipzig 1814.
- 12) COLUCCI, CESARE, Altérations dans la rétine de la grenouille par la suite de la section du nerf optique. Archives Italiennes de Biologie, Turin 1892, T. XVII, p. 71—90.

- 13) CRAMER, A., Beitrag zur Kenntnis der Opticuskreuzung im Chiasma und das Verhalten der optischen Centren bei einseitiger Bulbusatrophie. Anatomische Hefte, MERKEL u. BONNET, 1898, Heft 33, S. 417—483.
- 14) DARKSCHEWITSCH, L., Ueber Kreuzung der Sehnervenfasern. GRAEFÉ's Arch. f. Ophth., Bd. XXXVII, 1891, 1, S. 1—24.
- 15) DEJERINE, J., Anatomie des centres nerveux. T. I, Paris 1895, p. 314.
- 16) DELBRÜCK, A., Zur Lehre von der Kreuzung der Nervenfasern im Chiasma nerv. optic. Arch. f. Psychiatrie, Bd. XXI, 1890.
- 17) DEXLER, H., Untersuchungen über den Faserverlauf im Chiasma des Pferdes und über den binokulären Sehakt dieses Tieres. Jahrb. f. Psychiat. u. Neurol., Bd. XVI, Heft 1—2, S. 179—196.
- 18) DEYL, J., Ueber den Sehnerven bei Siluroiden u. Acanthopsiden. Anat. Anzeiger, Bd. 11, S. 8—16.
- *19) — Contributions à l'étude de l'anatomie comparée du nerf optique. Bibliogr. anat., Paris, 4. année, p. 61—78.
- 20) EDINGER, L., Untersuchungen über die vergleich. Anatomie des Gehirnes. 2) Das Zwischenhirn der Selachier u. Amphibien. Abhandlgn. d. naturf. Senckenberg'schen Gesellschaft, Bd. XVIII, 1895, S. 3—55.
- 21) — Vorlesungen über den Bau der nervösen Centralorgane des Menschen u. der Tiere. 1896
- 22) FISH, A. P., The central nervous system of *Desmognathus fusca*. Journal of Morphology, Vol. X, 1895, p. 231—286.
- 23) FULLIQUET, G., Recherches sur le cerveau du *Protopterus annectens*. Recueil zoologique suisse, T. III, 1886, p. 1—129.
- 24) GANSER, S., Ueber die periphere und centrale Anordnung der Sehnervenfasern u. über das C. bigeminum anterius. Arch. f. Psychiatrie u. Nervenkrankheiten, Bd. XIII, 1882, Heft 3.
- 25) GAUPP, E., A. ECKER'S u. R. WIEDERSHEIM'S Anatomie des Froches, 2. Aufl., 1897, S. 87—91.
GEGENBAUR, C., Vergleichende Anatomie der Wirbeltiere mit
- 26) Berücksichtigung der Wirbellosen. Bd. I, 1898, S. 796.
- 27) GIRGENSOHN, G. L., Anatomie u. Physiologie des Fischnervensystems. Mémoires présentés à l'Académie impériale des Sciences de St. Pétersbourg etc., T. V, 1846, p. 275—589.
- 28) GREEFF, R., Die Spinnenzellen im Sehnerv u. in der Retina. Arch. f. Augenheilkunde, Bd. XXIX, Heft 3/4, S. 324—329.
- 29) GRÜTZNER, P., Kritische Bemerkungen über die Anatomie des Chiasma opticum. Deutsche med. Wochenschrift, Jahrg. 23, 1897, No. 1, S. 2—4; No. 2, S. 25—27.
- 30) GUDDEN, Ueber die Kreuzung der Fasern im Chiasma nerv. optic. GRAEFÉ's Arch. für Ophth., Bd. XX, 1874, 2, S. 249—267.
- 31) — Ueber die Kreuzung der Sehnervenfasern im Chiasma nerv. opticorum. GRAEFÉ's Arch. f. Ophth., Bd. XXI, 1875, 3, S. 199—204.

- 32) GUDDEN, Ueber die Kreuzung der Nervenfasern im Chiasma nerv. opticorum. GRAEFFE'S Arch. f. Ophthalm., Bd. XXV, 1879, 1 S. 1—56.
- 33) — Ueber die Kreuzung der Nervenfasern im Chiasma nerv. opticorum. GRAEFFE'S Arch. f. Ophthalm., Bd. XXV, 1879, 4, S. 237—246.
- 34) HANNOVER, A., Das Auge, Beiträge zur Anatomie, Physiologie u. Pathologie dieses Organes, 1852. I. Ueber den Bau des Chiasma opticum mit daran geknüpften Bemerkungen über das Sehen.
- 35) HASLAM, G. The anatomy of the frog by Dr. A. ECKER, translated, with numerous annotations and additions by GEORGE HASLAM. Oxford 1889, p. 167.
- 36) HEBOLD, Der Faserverlauf im Sehnerven. Neurolog. Centralbl., Jahrg. 10, 1891, S. 167—169.
- 37) HELLENDALL, H., Ein Beitrag zu der Frage der Kreuzung der Sehnerven. Arch. f. Anat. u. Physiolog., physiolog. Abt., Heft 5 u. 6, 1897.
- 38) HOSCH, FR., Zur Lehre von der Sehnervenkreuzung beim Menschen. Korrespondenzblatt für Schweizer-Aerzte, 1894, S. 97—106.
- 39) KALLIUS, E., Ueber Neurogliazellen in peripherischen Nerven. Nachrichten von der Kgl. Gesellschaft der Wissenschaften u. der Georg-August's Universität zu Göttingen, 1892, No. 14, S. 513.
- 40) KÖLLIKER, A. v., Handbuch der Gewebelehre des Menschen. Bd. II, Nervensystem des Menschen und der Tiere, 1896, S. 572.
- 41) KÖPPEN, M., Zur Anatomie des Froschgehirns. Arch. f. Anat. u. Physiologie, anat. Abt., Jahrg. 1888, S. 1—34.
- 42) KRAUSE, KARL, Experimentelle Untersuchungen über die Sehbahnen des Goldkarpfens (*Cyprinus auratus*). Arch. f. mikrosk. Anat. u. Entwicklungsgeschichte, Bd. LI, 1898, S. 820—839.
- 43) LANGERHANS, P., Untersuchungen über *Petromyzon Planeri*. Freiburg 1873, S. 94.
- 44) MALLORY, Phospho-molybdic Acid-Hämatoxylon. Anat. Anz., 1891, S. 375—376.
- 45) MANDELSTAMM, E., Ueber Sehnervenkreuzung und Hemiopie. GRAEFFE'S Arch. f. Ophthalm., Bd. XIX. 1873, 2, S. 39—58.
- 46) MICHEL, J., Ueber den Bau des Chiasma nerv. optic. GRAEFFE'S Arch. f. Ophthalm., Bd. XIX, 1873, 2, S. 59—86.
- 47) — Ueber eine Hyperplasie des Chiasmas und des rechten Nervus optic. bei Elephantiasis. (MICHEL hat bei diesem Anlaß auch die Neuroglia im Chiasma des Menschen, Schafes, Hundes, Kaninchens, der Katze und der Taube untersucht.) GRAEFFE'S Arch. f. Ophthalm., Bd. XIX, 1873, 3.
- 48) Ueber Sehnervendegeneration u. Sehnervenkreuzung. Festschrift der med. Fakultät Würzburg, 1887.
- 49) — Ueber das Vorkommen der Neurogliazellen in dem Sehnerven, dem Chiasma und dem Tract. opticus. Sitzgsber. der Phys.-med. Gesellschaft Würzburg, 1893, No. 2, S. 23.

- 50) MONAKOW, C. v., Experimentelle u. patholog.-anatom. Untersuchungen über die optischen Centren u. Bahnen. Arch. f. Psychiatrie u. Nervenkrankheiten, Bd. XX, 1889, S. 774.
- 51) MÜLLER, J., Zur vergleich. Physiologie des Gesichtssinnes des Menschen u. der Tiere. Leipzig 1826.
- 52) MÜLLER, W., Ueber die Entwicklung und den Bau der Hypophysis und des Processus infundibuli cerebri. Jen. Zeitschr. f. Medizin u. Naturwissenschaft, Bd. VI, 1871, S. 395.
- 53) MUNK, H., Ueber die Funktion der Großhirnrinde, 1890.
- 54) NICATI, N., Recherches sur le mode de distribution des fibres nerveuses dans les nerfs optiques et dans la rétine. Archives de Physiologie normale et pathologique, 1875, p. 521—529.
- 55) OBERSTEINER, H., Anleitung beim Studium des Baues der nervösen Centralorgane in gesundem u. krankem Zustande. Leipzig u. Wien 1896.
- *56) RAMÓN, P., L'encéphale des Amphibiens. Bibliogr. anat., T. IV, 1896.
- 57) RAMÓN Y CAJAL, S., La rétine des vertébrés. La Cellule, T. IX, Fasc., 1, 1893, p. 168.
- 58) REISSNER, E., Der Bau des centralen Nervensystems der ungeschwänzten Batrachier. Dorpat 1864.
- 59) ROHON, J. V., Das Centralorgan des Nervensystems der Seelachier. Denkschriften d. Kaiserl. Akad. d. Wissenschaften, math.-naturw. Klasse, Bd. XXXVIII, Abt. 2, Wien 1878, S. 43—104.
- 60) RUDOLPHI, K. A., Einige Bemerkungen über die Durchkreuzung der Sehnerven bei Fischen. WIEDEMANN'S Arch. f. Zoologie u. Zootomie, Bd. I, 1800, S. 156—159.
- 61) SANDERS, A., Contributions to the anatomy of the central nervous system of vertebrate animals. Philos. Transactions, Vol. CLXXVII, p. 2, 1886, p. 757—758.
- 62) SCHAPER, A., Zur Sublimatfixation. Anat. Anzeiger, 1897, S. 463—472.
- 63) SCHEEL, L., Ueber das Chiasma nerv. optic. bei den Wirbeltieren und beim Menschen. Dissertation Rostock, 1874.
- 64) SCHLAGENHAUFER, F., Anatom. Beiträge zum Faserverlauf in den Sehnervenbahnen u. Beitrag zur tabischen Sehnervenatrophie. Jahrb. f. Psychiat. u. Neurolog., Bd. XVI, Heft 1—2, S. 1—39.
- 65) SINGER, J., u. MÜNZER, E., Beiträge zur Kenntnis der Sehnervenkreuzung. Denkschriften d. K. Akademie d. Wissenschaften, math.-naturw. Klasse, Bd. LV, 1889, S. 163—182.
- 66) STANNIUS, H., Handbuch der Anatomie der Wirbeltiere. I. Buch, 1854, S. 164.
- 67) STEINACH, E., Untersuchungen zur vergleichenden Physiologie der Iris. Ueber Irisbewegung bei den Wirbeltieren und über die Beziehung der Pupillarreaktion zur Sehnervenkreuzung im Chiasma. Arch. f. d. gesamte Physiologie des Menschen u. der Tiere, Bd. XLVII, 1890, S. 289—340.
- 68) STIEDA, L., Ueber den Bau des centralen Nervensystems des Axolotl. Zeitschr. f. wissenschaftl. Zoologie, Bd. XXV, 1875, S. 307.

- 69) STILLING, Untersuchungen über den Bau der optischen Centralorgane. I. Teil. Chiasma und Tractus optic., 1882.
 - 70) STUDNIČKA, F. K., Untersuchungen über den Bau des Sehnerven der Wirbeltiere. Jen. Zeitschr. f. Naturwissensch., Bd. XXI, N. F. Bd. XXIV, 1897, S. 1—25.
 - 71) VALENZA, J. B., Sur la rôle jouée par les leucocytes et les noyaux de la neuroglie dans la dégénération. Compt. Rend. Soc. biol. Paris (10), T. III, No. 35.
 - 72) VITZOU, L'entrecroisement incomplet des fibres nerveuses dans le chiasma optique chez le chien. Compt. Rend. hebdom. de l'Acad. d. Sciences, T. CVII, No. 12, p. 531—533.
 - 73) WENDT, C. F., De nerv. optic. chiasmate. Diss. inaug., Rostockii 1838.
 - 74) WIEDERSHEIM, R., Das Gehirn von Ammocoetes u. Petromyzon Planeri. Jenaische Zeitschr. f. Naturwissensch., Bd. XIV, 1880.
 - 75) WIEDERSHEIM, R., Das Skelet und Nervensystem von Lepidosiren annect. Jen. Zeitschr. f. Naturw., Bd. XIV, 1880, S. 181.
 - 76) — Zur Anatomie des Froschgehirnes. Zool. Anzeiger, 1880, S. 497—499.
 - 77) — Grundriß der vergleichenden Anatomie der Wirbeltiere, 1898, S. 234 u. 235.
 - 78) WŁASSAK, R., Die optischen Leitungsbahnen des Frosches. Arch. f. Anat. u. Physiol., physiolog. Abt., 1893, Suppl., S. 1—28.
 - 79) ZIEGLER, E., Lehrbuch der allgemeinen Pathologie und pathologischen Anatomie, II. Bd., 1895.
-

Erklärung zu den bei den Figuren angewandten Buchstaben.

- BVB* = Basales Vorderhirnbündel.
Bw = Basiswulst.
Ch = Chiasma.
Chn = nasalste Chiasmapartie.
C.H. (T.c.h.l.) = Commissura habenularis (Tractus cortico-habenularis lateralis).
C.p.a. = Commissura pallii anterior.
D.ch. = Dorsaler Chiasmateil.
D.s. = Decussatio suprainfundibularis.
H.a. = Abgeschnürter Hohlraum des Recessus opticus.
L.i. = Lobus infundibularis.
L.v. = Laterale Verdickung des Recessusbodens.
M.R. = Mediale Rinne im Boden des Recessus opticus.
MVB = Mediales Vorderhirn-Bündel.
N.o. = Nervus opticus.
Np = Neurogliaplatte.
P = Paraphysis.
P.ch. = Plexus chorioideus.
P.i. = Pars infraneuroporica der Lamina terminalis.
P.o. = Polus occipitalis der Vorderhirnhemisphären.
R.o. = Recessus opticus.
T.o. = Tractus opticus.
V.Ch. = Ventraler Chiasmateil.
V.D. = Ventriculus diencephali.
V.L. = Ventrale Längsfasern, das Chiasma eine Strecke weit überziehend.
V.l.Rw. = Verdickung der lateralen Recessuswand.

Die Vergrößerung der Frontalschnitte, welche vermittelt des ABBE'schen Zeichnungsapparates gezeichnet wurden, ist ca. 30 fach (Reichert Ok. 1, Leitz Obj. 3). Die Neurogliazellen (Fig. 14) sind ca. 600 mal vergrößert und ebenfalls mit dem genannten Apparat gezeichnet (Reichert Ok. 3, Obj. 8 a).

Figurenerklärung s. S. g. Text.

Für Fig.	1	S. 208, 209 und 210.
„	2, 3, 4, 5	S. 214.
„	6	S. 215.
„	7	S. 218, 219, 222.
„	8, 9, 10	S. 229.
„	11, 12	S. 230.
„	13	S. 242.
„	14	S. 248 und 249.
„	15, 16, 17, 18, 19	S. 253.
„	20, 21 und 22	S. 254.

Fig. 23. Medialer Sagittalschnitt durch das Chiasma von *Triton cristatus* LAUR. (S. 216.) Reichert Ok. 1, Obj. 5.

Fig. 24. Horizontalschnitt aus der ventralen Chiasmupartie von *Rana esculenta* L. (S. 220.) Zeigt uns die bündelweise, und zwar unregelmäßige Verflechtung der Opticusfasermassen. Ferner sehen wir die Kerne der Neuroglia, an einigen Stellen von dem ungefärbten, zackigen Leib umgeben (links). Die Zellen resp. Kerne liegen einzelt oder zu zweien. An einigen Stellen beobachten wir auch die dunkeln, dicken Neurogliafasern. Reichert Ok. 3, Obj. 5.

Fig. 25. Der Schnitt geht durch das Chiasma und zwar so, daß der linke Opticus quergetroffen ist, der rechte in der Längsrichtung (SCHEEL'sche Schnittführung). *Rana esculenta* L. (S. 227.) Reichert Ok. 1, Obj. 5.

Fig. 26. Horizontalschnitt durch das Chiasma von *Rana esculenta* L. (S. 231.) Zeigt uns die sog. Neurogliaplatte. Die aus der Zellmasse des Basiswulstes kommenden Längsfasern sind deutlich zu sehen und in der Mitte am weitesten zu verfolgen. In der Masse der Platte liegt eine gegabelte Capillare. Reichert Ok. 3, Obj. 5.

Fig. 27. Horizontalschnitt durch das Chiasma eines Exemplares von *Rana muta* LAUR. (S. 234.) Jeder Opticus zerfällt hier nur in zwei breite Bündel. Reichert Ok. 1, Obj. 5.

Fig. 28. Horizontalschnitt durch das Chiasma von *Rana muta* LAUR. Degenerationsversuche: Nr. 4. (S. 240.) Linker Nerv und rechter Tractus sind von dunkel gefärbten Schöllchen angefüllt, während wir in rechtem Nerven und linken Tractus nichts davon sehen. Die erst genannten Teile weisen eine bedeutende Dimensionenabnahme auf. Reichert Ok. 3, Obj. 3.

Mikrophotographische Bilder 23 und 25 von Herrn cand. phil. FISCHLI, 24, 26—28 von Herrn Prof. Dr. BARBIERI hergestellt.

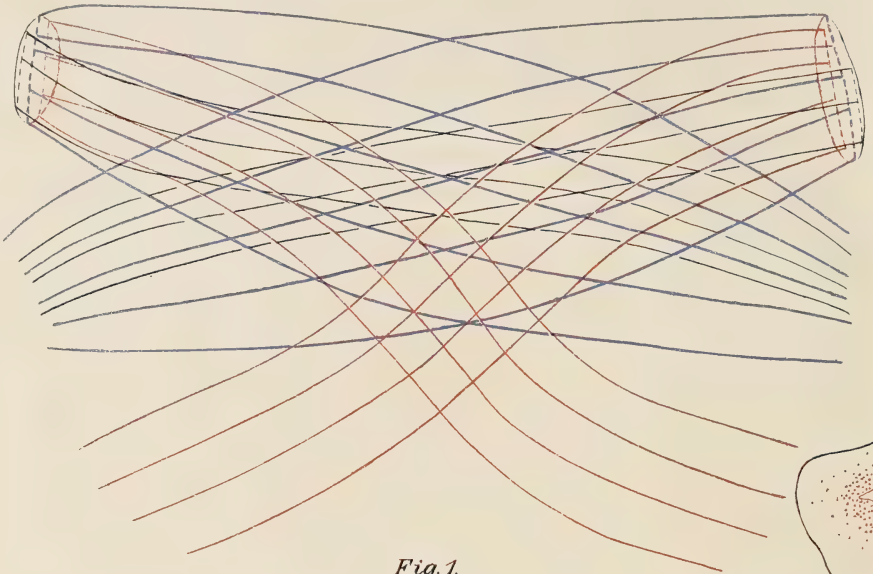


Fig. 1.

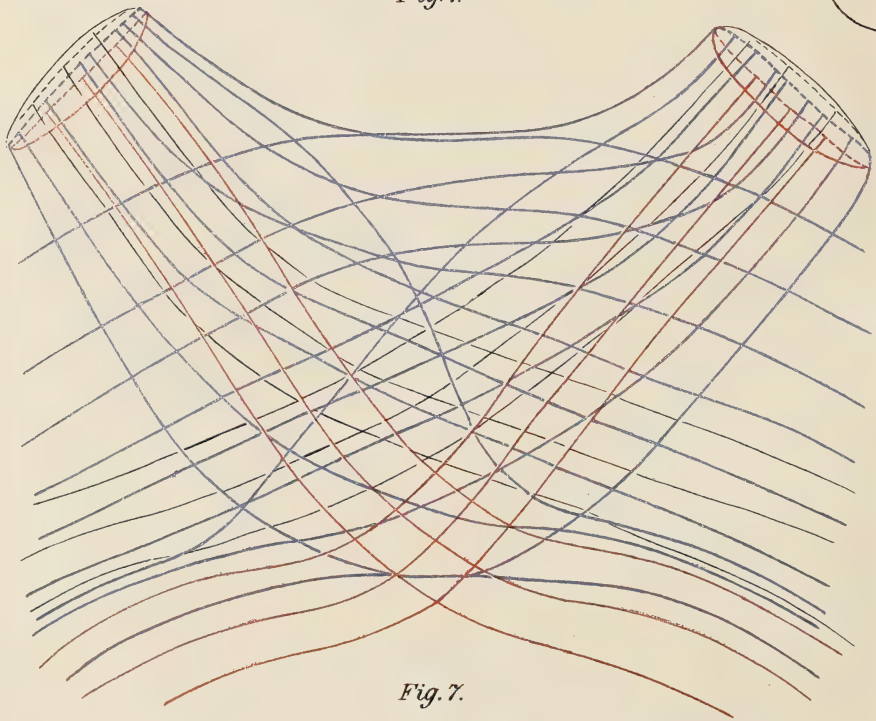
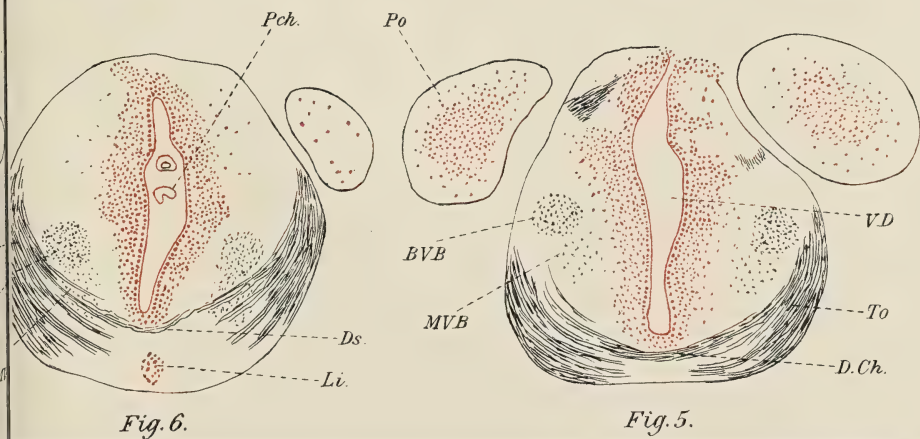
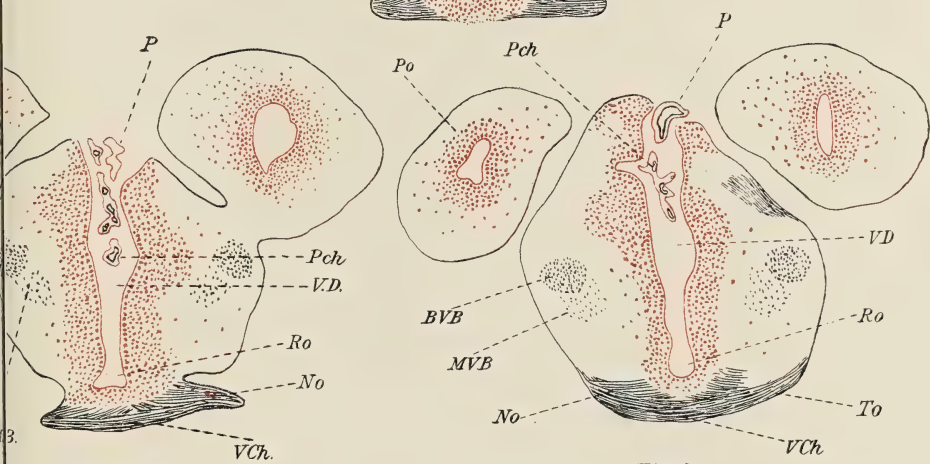
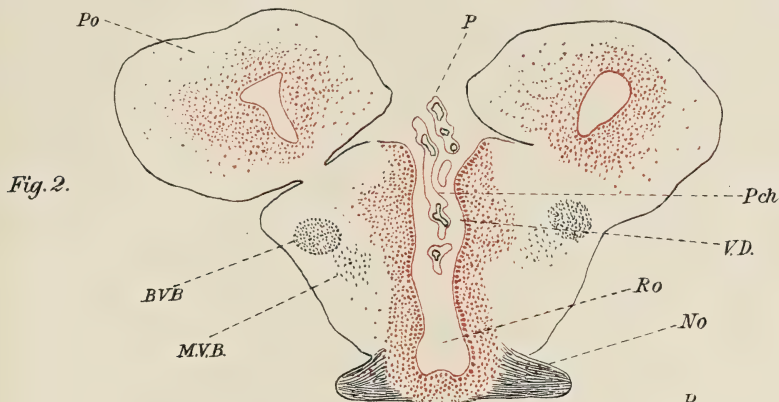


Fig. 7.





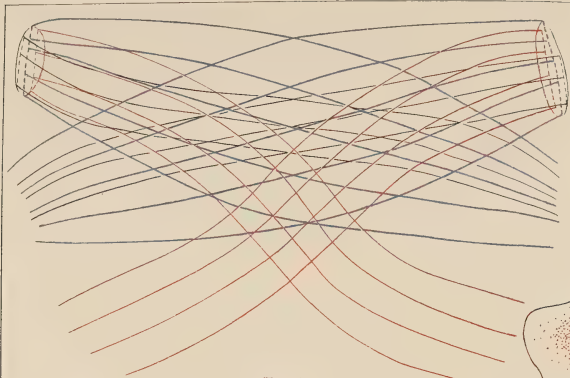


Fig. 1.

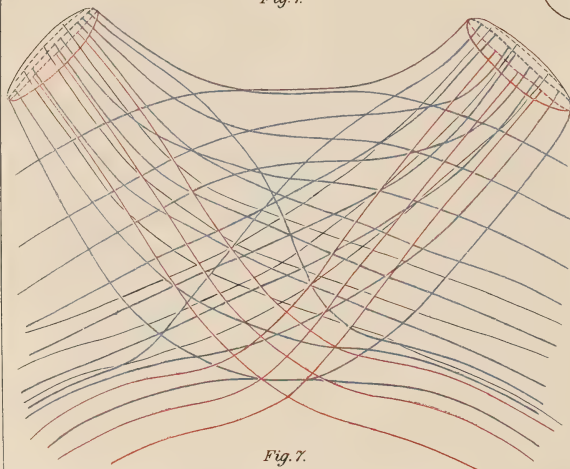


Fig. 7.

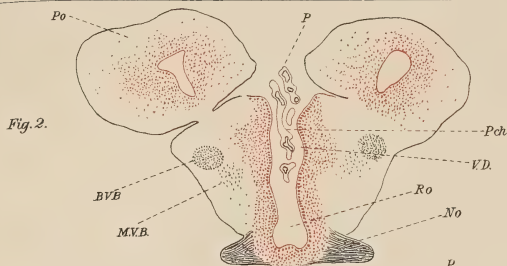


Fig. 2.

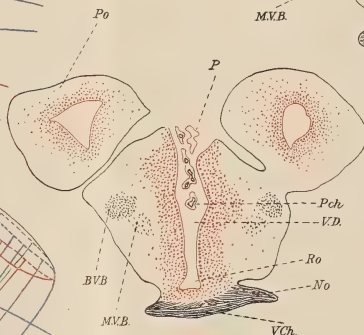


Fig. 3.

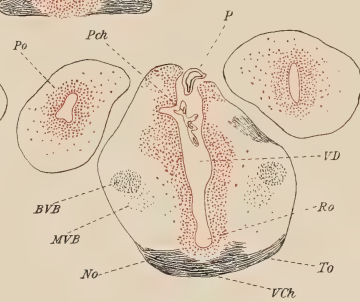


Fig. 4.

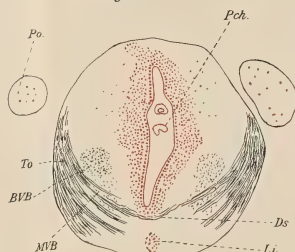


Fig. 6.

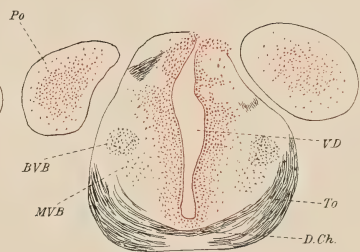


Fig. 5.



Fig. 8.

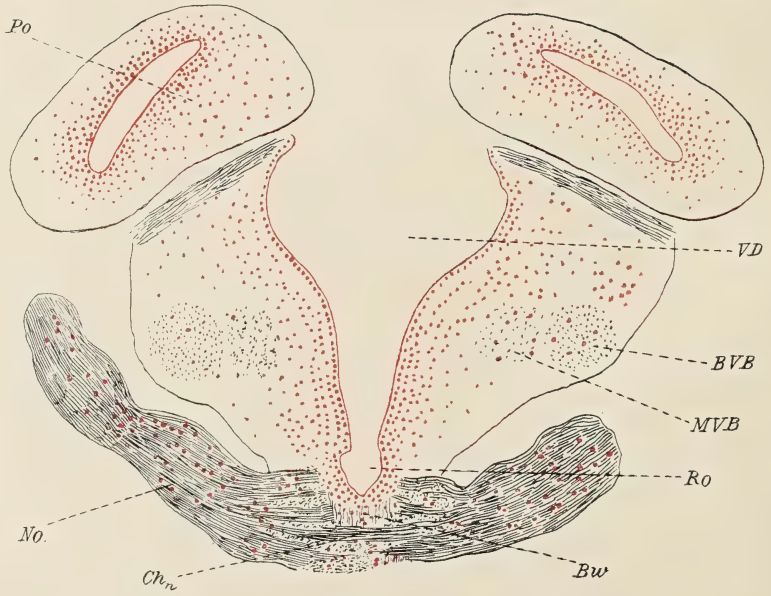


Fig. 10.

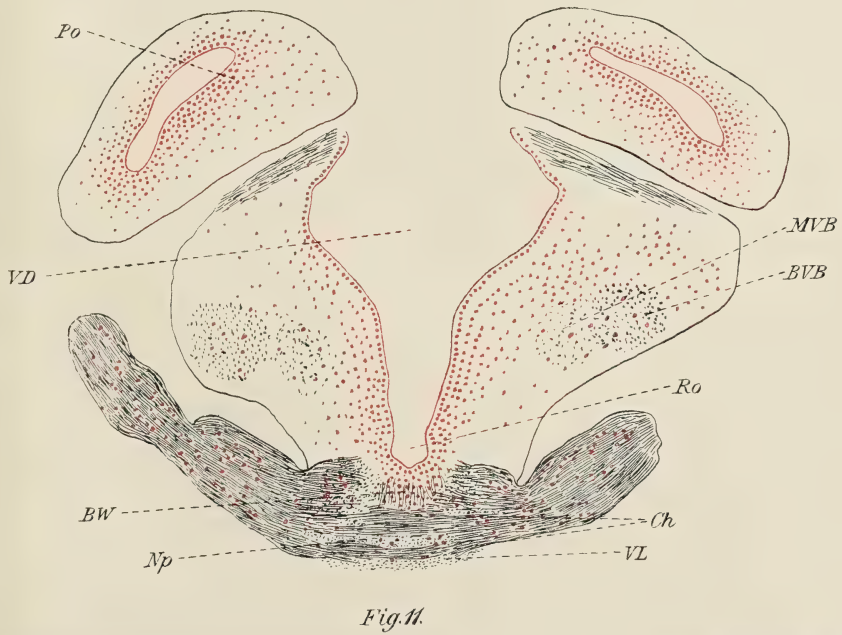
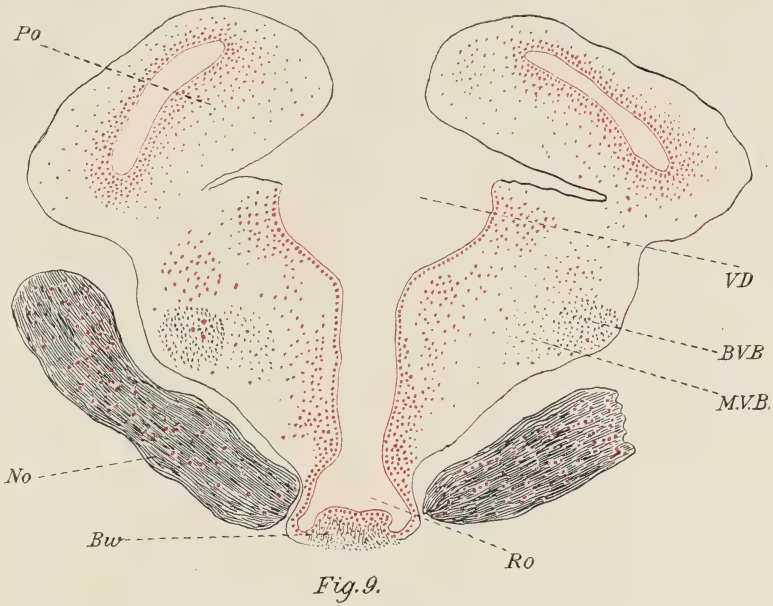




Fig. 8.



Fig. 9.

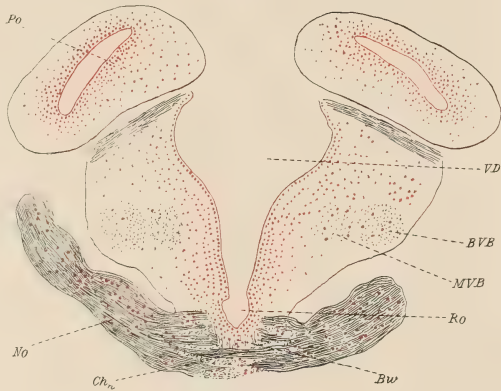


Fig. 10.

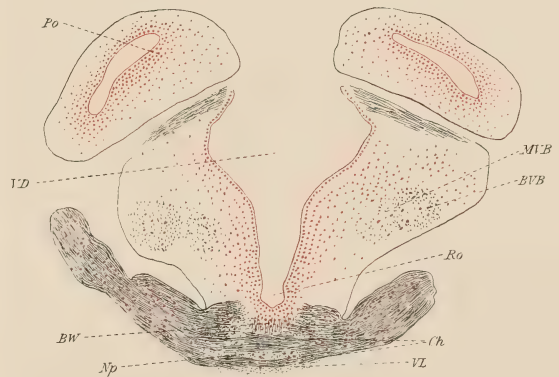


Fig. 11.

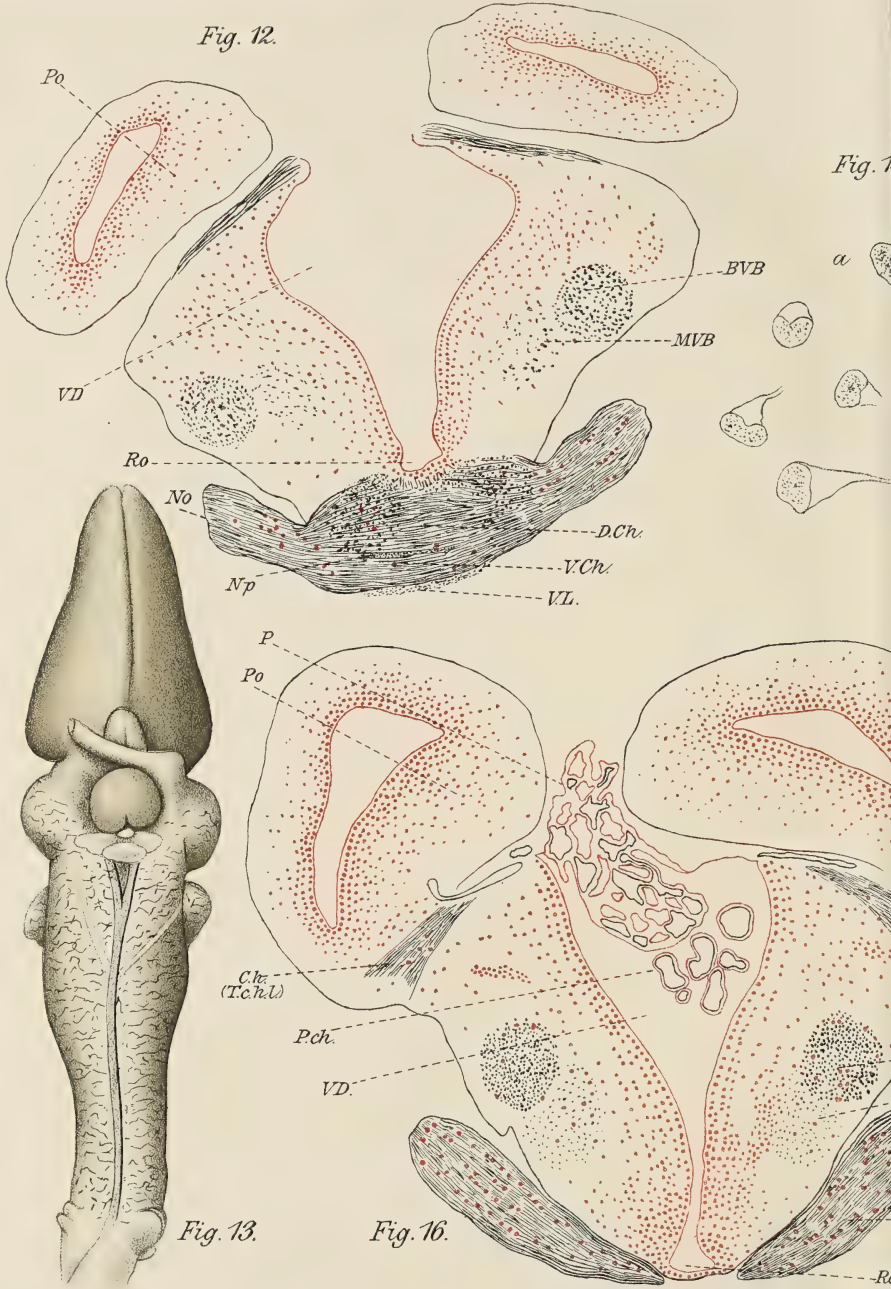


Fig. 15.

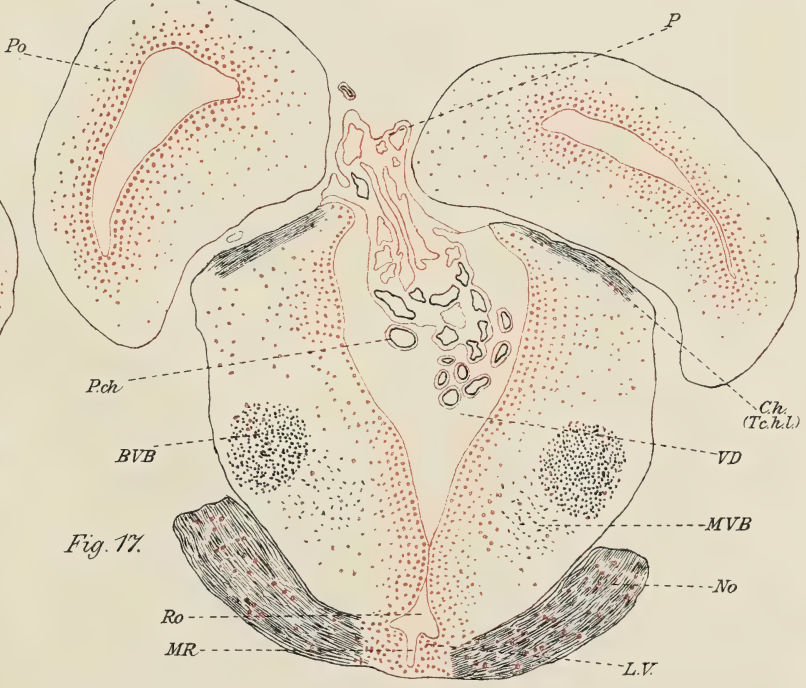
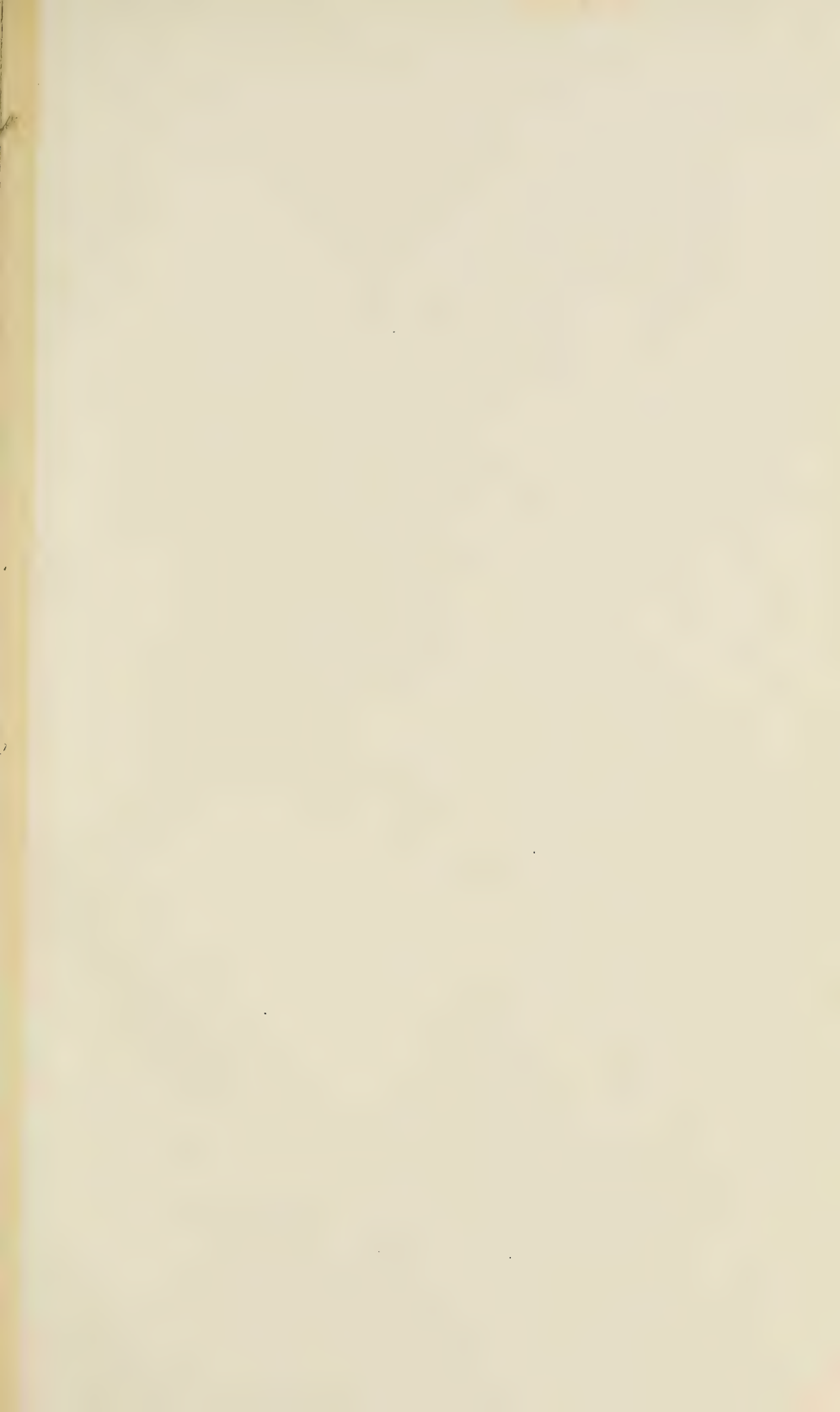


Fig. 17.





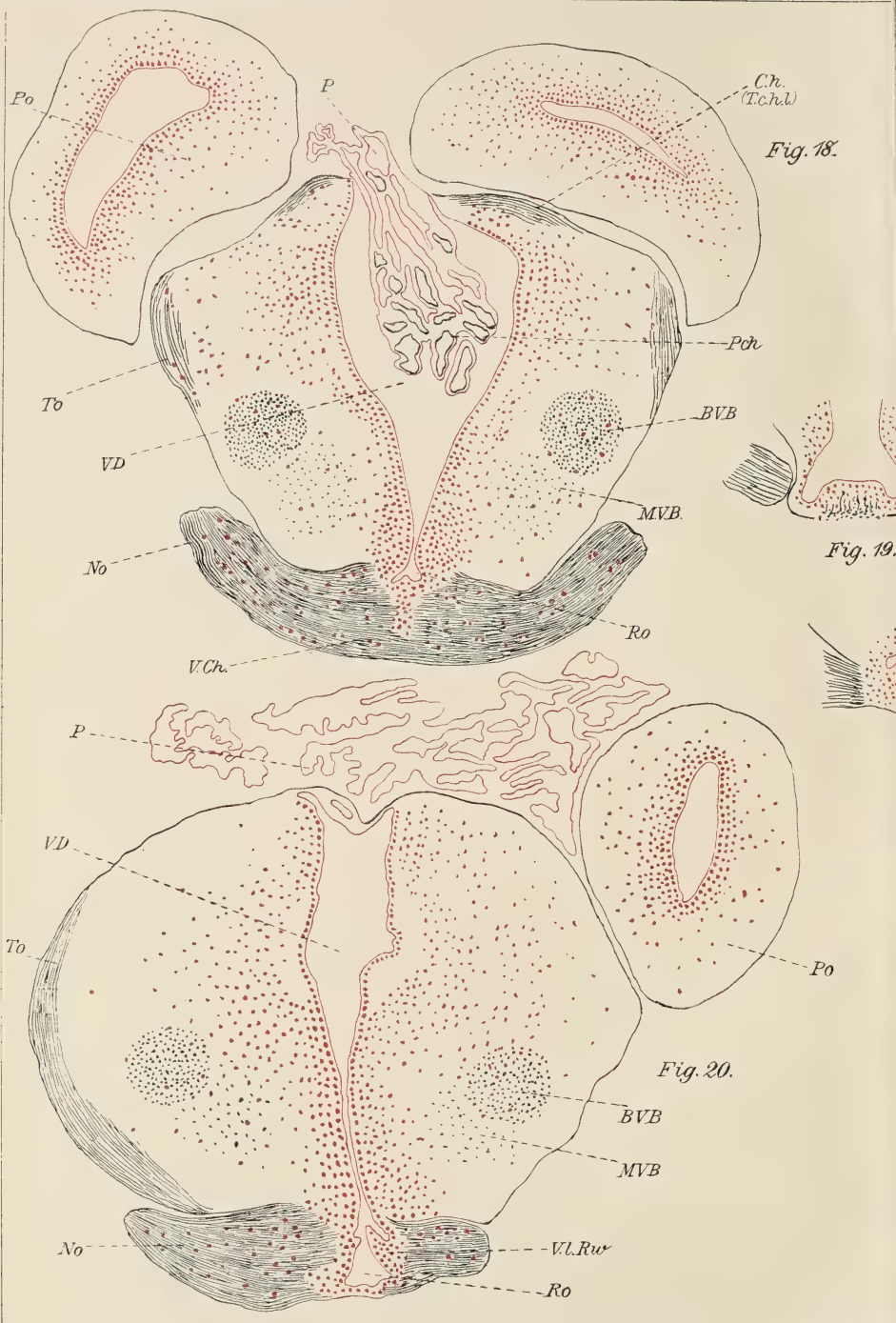
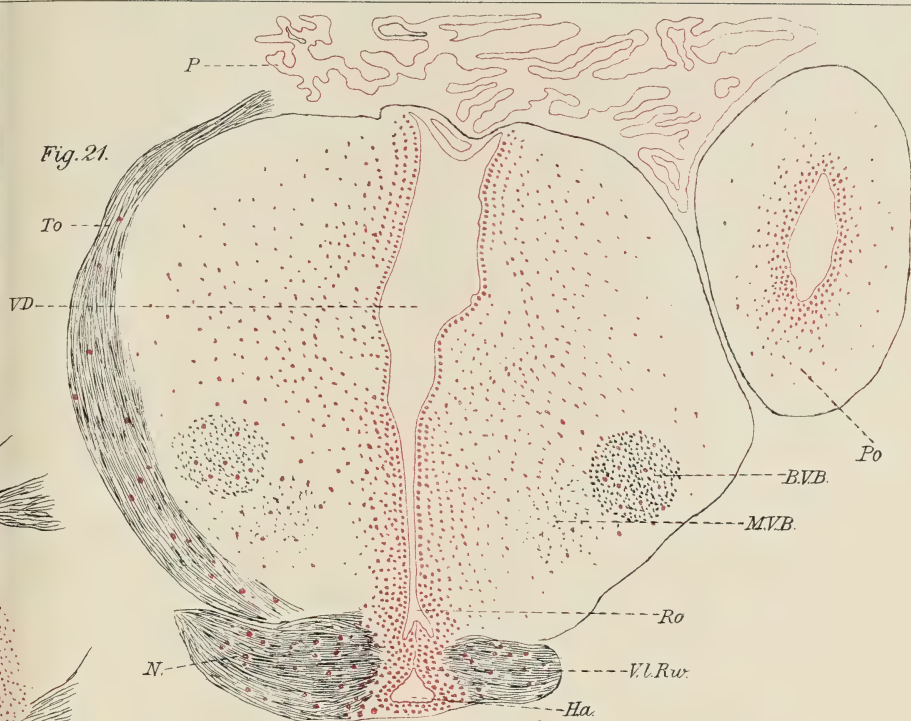


Fig. 21.



To

D

Fig. 22.



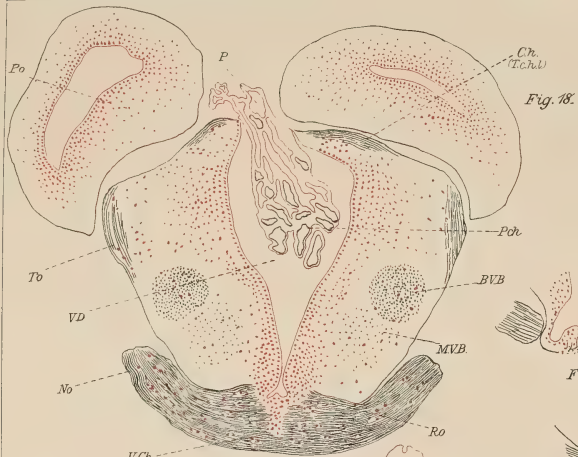


Fig. 18.



Fig. 19.



Fig. 21.



Fig. 20.



Fig. 22.

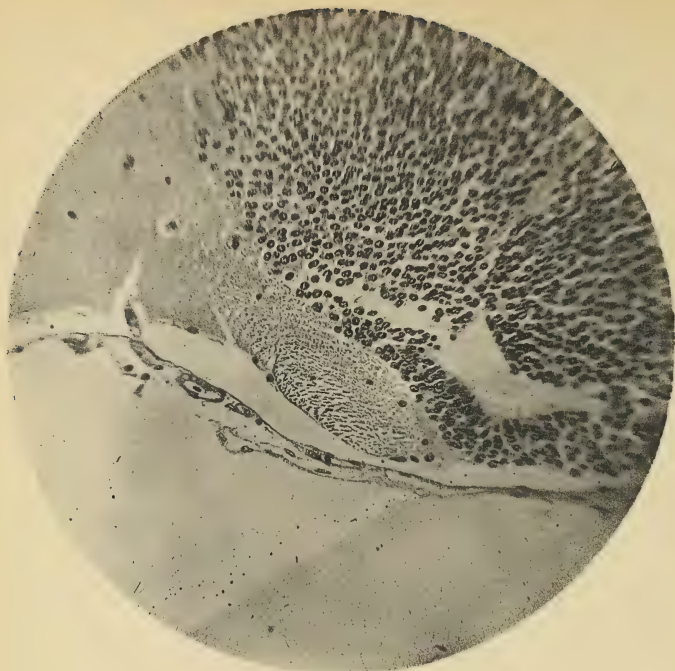


Fig. 23

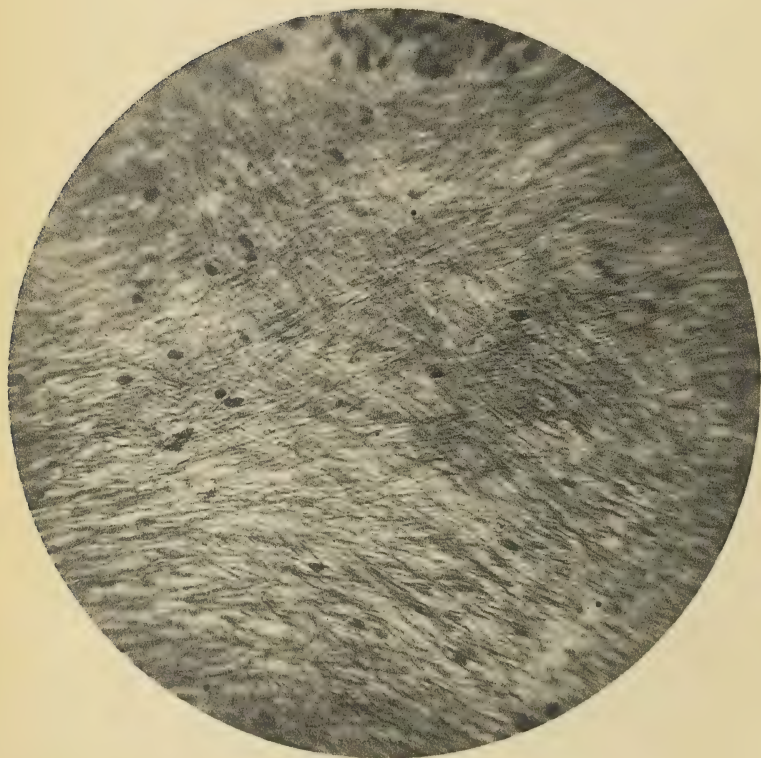


Fig. 24

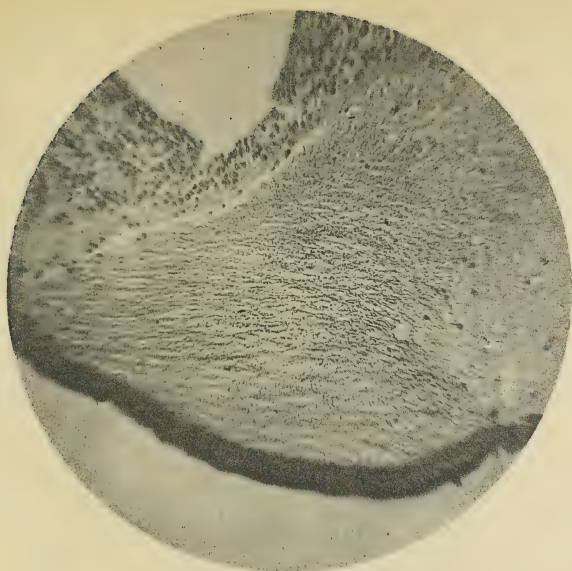


Fig. 25



Fig. 26

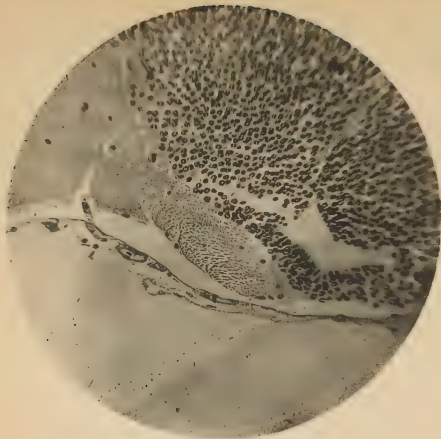


Fig. 23

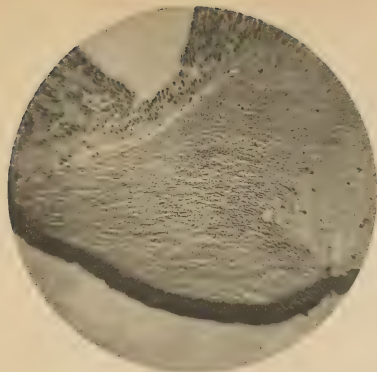


Fig. 25

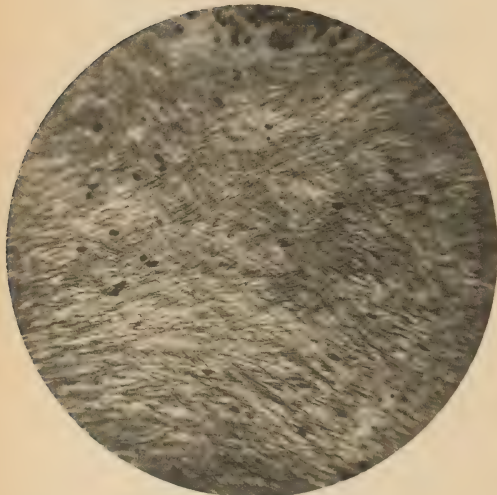


Fig. 24

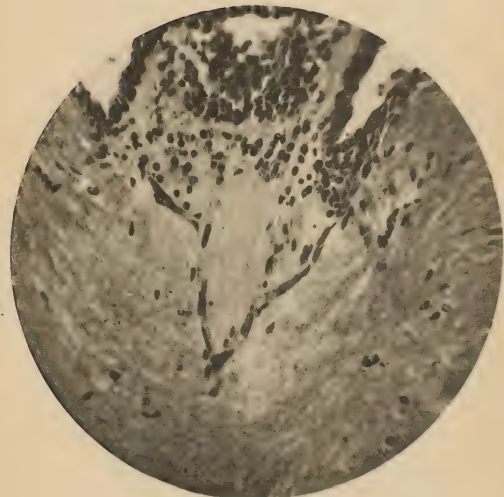


Fig. 26

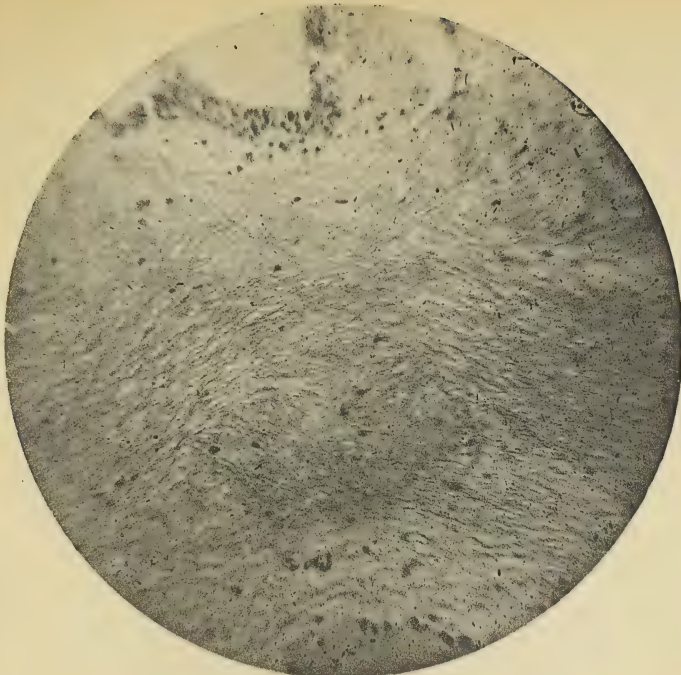


Fig. 27



Fig. 28