

Studien zur Urgeschichte des Wirbelthierkörpers.

Von
Anton Dohrn.

Mit Tafel 10—22.

25. Der Trochlearis.

I. Über Neuromerie im Bereich des Rauten- und Kleinhirns.

Im Begriff, eingehende Untersuchungen über Entstehung, Entwicklung und morphologisch-phylogenetische Bedeutung des Trochlearis zu veröffentlichen, sehe ich mich veranlasst, als eine Art Einleitung, auf die Frage der Neuromerie des Gehirns einzugehen — eine Frage, die ich seit der Veröffentlichung meiner kleinen Schrift »Der Ursprung der Wirbelthiere und das Princip des Functionswechsels« nicht wieder berührt hatte, und zwar aus guten Gründen. So wichtig die primitive Gliederung des Central-Nervensystems bei den Wirbelthieren auch erscheinen musste — es blieb auffallend, dass diese Gliederung sich im Grunde nur am Gehirn, nicht am Rückenmark scharf beobachten ließ. Andererseits ergab die Gliederung des Mesoderms in Urwirbel, welche bisher unsern Speculationen über Metamerenbildung des Gesamt-Wirbelthierkörpers zu Grunde gelegt ward, nur für den Rumpf zuverlässige Anhaltspunkte, versagte aber für den Kopf bis zu dem Grade, dass noch heute einflussreiche Forscher eine solche Gliederung leugnen, Diejenigen aber, welche sie anerkennen, sehr verschiedener Meinung über Zahl und Bedeutung der Metameren sind, welche sie als der Kopfbildung zu Grunde liegend angesehen wissen wollen.

Das Zählen der im embryonalen Hirn mehr oder weniger deutlich vorgefundenen Neuromeren konnte aber an sich nicht genügen, eine primitive Metamerenbildung des Kopfes zu erweisen, wenn es nicht gelang, auch in der Sphäre der übrigen constitutiven Organe des Kopfes eine entsprechende Metamerie nach-

zuweisen, also im Kopfmesoderm, im Entoderm, im peripherischen Nervensystem und womöglich noch in verschiedenen andern Organanlagen, die wir allmählich als zu dem, von uns so oder so gedachten primitiven Wirbelthier-Metamer gehörig annehmen. War aber ein directer Nachweis des Vorhandenseins dieser postulirten Dinge unmöglich — und diese Unmöglichkeit wird bewiesen durch die über das Kopfproblem in schier endloser Fülle geäußerten von einander abweichenden Meinungen — so musste eben versucht werden, indirecte Beweise zu gewinnen; diese Aufgabe aber macht so eingehende und so vielfältige neue Untersuchungen erforderlich, dass es gerathen schien, bis zu ihrer Vollendung auch die Frage der Hirn-Neuromerie zu vertagen.

Ich bin nun, nachdem ich in den 22—24sten Studien einen beträchtlichen Theil dieser Untersuchungen über das Vorderkopf-Mesoderm vorgelegt habe, auch dazu gelangt, die entsprechenden peripherischen Nerven in ihrer Entstehung und Beziehung zum Mesoderm sowohl, wie zu den zugehörigen Gehirnabschnitten eingehend zu untersuchen. Dabei ergaben sich Beziehungen zu den Neuromeren, welche Licht auf die viel umworbene Frage werfen, ob diese Neuromeren in der That als constitutive metamerische Bildungen des Gehirns und damit als Exponenten ebenso vieler Metameren des ganzen Kopfes betrachtet werden dürfen; mit andern Worten: ob bestimmte Relationen zwischen ihnen und den übrigen Constituenten des Kopfes bestehen oder einstmals bestanden haben, und ob man durch ihr Dasein auf das frühere Vorhandensein von metamerischen Bildungen andrer Organkategorien schließen darf, von denen materiell nachweisbare Reste kaum mehr vorhanden sind.

Da aber meine Untersuchungen zu gleicher Zeit nicht unwesentliche Abweichungen in der Feststellung des Thatsächlichen von früheren Beobachtungen andrer Forscher ergeben, so will ich zunächst dies Thatsächliche schildern und danach besonders auf diese Abweichungen und ihre Bedeutung hier auch für die principielle Frage eingehen, die eben berührt ward. Dabei betone ich aber sofort, dass ich an dieser Stelle nicht beabsichtige, die ganze Neuromerenfrage, was Zahl und Bedeutung für das Gesamtgehirn anlangt, zu erörtern, sondern nur denjenigen Theil derselben, welcher in Zusammenhang mit der Trigeminiplatte steht, also die Neuromeren, welche zwischen dem Facialis-Neuromer und dem Mittelhirn sich finden.

Ich gehe nun dazu über, den Befund an den Embryonen von *Torpedo ocellata* zu schildern.

1. *Torpedo ocellata*.

An einem horizontal geschnittenen Embryo von 5 mm Länge XXXVIII 103, I-20—27 findet man im Bereich des Medullarrohres zwischen den Ohrblasen bis hinauf zu dem späteren Isthmus folgende auffallende Verhältnisse, die uns hier besonders interessieren dürften. Auf mittlerer Höhe des Medullarrohres — der Embryo ist in $7,5 \mu$ Schnitte zerlegt und das, was hier beschrieben werden soll, findet sich im 20.—27. Schnitte bei 40 Schnitten, die das Medullarrohr von oben nach unten getroffen haben, — dicht an der Stelle, wo die Ohrblase mit ihrer vorderen Einstülpung sich dem Medullarrohr anzulegen beginnt, sieht man auf der inneren Contur des linken Medullarwulstes eine spitze Kerbe, die wie von einer Verletzung herzurühren scheint. Auf dem 21. Schnitte ist diese Kerbe größer und tiefer geworden, so dass sie bis in die Mitte des dicken Medullarwulstes reicht und den Eindruck macht, als sei derselbe gewaltsam auseinander gerissen worden. Bei Prüfung mit stärkerer Vergrößerung muss man indessen eine solche Vermuthung aufgeben, da besonders der vordere Rand der Kerbe scharf abgerundet erscheint und keine Spur einer mechanisch hervorgebrachten Continuitätstrennung erkennen lässt; auch der untere Rand zeigt keine Rissfläche, sondern eine überall glatt abgerundete, wenn auch nicht so regelmäßige Contur. Auf dem folgenden Schnitt ist die Kerbe noch größer und scheint bereits den Zusammenhang des Medullarwulstes aufzuheben, da sie bis über die Mitte vordringt, wo ihr eine von außen eindringende, noch weniger tief klaffende Einsenkung entgegen kommt. Die Zellen der beiden Theile des Medullarwulstes sind so angeordnet, als ob jeder der aneinander stoßenden Theile des Medullarwulstes dort abgerundet aufgehört und mit dem andern nichts zu thun hätte. Auf dem folgenden Schnitte ist in der That der Zusammenhang zwischen dem vorderen und dem hinteren Stück des Medullarwulstes völlig aufgehoben (Taf. 10 Fig. 1), beide grenzen mit scharf abgeundeten Conturen aneinander. Dann folgt ein Schnitt, der die Unabhängigkeit der beiden Stücke festhält, aber sie auf breiterer Fläche sich doch berührend zeigt, freilich ohne dass eine Zelle der einen zwischen die Zellen der andern einzudringen versuchte, während die Kerbe im Innern sich von unten her aus-

zufüllen sucht. Auf dem nächsten Schnitt ist dies gelungen, der innere Contur ist geradlinig, nur an der äußeren Seite sieht man noch eine seichte Einsenkung, die auch noch auf den folgenden Schnitten besteht, aber langsam abnimmt.

Diese und ähnliche Erscheinungen hatte ich schon öfters gesehen und auch gebührend bedacht, als Dr. GAST bei der Herstellung der Abbildungen mich auf eine Durchbrechung des Rautenhirns aufmerksam machte, die sich an einem, durch Medianschnitt in zwei sagittale Hälften getheilten Embryo von 6 mm Länge erkennen ließ. Unter dem Mikroskop sah man nämlich mit Leichtigkeit ein rautenförmiges Loch die eine Hälfte des Medullarrohrs von der Seite durchsetzen. Ich verfolgte nun mit Consequenz diese Erscheinungen und konnte sie als eine zwar nicht überall durchgeführte, aber doch in einem beträchtlichen Bruchteil von Exemplaren in einem gewissen Entwicklungsstadium auftretende feststellen. Von diesen sollen im Nachfolgenden die wesentlichsten hier im Einzelnen beschrieben werden.

An dem bereits geschilderten Embryo XXXVIII 103 sieht man zunächst der bereits beschriebenen Spalte gegenüber, im rechten Medullarwulst, eine ähnliche, aber nicht ganz so ausgeprägte Bildung (Taf. 10 Fig. 2), woraus folgt, dass die Durchlöcherung der Medullarwülste bilateral auftritt. Weiterhin aber ließ sich an demselben Embryo constatiren, dass ähnliche Perforationen auch noch weiter frontalwärts sich zutrug und in Zusammenhang mit den Anschwellungen und Ausbuchtungen der Medullarwülste standen, die eben auf die Neuro- oder Encephalomeren zu beziehen sind. Es ward deshalb wichtig, die Ausdehnung dieses Processes einer wirklichen Durchbrechung der Medullarwülste zu constatiren.

Soweit ich bisher ermitteln konnte, bietet der Embryo XXXVIII 104 von 6 mm Länge das vollständigste Bild dieser sonderbaren Erscheinung und soll deshalb in voller Ausführlichkeit hier dargestellt werden. Bei diesem Embryo zeigen sich auf I 20 rechter Seite, zwischen den beiden Ohrblasen, zwei solcher Einschnitte oder Einkerbungen, eine neben dem vorderen, die andre neben dem hinteren Theile der Ohrblase. Eine dritte Kerbe findet sich in ziemlich gleichem Intervall weiter vorwärts vor der vorderen Ohrkerbe, so dass durch diese drei Kerben zwei ziemlich gleich große Abschnitte der Medullarwülste begrenzt werden. Hinter der hinteren Ohrblasenkerbe findet sich dicht neben dem Medullarwulst der Anfang des Ganglionleistenabschnitts, aus welchem der Glossopharyngeus

hervorgeht; vor der vorderen der erwähnten drei Kerben findet sich der Ganglienleistenabschnitt des Facialis. In gleicher Entfernung folgt frontalwärts eine neue Einkerbung: sie gliedert ein Segment der Medullarwülste ab, das ich als Facialissegment bezeichne. Vor diesem liegt wiederum ein ähnlich langes Segment, welches durch die vierte Kerbe abgetrennt wird: es bildet das wohlbekanntes Segment, welches ohne Ganglienleistenderivate, zwischen Facialis und Trigemini angetroffen wird. Bei dem vorliegenden Embryo freilich findet sich linker Hand ein kleines Klümpchen Ganglienleistenzellen, welches wohl dafür spricht, dass dieses Segment nicht immer ohne Ganglienanteil bestanden hat. Gerade an dieser vierten Furche findet sich dann auch weiter ventralwärts der Anfang des Ganglion Gasseri, welches somit, in diesem Embryonalstadium wenigstens, beiden Medullarsegmenten zugerechnet werden könnte. Darauf folgt ein beträchtlich großes Segment der Medullarwülste, das eigentliche Trigemini segment, und danach noch eine Kerbe auf beiden Seiten, wodurch ein weiteres Stück des Hinterhirns, bis zum späteren Isthmus, frontalwärts, abgegliedert wird, dem ich den Namen Trochlearissegment geben möchte, wegen seiner Beziehungen zum Trochlearis. Es finden sich somit, von der Kerbe oder Furche vor dem Glossopharyngeus angefangen, sechs Kerben, die ebensoviel Segmente der Medullarwülste von der Ohrblase (inclusive!) bis zum Isthmus deutlich abgliedern.

Ich habe nun die zu meiner Verfügung stehenden Schnittserien von *Torp. ocellata*-Embryonen von 5—8 mm Länge, soweit sie horizontal geschnitten sind, auf das Vorkommen dieser Spalten verglichen und dabei folgende Resultate erzielt. Zunächst ergibt sich, dass ähnlich, wie das Auftreten der Ganglienleisten-Reste der Trigeminiplatte, wie wir weiter unten erfahren werden, auch diese Medullarspalten meist uni-lateral auftreten. Ferner zeigt sich, dass sie sehr ungleich in dem Maaß ihrer Ausbildung sind, so dass von völliger Continuitätstrennung der Medullarwülste bis zu einfacher Einschnürung an der äußeren und inneren Circumferenz alle Stadien realisiert werden.

Embryonen von 5 mm Länge:

XXXVIII 137. Keine Spalten, wahrscheinlich sind sie noch nicht aufgetreten.

- * 99. Keine Ohrblasen- und keine Facialisspalten, letztere nur angedeutet; Trigemini spalte rechts völlige Continuitätstrennung XXXVIII 99, II 15, links nur eine feine Trennungs-

linie, die von keinem Medullarkern unterbrochen wird. Vorderste Spalte beiderseits nicht einmal angedeutet (Taf. 10 Fig. 6—8).

XXXVIII 103 ist bereits oben beschrieben.

XLI 424. Keine Spalten, nur Einschnürungen.

Embryonen von 6 mm Länge:

XXXVIII 142. Hintere Facialisspalte links angedeutet, rechts nur Einschnürung. Trigeminusspalte beiderseits innen leicht eingekerbt, rechts durchgehende Trennungslinie zwischen den Medullarzellen davor und dahinter, vorderste Spalte beiderseits tief eingekerbt, mit ziemlich abgerundeten Kerbenrändern und fast völliger Continuitätstrennung der Medullarwülste.

- » 35. Keine Spalten, kaum Einschnürungen.
- » 130. Keine Spalten, nur unregelmäßige Einschnürungen.
- » 101. Keine Ohrspalte, hintere Facialisspalte links eingekerbt mit durchgehender Trennungslinie zwischen den Medullarzellen; ähnlich rechts die vordere Facialisspalte. Beiderseits eingekerbte Trigeminusspalten rechts mit Trennungslinie. Sehr stark sind beiderseits die vordersten Spalten eingekerbt, Trennungslinie, fast Continuitätstrennung.
- » 104. Schon oben ausführlich beschrieben.
- » 106. Schwache Ohrspalten, schwache hintere Facialisspalten, aber starke vordere Facialisfureche rechts mit tiefer Kerbe und Trennungslinie. Nur rechts eine mäßige Andeutung der Trigeminusspalte; vorderste Spalten beiderseits tief eingekerbt mit durchgehender Trennungslinie.

XLI 429. Rechts Einkerbung der Trigeminusspalte; auf beiden Seiten Einkerbung der vordersten Spalten.

- » 434. Rechts Einkerbung der hinteren Facialisspalte, der Trigeminusspalte mit fast völliger Continuitätstrennung, Einkerbung der vordersten Spalte. Links nur Einschnürungen.

Embryonen von 7 mm Länge:

XXXVIII 122. Ohrblasenspalte verstrichen; hintere Facialisspalte rechts tief eingekerbt mit unregelmäßigen Kerbenrändern, die auf ein Auseinanderreißen nach vorgehendem Zusammenhang deuten. Links ist davon nichts zu sehen. Trigeminusspalte links leicht eingekerbt, rechts nicht. Von der vordersten Spalte ist beiderseits keine Spur.

- » 124. Alle Spalten verstrichen, nur die vorderste Spalte

zeigt rechts eine tiefe, fast durchgehende Spalte mit unregelmäßigen Kerbenrändern.

XXXVIII 128. Ohrspalte verstrichen. Hintere Facialisspalte links durch sechs Schnitte tief eingekerbt, rechts nicht. Vordere Facialisspalte verstrichen. Trigeminesspalte links durch drei Schnitte mäßig tief eingekerbt. Vorderste Spalte links leicht eingekerbt, rechts nicht.

» 37. Keine Spalten, nur Einschnürungen, und auch die nicht gleichmäßig.

» 140. Hintere Facialisspalte links leicht eingekerbt, mit durchgehender Trennungslinie; vordere Facialisspalte nur als Einschnürung erhalten. Trigeminesspalte beiderseits eingekerbt mit durchgehender Trennungslinie. Vordere Spalte links tief eingekerbt mit Continuitätstrennung, rechts ganz verstrichen.

» 284. Ohrspalten verstrichen. Hintere Facialisspalte rechts eingekerbt auf vier Schnitten, vordere Facialisspalte rechts eingekerbt auf drei Schnitten. Trigeminesspalte mit kleiner zwei Schnitte weit reichender Kerbe, auch nur rechts. Links fehlen all diese Spalten. Nur die vorderste Spalte findet sich auf beiden Seiten, rechts aber viel stärker als links.

V 923. Nur Trigeninus und vorderste Spalte auf der rechten Seite eingekerbt, letztere beträchtlich tief.

XLI 442. Nur eine leichte Einkerbung der vordersten Spalte links; sonst nur Einschnürungen, und auch diese oft kaum wahrnehmbar.

» 446. Rechts eine kleine hintere und eine kleine vordere Facialiskerbe, rechts eine starke Trigeninuskerbe, links Trennungslinie, links eine vollständige Continuitätstrennung der vordersten Spalte, rechts nicht einmal eine Einschnürung.

Embryo von 7,5 mm Länge:

XXXIX 636. Ohrspalte kaum angedeutet. Beide Facialisspalten links angedeutet mit seichten Kerben, rechts weniger deutlich. Trigeminesspalte zieht sich rechts als eine Kerbe durch sieben Schnitte, links findet sich keine Kerbe, aber eine Trennungslinie. Vordere Spalte rechts mit stark klaffender Kerbe und völliger Continuitätstrennung: die Kerbe reicht über vierzehn Schnitte!

Embryonen von 8 mm Länge:

XXXVIII 375. Ohrblase fast verstrichen, eine Trennungslinie der

Medullarzellen ist aber noch vorhanden, auch rechts und links Einschnürungen, denen ein Vorspringen der inneren Contur im Medullarrohr entspricht, von dem weiter unten ausführlicher gehandelt werden wird. Hintere Facialisspalte gering eingekerbt, zugleich eine Trennungslinie zwischen den Medullarzellen durch mehrere Schnitte. Rechts ist das weniger deutlich. Die übrigen Spalten scheinen verstrichen oder nicht gebildet.

XXXVIII 120. Keine Spalten, nur Einschnürungen und zwischen ihnen Ausbuchtungen der Medullarwülste, worüber weiter unten Näheres.

XXXIX 560. Keine Spalte, nur Einschnürungen.

- » 633. Ohrspalte vorhanden, rechts, mit klaffender Kerbe; links nicht. Hintere Facialisspalte rechts mit klaffender Kerbe, fast Continuitätstrennung, links nur Andeutung einer Trennungslinie. Vordere Facialisspalte beiderseits leichte Kerben, links auch mit Trennungslinie. Trigeminesspalte rechts tief eingekerbt, fast völlige Continuitätstrennung. Vordere Spalte ebenfalls nur rechts tief eingekerbt, unregelmäßige, wie durch Riß entstandene Ränder der Kerbe und völlige Continuitätstrennung der Medullarwülste.

XLI 449. Auf beiden Seiten, links aber sehr tief gehende vordere Facialiskerben, beiderseits tiefe Trigemuskerbe, die links fast Continuitätstrennung bewirkt. Die vorderste Spalte auf beiden Seiten größer als bei irgend einem andern Embryo, durch zwölf Schnitte von 7,5 μ gehend, also fast $\frac{1}{10}$ mm hoch, die benachbarten Encephalomeren weit von einander trennend, die Trennung geht durch sechs Schnitte (Taf. 10 Fig. 4 und 5).

- » 452. Nur auf der rechten Seite eine kleine Kerbe an der vordersten Spalte.

Aus diesen Angaben geht zunächst so viel hervor, dass es sich bei dieser Spaltenbildung im Verlaufe der Medullarwülste keinenfalls um eine zufällige Missbildung handelt, sondern um eine so häufig auftretende Erscheinung, dass ihr Zustandekommen und ihre Bedeutung zu erforschen von Interesse sein wird.

Zu diesem Behufe erscheint es besonders wichtig, die Localität, an welcher die Continuitätstrennung der Medullarwülste stattfindet, genau festzustellen und zugleich zu ermitteln, welche celluläre Um-

stände und Veränderungen der Medullarwülste gleichzeitig mit derselben beobachtet werden.

Zunächst kann festgestellt werden, dass die Abschnitte der Medullarwülste, welche von dieser Spaltenbildung betroffen werden, ausschließlich der von His sogenannten Flügelplatte (»Die ersten Nervenbahnen beim menschl. Embryo«. Arch. f. Anat. Phys. Anat. Abth. 1887. pag. 371) entsprechen. Auf die Grundplatte, welche die motorischen Kerne einschließt — sowohl die der Vorderhorn- als die der Seitenhornnerven — dehnt sich, soweit ich bisher sehen konnte, die Spaltenbildung in keinem Falle aus¹.

Ferner lässt sich constatiren, dass die zwischen zwei Spalten gelegenen Abschnitte der Medullarwülste — also der Flügelplatte — in ihrer cellulären Beschaffenheit gewisse Besonderheiten aufweisen. Es ist ein bekanntes, wohl zuerst von ALTMANN constatirtes Factum, dass die innere Wandung des Medullarrohrs der hauptsächlichste Sitz der Zellvermehrung ist, und die Mitosen an dieser inneren Wandung sind überaus zahlreich. Blickt man aber genauer hin, so wird man bemerken, dass zwischen je zwei Spalten die mittlere Partie der Medullarabschnitte diejenige ist, an welcher diese Mitosenbildung bei *Torpedo*-Embryonen hauptsächlich stattfindet, und dass gegen die Spalten zu sowohl weniger Mitosen sich finden, als auch geringeres, von Zellkernen freies Plasma angetroffen wird. Mit andern Worten: je näher der Mitte zwischen zwei Spalten, je größer die Zahl der Mitosen und des kernfreien Plasmas; je näher den Spalten, um so sparsamer die Mitosen und um so zahlreicher die bereits gebildeten fertigen Medullarzellen. Blickt man nun auf die Zellen, welche unmittelbar an den Spalten liegen, so scheint die Bildung ihres Kernes annähernd radiär auf die Mitte des zwischen ihnen abgegrenzten Medullarwulst-Abschnittes gerichtet zu sein, als flössen sie eben auch von der dort gelegenen Quelle der Mitosenbildung an die Peripherie dieses einzelnen Medullar-Abschnittes hin. Und selbst da, wo die Spaltenbildung unterblieben ist, findet sich dort meist ein Mangel von Mitosen und eine größere Anhäufung von Medullarzellen, die sogar wie eine Kante in den Innenraum des Medullarrohrs vorspringt, aber in späteren Stadien bereits verstrichen ist. Dass diese größere Zahl

¹ Dass die Seitenhornfasern durch die Flügelplatte austreten, ist ja unzweifelhaft, aber ihre Kerne scheinen doch ausschließlich in der Grundplatte zu liegen, was besonders bei *Torpedo* in die Erscheinung tritt durch die Bildung des Lobus electricus, der ein Wucherungsproduct der Grundplatte ist.

der Medullarzellen dieser Kante aber ein Product der benachbarten mitosenreicheren Zonen ist, geht wohl auch aus der häufig zu constatirenden ganz feinen Trennungslinie hervor, die zwischen den aneinander grenzenden Abschnitten der Medullarwülste zu beobachten ist und bis an den vorspringenden Theil der Kante verfolgt werden kann. Hiermit hängt denn auch zusammen, dass man gewöhnlich die Medullarzellen, welche die Spalten begrenzen, sich aneinander abplatten sieht oder auch von diesen Spalten aus in radiär verschiedener Richtung gelagert findet. Also nicht nur die räumliche Trennung durch gelegentliche Spaltenbildung gliedert die Medullarwülste in mehr oder weniger gliedmäßige Abschnitte, sondern auch die celluläre Constitution und die Mitosenbildung weist — im Großen und Ganzen — auf eine solche Gliederung hin.

Es ist desshalb wichtig, auch Embryonen der gleichen Größe (5—8 mm) in Quer- und Sagittalschnitt-Serien zu untersuchen und die dort vorgefundenen Verhältnisse zu beschreiben.

Es soll zunächst hier ein in Querschnitte zerlegter 6,75 mm langer Embryo XL 837 geprüft werden (Taf. 10 Fig. 9—16). Auf 637 VI findet man rechts den Anfang der vordersten Spalte; es zeigen sich nämlich auf dem Querschnitt an der inneren Peripherie des Medullarwulstes — natürlich der Flügelplatte! — neben den meist der Länge nach getroffenen Kernen quergeschnittene, welche mithin senkrecht oder schräg gegen die Schnittrichtung gelagert sein müssen. Auf dem folgenden Schnitt schon sieht man eine leise Vertiefung an derselben Stelle, bei unregelmäßig gelagerten Kernen an den Rändern der sich vertiefenden Flügelplatte; der folgende Schnitt bekräftigt diesen Eindruck und fügt noch eine quer durch die Dicke des Medullarwulstes gehende Trennungslinie hinzu, welche fast eine deutlich abgegliederte untere Partie gegen die obere erkennen lässt, an welcher letzterer mehr Kerne querdurch sich zusammendrängen. Der 4. Schnitt steigert dies Bild und zeigt eine breite plasmatische Schicht zwischen oberem und unterem Stück des Medullarwulstes (immer nur in der Flügelplatte!), dazu eine ausgebuchtete ziemlich tiefe Kerbe mit ungleichen Rändern, an denen hie und da eine Zelle oder ein Kern nach dem Medullarrohr zu vorspringt. Der 5. Schnitt zeigt diese Kerbe von weitest klaffender Gestalt und mit schräg gelagerten Kernen an ihren abgestutzten aber nicht glatten Rändern; an der trennenden Plasmanschicht sind wenige Kerne zu sehen; die Schicht ist schmal, wenig fehlt,

so würde eine Continuitätstrennung eingetreten sein. Der 6. Schnitt zeigt den oberen Rand der Kerbe flacher abgestutzt, als den unteren, welcher fast abgerundet und wesentlich plasmatisch erscheint, während der obere mehr Kerne zeigt. Lange, der Schnittrichtung parallele Zellen mit viel Plasma und cylindrischen Kernen bilden die schmale Verbindung zwischen dem oberen und unteren Theil des Medullarwulstes, an dem diese Spalte sich befindet. Der 8. Schnitt bringt wieder zahlreichere, z. Th. quer durchschnittene Kerne, noch mehr der 9., und beide zeigen an, dass hier Zellen resp. Kerne durchschnitten werden, die schräg oder vertical gegen die Schnittrichtung gelagert sind, d. h. also diejenigen Zellen oder Kerne bildeten, welche am meisten radiär gegen die in dem getroffenen Neuromer gelagert sind.

Ähnlich ist auch die vordere Facialis-Spalte gestaltet, 839 II 3 ff. Verfolgt man die Schnitte von vorn nach hinten, so trifft man als erste Andeutung der kommenden Spalte auf kleine, quer durchschnittene Kerne am inneren Rande des rechten Medullarwulstes, die sich auch auf den nächsten Schnitt wiederholen. Danach tritt eine flache, aber in verticaler Richtung ausgedehnte Einsenkung auf, die wiederum dicht aneinander gedrängte Kerne im Querschnitt zeigt, während die Kerne und Zellen des Medullarwulstes außerhalb des Randes dieser Spalte nach wie vor horizontal zur Längsachse des Embryonalkörpers gerichtet sind. Auf dem nächsten Schnitt vertieft sich die Einsenkung etwas, die quergeschnittenen Kerne machen schräg geschnittenen Platz, zugleich verdünnt sich die Schicht der Medullarzellen, welche von der Vertiefung bis an den äußeren Rand des Medullarwulstes reicht, als sei da der Schnitt durch eine weniger dicht von Zellen erfüllte Partie gelegt worden. Dann kommt ein Schnitt, in dem die Vertiefung als fast rechtwinklige Kerbe erscheint, deren Ränder eine leichte Rundung offenbaren, mit welchen parallel auch die den Rand bildenden Zellen gerichtet sind. Auch auf diesem Schnitt ist die übrig bleibende Verbindung des Medullarwulstes von der innersten Spitze der Kerbe bis zum äußeren Rand weniger dicht mit Zellen und Kernen ausgerüstet, als darüber oder darunter, so dass es nicht auffallen würde, wenn sogar eine Continuitätstrennung zum Vorschein käme. Auf den folgenden Schnitten wiederholen sich die beschriebenen Bilder, nur in umgekehrter Reihenfolge. An dem gegenüberliegenden linken Medullarwulst klafft die Kerbe weniger tief, aber der Anfang zu denselben Bildungen ist deutlich gegeben.

Es bleibt mir aber noch übrig, auf einen Punkt besonders hinzuweisen, der eine gewisse Bedeutung beanspruchen darf. Bei der Bildung der Kerben sieht man nämlich, dass die Kerbenränder meist etwas spitz, mit einzelnen hervorragenden Kernen in den Medullarcanal hineinreichen; so bilden sie, man möchte fast sagen Kerbenlippen, zwischen denen die Kerbenspalte klafft. Prüft man diese Structur auf Horizontalschnitten, so wird es rasch klar, wie dieselbe dadurch hervorgerufen wird, dass jeder der zwischen zwei Spalten liegende Abschnitt der Medullarwülste eine gewisse Krümmung erleidet, welche im Längsschnitt die Gestalt einer Bohne zeigt, mit auf den Längsseiten concavem Innen-, convexem Außenrande, abgerundeten resp. durch gegenseitigen Druck z. Th. abgeplatteten kurzen Seiten, die nun aber der Concavität des Innenrandes zufolge etwas in den Medullarcanal vorspringen und zwischen sich eben die Kerben resp. Spalten bilden. Diese vorspringenden Ränder sind es eben auch, welche auf Querschnitten quer geschnittene Kerne erkennen lassen, die sich sehr nahe aneinander drängen. Dementsprechend sieht man auf Horizontalschnitten die Zellen dieser Lippen so gelagert, dass sie einen gegen den Hilus der Bohne gerichteten Bogen resp. Krümmung bilden und zu denen des benachbarten Medullarschnittes fast in rechtem, ja sogar stumpfem Winkel gerichtet sind — immer dazwischen die Kerbe oder Spalte. (Taf. 10 Fig. 17 u. 18.)

Blickt man nun auf Embryonen, welche entweder solche Spalten nicht besessen, oder aber sie vielleicht nicht mehr besitzen — also z. B. von 10 und mehr mm Länge — so findet man zwar noch die deutlichsten concaven und convexen Innen- und Außenränder der zwischen jenen einst als existent vorauszusetzenden Spalten oder Kerben liegenden Medullarabschnitte, auch findet man die im rechten resp. stumpfen Winkel gegeneinander gerichteten Grenzzellen derselben — aber man trifft an Stelle der Spalten oder Kerben wie zu einem vorspringenden Pfeiler angehäufte Medullarzellen — wiederum mit recht- oder stumpfwinklig gegeneinander gerichteten Kernen — und muss annehmen, dass dieselben allmählich an Zahl zugenommen, die Spalten oder Kerben auf- und ausgefüllt haben und nun in Gestalt vorspringender Kanten oder Pfeiler im Innern des Medullarrohrs die Grenzen der ursprünglich durch die Spalte voneinander getrennten Medullarabschnitte bilden. Statt also Spalten mit Continuitätstrennung zwischen den einzelnen Abschnitten des Hinterhirns anzutreffen, finden wir viel-

mehr vorspringende abgerundete Kanten mit Zellvermehrung, bei Embryonen von 10 und mehr Millimetern.

Diesem Zustand begegnen wir nur bei Embryonen von 10—18 resp. 30 Millimeter Länge, dann aber verstreicht mehr und mehr diese innere Gliederung in abwechselnde concave Einbuchtungen und vorspringende Pfeiler, und bei älteren Embryonen ist nichts mehr davon zu sehen.

Es erübrigt noch, hervorzuheben, dass weder die hier beschriebene Spalten- und Kerbenbildung, noch die der Kanten und Pfeiler des Hinterhirns irgend etwas mit den ein- oder auswachsenden peripherischen Nerven zu thun haben; sie treten bedeutend früher auf, als die von der Ganglienleiste ausgehenden sensiblen oder die von der Grundplatte des Medullarrohrs hervorsprossender motorischen Nerven sich geltend machen.

Zunächst entsteht natürlich der Verdacht, in diesen Kerben oder Durchlöcherungen der Medullarwülste ausschließlich Artefacte vor sich zu haben, hervorgebracht durch die Proceduren des Schneidens. Aber dem widerspricht abgesehen von vielem Andern sofort der Befund an ungeschnittenen Embryonen, wie sie mehrfach vorliegen, durch welche gerade auf die Bedeutung der Durchlöcherung hingewiesen wird. Dadurch geräth der Verdacht auf die Conservirungsflüssigkeit, d. d. auf die Sublimatlösung. Abgesehen von der Thatsache, dass auch an mit Formol conservirten Embryonen dieselben Kerben und Continuitätstrennungen zur Beobachtung gelangt sind, bleibt es doch sehr auffallend, dass grade an *T. ocellata*-Embryonen eine so merkwürdige Einwirkung der Conservirungsflüssigkeit, dagegen gar nicht oder fast gar nicht an andern Selachier-Embryonen sich zutragen sollte. Handelte es sich um die äußerst zarten Embryonen von *Raja asterias*, so würde ich eher bereit sein, an mechanisch oder chemisch verursachte Einwirkungen zu glauben — immerhin aber würde doch die Regelmäßigkeit, mit welcher nur an topographisch bestimmten Stellen dieselben auftreten, darauf deuten, dass ein irgendwie präformirendes Element dabei eine Rolle spiele. Wie hervorgehoben ward, trifft man die Kerben etc. immer nur an den Stellen der Medullarwülste, wo bei andern Arten von Selachiern die Pfeiler und Einschnürungen sich finden, d. h. an den Stellen, wo sich nach übereinstimmender Auffassung aller Autoren die Grenzen der einzelnen, aneinander stoßenden Neuromeren befinden — Grenzen, welche auch bei den übrigen Selachiern in gleichen Stadien durch eine feine, die Medullarwandungen quer

durchsetzende Plasmalinie bezeichnet wird, welche von keinem Kerne der benachbarten Neuromeren berührt oder durchbrochen wird. Es ließe sich also denken, dass an diesen Stellen die Medullarwülste für auflösende Wirkungen der Conservierungsflüssigkeiten zugänglicher seien, als an anderen, und dass plötzliche Contractionen des Medullarwulst-Plasmas zu solchen Kerben und Rissen führen könnten. Immerhin sollte man dann erwarten, neben diesen Kerben und Rissen die Spuren der Zusammendrängung von Zellen und Kernen zu finden, die aus ihrer natürlichen Lage gerissen wären. Statt dessen aber sieht man im Gegentheil eher Verminderung und Zersplitterung der Kerne, und das Ganze macht den Eindruck, als hätten inwendig »die Mäuse an den Medullargeschwülsten geknabbert«, während von der Außenseite glatt gerundete Vertiefungen, eventuell Continuitätstrennungen der Flügelplatten gefunden werden. Es müssen also wohl in jedem Falle an diesen besonderen Stellen Verhältnisse obwalten, die einer Lockerung des Zusammenhanges der Medullarwülste Vorschub leisten. Dass Sublimatlösung Schrumpfung herbeiführt, ist ja bekannt, aber diese Schrumpfung wirkt in toto: dass sie in parte, und noch dazu auf diesen bestimmten Bezirk des Rautenhirns und in solcher Weise, macerirend einwirken sollte, wäre ein Novum.

Dürfte man also die Veranlassung zu dieser Kerbbildung resp. Continuitätstrennung nicht in der Action der Conservierungsflüssigkeit suchen, so bliebe nur die Alternative: dass es sich um spontan auftretende Differenzirungen innerhalb der die Wandungen des Rautenhirns bildenden Medullarwülste handle, welche auf entwicklungsphysiologischer — eventuell pathologischer Basis zu begreifen wären, oder dass es sich um die letzten Spuren einer phylogenetisch aufzufassenden Structur handle, die sich wie schon manch andre, grade bei *Torpedo*-Embryonen erhalten habe, aber selbst da nur noch sporadisch auftrete.

Da ich nicht im Stande bin, für die erste der Alternativen wesentliche Argumente beizubringen, so möchte ich für die zweite geltend machen, dass die Continuitätstrennung zwischen den einzelnen Neuromeren an die Auffassung erinnert, im Medullarrohre der Wirbelthiere eine lange Reihe ursprünglich räumlich geschiedener Ganglienpaare vor sich zu sehen, deren jedes durch eigne Nerven mit der Peripherie, durch Quer- und Längscommissuren aber mit seinen Nachbarn in Zusammenhang stand, nach Art der bei Anneliden und Arthropoden sich darstellenden Organisationen.

Ohne an dieser Stelle eine solche Auffassung weiter zu begründen und aus ihr weitere Argumente zu ziehen, will ich nun über die Neuromerenbildung bei *Mustelus vulgaris* sprechen.

2. Neuromerie bei *Mustelus vulgaris*.

Embryonen von weniger als 4 mm Länge zeigen beginnende neuromerische Anschwellungen nur im Bereich der Verdickung des zur Ohrblase bestimmten Theils des Ectoderms, wie Taf. 20 Fig. 1 sie darstellt. Man sieht neben, hinter und vor dieser Ohranschwellung die wellenförmige äußere Contur der Medullarwülste, welcher die innere nicht im gleichen Maaße entspricht. Auf den dorsaler gelegenen Schnitten sieht man die Ganglienleisten-Wucherung vor sich gehen: aber nur das Stück derselben, aus welchem die Facialis-Gruppe herzugehen soll, reicht bis auf den Schnitt hinab, der in Fig. 1 abgebildet ist. Der Glossopharyngeus-Abschnitt ist noch nicht scharf differenzirt, wenigstens nicht ventralwärts. Vor dem Facialis-Abschnitt liegen zwei Neuromere, deren ersteres ohne Ganglienleisten-Wucherung besteht, während das zweite an seinem Vorderende seitlich tiefer von dem vor ihm liegenden Theil des Medullarrohrs abgesetzt ist als die übrigen; auf den weiter ventralwärts folgenden Schnitten ist es von einer Kappe der lateralwärts wuchernden Ganglienleiste umgeben, aus welcher später die Trigemini-Platte sich formt. Hier weicht das Lumen des Medullarrohrs — also des späteren Rautenhirns — am meisten auseinander, seine innere Contur ist fast kreisförmig gebogen. Davor findet sich auf der inneren Circumferenz dieses Rautenhirn-Abschnitts eine kleine Vorrangung in das Lumen hinein, die erste Andeutung des vor dem Trigemini-Neuromer sich differenzirenden Kleinhirns — oder Trochlearis-Neuromers, welches ohne weitere Einschnürung in das Mittelhirn hinüber führt, dabei aber etwas schmaler erscheint, als sowohl das eigentliche Trigemini-Neuromer, wie auch das sich vorn daran anschließende Mittelhirn. Es dürfte die Anschaulichkeit dieser Verhältnisse wesentlich fördern, ein paar Sagittalschnitte dieses Stadiums abzubilden; Taf. 20 Fig. 2a gibt einen derselben wieder, welcher grade durch die sagittale Medianebene gelegt ist, und Fig. 2b einen zweiten, mehr lateralwärts gelegenen, welcher neuromerische Anschwellungen erkennen lässt.

Embryo XXVII 773 von 5 mm Länge zeigt gleichzeitig die

stärkere Hervorwölbung der Neuromeren des Rautenhirns, wie die seitliche Druckwirkung des sich nach innen einstülpenden Ohrblasen-Epithels auf den entsprechenden Bezirk des Medullarrohrs, das dadurch an seitlicher Hervorwölbung behindert wird, wie denn auch durch dieselbe Ursache ein Herabsteigen der über der Ohrblase grade wie über den Facialis und Glossopharyngeus-Neuromeren sich bildenden Ganglienleiste gehemmt wird, welche vielmehr in die Massen der beiden Nachbarn gedrängt wird. Die oberen, also der Flügelplatte zugehörigen Theile des Rautenhirns zeigen eine beträchtlich stärkere Ausbildung ihrer metamerischen Wölbungen (773 I 11) (Taf. 20 Fig. 3a), als die mehr ventral gelegenen (II 1, Fig. 3b), wie das ja auch bei *Torpedo* der Fall ist, wo die Spalten und Kerben sich nur auf die Flügelplatte beziehen. Das längste, vorderste, also das Trochlearis- oder Kleinhirn-Neuromer ist durch eine tiefere Einschnürung von dem eigentlichen Trigemimus-Neuromer geschieden, lässt aber bis zum Mittelhirn keine weitere Einschnürung erkennen, auch nicht auf sagittalen Schnitten.

Embryo 771 von 6 mm Länge zeigt nun schon einen wesentlichen Unterschied gegen seine Vorgänger, insofern die Ohrblase anfängt, sich über ihren ursprünglichen Bezirk nach hinten auszu dehnen (Taf. 20 Fig. 4) XXVII 771 II 7, so dass es erscheint, als gehörten der Ohrblase zwei Neuromeren an. Hierdurch wird die ursprüngliche Insertion des Glossopharyngeus scheinbar um ein Neuromer nach hinten verschoben, resp. die Wurzelfasern desselben genöthigt, weiter nach vorn zu greifen, um ihre ursprünglichen Ansatzpunkte zu erreichen. Zwischen beiden Ohrblasen in der Mitte erscheint die Einschnürung, welche das Ohr-Neuromer vom ursprünglichen Glossopharyngeus-Neuromer scheidet. Dicht vor dem Ohr-Neuromer buchtet sich das Facialis-Neuromer weit nach den Seiten aus, daneben liegt jederseits die dicke Ganglienleisten-Zellmasse der Facialis-Platte, welche in sich die Elemente des Acusticus enthält — woraus wohl zu schließen ist, dass der für das Neuromer der Ohrblase bestimmte und durch deren nach innen gerichtete Entwicklung gehemmte Theil der Ganglienleiste sich seine Bahn nach vorwärts, in die Facialis-Masse gesucht und so indirect den Zusammenhang mit der Ohrblase gefunden hat. Das vor dem Facialis-Neuromer sich findende, von keiner Entwicklung der Ganglienleiste betroffene Neuromer bildet sich lateralwärts noch stärker als das Facialis-Neuromer aus, wird aber wiederum seinerseits durch eine starke Einschnürung, die sich nach innen als ein

spitzer Vorsprung in den Neural-Canal geltend macht, abgegrenzt. Auf dieses Neuromer greifen später die Wurzeln des G. Gasseri über, welches schon jetzt in der Einschnürung Platz findet, die das eigentliche Trigemini-Neuromer von seinem nervenfreien Nachbarn trennt. Das Trigemini-Neuromer seinerseits, breit und wohlgerundet, setzt sich von dem vor ihm liegenden Trochlearis-Neuromer nur durch eine kaum merkliche Verschmälerung der Wandungen ab; letzteres aber, das eigentliche Kleinhirn-Neuromer, erstreckt sich ohne weitere Einschnürung bis zum Mittelhirn, seitlich begleitet von den Wucherungen der Ganglienleisten-Zellmasse des Rautenhirns, die über dem Dache des späteren Isthmus ihr Ende findet.

Bei Embryonen von 7 mm Länge lässt sich nun auch schon constatiren, dass in der Anordnung der Medullarzellen an den Berührungstellen der Neuomere jene schon bei *Torpedo* beobachtete Scheidung sich anbahnt, welche den optischen Ausdruck einer feinen plasmatischen Demarcationslinie gewinnt, über welche kein Kern des einen Neuomers in den des andern hinübertragt. Freilich ist eine solche kernfreie Demarcationslinie durchaus nicht an allen Berührungsflächen der Neuomeren beobachtbar: dass sie desshalb auch nicht existire, braucht nicht ohne Weiteres gefolgert zu werden, da die geringste Verschiebung der Schnittrichtung sie verdecken kann. Keinenfalls aber ist diese Demarcationslinie bei den Embryonen von *Mustelus* so klar und bestimmt wie bei *Torpedo* — und eine wirkliche räumliche Trennung zweier Neuomeren durch Kerben oder gar durch Spalten ist mir bei *Mustelus*-Embryonen nicht vorgekommen. Wo aber diese Demarcationslinien sich finden, werden sie auch meistens begleitet von den gleichfalls in dem Stadium von 7—8 mm Länge zuerst auftretenden, in das Innere des Medullarrohrs vorspringenden Kanten oder Pfeilern, die, wie wir bei *Torpedo* sahen, von unten her die Spalten ausfüllten und bei *Mustelus* durch die Spitzen der aneinander grenzenden und sich aneinander abplattenden, im Querschnitt z. B. wie eine Mondsichel erscheinenden Neuomeren gebildet werden.

Bei Embryonen von 9 mm Länge vergrößert und verlängert sich das ganze vordere Neuralrohr, und diese Verlängerung spricht sich im Einzelnen dadurch aus, dass die Rautenhirn-Neuomeren alle in der Länge zugenommen haben, dass die beiden Ohrblasen zwei Neuomeren zwischen sich fassen, und Facialis-Acusticus sowohl wie Glossopharyngeus weiter von einander entfernt liegen. Auch das

G. Gasseri beginnt schon seine Wurzel-Anlagen über die Einschnürung der beiden benachbarten Neuromeren auszudehnen und dadurch beide als sich zugehörig zu markiren.

Bei den Embryonen von 10—20 mm Länge strecken sich die Neuromeren immer weiter in die Länge, die Kanten und Pfeiler bleiben anfänglich noch sehr deutlich wahrnehmbar, gerathen aber allmählich in Wegfall, so dass man bei größeren Embryonen nur noch selten an der Configuration des immer größere Ausdehnung gewinnenden IV. Ventrikels davon etwas gewahr wird.

An dieser Stelle möge bemerkt werden, dass bei den Stadien zwischen 10 und 20 mm die Wurzelbildung des G. Gasseri sich allmählich so verschiebt, dass sie mehr auf das vor dem Facialis-Neuromer gelegene, von anlagernden Ganglienleistenzellen ursprünglich freie Neuromer übergreift, während die dem ursprünglichen Trigemini-Neuromer anlagernden Zellmassen der Rautenhirnplatte nur die vorderen, oft rudimentär werdenden Wurzeln des G. Gasseri in sich aufnehmen. Bei vergleichender Betrachtung dieser Verhältnisse wird man später gewahr, dass die einzelnen Selachier in dieser Beziehung variiren; solche Varianten haben vielleicht eine weiter greifende phylogenetische Bedeutung und müssen deshalb constatirt werden.

Was von *Mustelus* in der Frage der Hinterhirn-Neuromeren hier mitgetheilt ward, gilt auch in allem Wesentlichen für *Scyllium* und *Pristiurus*; auch bei den mir weniger zahlreich zu Gebote stehenden Embryonen von *Heptanchus*, *Acanthias* und *Galeus* walten dieselben Verhältnisse ob; nur bei *Raja*-Embryonen lassen sich noch Besonderheiten nachweisen, die in dem nachfolgenden Abschnitt dargelegt werden sollen.

3. Neuromerenbildung bei *Raja*-Embryonen.

Es zeigt sich bei Embryonen von *Raja batis* von 10 mm Länge, dass der hintere Theil des Trochlearis- oder Kleinhirn-Neuromers in seiner Configuration eine dem darauf folgenden Trigemini-Neuromer gleichende seitliche Vorwölbung aufweist, die aber in ihrer Lagerung von den übrigen Rautenhirn-Neuromeren abweicht. Die letzteren stellen die immer mehr auseinanderweichenden Seitenwandungen der Fossa rhomboidea dar, die hintere Abtheilung des Trochlearis-Neuromers aber die kürzeren Vorderwandungen. In der That zeigt sich eine bestimmte Differenzierung des vorderen gegenüber dem hinteren Theile des

Trochlearis- s. Kleinhirn-Neuromers: der vordere Theil bleibt geschlossen und behält eine compacte Decke, während der hintere ebenso offen wie die übrigen Neuromere sich gestaltet, und seine Decke sich an der Bildung der dünneren Rautenhirndecke theiligt.

Um diese Verhältnisse indess so klar als möglich zu stellen, möchte ich, abweichend von der Darstellung von *Torpedo* und *Mustelus*, die Entwicklungsweise der Neuromeren des Rautenhirns von *Raja* in Sagittalschnitten geben (Taf. 22 Fig. 7d, 8a und b). Dazu bewegt mich der Umstand, dass die Neuromeren von *Raja* sehr viel stärker seitlich vorgewölbt erscheinen, als bei den andern Selachiern. Sagittalschnitte also die einzelnen Neuromeren gesondert an ihren äußersten convexen Seitentheilen treffen. Mag diese Schnittrichtung auch für die meisten der Rautenhirn-Neuromeren kein andres Resultat ergeben, als es sich auch bei Horizontalschnitten ergibt: grade aber bei dem vordersten Neuomer, dem Trochlearis- oder Kleinhirn-Neuomer, leistet die sagittale Schnittrichtung desshalb mehr, als die horizontale, weil im Bereich dieses Neuomers die Kopfbeuge statthat, und die Lagerung der Seitenwände zum Medullar-Canale auf Horizontalschnitten sich nicht übersehen lässt.

Bei einem sagittal geschnittenen Embryo von 10 mm Länge, z. B. VI 338 I 8, sieht man die Neuromeren des Acusticus, Facialis, Trigeminus II und I als ebenso viele dorsal d. h. gegen die Rautengrube zu concave, ventral d. h. gegen die Aorta zu convexe, ungefähr gleichgroße Abschnitte auf einander folgen: zwischen je zwei dieser Concavitäten ragen zugespitzte Pfeiler in die Höhlung der Rautengrube vor, von denen sich blasse, kernlose, etwas unregelmäßige Linien bis zu den Einbuchtungen erstrecken, die sich an der Außenseite der Neuromeren zwischen ihren convexen Abschnitten finden; Pfeiler und kernlose Linien stellen eben die Grenzen der einzelnen Neuomere dar.

Nun trifft man aber vor dem Trigeminus I-Neuomer noch eine weitere ähnliche Abtheilung, nur um wenig kleiner, aber sonst im Wesentlichen genau so gebildet, an deren Neuromeren-Natur Niemand zweifeln würde, der sie unbefangen ins Auge fasst: dieselbe, vielleicht noch stärker gekrümmte Concavität, dieselbe halbmondförmige Zellmasse, die nach außen ebenso stark convex gekrümmt ist, die aber, statt sich an die vorhergehenden Neuromeren in gerader Linie anzuschließen, sich vielmehr nach oben richtet, um

die Rautengrube nach vorn abzuschließen. Grade da, wo die Convexität dieses vordersten Neuromers liegt, liegt auch die Hirnbeuge; die durch den Neural-Canal ideell gelegte Achse beugt sich gerade an dieser Stelle, wenn auch nicht in rechtwinkliger Knickung, so doch in abgerundeter Krümmung um etwa 90° . Unterhalb und vor diesem vordersten Neuromer sieht man nun auf diesem Schnitt 338 I 7 den Anschnitt einer weiteren Hirnpartie, deren Convexität aber weniger weit seitlich vorragt, als die übrigen Rautenhirn-Neuomere: es ist die äußerste Partie des eigentlichen Kleinhirn-Neuromers, an dessen vorderer dorsaler Partie das Chiasma des Trochlearis sich bildet, der Isthmus. Diese äußere, durch den Sagittalschnitt getroffene Partie ist also die am meisten seitlich vorragende Schicht. Oralwärts schließt sich die Zellmasse, die so angeschnitten erscheint, dem Mittelhirn an, ist also in der That die ursprünglich in grader Linie auf das Rautenhirn folgende Partie des Hirnrohrs, welche eben nur durch die Hirnbeuge zu dieser veränderten Lagerung gegenüber dem vordersten Neuromer des Rautenhirns gebracht ward. Diese Zellmasse, welche auf Schnitt I 7 nur in ihrer äußersten convexen Partie getroffen wird, zeigt sich auf den weiteren Schnitten in folgender Verfassung. Schnitt I 6 zeigt bereits den unmittelbaren Zusammenhang sowohl mit dem vordersten Neuromer des Rautenhirns, wie mit dem Mittelhirn, gegen beide aber durch eine seichte Querfurche noch abgetrennt; auf Schnitt I 5 ist der Zusammenhang mit dem Rautenhirn bereits stärker, aber man kann immer noch eine convexe Linie zwischen ihr und dem vordersten Neuromer erkennen, durch welche letzteres sich umgrenzt; das Mittelhirn ist noch durch die Querfurche abgesetzt. Auf I 4 gehen die angrenzenden Zellmassen in einander über, ebenso auf I 3—1. Auf 337 IV 14 und 13 höhlt sich die Innenseite jenes Kleinhirn-Neuromers aus, d. h. es zeigt sich die entsprechende Concavität der nach außen convexen Seitenwand des Kleinhirn-Neuromers. Diese Concavität steht ihrerseits zwar im Zusammenhang mit der Concavität des vordersten Rautenhirn-Neuromers, aber ihre Sehnen stehen im Winkel von 45° zu einander, eben weil die Hirnbeuge grade an der Grenze liegt zwischen dem vorderen Neuromer, das den Abschluss der Rautengrube bildet, und dem Kleinhirn-Neuromer, das den Isthmus bildet und zum Mittelhirn führt.

Bei den Embryonen von *Scyll. canicula*, besonders wenn sie die Größe von 8 mm erreicht haben, finden sich ähnliche Verhältnisse,

auch bei ihnen macht sich das Kleinhirn-Neuromer durch besondere Anschwellung gegenüber dem das Rautenhirn abschließenden Neuromer geltend.

Alle früheren Forscher, welche sich mit der Frage der Neuromere beschäftigten, haben diese beiden Abtheilungen, von denen ich eben gehandelt habe, als ein einziges Neuromer angesehen, — mit der einzigen Ausnahme ZIMMERMANN's, welcher in seinem Vortrage »über die Metamerie des Wirbelthierkopfes« (Verb. Anat. Ges. 5. Vers. München 1891 pag. 110) von seinem 6. Encephalomer bemerkt, »es liegt an einer stark geknickten Stelle des Neuralrohres und ist in Folge dessen nur an seiner dorsalen Seite gut entwickelt, erreicht aber die ventrale Seite des Rohres nicht, da sich dort das 5. und 7. Encephalomer berühren. Wenn nun,« fährt ZIMMERMANN fort, »wie ich glaube, der Trochlearis nicht zum Mittelhirn gehört, so kann sein Ursprung, der sich ganz ventral findet, nur im 7. Encephalomer liegen etc.«

KUPFFER, der letzte Autor, der in seiner »Morphogenie des Centralnervensystems« (HERTWIGS Handbuch d. vergl. u. exp. Entwicklungslehre d. Wirbelthiere) die bisher erschienene Literatur über die Neuromerenfrage vergleichend und kritisch zusammenfasst, bemerkt zu diesen Äußerungen ZIMMERMANN's pg. 157: »ZIMMERMANN's Angaben über das Verhältnis der Nerven zu dem hinter dem Mittelhirn gelegenen Encephalomer harmoniren nicht mit dem, was seit BÉRANECK als festgestellt zu gelten hat. Es müsste nämlich nach ZIMMERMANN's Zählung das sechste Encephalomer, d. h. das erste an seiner »Hinterhirnblase«, doch bereits zum Rautenhirn gerechnet werden. Dann hätte man aber weiter zu erwarten, dass er den Trigeminus (Maxillo-Mandibularis) mit dem siebenten, den Acustico-Facialis mit dem neunten usw. in Verbindung brächte. Statt dessen spricht er dem 7. einen dorsalen und lateralen Nerven überhaupt ab und verschiebt die dorsalen Wurzeln des Trigeminus und Acustico-Facialis um ein Encephalomer caudalwärts. Von dem 6. Encephalomer seiner Zählung sagt er aber, es liege an einer stark gekrümmten Stelle des Neuralrohres und sei nur dorsal zu sehen, erreiche die ventrale Seite nicht. Das kann sich wiederum nicht auf das erste Rautenhirnneuromer (Kleinhirn-Neuromer KUPFFER) beziehen, da dieses auch am Boden deutlich abgegrenzt ist. — Bei den von ZIMMERMANN benutzten Objecten (Elasmobranchier, Hühnchen, Kaninehen) wächst das erste Rautenhirnneuromer bald lang aus, bleibt hinten breit und verschmälert sich gegen die Fissura rhombo-mesencephalica hin be-

trächtlich. Ich möchte daher annehmen, dass, was er als 6. unvollständig begrenztes Neuromer aufführt, nur der vorderen schmalen Region eines in der Anlage einheitlichen Neuromers entspricht. Dann wäre die Verwirrung behoben.«

Diese Erörterung KUPFFERS deutet darauf hin, dass ZIMMERMANN zwar, wie ich glaube, den Thatbestand besser erkannt hat, als die übrigen Forscher, welche sich mit der Neuomerenfrage beschäftigt haben, KUPFFER eingeschlossen, dass er aber doch nicht ins Klare gekommen ist über die Frage der peripheren Nerven, die dem 6. und 7. Neuomere zukommen, resp. einstmals zugekommen sein müssen. Was er über den Trochlearis sagt, stimmt aber nur in so weit, als er seine Zugehörigkeit zum Mittelhirn leugnet; der Ursprung des jetzigen Trochlearis liegt indessen nicht im 7., sondern im 6. ZIMMERMANN'schen Neuomer, also in dem eigentlichen Kleinhirn-Neuomer; sein 7. aber entspricht dem von mir als vorderstes Rautenhirn-Neuomer bezeichneten Neuomer, das den vorderen Abschluss der Rautengrube, (das hintere Marksegel MICHALKOWIZ) resp. die Recessus laterales der Autoren bildet, und jetzt keinen dorsalen oder lateralen Nerven mehr besitzt, wohl aber, wie die Darlegung der folgenden Studie vermuthen lässt, früher einen solchen besessen haben dürfte, dessen noch vorhandene Rudimente bei *Torpedo* etc. wahrscheinlich in die embryonalen Bahnen der Trochlearis aufgehen.

Wenn KUPFFER annimmt, das erste Rautenhirn-Neuomer wachse »lang aus, bleibe hinten breit und verschmälere sich gegen die Fissura rhombo-mesencephalica hin«, so meint er offenbar mit dieser Beschreibung das, was ich durch meine Beobachtungen an Selachiern und zumal an *Raja*-Embryonen als Verschmelzung zweier von Hause aus selbständig zu denkenden Neuomere ansehe. Der »hinten breit bleibende« Abschnitt wäre eben das vorderste Rautenhirn-Neuomer, das anscheinend gegen das Mittelhirn »auswächst«, aber durch seine ganze anfängliche Configuration dem eigentlichen Rautenhirn-Neuomer gleicht und in seiner definitiven Lagerung sich mehr als den Abschluss der Rautengrube, denn als einen Theil des Kleinhirns zu erkennen gibt. Auch theilhaftig sich der dorsale Abschnitt dieses vordersten Rautenhirn-Neuomers zu seinem, wenn auch geringen Theil an der Bildung des Ependyms der Rautengrube, während das Dach des vor ihm liegenden Kleinhirn-Neuomers sich zu den mächtigen Gyri des Kleinhirns umgestaltet, also eine gründlich verschiedene Entwicklungsrichtung einschlägt.

Es ist nun aber auffallend, dass ZIMMERMANN, was auch KUPFFER hervorhebt, von dem 6., also dem eigentlichen Kleinhirn-Neuromer behauptet, es entbehre des ventralen Abschnittes. Dies trifft, wenigstens bei Selachiern, vielleicht bei dem 7. zu, das sich in seiner Gesamtrichtung von vornherein so verschiebt, dass sein ventraler Abschnitt sich an den lateralen des Kleinhirn-Neuromers anlöthet, eben zufolge der Biegung der Hirnachse um 90° . Diese Biegung hat begreiflicher Weise auch zur Folge, dass die diesen beiden Neuromeren ursprünglich wohl zukommende äußere Trennungsfurche verstreicht; sie ist aber auf Sagittalschnitten bei Embryonen von 1—2 mm noch angedeutet und leicht zu constatiren, weil der geringere Breitendurchmesser des Kleinhirn-Neuromers die Unabhängigkeit beider Abschnitte auf Sagittalschnitten besonders deutlich erscheinen lässt. Durch die Biegung der Hirnachse zwischen dem 6. und 7. Neuromer wird nun in der That der ventrale Abschnitt beider gegen einander am stärksten zusammengedrückt und verschoben, und so geräth der Haupttheil der Gesamtwandungen des 7., also des vordersten Rautenhirn-Neuromers, unter das Kleinhirn; er bildet, wie schon oben angedeutet, die beträchtlichen Recessus laterales. Er entbehrt also auch nicht völlig des ventralen Theils, nur ist derselbe geringer ausgefallen, als es der Fall gewesen wäre, wenn die Hirnbeuge nicht grade hier sich besonders geltend machte. Dem 6. Neuromer fehlt aber, wie schon KUPFFER gegen ZIMMERMANN betont, sicherlich nicht der ventrale Abschnitt; derselbe liegt nämlich in der Bodenplatte des Kleinhirns vor, wird aber freilich durch die colossale Entwicklung der Deck- und Seitenplatten sehr in den Schatten gedrängt.

Ist nun auch dieser Gegensatz in der Entwicklungsweise des 6. und 7. ZIMMERMANN'schen Neuromers — ich lasse wohlweislich dahingestellt, ob die Zahlen der Gesamtheit der Neuromeren des Mittel-, Zwischen- und Vorderhirns, wie ZIMMERMANN und Andere sie berechnen, der Wirklichkeit entsprechen! — bei *Raja* besonders in die Augen fallend, so fehlt er auch nicht bei den andern Selachiern, tritt aber bei weitem weniger hervor, wodurch eben leicht die Auffassung entstehen konnte, die KUPFFER und Andere von der Natur des Kleinhirn-Neuromers gewonnen haben¹.

¹ Nach Abfassung dieses Abschnittes habe ich auch Gelegenheit gehabt, an einigen Embryonen von *Lacerta muralis* die Anordnung der Neuromeren, besonders auf Sagittalschnitten, zu prüfen, und bin dabei in der hier vorgetragenen Auffassung über die Natur des Kleinhirn-Neuromers bestärkt worden. Bei Em-

Was nun die in den einleitenden Worten betonte Aufgabe anlangt, die Ermittlung der Neuromeren-Zahl der einzelnen Hirn-Abtheilungen nicht bloß durch die unmittelbare Zählung des an den Embryonen vorgefundenen Thatbestandes zu bewirken, sondern für jedes, sich durch solche Zählung ergebende Neuromer auch den Antheil festzustellen, den die peripherischen Nerven, die Mesoderm-Bildungen und die Entoderm-Formationen zur Ergänzung eines vollständigen Metamers haben, so wird die vorliegende Studie sich derselben für die 4 Neuromeren unterziehen, die dem Bereich der Trigeminus-Platte zugehören, resp. zwischen Facialis-Neuromer und Mittelhirn gelegen sind. Erst wenn diese Arbeit geleistet ist, kann der Wahrscheinlichkeitsbeweis als geliefert angesehen werden, dass die Neuromere wirklichen Ur-Metameren entsprechen und für die einmalige Existenz solcher Ur-Metameren auch an den Stellen als Indicienbeweis gebraucht werden können, wo die phylogenetische Entwicklung die andern constitutiven Elemente des Ur-Metamers unterdrückt oder so umgestaltet hat, dass sie für den Untersucher fast unkenntlich geworden sind. Am Schluss dieser Studie wird deshalb dieses Thema noch einmal aufgegriffen und dabei der Thatbestand der Trigeminus- und Trochlearis-Entwicklung mit der Feststellung der Neuromeren-Zahl einerseits und der in der 23. Studie ermittelten Bedeutung der Mandibularhöhle andererseits verglichen und die Folgerungen gezogen werden.

An dieser Stelle aber will ich auf die Argumente desjenigen Forschers eingehen, welcher die Faltungen etc. der Neuromeren nicht für ausreichend erachtet, in ihnen letzte Andeutungen urgeschichtlicher Art, d. h. von Ur-Metameren zu erblicken, FRORIEP's.

In den »Verhandl. Anat. Ges. 6. Vers.« 1892 bespricht FRORIEP unter dem Titel »Zur Frage der sog. Neuromerie« (l. c. pag. 162—167) die von ihm an Maulwurfs-Embryonen im Bereich des Mittel- und Zwischenhirns aufgefundenen »Abschnitte, welche annähernd gleich lang und durch deutliche Furchen von einander abgegrenzt, bei der äußeren Betrachtung durchaus den Eindruck machten, dass es sich dabei um gleichartige Gliedstücke des Gehirnrohrs handelte«. Es betraf Maulwurf-Embryonen von 5,5 mm Länge. FRORIEP ist aber von dieser Interpretation zurückgekommen, »weil man sieht,

byronen, welche eine Kopfhöhe von 0,8 mm (nach PETER-KEIBEL'schen Normen-tafeln) besitzen, lässt sich an diesem Neuromer eine feine Theilung beobachten, die einen etwas kleineren hinteren Abschnitt von dem größeren vorderen scheidet, wodurch beide den vorhergehenden Rautenhirn-Neuromeren in ihrem Umfange ähnlicher werden.

dass jüngere Embryonen nichts von einer derartigen Gliederung zeigen, sondern an Gehirnen, welche eben erst in das fünfgliedrige Stadium der Entwicklung eingetreten sind, die bekannten Regionen des Vorder-, Zwischen- und Mittelhirns ohne weitere Unterabtheilungen unterscheiden lassen. Erst verhältnismäßig spät machen sich die Einschnürungen bemerklich und bestehen auch nur während einer kurzen Periode der Entwicklung, jener Übergangsperiode, welche zur definitiven Ausgestaltung des Gehirns hinüberführt. . . . Diese Falten am Mittelhirn verhalten sich demnach ebenso, wie die bekannten Faltungen des Hinterhirns, welche in dem gleichen Stadium sich ebenfalls auf der Höhe ihrer Ausbildung befinden, dann aber auch bald wieder verschwinden, so dass schon bei Embryonen von 8 mm, wo das Mittelhirn wieder glatt ist, auch am Hinterhirn kaum noch Andeutungen vorhanden sind. — Die Hinterhirnfalten stehen, wie bekannt, in gewissen Beziehungen zu einigen Hirnnerven. Es sind bei den in Rede stehenden Embryonen sieben solche Falten zu unterscheiden. Die erste Falte entspricht dem Kleinhirn, an der zweiten entspringt der Trigeminus und greift auf die dritte über. An der vierten entspringt der Acustico-Facialis; der fünften liegt die Gehörblase an, zu der sechsten steht der Glossopharyngeus, zur siebenten und letzten der Vagus in Beziehung«. »Diese Beziehungen«, fährt FRORIEP dann aber fort, »sind aber keineswegs derart, dass die beiden Bestandtheile Nerv und Hinterhirnfalte wie Bestandtheile eines einheitlichen Organes erscheinen. Die Nerven, besonders Trigeminus und Facialis, greifen mit ihren Ursprungsbezirken über das Gebiet der zu ihnen gehörigen Falten hinaus und sind in ihren Beziehungen zu letzteren durchaus nicht so constant, wie es zu erwarten wäre, wenn hier primäre Glieder des Nervensystems vorlägen. Es macht vielmehr den Eindruck, als ob zwar das Vorhandensein und die Lage der Nerven allerdings die Lage der Falten bestimmen, als ob aber das Zustandekommen der Falten selbst eine passiv-mechanische Erscheinung wäre, verursacht durch das rasche Längenwachsthum im engen Raum. Ich bin demnach auf Grund meiner jetzigen Erfahrungen sehr geneigt, all diese spät auftretenden und rasch vorübergehenden Segmentirungen am Gehirn als morphogenetisch unwesentliche Erscheinungen zu betrachten.«

FRORIEP hat, wie mir scheint, vollkommen Recht, wenn er die ursächlichen Beziehungen der jetzigen Hirnnerven, wie sie sich auch in den Selachier-Embryonen anlegen, zu den im Hinterhirn derselben Embryonen auftretenden Spalten in Zweifel zieht, besonders,

da eine Anzahl der durch die Spalten begrenzten oder bezeichneten »Faltungen« ohne den Zusammenhang mit solchen Nerven bestehen. Wenn er aber die Ursache der Faltenbildung auf passiv-mechanische, durch das in zu engem Raume gesehene Längenwachsthum der Medullarwülste schiebt, so glaube ich kaum, dass diese Vermuthung ausreichen dürfte.

Vielleicht ist es mir nun gelungen, einen neuen Factor zur Beurtheilung dieser ganzen Problemwelt einzuführen in den bei *Torp. ocellata* entdeckten Spalten, Kerben und Continuitätstrennungen der Medullarwülste. Wenn den früheren Angaben gegenüber FRORIEP die Faltungen des Medullarrohres, speciell des Hinterhirns als eine passiv-mechanische, auf rasches Wachsthum in zu engem Raume beruhende Erscheinung beurtheilen konnte; so werden die Kerben und Spalten des Hinterhirns bei *Torp. ocellata* auf die gleichen wirkenden Kräfte schwerlich geschoben werden können, da sie vielmehr umgekehrt leere Räume schaffen, die wohl erst allmählich durch Zellvermehrung wieder aufgefüllt werden. Was also kann das Auftreten der Kerben, ja das totale Auseinanderweichen der Medullarwülste bei den Embryonen von *Torpedo* veranlassen? Ich habe schon oben pag. 155 die Möglichkeiten erörtert, diese Spalten und Kerben durch mechanische oder chemische Artefacte zu erklären, und konnte nicht finden, dass eine solche Erklärung anreiche. Die Erscheinung tritt ein bei Embryonen von 5 mm Länge, sie verschwindet wiederum bei Embryonen von 8—10 mm, tritt nicht immer auf, findet sich oft nur auf der einen Seite, — man müsste also, wollte man doch irgend welche mechanische Veranlassungen erdenken, annehmen, dass dieselben nur auf der einen Seite eingriffen, wofür dann wieder besondere Ursachen ausfindig gemacht werden müssten. Auch von der Kategorie »formativer Reize« als Anslösung dieser Kerben- und Spaltenbildungen vermag ich keinen Erfolg vorauszusehen, chemotaktische Einflüsse oder ähnliche, aus dem Arsenal der »exacten« Morphologie genommene Hilfsmittel erwecken ebensowenig Aussicht auf erfolgreiche Lösungen — so bleiben wir also einstweilen auf die große Unwissenheitskategorie »Vererbung« beschränkt, die uns aber wenigstens erlaubt, historische Kriterien da zur Aufdeckung eines Zusammenhanges zu benutzen, wo andere Erklärungen nicht zur Verfügung stehen. Und so scheint es jedenfalls erlaubt, in diesen Kerben und Spalten letzte Andeutungen einer Segmentation des Medullarrohres nach Art des Bauchmark-Ganglienstranges der Articulaten und Anneliden vermuthen

zu dürfen. Wenn sich aber eine solche atavistische Structur bisher nur bei Embryonen von *Torpedo* gezeigt hat, dagegen nicht bei andern Vertebraten-, selbst nicht andern Selachier-Embryonen, so sei eben nochmal darauf hingewiesen, dass sie auch bei *Torpedo* nicht regelmäßig auftritt, dass sie aber da, wo sie auftritt, von Processen gefolgt wird, die sich nicht nur bei allen übrigen Selaehiern, sondern höchst wahrscheinlich bei allen Vertebraten bis hinauf zu den Säugethieren wiederholen, nämlich von der Ausbildung der in mehr oder weniger regelmäßigen Intervallen sich findenden Kanten oder Pfeiler (»ridges« der amerikanischen Forscher). Dadurch, dass diese an die Stelle der Kerben treten, stellen sie ein onto- und phylogenetisch späteres Gebilde dar und erlauben den Schluss, es seien auch da, wo keine Kerben und Spalten mehr beobachtet werden, dennoch in früheren phylogenetischen Epochen die Theilstücke des Medullarrohrs ebenfalls in Gestalt solcher von einander durch Zwischenräume geschiedener, abgerundeter »ganglienartiger« Segmente vorhanden gewesen. Und wenn dadurch auf einen phylogenetisch-primitiveren Zustand verwiesen wird, der durch keinen »niederen« Organisationstypus eines lebenden oder paläontologisch reconstruirbaren Vertebraten mehr repräsentirt wird, so wird dem Verfasser dieser Studien der Hinweis auf Anneliden und Arthropoden um so weniger verübelt werden können, als er im »Ursprung der Wirbelthiere« seinen Feldzug zu Gunsten der Anneliden-Abstammungstheorie mit dem Hinweis auf die bei den Teleostier-Embryonen leicht beobachtbaren Neuromeren des Hinterhirns begann, welche ihn vor 30 und mehr Jahren beschäftigten und in ihm die ersten Keime dieser Theorie hervorriefen.

Zusammenfassung.

Eine vorübergehende Gliederung des Hirns in die sogenannten Neuromeren findet bei allen Selachier-Embryonen statt. Diese Gliederung spricht sich in der Gegend des Rautenhirns und Kleinhirns darin aus, dass die Medullarwandungen in nach außen convexe und nach innen concave Abschnitte gegliedert erscheinen. Außen entspricht eine Einschnürung, innen eine zugespitzte Vorragung den Grenzen, wo sich diese Neuromeren berühren.

Bei *Torpedo ocellata*-Embryonen finden sich in den Stadien von 5—10 mm Länge gelegentlich innere Kerben oder auch die ganze Breite der Medullarwülste durchsetzende Spalten, so weit die Flügelplatte in Betracht kommt. Diese Spalten findet man von dem

Ohr-Neuromer bis zum Kleinhirn-Neuromer, häufig aber nur auf einem Antimer und von ungleicher Entwicklung. Sie kommen auch am Mittel-, Zwischen- und Vorderhirn vor.

Es ist schwierig, sie auf Artefacte des Conservirens, Einbettens oder Schneidens zurückzuführen; jedenfalls deutet ihr Entstehen oder Vorkommen an den Berührungspunkten je zweier Neuromere auf Differenzirungen in der Wand der Medullarwülste. Vielleicht lassen sie sich auf primitive Gliederung des Medullarrohrs in ursprünglich metamerisch getrennte Ganglienmassen nach Art der Articulaten beziehen.

Das als Kleinhirn bezeichnete Neuromer zeigt eine besondere Größenentwicklung und zugleich Differenzirung in zwei von einander wesentlich abweichende Elemente: das eigentliche Kleinhirn und den den vordersten, abschließenden Abschnitt der Rautenböhle bildenden Theil. Obwohl eine deutliche Grenzfurche zwischen diesen beiden Abschnitten nach Art derjenigen, die zwischen den Neuromeren des Rautenhirns besteht, nicht zur Beobachtung kommt, lässt sich doch, besonders bei Embryonen von *Raja*, eine seichtere Einschnürung zwischen ihnen beobachten und scheint die Deutung zu erlauben, dass dieses große und so verschiedenartig differenzirte Neuromer aus zwei ursprünglich getrennten Neuromeren verschmolzen sei.

Um die metamerische Bedeutung dieser Metameren einigermaßen sicher zu stellen, bedarf es des Nachweises, dass jedem derselben die entsprechenden metamerischen Abschnitte des peripherischen Nervensystemes zukommen oder einstens zugekommen sein müssen. Dieser Nachweis wird für den Bereich des Trigemini und Trochlearis, also für den vorderen Theil des Rautenhirns und des Kleinhirns in den weiter unten folgenden Abschnitten dieser Studie durch genauere Darlegung der Entwicklungsphänomene des Trigemini-Astes N. ophthalmicus superficialis minor und des Trochlearis entsprechen.

II. Der Trochlearis bei *Torpedo*.

Für die Analyse der historischen Veränderungen, welche den Vorderkopf der Vertebraten betroffen haben, bietet sowohl das Centralnervensystem als auch das peripherische eine der vornehmsten Instanzen. So ward denn auch in den früheren (23 und 24) Studien über Mandibular- und Prämandibularhöhle bereits vielfach Bezug ge-

nommen auf ein Phänomen, welches in der descriptiven Embryologie seit Alters her unter dem Namen der Hirn- resp. Kopfbeuge bekannt ist: in jenen beiden Studien ward aber sorgfältig vermieden, diese beiden Namen für dieselben Processe zu gebrauchen, vielmehr ward implicite die Hirnbeuge als ein gesonderter, der Kopfbeuge vorangehender Process aufgefasst, dem freilich bei Selachiern überall die Kopfbeuge als umfassenderer, außer dem Centralnervensystem noch andre Körpertheile in Anspruch nehmender Process folgt.

Auch die erste Anlage des peripherischen Nervensystems des Vorderkopfes erleidet durch den Process der Hirn- und Kopfbeuge tiefgreifende Veränderungen ihres voranzusetzenden ursprünglichen Zustandes, so dass es nicht möglich sein dürfte, ohne stete Bezugnahme auf denselben die Veränderungen und Verschiebungen klar zu legen, welche im Laufe der Äonen sich vollzogen haben. Wie ich aber schon in der 23. und 24. Studie fortgesetzt auf den Factor der Hirn- und Kopfbeuge hinweisen musste zur Aufklärung von Veränderungen, welche die vorderen Kopfhöhlen, d. h. also das Mesoderm, erlitten haben dürfte, so werde ich auch bei der Darstellung der Bildungsverhältnisse des peripherischen Nervensystems zumal des der Ganglienleiste entspringenden Theils darauf zu recurriren haben, immer aber unter dem Vorbehalt, den Process der Hirn- und Kopfbeuge selbst erst später in seinen essentiellen Erscheinungen zu behandeln.

Über die Ganglienleiste und ihre Derivate habe ich in der 22. Studie bereits Angaben gemacht, welche wohl den von GORONOWITSCH und Miss PLATT angebahnten Reformen unsrer Anschauungen über die Bedeutung dieses von BALFOUR zuerst mit dem Namen Ganglienleiste belegten Gebildes die Wege geebnet haben dürften. Ich konnte mich den von FRORIEP aufgestellten Anschauungen über getrennte Anlagen von Kopf- und Rumpfganglienleiste nicht anschließen, hielt vielmehr die Einheitlichkeit des ganzen Gebildes fest. In der vorliegenden Studie soll nun der Versuch gemacht werden, die Ganglienleiste des Vorderkopfes in ihrer ursprünglichen Anlage und weiteren Entwicklung mit Bezug auf die Processe zu verfolgen, welche zur Bildung des Trochlearis führen, dessen Zusammenhang mit der Ganglienleiste bisher nur problematisch war und dessen morphologische Bedeutung desshalb ein Gegenstand immer erneuter Debatten blieb.

Auch bei dieser Aufgabe bediene ich mich wieder des Materials,

welches mir meine Sammlung von Schnitten durch die Embryonen der verschiedensten Selaehier gewährt, beginne aber mit der Darstellung des Befundes an den beiden *Torpedo*-Arten, deren Vorzüge, besonders gegenüber *Pristiurus*-Embryonen, an geeigneter Stelle hervorgehoben werden sollen.

1. *Torpedo marmorata*.

Die Embryonen von *T. marmorata* sind, wie ich schon öfters betont habe, beträchtlich größer als die von *T. ocellata*; deshalb findet man auch bei Embryonen von 2 mm Länge die Medullarwülste noch nicht geschlossen; dieser Proecess fängt vielmehr erst an, wenn der Embryo die erwähnte Länge erreicht hat. Während der Spalt zwischen Mittel- und Zwischenhirn noch klafft, die Schließung also noch nicht vollendet ist, beginnt in dieser Region an den terminalen Rändern der Medullarwülste durch Auflockerung ihrer Zellen der Process, welcher zur Bildung der Ganglienleiste führt und vorwärts wie rückwärts fortschreitet: vorwärts freilich nur, bis er über dem späteren Zwischenhirn, eine kleine Strecke vor dem späteren Neuroporus, Halt macht, die unmittelbare Umgebung des Neuroporus dabei unangetastet lassend — rückwärts geht die Auflockerung, mit einer einzigen Unterbrechung zwischen Trigemimus- und Facialisplatte und in allmählichem Fortschreiten bis zum Schwanz weiter — wie ich das schon in der 22. Studie zur Genüge beschrieben habe. Wenn aber nun der Anfang der Ganglienbildung Platz greift, so hat das noch nicht ganz geschlossene Neuralrohr schon begonnen, sich an dem vorderen Ende leicht zu biegen, und wenn diese Biegung auch anfänglich erst in einem Winkel von 15—20° erscheint (während sie bekanntlich bei Vollendung der Hirnbenge 180° und mehr beträgt, da in der Sattelgegend die umgebene Partie, welche im Infundibulum endet, sich rücklaufend parallel und sogar eingebogen gegen den Boden des Mittel- und Hinterhirns stellt), so hat dieselbe doch schon zur Folge, dass das Vorderhirn mit seinen beiderseitigen Augenblasen-Ausstülpungen ventralwärts unter die Längslinie hinabreicht, welche das Darmrohr, nach vorn verlängert gedacht, bilden würde. Eine Knickung des ventralen vorderen Ectoderms, also der äußeren Körperwand, ist freilich dann noch nicht erfolgt, so dass nur von einer Hirnbenge, und nicht von einer Kopfbenge gesprochen werden kann.

Auf diese topographischen Feststellungen muss nachdrückliches

Gewicht gelegt werden, und es ist noch besonders ins Auge zu fassen, dass Vorder-, Zwischen- und Mittelhirn bei ihrem weiteren Wachstum nicht nur in Länge, Breite und Höhe wachsen, sondern auch eine Art von Umrollung vornehmen, wodurch die ursprünglich seitlich von ihnen gelegenen Partien des Ectoderms und die zwischen Gehirn und Ectoderm sich lagernden Zellmassen der Ganglienleiste in ihrer relativen Lagerung gegen das Gehirn verschoben werden. Es ist weiterhin Gewicht darauf zu legen, dass — wie ich in der 24. Studie nachwies — das Entoderm ursprünglich bis an den ventralen Rand des Neuroporus reicht und erst allmählich von dort sich zurückzieht resp. zurückbildet. Wir werden dadurch zu der auch von andern Forschern getheilten Auffassung geführt, dass das eigentliche vordere Körperende durch den Neuroporus gegeben ist: ventral von ihm endet die Spitze des Entoderms, dorsal von ihm aber beginnt die Bildung der Ganglienleiste und reicht bis an das Schwanzende. Da der Neuroporus vergleichsweise lange offen und auch nach seinem Schlusse noch eine Zeit lang leicht nachweisbar bleibt, gewinnen wir an ihm einen relativ festen Punkt, auf den Verschiebungen und Dislocationen sich beziehen lassen, welche gleich im ersten Beginn der Vorderkopfentwicklung eine große Rolle spielen und vielfach dazu verleitet haben, dorsale und ventrale Gebilde zu verwechseln, ja sogar ursprünglich vor einander gelegene Theile schließlich als hinter einander gelagert anzunehmen. Das wird später klar werden.

Die Darstellung des Thatbestandes beginne ich mit einem Embryo von 2,6 mm Länge XXI 606, welcher, in Querschnitte von 5μ zerlegt, das Medullarrohr noch auf etwa 80 Schnitte, von dem Vorderende an gerechnet, offen zeigt. Die Schnitte sind am Kopfabschnitt zum Theil keilförmig geführt, aber die Richtung derselben ist nur einmal leicht verschoben worden, so dass man keinen großen Fehler macht, wenn man diese Verschiebung nicht berücksichtigt. Die Wucherung der Ganglienleiste beginnt auf dem 60. Schnitt, während der Anfang des Entoderms und der Prämandibularzellmasse schon auf dem 40. zu unterscheiden ist. Hieraus geht hervor, dass die Ganglienleiste anfänglich in derselben Querebene zu finden ist, in welcher von Hause aus die vordersten Theile des Entoderms und des Mesoderms, d. h. der PLATT'schen Kopfhöhle gebildet werden, dass aber vor diesen Abschnitten das dem Vorderhirn entsprechende Stück des Medullarrohres mit den Augenausstülpungen sich findet,

beide also in der ursprünglichen embryonalen Anlage den vordersten Theil des Körpers bilden.

Vergleicht man mit diesen Angaben das Bild des nur um wenig älteren Embryos XXI 557 auf Horizontalschnitten, auf denen der Anfang der Ganglienleistenbildung im Vorderkopf um so leichter erkennbar ist, als das bereits vorn umgebogene Medullarrohr im Querschnitt getroffen wird, so findet man auch hier wiederum den Anfang der Ganglienleiste auf der Querebene der Prämandibularzellmasse und kann sehr wohl feststellen, dass, bliebe die gegenseitige Lagerung wie sie ist, die Zellen der Ganglienleiste eine Verbindung des Medullarrohres dicht hinter dem Neuroporus mit der Prämandibularzellmasse resp. den Zellen der PLATTschen Kopfhöhle herstellen müssten, wenn dieselbe überhaupt bei *Torpedo* gebildet würde — was bekanntlich nicht der Fall ist (vgl. 24. Studie pag. 185—187). Der Embryo zeigt freilich das Medullarrohr bis auf den eigentlichen Neuroporus bereits geschlossen, während der vorige, in Querschnitte zerlegte noch eine viel weiter offene Spalte aufwies: es ist aber deshalb auch interessant, zu constatiren, dass die Wucherung der Ganglienleiste ungefähr 15 Schnitte vor Beginn des Neuroporus aufhört oder, wenn man will, dort anfängt. Eine ähnlich lange, von Wucherung der Ganglienleistenzellen freie Strecke trifft man auch bei den andern Embryonen.

Im Sagittalschnitt ergibt dies Stadium folgende Bilder (XXXIII 79). Ein Schnitt durch die Mittelebene zeigt das Medullarrohr noch offen bis auf den Anfang des eigentlichen Rumpfes — dieser Embryo ist also noch etwas jünger als der oben erwähnte, in Querschnitte zerlegte Embryo XXI 606. Die Bodenplatte des Medullarrohres ist durchschnitten; an der Spitze des Kopftheiles geht sie in stark abgerundeter, etwas aufgerichteter Weise in das ventrale Ectoderm über, ohne dabei, wie schon in der 24. Studie berichtet ward, der Prämandibularzellmasse zu erlauben, bis an die Spitze zwischen Medullarplatte und Ectoderm vorzudringen, wie es z. B. bei *Acanthias* und anderen Squaliden der Fall ist: bei *Torpedo* liegen Medullarbodenplatte und ventrales Ectoderm eine Strecke weit unmittelbar aneinander. Betrachtet man diesen Embryo von dem Gesichtspunkt der Hirn- und Kopfbeuge aus, so hat man eine leichte Knickung der Bodenplatte des Medullarrohres bereits so weit nach hinten zu bemerken, wie etwa ein Drittel der ganzen Entfernung vom Dotterstiel bis zur Kopfspitze ausmacht. Die Knickung beträgt etwa 15° . Eine weitere aber stumpfere Beugung liegt etwas weiter nach vorn,

etwa gleich hoch mit dem vorderen Ende des Darmlumens. Sollte ich versuchen, diese beiden Biegungsstellen topographisch nach der späteren Gestalt des Selachier-Embryogehirns zu bezeichnen, so würde ich die erstere als am Ende des Hinterhirns, die zweite als unter dem Mittelhirn, wo es vom Hinterhirn sich abgrenzt, gelegen glauben. Von der zweiten aus fällt dann die Bodenplatte bis an das Vorderende ab und bildet daselbst die Grundfläche des Vorderhirns mit seinen seitlichen Augenausstülpungen und darüber hinaus als vordersten, blinden Hohlraum das spätere Infundibulum, welches mithin von Anfang an dem vordersten Abschnitt des zum Rohr geschlossenen Centralnervensystems angehört.

Der etwas ältere Embryo XXXIII 80, der aber auch noch einen Theil des späteren Zwischen- und das ganze Vorderhirn ungeschlossen zeigt, lässt erkennen, dass noch eine weitere Knickung der Bodenplatte erfolgt: auf der Grenze von Zwischen- und Mittelhirn (vgl. Taf. 11 Fig. 1). Leider verbiegt sich bei der Conservirung so junger Embryonen fast immer der Kopftheil des Körpers, so dass es sehr selten gelingt, reine Sagittalschnitte zu erhalten; es ist deshalb schwierig, die Lage des Neuroporus genau festzustellen und seine Beziehungen zu den übrigen in der Anlage befindlichen Organsystemen zu beobachten. Diese Schwierigkeit wird noch dadurch erhöht, dass gleichzeitig mit den Lageveränderungen auch eine Volumzunahme aller dieser Organsysteme, besonders aber auch des Centralnervensystems, selber stattfindet, und dass hierdurch wesentliche Wachsthumungleichheiten herbeigeführt werden, die es nicht erlauben, alle Veränderungen nur auf eine allmählich zunehmende Umrollung des Vorderkopfes zu schieben. So nehmen besonders die Seitentheile des Vorderhirns, die späteren Augenblasen stark zu und fangen an, sich von den seitlichen Wandungen des Vorderhirns selbst zu differenziren und damit auch selbständige Lagenveränderungen vorzunehmen. Indem sie sich stärker vorwölben, drängen sie auch das sie seitlich bedeckende Ectoderm nach außen und bewirken so, dass über und unter ihnen ein Hohlraum zwischen Ectoderm und Vorderhirnwand entsteht, in den, wie wir später sehen werden, Zellmassen der Ganglienleiste des Zwischenhirns einwandern, sobald dieselben so weit zugenommen haben, dass sie über die Seiten des Zwischenhirns (vgl. Taf. 11 Fig. 3 und 4) nach abwärts gleiten müssen. Hiermit wird ein wichtiger Vorgang eingeleitet, von dem wir weiter unten ausführlich zu sprechen haben werden.

Während nun allmählich bei Embryonen von 2,5—3 mm Länge das Medullarrohr bis auf den eigentlichen Neuroporus sich völlig schließt, und gleichzeitig Vorder-, Zwischen- und Mittelhirn in allmählicher Rundung, aber mit den oben bezeichneten Einknickungen sich mehr und mehr gegen die Längsachse bis auf einen Winkel von 90° ventralwärts beugen, nimmt die Ganglienleiste nicht nur caudalwärts, sondern vor allem auf den Seiten des Zwischen-, Mittel- und Hinterhirns beträchtlich zu, und wir erreichen einen Zustand, den uns Embryonen von 3 mm Länge verdeutlichen könnten. Da es mir aber an einem Stadium bei *T. marmorata* gebricht, welches diesen Übergang thatsächlich darstellt, so schiebe ich ein entsprechendes Stadium von *T. ocellata* hier ein und verweise auf Taf. 11 Fig. 2, wo dasselbe abgebildet ist. Man sieht an Embryo XXXIX 610 von 2,3 mm eine zusammenhängende Platte von Ganglienleistenzellen, welche ihren Anfang nicht weit vom Neuroporus nimmt und caudalwärts zunächst bis an das Rautenhirn geht, genauer gesagt, bis an den Hinterrand desjenigen Neuromers, welches als erstes Trigemini-Neuromer vor demjenigen Neuromer liegt, dem von Anfang an kein Abschnitt der Ganglienleiste entspricht, in das aber die Wurzelfasern des G. Gasseri zuerst eindringen (Taf. 11 Fig. 2). Schon auf diesem Stadium bemerkt man eine beträchtliche Ungleichheit des Wachstums in den einzelnen Theilen der Platte. Am stärksten geht die Entwicklung dicht vor dem Trigemini-Neuromer 1 vor sich; letzteres wird zwar auch seitlich in seiner ganzen Ausdehnung von einer Schicht ventralwärts wachsender Ganglienleistenzellen überzogen, aber diese Schicht ist viel weniger dick, als die unmittelbar davor liegende. Dies scheint zusammenzuhängen mit den räumlichen Zuständen der Seitentheile des Kopfes: das Trigemini-Neuromer 1 wölbt sich gegen das Ectoderm stärker, als die vor ihm liegenden Neuromeren des Hinterhirns, so dass der Zwischenraum zwischen dem sich wölbenden Neuromer und dem Ectoderm ein geringerer ist, als weiter nach vorn, wodurch die im Gange befindliche Kopfbeuge zunächst den Innenraum vergrößert und für die stark wuchernden Ganglienleistenzellen Platz gewonnen wird. Dabei darf man aber nicht außer Acht lassen, dass am Ectoderm Umgestaltungen eintreten, auf die sehr bald eingegangen werden soll, da sie durch nach innen gerichtete Einsenkungen nun auch ihrerseits wiederum den Raum beschränken, welchen sie zuerst für die reichlichere Entfaltung der Ganglienleistenzellen gewährten.

Am geringsten ist die Stärke der Ganglienleisteplatte grade

über dem höchsten Punkt des Mittelhirns (vgl. Taf. 11 Fig. 37), dagegen nimmt sie wieder zu, und zwar recht beträchtlich, zwischen Zwischen- und Vorderhirn.

Sehr auffällig ist das Verhältnis der Ganglienleiste hinter dem Trigemini-Neuromer. Auf dasselbe folgt jenes Neuromer, das an der Production der Ganglienleiste keinen Theil nimmt, und dessen Seitentheile auch nicht von den benachbarten Partien der Ganglienleiste bedeckt werden, in welches aber bei der späteren Entwicklung die Wurzelfasern des G. Gasseri eindringen, oder an dem, wie bei *Raja* (was schon oben erwähnt ward) das G. Gasseri mit ganzer Breite sich inserirt. Hinter demselben beginnt die Facialis-Acusticus-Platte; dieselbe geht ohne Unterbrechung in die Glossopharyngeus-Vagus-Platte über, wenn schon das Stück der Ganglienleiste zwischen Medullarrohr und Ohrblase nur dorsal sich entwickelt, und seine proliferirenden Zellen auf beiden Seiten der Ohrblase, also frontalwärts in die Facialis-Masse, caudalwärts in die Glossopharyngeus-Platte abgeschoben werden. Wir sehen somit, dass beträchtliche Verschiedenheiten in der Production von Ganglienleistenzellen an den verschiedenen Abschnitten des Hirnrohres bestehen, und werden uns später der Aufgabe nicht entziehen können, diese Verschiedenheit so weit als möglich zu erklären, wobei denn auch frühere Auffassungen, wie die RABL's, und neuere, wie die FRORIEP's, zu berücksichtigen sein werden.

Nach der Darstellung dieses Stadiums der Ganglienleisten-Entwicklung von *T. ocellata* wende ich mich nun wieder zurück zu Embryonen von *T. marmorata*.

Ein Embryo von 3 mm Länge zeigt das Folgende. Der Neuroporus ist zwar noch offen, aber bereits im Begriff, sich zu schließen, indem er sich auf trichterförmige Gestalt reducirt: er findet sich an der ventralwärts gebogenen Partie des Vorderhirns, wie die beiden Abbildungen Taf. 11 Fig. 3 u. 4 zeigen. Man erkennt auch, wie stark die Bodenplatte zwischen Mittelhirn und Zwischenhirn geknickt ist, und wie der Boden des Vorderhirns anfängt, das Infundibulum zu bilden. Die Achse des Vorderhirns erscheint bereits um fast 20° gegen die des Rückenmarks gebeugt, wenn man die Öffnung des Neuroporus als den ursprünglichen Endpunkt dieser Achse ansieht. Bei Embryonen dieser Größe ist zwar noch kein Kiemensack durchgebrochen, aber Spritzloch- und Hyoidsack sind bereits seitlich weit vorgewölbt, und der auf letzteren folgende Kiemensack in der Ausstülpung begriffen. Entsprechend sind die Mesodermpartien vorgeschritten, die

Mandibularhöhle mit ihren verschiedenen Ausbuchtungen und Halbcanälen und dem ventralen Schlauche macht sich geltend, während die Zellmasse der Prämandibularhöhle noch ohne Lumen nur als dreieckige Masse zwischen dem bereits als Anfang der Kopfbeuge eingebogenen Ectoderm, der Bodenplatte des Vorderhirns und dem Vorderrande der Mandibularhöhle auf den Schnitten besteht; ihr vorderster Theil hat sich bereits beträchtlich zurückgezogen. Anfänge zur Bildung des Sinus cephalicus sind im Gange, und der Raum zwischen diesen Gefäßen und dem Boden des Mittel- und Zwischenhirns, also die sog. Sattelgegend, füllt sich mit mesodermatischem Mesenchym, aus dem später die Schädelbasis sich formt.

Bei einem Embryo dieser Art zeigt sich nun die Ganglienleiste in folgendem Entwicklungsstadium. Ihre Insertions- oder, richtiger gesagt, Ursprungsbasis zeigt sich vom Beginn des Zwischenhirns bis an den Rumpf, nur unterbrochen zwischen Trigeminus- und Facialis-Platte: ob sie mit einigen wenigen Zellen sogar über das Zwischenhirn in der Richtung des Neuroporus noch hinausgreift, lässt sich gelegentlich durch einige Schnitte wahrscheinlich machen, aber die Mehrzahl der Embryonen zeigt davon nichts. Jedenfalls ist die Schicht dieser Zellen auf dem Zwischenhirn, dem Neuroporus zu gewendet, eine sehr dünne, nach dem Hinterhirn zu aber verstärkt sie sich und erscheint als doppelt und dreifach. Von der Mittellinie an nimmt aber die Dicke der Ganglienleiste lateralwärts beträchtlich zu und steigert sich zu einer dichten, mehrschichtigen Platte, welche ventralwärts hinab wachsend, zunächst bis an die Somite des Mesoderms, also namentlich bis an die ganze Streeke der Mandibularhöhle geht, dort sich staut und verdickt, dann aber in späteren Stadien zwischen Mesoderm und Ectoderm in verschiedener Gestaltung ventralwärts weiter zieht — wie schon in Einzelheiten in der 22. Studie näher dargelegt ward.

Es ist nun wichtig, die Modificationen zu verfolgen, welche diesem Hinabwachsen der Ganglienleiste von der Mittellinie des Gehirns bis auf die ventrale Körperseite zu Theil werden. Von Hause aus möchte man wohl annehmen, dass die Ganglienleiste wie eine Art von locker zusammenhängender Platte sich ununterbrochen vom Zwischenhirn incl. bis zum Nachhirn erstreckte und als solche zwischen Medullarwülsten und Ectoderm ventralwärts weiter wuchs, Ob das je der Fall gewesen in früheren phylogenetischen Perioden, möge einstweilen unerörtert bleiben: Thatsache ist, dass jedenfalls bei den Selachier-Embryonen diese Gleichmäßigkeit abhanden ge-

kommen ist, und dass Unterschiede der Dicke nicht nur, sondern sogar Unterbrechungen ihres Zusammenhanges auftreten, welche zur Bildung gesonderter Abschnitte führen.

Prüft man die Bilder, welche seitlich gelegene Sagittalschnitte bieten, so erkennt man an den scharfen seitlichen Begrenzungslinien dieser dichteren Abschnitte der Ganglienleiste, dass sie in etwelchen Beziehungen zu den sich stärker nach außen vorwölbenden Seitentheilen der einzelnen Hirnabschnitte stehen. So steht die vordere Grenze des vordersten Theils der Ganglienleiste, welche zwischen Vorder- und Zwischenhirn abwärts wächst, mit der sich immer stärker wölbenden und zu einer Halbkugel gestaltenden Augenblase in Relation, was, wie wir schon oben sahen, zur Bildung eines auf dem Querschnitte dreieckigen Raumes führt, der vorn von der Augenblase, hinten vom Zwischenhirn und außen vom Ectoderm begrenzt wird. In diesen Raum drängt sich das Wachsthum der Ganglienleiste des Zwischenhirns hauptsächlich zusammen, und je entschiedener die Wölbung der Augenblase wird, um so schärfer wird wenigstens auf den durch Conservirung fixirten Embryonalstadien der entsprechend concave Vorderrand dieses Theils der Ganglienleiste. Da nun aber gleichzeitig die Krümmung der Medullarachse immer weiter fortschreitet, so dass das ganze Vorderhirn eine immer mehr ventralwärts gerichtete Lage erhält, und die Umrollung um die zwischen den Augenblasen bestehende Querachse ebenfalls fortschreitet, so geräth der vorderste Wurzelbezirk der Zwischenhirn-Ganglienleiste zunächst über, später aber sogar vor das Auge; eine sehr wichtige topographische Verschiebung, deren volle Bedeutung aber erst später in ihren einzelnen Stadien genauer dargestellt werden wird. Caudalwärts aber wird dieser vorderste Abschnitt der Ganglienleiste, den man füglich die Ganglienleistenplatte des Zwischenhirns nennen kann, durch die Vorwölbung des Mittelhirns begrenzt und eingeengt (vgl. Taf. 11 Fig. 3—7.)

Ähnlich wird die Hinterhirn- oder Trigemiusplatte, deren Ursprungsbezirk indess nach vorn bis an die hinteren Abschnitte des Mittelhirns sich erstreckt, durch die seitliche Vorwölbung des Nachhirns begrenzt, von dessen vorderem Bezirk aber gleichfalls Zellmassen in sie hinein gerathen. Diese Hinterhirnplatte gibt später dem Trigemius den Ursprung; ihre Schicksale compliciren sich durch die gelegentliche Verbindung mit den Placoden des G. mesocephalicum, ja auch, wie wir genau erfahren werden, mit der Bildung des Trochlearis, des Ophthalmicus minor und des Ophthalmicus profundus.

Die Differenzirung der gesammten Ganglienleistenzellmasse des Vorderkopfes in einzelne Abschnitte wird anscheinend im Wesentlichen durch die seitliche Vorwölbung der verschiedenen Hirnabschnitte bewirkt, welche die locker aneinander liegenden Mesectodermzellen auseinander schieben und zu den einzelnen, mehr oder weniger zusammengehörenden Platten ordnen. Es gibt aber, wie es scheint, noch einen zweiten Factor, der auf die Gestaltung dieser Platten und ihrer Derivate von beträchtlichem Einfluss ist: dieser Factor ist die frühzeitige Anlage einer Anzahl von Einsenkungen und Verdickungen des seitlichen Ectoderms, welche ebensowohl an der protostichen wie an der metotischen Region Platz greift — ja für welche ein regionaler, etwa auf die Lage der Ohrblase gegründeter Unterschied um so weniger besteht, als die Ohrblase selbst der accentuirteste Ausdruck eines Gesamtvorganges ist, welcher bis an das Vorderhirn sich ausdehnt und vielleicht caudalwärts in die spätere Bildung der N. lateralis ausläuft.

Dieser Vorgang ist bei der ersten Entdeckung der Placoden-Bildung der Kopfganglien von BEARD als Bildung der segmentalen Sinnesorgane erwähnt und von FRORIEP als Bildung der Kiemen-Sinnesorgane benannt worden; BEARD hat weitreichende, im Wesentlichen vielleicht richtige Folgerungen für die Urgeschichte des Kopfes daraus gezogen — aber es gelang nicht, den Beweis so zu führen, dass die traditionellen Auffassungen dadurch erschüttert worden wären. Es ist deshalb wichtig, die Angaben über die thatsächlichen Vorgänge so zu gestalten, dass ihre Tragweite richtiger eingeschätzt werden kann.

Die ersten, wahrnehmbaren Anfänge dieser auf die Bildung der Schleimcanäle ausgehenden Differenzirung des Ectoderms von *T. marmorata* bemerkt man an Embryonen von 2—3 mm Länge (vgl. Taf. 11 Fig. 15). Ich schildere nachfolgend, was ich von dem Embryo XXI 565 ablese. Bei ihm sind die beiden vordersten Kiemensäcke noch nicht zum Contact des Ectoderms vorgedrungen; die Ganglienleiste des Vorderkopfes ist in ihrer abwärts gerichteten Wucherung (Taf. 11 Fig. 3) erst bis an den dorsalen Rand der Mandibularhöhle resp. der dahinter folgenden III. und IV.—VI. Kopfhöhle gelangt — das vom Zwischenhirn hinter der beginnenden Augenblase herabdrückende Stück derselben ist noch nicht bis auf die Mitte der Augenblase vorgedrungen; caudalwärts ist die Ganglienleiste noch nicht auf der Höhe der Occipital-Somite in ihrem Beginn angekommen. Auf diesem so gekennzeichneten Stadium sieht man die Ohrblase über dem Hyoid-

sack als große, flache kreisförmige Einsenkung des Ectoderms, von der Höhe des Rückens bis auf die Linie der Somitengrenze hinabreichend (vergleicht man damit ein ähnliches Stadium auf dem Querschnitt, so gewahrt man, dass zwar in Wirklichkeit eine Einsenkung auf der äußeren Oberfläche des Ectoderms stattfindet, aber dass ihr wesentlicher Charakter in einer Umlagerung der Kerne der Zellen und Verlängerung ihrer Achse, sowie in einer nach innen gerichteten allmählichen Zunahme der Schichten der so veränderten Zellen besteht). Die Kerne aller Zellen rücken ausnahmslos nach innen, während ihre langen kernfreien Partien nach außen, und zwar, je weiter die Einsenkung fortschreitet, um so mehr convergirend gegen den ideellen Mittelpunkt eben der Einsenkung gerichtet erscheinen. Ebenso sind auch die dorsalsten Zellen der ganzen Ohrblasen-Einsenkung mit ihren Kernen fast senkrecht nach oben, mit ihren plasmatischen Spitzen dagegen nach unten gerichtet — nur diejenigen Kerne bleiben in der sonst kernfreien äußeren Zone der Gesamteinsenkung liegen oder dringen in dieselbe vor, welche zur Theilung schreiten, und das sind immer eine beträchtliche Zahl — so dass schon an der Häufung der Mitosen die Lage der Ohr-Einstülpung frühzeitig bestimmt werden kann. Ist so die größte und deutlichste Einsenkung des Ectoderms, eben die der Ohrblase, auch am frühesten wahrnehmbar, so lassen sich doch gleichzeitig einige andere, freilich viel weniger fest umschriebene und durch ihre eingreifenden Zellmetamorphosen ausgezeichnete Einsenkungsbezirke wahrnehmen. Einer derselben findet sich dicht vor der Ohr-Einstülpung (Taf. 11 Fig. 16): seine unregelmäßige Gestalt ist aber um so schwieriger zu beschreiben, als wahrscheinlich mehrere, ursprünglich getrennte Einsenkungen sich zu seiner Herstellung zusammengethan haben. Nach hinten wird dieser Bezirk begrenzt durch die vordere Umwallung der Ohr-Einsenkung; nach unten, also ventralwärts, läuft er in die Furche aus, welche zwischen Hyoid- und Spritzlochsack das Ectoderm vom Rücken zur Bauchfläche durchzieht; nach vorn gesellt sich eine flache, aber ganz abgerundete, über dem Spritzlochsack gelegene Partial-Einsenkung zu dem Gesamtbezirk, welchen ich, der späteren Beschreibung vorgreifend, den *Facialis*-Bezirk nennen will; und nach vorn und oben, also dorsalwärts gerichtet, findet sich eine zweite, noch tiefere Partial-Einsenkung; der gesammte Bezirk aber zeigt, ähnlich wie bei der Ohr-Einstülpung, seine Öffnung schräg dorso-lateralwärts gerichtet (vgl. Taf. 11 Fig. 15—17, die dunkler schattirten Partien).

Ein anderer Bezirk findet sich an der hinter der Augenblase gelegenen Ectodermwandung und geht von der vorderen, oberen Grenze der Mandibularhöhle in zwei Schenkeln dorsalwärts: der hintere Schenkel wird begrenzt von der Vorderseite der Trigemini-Platte der Ganglienleiste, der vordere aber trifft auf den zwischen Vorder- und Zwischenhirn gelegenen Raum, in welchem die vorderste Wucherung der Ganglienleiste ventralwärts vor sich geht; zwischen beiden wölbt sich das Zwischenhirn nach außen vor.

Diesen Einsenkungen begegnet man auf beiden Seiten des Körpers bei allen Embryonen dieser Größe, so dass man den anfänglichen Eindruck, es handle sich um beliebige, durch die Conservirung des Embryos verursachte Schrumpfung des Ectoderms, bald genug los wird und sich vor die Aufgabe gestellt sieht, die Constanz dieser ungleichen Modellirung des Vorderkopfes aus structurellen Gründen zu begreifen. Dabei gewähren die Erscheinungen der postotischen Region einen Stützpunkt, denn auch hinter der Ohrblase finden ähnliche Einsenkungen des Ectoderms statt, deren Bedeutung durch ihre weitere Entwicklung klargelegt wird. Von dem Hyoidsack geht nicht nur nach vorn eine Einsenkung aus, sondern auch nach hinten, und ähnliche Einsenkungen hängen mit den folgenden Kiemensäcken zusammen, bilden also ebensowenig bloß zufällige Schrumpfung des Ectoderms. Verfolgt man nun aber die Entwicklung der hinter der Ohrblase gelegenen beiden Einsenkungen, so erkennt man, dass sie sich zu Theilstücken des Seiten-Canalsystems ausgestalten und mit den zugehörigen Rami dorsales in Zusammenhang treten; die dicht hinter der Ohrblase gelegene wird zum Canalis temporalis, dessen Nerv als Ramus dorsalis zum Glossopharyngeus gehört; der oder die folgenden aber entwickeln sich zu den schräg gelagerten vorderen Zweigen des N. lateralis selber, welche als System der Rami dorsales zum Vagus gezählt werden.

Mit diesen Angaben streife ich ein Gebiet, welches zum ersten Male in einigem Zusammenhang von Miss PLATT dargestellt ward in ihrem Aufsatz »Ontogenetische Differenzirung des Ectoderms in *Necturus*« (Arch. Mikr. Anat. Bd. 43 1894 pag. 911—966). Miss PLATT bemüht sich, die Ausbreitung der Ectoderm-Leisten resp. verdickten Streifen des gesammten Kopfes und vorderen Theiles des Rumpfes in ein mehr oder weniger regelmäßiges Schema, ich möchte sagen, einzufangen und mit den gleichfalls etwas schematisch gearteten Angaben KUPFFER's über das Ectoderm von *Ammocoetes*-Embryonen

auszugleichen. Wie weit die thatsächlichen Befunde an *Necturus* diesem Schema sich unterordnen, vermag ich, der ich dieses Material nie unter Hand und Auge gehabt habe, nicht zu sagen; von *Ammonoetes* und von Selachiern habe ich aber hinreichend genaue Anschauung, um zu ermessen, dass die Schwierigkeiten der Aufgabe wohl größere sind, als Miss PLATT gelöst zu haben glauben darf; es sind noch hinreichend viel Zweifel und Unklarheiten übrig geblieben, deren Tragweite für ein Verstehen der gesammten Complication der peripherischen Nerven und des sog. Schleimcanalsystems nicht unterschätzt werden darf. Die Schwierigkeiten liegen wie bei den meisten anderen Fragen, welche die primitive Constitution des Kopfes betreffen, wesentlich in dem Umstande, dass es sich bei der Deutung der thatsächlichen Vorgänge, die am Embryo auftreten, schon um Concentrationen lokaler Art, um unvollkommene Scheidungen und unvollkommene Durchführung in der Anlage begonnener Processe handelt, die möglichst genau berechnet werden müssen, ehe es gelingen kann, auch die Erscheinungen am Ectoderm mit den Ergebnissen der aus sonstigen Indicien gewonnenen morphologischen Analyse in Einklang zu setzen. Dass dabei der Vorderkopf wieder die bei Weitem größeren Schwierigkeiten bildet, ist selbstverständlich; ist doch die Summe der Verlagerungen, Concentrationen und Veränderungen jeglicher Art an ihm geradezu schrankenlos gewesen, was uns besonders die genauere Analyse der Ganglienleiste und zugehörigen Ectoderm-Abschnitte bei *Torpedo* jetzt erweisen wird. Ob es überhaupt noch gelingen kann, aus diesem Labyrinth einen phylogenetisch zuverlässigen und die verschiedenen morphologischen Fragen gleichmäßig lösenden Weg zu finden, bleibt von vornherein zweifelhaft, aber nicht durchaus unmöglich, und wenn man auch nur einige Bruchstücke der ursprünglichen Verhältnisse und Beziehungen wieder herstellen könnte, so würde das schon ein wesentlicher Fortschritt sein gegenüber der heute noch fast überall geltenden, sehr unbestimmten Lehre von den »Rami dorsales«.

Außer den oben genannten Autoren haben sich noch MITROPHANOW (Étude embryog. sur les Sélaciens. in: Arch. Z. Expér. (3) Tome 1 1893) und kürzlich KLINKHARDT mit den hier erörterten Erscheinungen beschäftigt (Beiträge z. Entw.-Gesch. d. Kopfganglien der Sinneslinien der Selachier. in: Jena. Zeit. Naturw. 40. Bd. 1905 pag. 428 ff.). KLINKHARDT nennt die Einsenkungen Sinnesfelder und unterscheidet das Ciliarfeld, das Supraorbitalfeld, das Infraorbitalfeld und das Kiemenfeld, deren Anlage und allmähliche

Ausbildung beschrieben werden. Wie weit aber in diesen einzelnen Feldern Zusammenziehungen stattgefunden haben, ist bisher nicht erörtert worden, und doch gibt gerade das Ciliarfeld Anlass dazu, da es unzweifelhaft als selbständige Bildung beginnt, dann aber als solche wieder verfällt. Da indess durch Dr. GAST hierüber Näheres in seiner Arbeit über den Oculomotorius beigebracht werden wird, enthalte ich mich des weiteren Eingehens auf diese Frage.

An dieser Stelle aber kam es mir nur darauf an, die Aufmerksamkeit auf die früh im Embryo sich zeigenden Einenkungen zu lenken, welche den Anfang dieses ganzen Systems der Schleimcanäle etc. bilden und als solche von bedeutendem Einflusse auf die Differenzirung der Ganglienleiste und ihrer Producte sind. Ich fahre nun in der Darstellung der weiteren Schicksale der Ganglienleiste des Vorderkopfes von *T. marmorata* fort.

In dem vorliegenden Embryo (Taf. 11 Fig. 3) ist aber von all den auf S. 180 erwähnten nervösen Elementen als besonderen Bildungen noch keine Rede, nur die Trennung der Gesamtanlage in die getrennten Platten leitet sich ein. Die Trennung ist wohl eine passive, weil ihre Ursachen, wie es scheint, nicht in ihr selbst, sondern in der seitlichen Vorwölbung der Augenblasen und der einzelnen Hirnabschnitte zu finden sind. Unterbliebe diese Vorwölbung, so würde vielleicht die Ganglienleiste als ein ziemlich gleichmäßig dicker Vorhang zwischen Medullarrohr und Mesoderm einerseits und Ectodermwandung andererseits ventralwärts wachsen und fast wie ein secundäres Ectoderm erscheinen, das man mit MISS PLATT Mesectoderm nennen könnte, oder mit BRAUER secundäres Ectoderm.

Betrachtet man nun an Sagittalschnitten Schnitt für Schnitt die Erscheinungen, welche dieses »Mesectoderm« bietet, so ergibt sich das Folgende, das ich vom Embryo XXI 555 ablese. Die äußersten Schnitte zeigen die distalen Theile des Vorderhirns mit der Augenblase und des Mandibularbogens, von dem indessen nur das Ectoderm angeschnitten ist. Der nächste Schnitt lässt schon dicht unter dem Ectoderm des Mandibularbogens an der Stelle seiner äußersten Vorwölbung, die auf dem vorigen Schnitt nur quer durchschnitene Ectodermzellen aufwies, große, unregelmäßig gestaltete, mit einander netzförmig verbundene, dunkel gefärbte Zellen erkennen, deren reichliches Plasma fast ebenso dunkel gefärbt erscheint, wie die in ihm lagernden Kerne. Zwischen den Maschen dieses Netzes sieht man ganz feine Ausläufer von quer durchschnittenen Zellen, deren

Körper aber noch nicht zu sehen ist. Auf dem folgenden Schnitt ist das Areal dieses dunkel gefärbten, großen Netzwerkes von Zellen beträchtlich größer geworden, die in den Maschen befindlichen, durchschnittenen Ausläufer von Zellen finden sich zahlreicher, Mitosen innerhalb des Netzes sind mehrfach zu erkennen, so dass man also eine Zunahme der netzbildenden Zellen schon an diesen Stellen constatiren kann. Auf dem nächsten Schnitt tritt ein wesentlich neues Bild auf. Das Netz — das natürlich aus den Ganglienleisten- oder Mesectodermzellen gebildet wird — macht in der Mitte des Schnittes der äußeren Wandung der Mandibularhöhle Platz, von deren Zellen auch die Ausläufer ausgehen, welche auf den vorhergehenden Schnitten in den Maschen des Mesectodermzellnetzes durchschnitten wurden. Die größere Zahl der Mesectodermzellen sammelt sich aber an der caudalen Seite der Mandibularhöhlenwand an, während schon der nächste Schnitt zeigt, dass die wenigeren Zellen, welche sich an ihrer Vorderseite lagern, von einem über der Wandung liegenden Haufen sich abzweigen, der auf den folgenden Schnitten sich findet und beinahe bis an die Mesectodermzellmasse heranreicht, welche von dem Zwischenhirn aus in dem schon mehrfach erwähnten, hinter der Augenblase gelegenen dreieckigen Hohlraum abwärts verläuft, bei diesem Embryo aber noch nicht über die Mitte der Augenblase vorgedrungen ist. Je weiter die Schnitte sich der Medianebene nähern, um so breiter werden die beiden Ganglienleistenplatten, bis sie über den Hirnabschnitten zusammenstoßen und dort als dünne Schicht mit der Mittellinie des Medullarrohrs verschmelzen. Es ist nicht unwichtig, festzustellen, dass diese beiden Platten sich von Hause aus gesondert ventralwärts erstrecken, und dass die hintere, also die Trigemino-mesocephalicum-Platte, erst secundär mit der Zwischenhirnplatte hinter der Augenblase zusammenfließt, wie wir gleich sehen werden.

Verfolgen wir diese Elemente des Vorderkopf-Mesectoderms resp. der Ganglienleiste in ihrer weiteren Vertheilung und Entwicklung, so gelangen wir bald zu einem Stadium, in welchem zwar noch seitlich der Zusammenhang des ganzen Gebildes als netzförmige Platte zu erkennen ist, auf dem Rücken aber und besonders auf der Ursprungsstelle der Mittellinie des Medullarrohrs der Zusammenhang auf längerem Raume unterbrochen, ja nur auf verhältnismäßig kleinen Strecken überhaupt erhalten ist. Solche auf dem Rücken des Medullarrohrs befindlichen Theile der Ganglienleiste finden sich über dem Nachhirn, dem Hinterhirn, dem Mittelhirn und

auch über dem Zwischenhirn, aber nirgends ganz regelmäßig. Von ihnen führen Mesectodermzellstränge nach den seitlich gelagerten Hauptplatten, stellen also den letzten Zusammenhang dieser Platten mit ihrer Ursprungslocalität vor — ein Umstand, der wohl im Auge behalten werden muss. Die Reste über dem Hinterhirn sind indess gleichfalls unregelmäßig in ihrer Gestaltung und in ihrer Lagerung, was wohl z. Th. auf die Veränderungen zu schieben ist, die sie in ihrer Entwicklung selber durchmachen. Anfänglich ist die höchste Partie, d. h. die, welche der Medullarrohrnaht am nächsten liegt, noch ziemlich breit, verschmälert sich aber allmählich am Ursprung, um nach den Seiten zu sich zu verbreitern, resp. breiter zu bleiben, bis sie am Anfang des Nachhirns das Stück der Gesamtplatte bildet, aus welchem später das G. Gasseri hervorgeht, welches vor der Hyoidspalte, über dem hinteren Theil der Mandibularhöhle gelegen ist. Dieser Theil der Gesamtplatte überzieht anfänglich auch den seitlichen Theil des hinteren Endes des Hinter- und Rautenhirns, dem es angelagert ist, oder von dessen Mittellinie es hervorquoll; je weiter aber die Entwicklung geht, um so mehr dringt das Ende des Hinterhirns selbst mit halbkugligem Seitentheile gegen die Ganglienleisten-Zellmasse vor und schiebt dieselbe ähnlich, wie schon vorher das Zwischen- und Mittelhirn, auseinander, so dass nur am Beginn und am Ende des hinteren Neuromers des Hinterhirns der Zusammenhang der Platte mit seinem Ursprung durch einige wenige Zellen fest gehalten wird. Auch von dieser Verbindung, die sich geraume Zeit während des Embryonallebens erhält, bleiben später nur Spuren übrig als vordere Wurzelpartien des G. Gasseri, die bei allen Selachiern sich vorfinden.

Der Embryo XXI 568 zeigt uns nun einen wichtigen Process im Beginn seiner Ausbildung, den wir nicht früh genug ins Auge fassen und in seinen Consequenzen richtig zu beurtheilen lernen können: statt eines sich weit ausbreitenden, die sämtlichen Neuromeren der vorderen Hirnabtheilungen mit der Peripherie der ursprünglich darunterliegenden Körper- oder Kopftheile getrennt verbindenden peripherischen Nervensystems bildet sich vielmehr ein im G. Gasseri concentrirtes Nervensystem aus, in welches die meisten peripherischen Bahnen des Vorderkopfes zusammenlaufen, und durch welche sie mit dem Gehirn in Zusammenhang treten. Suchen wir also die einzelnen Phasen dieses Concentrationsvorganges festzustellen und zu verstehen.

Die erste Differenzirung nach der Loslösung der Ganglienleistenplatte von ihren Quellbezirken am Rücken des Zwischen-, Mittel- und Hinterhirns — mit Ausnahme jener beiden, oben erwähnten Stellen — zeigt sich über den vordersten Partien der Mandibularhöhle in der Umwandlung einiger Ganglienleistenzellen, welche sich näher zusammenschließen und die charakteristische Blässe der späteren »Ganglienzellen« annehmen. Sie bilden den Kern des *G. mesocephalicum*. Zugleich legt sich diese Partie der Ganglienleistenplatte dicht an das Ectoderm an, welches an dieser Stelle eine jener oben erwähnten Einsenkungen (vgl. Taf. 11 Fig 15—17) erkennen lässt, aus welchen Schleimcanäle hervorgehen. Oberhalb, d. h. dorsalwärts von dem *G. mesocephalicum* bildet sich die Lücke zwischen Ganglienleistenplatte und Mittel- und Zwischenhirn so stark aus, dass man, wenn man nicht die früheren Wucherungen aus der Naht eben dieser Hirntheile hätte beobachten können, an einen Zusammenhang beider Bildungen um so weniger glauben würde, als durch das Wuchern mesodermatischer Mesenchymzellen aus den dorsalen Bezirken der Mandibularhöhle sich eine immer dichter werdende Gewebsmasse zwischen die Ganglienleistenplatte und die genannten Hirntheile drängt, und die Richtung der die Platte bildenden Zellen mehr und mehr einer der Achse des Mittel- und Zwischenhirns parallel statt senkrecht auf dieselbe gerichtete wird, so dass das *G. mesocephalicum* in einen Zug von Zellen eingeschaltet erseheint, welcher das Hinterhirn mit dem Vorderhirn verbinden sollte bei Überspringung von Mittel- und Zwischenhirn.

Wollten wir den Thatbestand noch anders ausdrücken, so könnten wir sagen, es scheine, als ob vom Hinterhirn oder vom Anfang des Nachhirns zwei Ströme von Ganglienleistenzellen ausgingen: der eine auf das Vorderhirn und die Augenblase zu gerichtet, der andere über die Außenseite der Mandibularhöhle bis an die Partie des Ectoderms reichend, aus welcher später die Mundspalte hervorgehen soll. An der Wurzel hängen beide Ströme zusammen, und ebenso treffen sie sich noch in dünner Schicht über der Mandibular- und Prämandibularhöhle. Eine solche Beschreibung des Thatbestandes würde sich am meisten mit der Auffassung decken, welche die Vergl. Anatomie festhält, indem sie als das Product des vorderen Stromes das *G. mesocephalicum*, als das des hinteren das *G. Gasseri* erkennt und diese beiden als die von Hause aus vordersten, ursprünglichen Ganglien des Vorderkopfes ansieht, von denen die peripherischen

Nerven an die verschiedenen Theile des Vorderkopfes resp. des Gesichts ausgehen oder in die sie zusammentreten.

Indess könnte die Sache auch folgendermaßen liegen. Sowohl vom Zwischenhirn, wie vom Hinterhirn fließen die sich proliferirenden Ganglienleistenzellen direct lateral- und ventralwärts ab, weil dort die bereits oben erwähnten freien Räumlichkeiten zwischen Ectoderm und Medullarrohr bestehen. Dagegen verringert die starke seitliche Vorwölbung des Mittelhirns den Hohlraum zwischen ihm und dem seitlichen Ectoderm, ja derselbe wird durch die oben erwähnten Einsenkungen der auf das spätere G. mesocephalicum gerichteten Schleimcanal-Anlagen noch mehr eingeengt, so dass die am Rücken des Mittelhirns wuchernden Ganglienleistenzellen nicht über die Seiten desselben abfließen können, vielmehr auf Umwegen, vorn und hinten um das sich vorwölbende Mittelhirn herum gleitend, ihr Ziel erreichen; so sieht man denn auch die Zellen von beiden Seiten gegen die Stelle zusammenrücken, an welcher später das G. mesocephalicum sich findet, welches sonach ein Ganglion des Mittelhirns darstellen und wahrscheinlich aus Ganglienleistenzellen bestehen dürfte, die auf den eben angegebenen Umwegen von dem Dache des Mittelhirns ventralwärts gelangen, um dort mit den Zellen der davor und dahinter wuchernden Ganglienleiste eine Masse zu bilden. Es wäre dieser Process durchaus analog demjenigen, der sich bei und über der Ohr-Einstülpung zuträgt, wo die sich stark vermehrenden Ganglienleistenzellen ebensowenig direct ventralwärts wuchern können, sondern nach vorn in die Masse der Facialisplatte, nach hinten in die der Glossopharyngeus-Vagus-Platte abfließen müssen, um unter der Einsenkung der Ohrblase sich wieder ausbreiten zu können. Dabei wirkt die fortwährend zunehmende Hirn- und Kopfbeuge insofern mit, als sie den Zwischenraum zwischen Ectoderm und Medullarrohr mindert, andererseits aber durch Zusammendrängen der Ganglienleistenplatten des Mittel- und Hinterhirns die Ausfüllung des Zwischenraumes unterhalb des Mittelhirns, also an der Stelle des später sich hier differenzirenden G. mesocephalicum, erleichtert.

Wie aber der Zusammenhang der Ganglienleistenplatte mit dem Rücken des Mittelhirns sich löst und eine große Menge Mesenchym zwischen Beide geräth, so verringert sich auch im weiteren Fortschreiten der Kopfbeuge der Zusammenhang mit dem vordersten Theil der noch über dem Hinterhirn vorhandenen Urmasse der Ganglienleistenzellen. Indess löst sich dieser Zusammenhang nicht

auf einmal, sondern sehr allmählich; die vom Hinterhirn zum Nachhirn sich erstreckende Zellmasse wird schmaler und zieht sich in die Länge. (Vgl. Taf. 13 Fig. 1 u. 2 und Taf. 11 Fig. 12.) Aber an einigen, meist zwei, mitunter aber auch drei Stellen bleiben größere Klümpchen Ganglienleistenzellen bestehen. Durch weiteres Auswachsen des Hinter- und Mittelhirns und die stärkere Hirnbeuge verschiebt sich aber auch die noch bestehen bleibende Ansatzstelle der Ganglienleistenplatte am Hinterhirn und richtet sich zugleich mit dem letzteren über der späteren Sattelkrümmung nach oben, während gleichzeitig, immer in Folge der zunehmenden Hirn- und Kopfbeuge, das Ganglion mesocephalicum mehr und mehr demjenigen Theil der Ganglienleistenplatte genähert wird, der sich am hintersten Theil des Hinterhirns resp. am Nachhirn inserirt und zum *G. Gasseri* sich gestaltet. Diesen Zustand stellen die Embryonen XXI 566 von 6 mm und XXXIII 268 von 7 mm dar, durch deren Gegenüberstellung am besten klar wird, welche Processe bei der weiteren Umgestaltung der Ganglienleistenplatte Platz greifen. Während der Erstere (Taf. 11 Fig. 7 *x* u. *y*) noch einen breiten Zusammenhang der beiden Wurzelpartien am Hinterhirn mit einander und derjenigen des Hinterhirns mit der Masse der Platte, in welcher das *G. mesocephalicum* liegt, aufweist, lässt der Letztere bereits eine völlige Trennung der beiden Wurzelpartien des Rautenhirns erkennen (vgl. Taf. 11 Fig. 8 *x* u. *x*₁) und zugleich eine solche Verschmälerung des Zusammenhanges zwischen der Wurzelpartie des Rautenhirns und der Gesamtplatte, innerhalb deren das *G. mesocephalicum* liegt (Fig. 8 *y*), dass es vielmehr erscheint, als habe von Hause aus nur der Zusammenhang zwischen der Rautenhirn-Wurzelzellmasse und dem *G. mesocephalicum* bestanden, und als ginge von der langgestreckten Zellmasse, die diesen Zusammenhang bildet, ein kegelförmiger Fortsatz gegen das Rautenhirn aus, der sich in einen dünnen Strang fortsetzt (den die Vergl. Anatomie einen *Ramus dorsalis* nannte und den ich, im Anschluß an Miss PLATT, primären *Trochlearis* nennen will) und ein oder zwei aufeinander folgende Zellklümpchen einschließt, dann aber an der Kuppe des Hinterhirns mit einer discreten Anzahl loser Ganglienleistenzellen endet.

Das Essentielle des Unterschiedes dieser beiden durch Taf. 11 Fig. 7 u. 8 repräsentirten Stadien liegt in der Verminderung des Umfanges der Rautenhirn- oder Trigeminusplatte, die in Fig. 7 noch so

beträchtlichen Raum dorso-lateralwärts einnimmt. Statt sich bei weiterer Entwicklung auszudehnen, verkleinert die Platte sich, ja sie verliert ihre Continuität; es bleiben von ihr nur mehr oder weniger zusammenhängende Theilstücke übrig, und es tritt natürlich die Frage auf: ob dieser Zerfall in einzelne Theilstücke ein zufälliges Ereignis sei, oder ob darin ein Ereignis von morphologischer Tragweite erblickt werden dürfe oder müsse. Die Entscheidung dieser Frage ist in gewissem Sinne der Inhalt dieser Studie und zugleich die Beantwortung der Frage nach der morphologisch-phylogenetischen Bedeutung des Trochlearis; und wir werden sehen, dass die Theilstücke, welche aus dem »Zerfall« der zusammenhängenden Trigemino-Platte resultiren, so unregelmäßig ihr Erscheinen, ihre Größe, ihr Ausbildungsgrad auch sein mag, dennoch eine große Bedeutung für die Lösung des Trochlearis-Problems nicht nur, sondern des ganzen Kopfproblems gewinnen.

Vergleicht man nun noch die Verhältnisse eines 8 mm messenden Embryos XXI 645 (Taf. 11 Fig. 11) mit den oben geschilderten, so erkennt man den Beginn der Faserbildung innerhalb der übrig gebliebenen Elemente der Ganglienleisteplatte. Man wird aber gewahr werden, dass die ersten Spuren dieser Faserbildung innerhalb des *G. mesocephalicum* auftreten, aber nicht, wie man hätte erwarten sollen, in der Richtung nach dem Mittelhirn zu, sondern ganz im Gegentheil senkrecht zu dieser Richtung und auf die Masse zu gerichtet, welche den Neuromeren des Hinterhirns und Rautenhirns anliegt und die Gesammtheit der Wurzelmasse des *G. Gasseri* darstellt. Wie aber die centripetalen Fasern des *G. mesocephalicum* durch das *G. Gasseri* in das Nachhirn, so nehmen die centrifugalen Fasern ihren Weg zunächst in entgegengesetzter Richtung und treten dort in Zusammenhang mit den Ganglienleistenzellmassen, welche ursprünglich vom Zwischenhirn dicht neben resp. hinter dem Caudalrande der Augenblase ventralwärts wuchsen und um die Anlage der Prämandibularzellmasse sich herumlegten. Aber auch hier hat der ununterbrochen fortschreitende Process der Hirn- und Kopfbeuge die topographischen Verhältnisse stark verändert. Das Vorderhirn und die Augenblasen haben sich immer weiter ventralwärts verschoben, letztere aber haben sich um die zwischen ihnen zu denkende Querachse immer mehr umgerollt, so dass, wie wir schon oben sahen, die vorderste Ursprungsstelle der Ganglienleiste aus ihrer Lage hinter dem Auge in eine solche über und sogar vor dem

Auge gelangt, was zur Folge hat, dass die frontalwärts oder centrifugal auswachsenden Fasern des *G. mesocephalicum* zwischen diese vordersten Zellen der Ganglienleiste hineinwachsen und die Grundlage bilden für die Anlage der als *N. ophthalmicus profundus* bekannten Bildung, über deren eigentliche Bedeutung aber hier nicht in nähere Erörterung eingetreten werden soll.

Wenn ich diese Faserrichtung des *G. mesocephalicum* als etwas Auffallendes hervorhebe, so geschieht es, weil ich die herkömmliche Auffassung des uranfänglichen Zusammenhanges dieses Ganglions mit dem *G. Gasseri* beanstande. Nach den traditionellen Auffassungen gehören Beide entweder zu einem Metamer oder aber das *G. Gasseri* zum mandibularen und das *G. mesocephalicum* zum prämandibularen, beide Metameren als Einheiten gefasst. Wie ich in der 23. und 24. Studie darzulegen bemüht war, theile ich diese Auffassung nicht, sehe vielmehr Polymerie in beiden Metameren. Und dieser Polymerie des Mesoderms entsprechend finde ich auch die Spuren mehrerer Ganglien in der Trigeminiplatte, die zwischen *G. Gasseri* und *G. mesocephalicum* befindlich waren — wie diese Studie beweisen soll; daraus aber folgt, dass das Letztere nicht von Hause aus ein Stück des *G. Gasseri* gewesen sein oder als selbständiges Ganglion der Reihe nach dicht vor ihm gelegen haben kann. Wenn also trotzdem seine ersten Faserbahnen sich so gestalten, als gehöre es durchaus zum *G. Gasseri*, und als sei der *Ophthalmicus profundus* nur ein durch das *G. mesocephalicum* hindurchlaufender peripherer Nerv des *G. Gasseri*, so dürfte das nur Schein sein und auf späteren Umordnungen sog. »änogenetischer« Vorgänge beruhen, die als solche hier erörtert werden sollen. Dazu eben sind die folgenden Darlegungen berufen.

Ich lasse nun zunächst eine Übersicht über die thatsächlichen Befunde folgen, die mir mein Material an Embryonen von 7 mm Länge aufwärts gibt.

Embryo XXXIII 262 von 7 mm Länge (Taf. 11 Fig. 8 und 9), sagittal geschnitten, zeigt im Kern des *G. mesocephalicum* mehrere Schichten in die Länge gezogener Zellen: die Richtung der Kerne deutet zugleich die Richtung der späteren Fasern an, die aber außerhalb des *G. mesocephalicum* noch nicht zu erkennen sind, weder in der Richtung zum späteren *G. Gasseri* noch in der zur Augenblase und Nasengrube hin. Wie im *G. mesocephalicum*, bemerkt man aber auch im Innern des vom Trigemini-Neuromer des Rautenhirns über

die Mandibularhöhle sich ventralwärts erstreckenden Theiles der Ganglienleistenplatte den Anfang einer Streckung der Zellkerne und des durch Färbung sich hervorhebenden zugehörigen Plasmas. Dies ist der Beginn der Faserbildung des eigentlichen Trigemini und erfolgt in dem Stück der Platte, das über der hinteren Partie der Mandibularhöhle gelegen ist: die Richtung der sich streckenden Zellen geht proximalwärts zum Ende des Hinterhirns distalwärts in die Gegend des späteren *R. mandibularis externus*. Der Ansatz zur Faserbildung geht aber auch hier noch nicht über die Mitte dieser Ganglienleiste hinaus und hat weder die Ursprungsstelle am Rautenhirn, noch die Peripherie am Ectoderm erreicht. Die Trigeminiplatte ist von der Stelle ihres Ursprungs über dem gesammten Rücken des Rautenhirns getrennt und nur durch eine Anzahl von Ganglienleistenzellen dem Anfang desselben noch nahe der Rückennaht angelagert.

Die Trigeminiplatte als Ganzes hat sich von der Stelle ihres Ursprunges, der Rückennaht des Medullarrohrs, abgelöst; nur am Anfang des Hinterhirns bleibt ein Klümpchen Ganglienleistenzellen noch in nächster Nähe dieser Rückennaht liegen; der ganze übrige Theil der Platte ist hinabgerückt in das Mesoderm, auf die Seiten des Rautenhirns. Der vordere Theil dieser Platte löst sich von dem größeren, hinteren wiederum ab (Taf. 11 Fig. 8); letzterer liegt als ein kegelförmiger und ziemlich compacter Strang mit seinem abgerundeten hinteren Theil dem zweiten Trigemini-Neuromer an seiner unteren Seite an; dort entsteht später der Wurzelcomplex des Ganglion Gasseri, in den auch die Commissur einläuft, welche die Trigeminiplatte mit dem *G. mesocephalicum* verbindet.

Diese Ablösung der Trigeminiplatte vom Rücken des Rautenhirns und ihre Umwandlung in den eben erwähnten kegelförmigen, compacten Strang, dessen vorderster Theil sich noch dazu absondert, ist also keinesfalls so zu deuten, als handele es sich bei seiner Bildung um ein peripherisches Auswuchsproduct des Trigemini-Complexes, das vom *G. Gasseri* auf die Höhe des vordersten Theiles des Rautenhirns gerichtet sei, sondern um einen integrierenden, von Anfang an bestehenden, allmählich aber reducirten Theil der Ganglienleiste, der seinen ursprünglichen metameren Zusammenhang mit den Neuromeren des Rautenhirns verloren hat, von welchem metamerischen Zusammenhang aber noch Reste auf der breiten Zellmasse gefunden werden, welche wir als Längs-

commissur zwischen G. Gasseri und G. mesocephalicum kennen gelernt haben. Diese ganze Bildung nennen wir mit Miss PLATT den primären Trochlearis und werden im weiteren Verfolg unserer Darstellung sie morphologisch verstehen lernen.

Der Embryo XXXIII 264 von 7 mm Länge (Taf. 13 Fig. 3 und 4) zeigt zunächst eine wesentliche Ungleichheit auf den beiden Seiten. Auf der einen (Fig. 3) sieht man den breiten Ansatz der Trigeminiplatte an der zwischen G. Gasseri und G. mesocephalicum gespannten Bahn, der aber, sich rasch verschmälernd und spitz auslaufend, sehr bald ein Ende nimmt. Dann folgen 3—4 Schnitte nach der Sagittal-Mittelebene zu, in denen überhaupt keine Zellen der Trigeminiplatte erhalten zu sein scheinen; danach aber tritt ein durch 8 Schnitte sich fortsetzender, mitten im Mesenchym liegender kugliger Klumpen von Ganglienleistenzellen auf, der in der Richtung der eben beschriebenen kegelförmigen Ganglienzellmasse liegt, von der er sich, ihr vorderstes Ende bildend, bereits räumlich abgetrennt hat. Hier und da treten, in der Nachbarschaft des Kumpens, besonders caudo-dorsalwärts einzelne kleinere Restgruppen von Ganglienleistenzellen auf. Dann folgen wieder eine Reihe von Schnitten, die anscheinend keine Spur von solchen Zellen enthalten, und schließlich finden sich auf dem Rücken des Hinterhirns nochmals eine Anzahl von Zellen, die offenbar von Anfang der Ganglienleitenbildung her dort liegen geblieben sind. Auf der anderen Seite desselben Embryos (Taf. 13 Fig. 4) ist die Trigeminiplatte auf ein schmales keulenförmig gestaltetes, der G. Gasseri-mesocephalicum-Bahn aufsitzendes Stück reducirt; von einem abgetrennten Klumpen dagegen sieht man nichts, nur in der Nähe des oberen Theils der Hinterhirnwandung sind ein beträchtlicheres und zwei kleinere Klümpchen von Ganglienleistenzellen zu finden.

Embryo XXXIII 256 von 7—8 mm Länge zeigt auf der einen Seite einen stabähnlichen Fortsatz als Rest der Trigeminiplatte auf der Bahn zwischen G. Gasseri und mesocephalicum, an dessen oberem, dem Rautenhirn näheren Ende eine knotenförmige Anschwellung sich findet, mit welcher die Bildung endet, ohne eine unterscheidbare Gruppe von Ganglienleistenzellen auf der Kuppe des Hinterhirns zu hinterlassen. Auf der andern Seite besteht ein ähnlicher, etwas gekrümmter Ausläufer von dem Strang zwischen G. Gasseri und mesocephalicum gegen das Hinterhirn, welcher aber auf der Hälfte seiner Bahn zu einem Knoten anschwillt und von da als mäßiger Zellstrang bis über die Seitentheile des Hinterhirns sich fortsetzt.

Embryo XXXIII 259 von 8 mm Länge zeigt einen kurzen, sich verschmälernden Zellenstab auf der einen Seite, der aber dicht vor seinem Aufhören eine ovale Anschwellung besitzt. Bis hinauf auf die Kuppe des Hinterhirns finden sich keine weiteren Reste der Ganglienleiste, nur gerade über dem Hinterhirn liegt wieder an der typischen Stelle ein rundliches Klümpchen, das etwa 4 Schnitte einnimmt. Auf der andern Seite sind ähnliche Verhältnisse, nur ist die Anschwellung nicht vorhanden.

Embryo XXXIII 260 von 8 mm Länge zeigt auf der einen Seite den schmalen Strang, dessen Basis gegen die bisher beobachteten Fälle sich wesentlich verschmälert hat, und der keulenförmig anschwillt, dann aber mitten im Mesenchym ein Ende nimmt. Erst nach 8—9 Schnitten von $7\frac{1}{2}\mu$ treten wieder Zellreste der Ganglienleiste in der Nachbarschaft des Hinterhirns auf und setzen sich bis dicht vor die Naht desselben fort. Auf der andern Seite desselben Embryos (Taf. 11 Fig. 9) fehlt der Strang, welcher von der Verbindungsbahn des G. Gasseri und mesocephalicum nach dem Hinterhirn gerichtet ist, wohl aber findet man mitten im Mesenchym einen durch 6 Schnitte sich ausdehnenden kugligen Klumpen von Ganglienleistenzellen ohne Verbindung weder nach oben oder nach unten, und von diesem Klumpen dorsalwärts nach weiteren drei Schnitten wiederum eine Anzahl von Ganglienleistenzellen in der Nachbarschaft des Hinterhirns, die sich aber nicht bis auf den Rücken desselben verfolgen lassen.

Embryo XXXIII 236 von 9 mm Länge lässt auf beiden Seiten den Zustand erkennen, der auf der einen Seite des vorhergehenden vorgefunden ward: von dem ganzen primären Trochlearis sind in sichtbaren Spuren nur erhalten geblieben ein sehr dichter durch sechs, Schnitte von $7\frac{1}{2}\mu$ sich fortsetzender, im Mesenchym gelegener kugliger Klumpen und ein zweiter kleinerer, welcher mehr nach oben und vorn in der Nachbarschaft des Hinterhirns liegt. Über dem letzteren findet sich keine Gruppe von Ganglienleistenzellen — ob und wie viele vereinzelt aber inmitten der mesodermalen Mesenchymzellen übrig geblieben sind, auch auf den Seiten in der Nachbarschaft jener diekeren Klumpen und des zwischen G. Gasseri und mesocephalicum sich ausspannenden Strange, das lässt sich leider nicht feststellen.

Embryo XXXIII 234 ebenfalls von 9 mm Länge zeigt wiederum die beiden großen Klumpen im Mesenchym auf beiden Seiten: der eine ist aber gestreckterer Gestalt, während der andre ganz kuglig

ist. In der Nähe des Hinterhirns findet sich auf der einen Seite gleichfalls ein kugliger Klumpen, auf der andern nur eine unregelmäßig gestaltete Gruppe von Ganglienleistenzellen. Auf der Kuppe des Hinterhirns, neben der Naht, liegen auf der einen Seite gleichfalls Reste solcher Zellen.

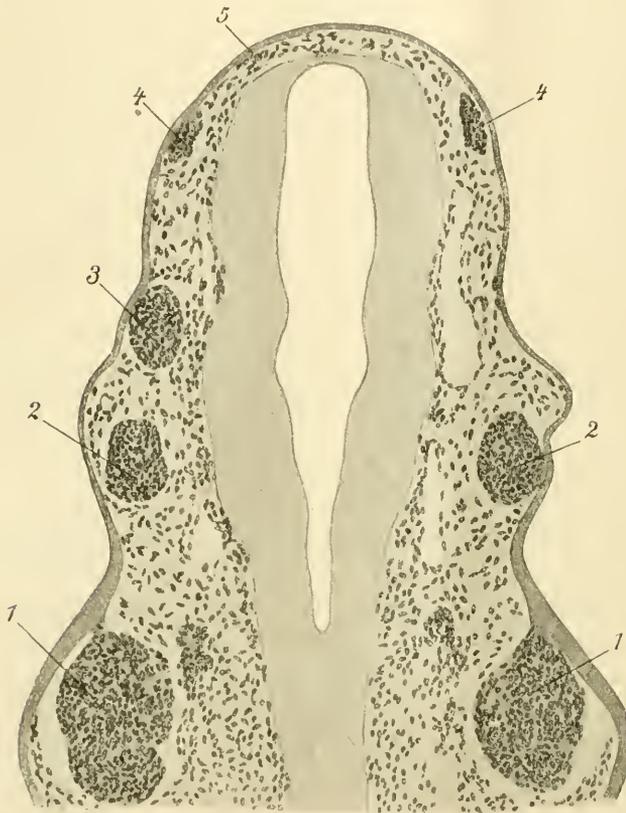
Embryo XXI 644—48 von 9—19 mm Länge (Taf. 11 Fig. 11) zeigt auf der einen Seite zwei beträchtliche Klumpen, welche durch einen dünnen Stab, in dem schon Andeutungen von Faserzellbildung enthalten sind, mit dem oberen Theil der Commissur zwischen Ganglion Gasseri und G. mesocephalicum verbunden sind — eigentlich wurzelt dieser Stab schon direct auf dem G. Gasseri. Die erste Anschwellung ist sehr massig, birnförmig, dann verschmälert sich die Zellmasse, um aber nochmals zu einem kleineren Klumpen anzuschwellen. Danach ist eine Unterbrechung in der Continuität der primären Trochlearisreste; erst weiter nach der Mittelebene zu findet sich dicht neben dem Medullarrohr ein dritter Klumpen in der Gegend des späteren Chiasmata. Über dem G. mesocephalicum, in der Nachbarschaft des Mittelhirns, auf seiner Grenze zum Zwischenhirn findet sich gleichfalls ein Klümpchen.

An dieser Stelle möchte ich eines häufig auftretenden Klumpens gedenken, der oberhalb und außerhalb der Nasen-Einstülpung gefunden wird und durch die lange Commissur, welche vom G. mesocephalicum nach vorn läuft und die Bahn des späteren Ophthalmicus profundus darstellt, mit eben dem G. mesocephalicum und dadurch auch mit dem G. Gasseri und der ganzen Vorderkopf-Ganglienplatte verbunden wird. (Siehe Taf. 11 Fig. 11.) Dieser Zellklumpen, ein Residuum der vordersten, durch die Kopfbeuge vor das Auge gelagerten Ganglienleistenpartie des Zwischenhirns, ist insofern merkwürdig, als er längere Zeit in voller Selbständigkeit, abgelöst von der Commissur beobachtet werden kann. Es ist mir noch nicht gelungen, seine weitere Bildung und Neubildung mit Sicherheit festzustellen, aber es erscheint mir nicht unmöglich, dass er mit dem von PINCUS, ALLIS und in letzter Zeit von LOCY beschriebenen vordersten neuen Nerven zu thun haben könnte, welcher neben dem Olfactorius gefunden ward.

Auf der andern Seite dieses Embryos sind nur zwei größere Klumpen zu sehen, deren einer mit dem G. Gasseri durch einen Zellstab verbunden ist, während der andre größere weiter dorsalwärts frei im Mesenchym liegt. Auch auf dieser Seite ist der Klumpen resp. Ganglion neben der Nasengrube sehr deutlich vorhanden und

durch eine Commissur (Ophthalmicus profundus) mit dem G. mesocephalicum verbunden.

Embryo XXXIII 251—52, von 9 mm Länge (nebenstehender Holz-



schnitt) lässt auf Horizontalschnitten die Lagerung der verschiedenen Klumpen und Ganglienzellgruppen sehr klar erkennen. Bei (1) trifft man beiderseits das große Facialis-Ophthalmicus-Ganglion, bei (2) das Ganglion Gaseri, bei (3) nur auf der einen Seite das eine Trochlearis-Ganglion, bei (4) auf beiden Seiten das andre, bei (5) auf der einen

Seite die Chiasma-Gruppe von Zellen über dem Dach des Hinterhirns. Diese bildliche Darstellung soll das Verständnis der topographischen Beziehungen dieser rudimentären Ganglien erleichtern.

Embryo XXXIII 211 von 10 mm Länge bietet uns auf der einen Seite das Bild der beginnenden Auflösung des größeren der beiden herkömmlichen Klumpen, insofern nicht mehr eine mehr oder weniger abgerundete Kugelgestalt, sondern ein Haufen unregelmäßig nach den verschiedensten Seiten auseinander weichender Zellen vor uns liegt. Zugleich aber sieht man, dass eine beträchtliche Anzahl dieser Zellen eine differenzierende Entwicklung begonnen haben, die ebenfalls dazu beiträgt, den Eindruck, den diese Klumpen bisher

machten, zu verändern. Die Zellen nehmen z. Th. längliche, z. Th. zugespitzte Gestalt an, auch treten Mitosen auf. Von dem oberen Klümpchen ist auf dieser Seite des Embryos keine sichtbare Spur übrig geblieben, auch auf dem dorsalsten Theil des Hinterhirns kann man keine Ganglienleistenzellen nachweisen. Auf der andern Seite sind die Entwicklungsvorgänge andre: hier findet man noch eine schmale, stabartige Zellmasse dem Strange zwischen G. Gasseri und mesocephalicum aufsitzend, die in einer kurzen keulenförmigen Verdickung endet: darauf folgt, aber von ihr getrennt, ein von stark gelockerten Zellen gebildeter Klumpen, welcher wiederum allerhand Veränderungen der ihn zusammensetzenden Zellen aufweist, dann aber folgt, getrennt von dem eben beschriebenen, ein dichter Klumpen Ganglienleistenzellen seitlich vom Hinterhirn, und schließlich, getrennt von diesem, eine Anzahl nahe zusammenliegender Zellen über dem Hinterhirn.

Embryo XXXIII 214, wiederum von 10 mm Länge, zeigt auf der einen Seite nur ein ganz kleines isolirtes Klümpchen von Ganglienleistenzellen in großer Nähe des das Ganglion Gasseri mit dem mesocephalicum verbindenden Stranges der Commissur, sonst aber keine Spur von Zell-Agglomerationen auf der ganzen Seite bis hinauf zur Kuppe des Hinterhirns. Auf der andern Seite dagegen sind die beiden üblichen kugligen Klumpen erhalten, liegen aber in größerer Nähe von einander; sonst nachweisbare Zellreste über dem Hinterhirn fehlen.

Embryo XXXIII 205 von 10,5 mm Länge weist wiederum auf beiden Seiten einen Rest der stabförmigen Verbindung der Hinterhirnplatte mit dem commissuralen Strange zwischen G. Gasseri und mesocephalicum auf, und zwar sieht man auf der einen Seite, wie die Zellen, welche diesen Stab bilden, bereits eine deutliche Umformung erlitten haben. Sie sind nämlich stark in die Länge gezogen, liegen überhaupt nur in der Zweizahl nebeneinander, ihre Kerne sind spindelförmig und ungefähr 6 mal so lang als breit. Die ziemlich lang ausgezogenen schmalen Stäbe erweitern sich keulenförmig, brechen dann ab und in der Richtung ihrer Verlängerung liegt inmitten des Mesenchyms der in Auflösung befindliche, größere Klumpen, dessen Umrisse nicht mehr glatt und gerundet sind, dessen Zellen vielmehr auseinander streben. Auf der andern Seite sind die Verhältnisse ganz ähnlich, doch fehlt hier die dünne Verbindung zwischen dem keulenförmigen Stabe und dem Strange zwischen G. Gasseri und mesocephali-

eum. Über dem Hinterhirn erkennt man keine Reste von Ganglienleistenzellen.

Embryo XXXIII 222 von 11 mm Länge. Wir finden auch auf beiden Seiten Reste des schmalen Stabes, der senkrecht auf der zwischen G. Gasseri und mesocephalicum bestehenden Commissur sich aufrichtet, und diese Reste zeigen wiederum die Differenzirung ihrer Zellen durch Ausziehen ihrer Kerne und Plasmen. Der Stab verliert sich im Mesenchym. Gleich darauf im nächsten Schnitt ist der untere, größere der beiden üblichen Klumpen angeschnitten: dicht neben ihm liegt aber noch eine unregelmäßige Masse von Ganglienleistenzellen, die wohl früher das Verbindungsmaterial zu dem Stabe hergegeben hat, jetzt aber ihre Zellen gleichfalls in verschiedenen Richtungen gekrümmt und verlängert zeigt. An dem Klumpen selber kann man eine Art von Differenzirung erkennen: es besteht ein Kern von fast concentrisch gelagerten Zellen, deren Plasma sich so nahe an einander legt, daß es wie eine gelb (durch Orange) gefärbte Masse erscheint, in welcher die violetten (Hämalaun) gefärbten Kerne dicht an einander gedrängt sind, während um diese concentrische Kernmasse die übrigen Zellen lockerer herumliegen und hie und da Ausläufer in die Peripherie zu schicken scheinen, besonders aber in dorsaler Richtung gegen das Hinterhirn zu, wo das zweite Klümpehen liegt, das gleichfalls an seiner Peripherie allerlei Zacken und Fortsätze zu bilden anfängt, und dessen Zellen auch dichteres gelbgefärbtes Plasma erkennen lassen. Auf der andern Seite bestehen ähnliche Zustände, nur fehlt das obere Klümpehen.

Embryo XXXIII 226, 11 mm Länge. Hier haben wir auf beiden Seiten Reste des mit der Commissur zwischen G. Gasseri und mesocephalicum zusammenhängenden Stabes, welcher in der Differenzirung seiner Zellen die Tendenz des Faserbildens erkennen lässt. Auf der einen Seite ist sogar eine eigenthümliche Complication zu sehen, da von dem Stabe ein seitlicher Fortsatz gegen das G. mesocephalicum zu ausgeht, als sollte noch eine Verbindung hergestellt werden, oder als wäre eine ältere Verbindung hier noch erhalten worden. Der Strang setzt sich in das Mesenchym fort, an der Stelle aber, wo sonst der untere, größere der beiden Klumpen zu liegen pflegt, finden sich nur lockere Zellen in aufgelöster Ordnung, die sich nach dem Hinterhirn zu in einen unregelmäßig gelagerten schmalen Strang fortsetzen, dessen längliche Zellen wiederum den Eindruck machen, als seien sie im Begriff die Bildung von Fasern vorzunehm-

men. Ein oberes Klümpehen wird nicht angetroffen; an seiner Stelle trifft man zwei isolirte kleine Gruppen von Zellen, die gegen das Hinterhirn zu gerichtet sind. Auf letzterem finden sich nachweislich keine Überreste von Ganglienleistenzellen. Auf der andern Seite bemerkt man noch eine Spur des unteren Klümpehens, aber schon in innerer Auflösung; ein oberes Klümpehen ist nicht zu sehen.

Embryo XXXIII 194 von 11,5 mm Länge. Wir finden auch hier ein stabähuliches Residuum der Trigeminiplatte auf der Commissur zwischen G. Gasseri und mesocephalicum, welches sich dorso-frontalwärts fortsetzt und bald zu einem großen ovalen Klumpen anwächst, dessen Kern wiederum den Eindruck concentrischer Anordnung der Zellen und Kerne macht, während die an der Peripherie sich findenden Zellen sich so anordnen, dass das ganze Gebilde eher eine Spindelform erreicht, deren Längsachse nach dem Rautenhirn gerichtet ist. Nicht weit von diesem großen Klumpen treffen wir einen zweiten kleineren, ohne sichtbare Verbindung mit dem ersteren, weiterhin aber noch einen dritten, von ähnlichem Umfange wie den zweiten. Diese drei Klumpen liegen alle seitlich im Mesenchym, keiner, auch der dritte nicht, in der unmittelbaren Nachbarschaft des Hinterhirns oder über seinem Dache, wo sich keine nachweisbare Spur von Ganglienleistenzellen mehr vorfindet. Auf der andern Seite finden sich nur die beiden unteren Klumpen, und der unterste zeigt keine stab- oder strangförmige Verbindung mehr mit der Commissur zwischen Ganglion Gasseri und mesocephalicum.

Embryo XXXIII 208 von 11 mm Länge zeigt uns auf beiden Seiten ein unbedeutendes Klümpehen in der Nähe der Commissur zwischen G. Gasseri und mesocephalicum und eine zweite, gleichfalls geringfügige Ansammlung von Ganglienleistenzellen seitlich dorsal vom Hinterhirn; das ist Alles, was vom primären Trochlearis übrig geblieben zu sein scheint.

Embryo XXXIII 199 von 12 mm Länge bietet folgende interessante Varianten des herkömmlichen Zustandes. Auf der einen Seite findet man den Strang, welcher von der Commissur des G. Gasseri und mesocephalicum gegen das Hinterhirn zu läuft und im Querschnitt wohl aus 4—6 neben einander liegenden Zellen besteht; er schwillt rasch zu einem großen, etwas ovalen Klumpen an, dessen innerste Partie wiederum den Eindruck mehr oder weniger concentrisch gelagerter Zellen und Kerne macht, während die Rinden-Zellschichten gelockerter erscheinen und dorsalwärts in einen Strang noch lockerer auf einander folgender Zellen sich fortsetzen, die in ein ebenso

lockeres Klümpchen gelangen, das sich aufzulösen scheint und nur in zwei Schnitten sichtbar ist, während der ovale Klumpen durch 8—9 Schnitte zu verfolgen ist. Schließlich findet sich seitlich, neben dem Hinterhirn noch eine dritte Ansammlung von Ganglienleistenzellen — auf dem Dache des Hinterhirns aber konnte ich keine finden. Auf der andern Seite sehen wir nun statt jenes, aus 4—5 Zelllagen bestehenden Stranges vielmehr eine breite Pyramide von Ganglienleistenzellen der Gasseri-mesocephalicum-Commissur aufsitzen, ganz so, wie wir sie an Stadien von 6—8 mm Länge noch finden: aber wir können, dem höheren Alter und vorgeschrittenen Entwicklungsstadium entsprechend, die Gruppierung der Zellen dieser Pyramide in besonderer Beziehung zu Zellen sehen, welche diese Commissur durchsetzen: sie sind ebenso in die Länge ausgezogen, wie diese, welche dadurch ihren Zusammenhang mit G. Gasseri-Zellen andeuten, die das Ganglion ventralwärts durchsetzen und in die Bahn des N. maxillaris inferior eingreifen. Dorsalwärts aber geht die Fortsetzung der Pyramide zunächst als breite, aus vielen Zellen bestehende Masse, die sich erst allmählich verschmälert, in jenen unteren, ovalen Klumpen über, dessen innere Zellen dichter und concentrisch, die äußeren lockerer und unregelmäßig angeordnet sind, aber keinerlei sichtbaren Zusammenhang mit dem kleineren Klümpchen aufweisen, das weiter dorsal, aber immer noch inmitten des Mesenchyms und in beträchtlicher Distanz von der Wandung des Hinterhirns gelagert ist. Über dem Dach des Hinterhirns selbst finden wir keinen Rest von Ganglienleistenzellen.

Embryo XXXIII 188 von 12 mm Länge. Auf der einen Seite finden wir den üblichen stabartigen Strang von der Commissur zwischen G. Gasseri und mesocephalicum, müssen uns aber hier etwas eingehender mit ihm beschäftigen. Wie ich schon in der 23. Studie feststellte, liegt der vordere Theil der Mandibularhöhle zwischen G. Gasseri und G. mesocephalicum, ja der Theil, von welchem der Obliquus superior und der vordere Theil des Rectus externus nach oben und außen abgehen, liegt grade unter der Commissur, die so zu sagen auf ihm reitet. Der Ausgangs- oder Verbindungspunkt der Commissur mit jenem strangförmigen Überrest der Trigeminiplatte liegt nun näher dem G. Gasseri als dem G. mesocephalicum; blickt man aber auf das Stück der Commissur, welches zwischen diesem Insertionspunkt und dem Beginn des eigentlichen G. mesocephalicum sich ausstreckt, so findet man grade über dem Punkt, wo die Commissur die Mandibularhöhle überbrückt, noch eine

leichte Erhebung, welche den Eindruck macht, als habe auch hier eine Verbindungsbahn zur Trigemiusplatte einstmals bestanden; dass gelegentlich sogar mehr, als eine bloße Erhebung sich findet, haben wir bei dem vorhergehenden Embryo gesehen, wo beide Erhebungen zu einer großen breiten Pyramide verbunden waren, ebenso auch bei dem Embryo XXXIII 226, wo eine Andeutung einer zweiten Verbindung zwischen der Commissur und der Trigemiusplatte beobachtet ward. Auf der andern Seite des vorliegenden Embryos ist weder von dem Strange noch von einer zweiten Erhebung auf der Commissur etwas erhalten. Auf beiden Seiten aber findet sich der übliche größere Klumpen, und weiter dorsal, aber immerhin nicht in unmittelbarer Nähe des Hinterhirns, ein zweiter kleinerer. An dem größeren bemerkt man eine noch stärkere Concentration der inneren Theile, als bisher, auch mehrfache Mitosen; die peripherischen Zellen aber sind noch mehr gelockert als seither, setzen sich aber in der Richtung des Stranges sowohl gegen die Commissur zwischen G. Gasserii und mesocephalicum, wie auch dorsalwärts nach dem kleineren Klümpchen fort, als wollten sie eine Verbindung zwischen diesen Punkten herstellen, wobei auf der einen Seite eine Ansammlung von Gangliencleistenzellen zwischen den beiden Klumpen noch vorhanden ist.

Embryo XXXIII 146, 12,5 mm lang. Von Resten der Trigemiusplatte findet sich überhaupt nur auf der einen Seite der größere Klumpen in ähnlicher Gestalt, wie der vorher beschriebene, und etwas dorsaler ein schwacher Rest des zweiten. Auf der andern Seite ist davon nichts zu sehen; ebensowenig finden sich zusammenhängende Zellen jenes strangförmigen Stabes an oder in der Nähe der Commissur.

Embryo XXI 391 von 14 mm Länge. Auf der einen Seite sieht man den Rest des von der Commissur sonst ausgehenden Stabes inmitten des Mesenchyms, ohne Verbindung mit der Commissur, aber bis in die Gegend vordringend, in der sonst der große Klumpen zu liegen pflegt. Von letzterem scheinen nur einige wenige Zellen erhalten, die sich an die Reste jenes Stabes anschließen; zugleich aber ist gerade an der Stelle, wo sonst der Klumpen zu liegen pflegt, der Ansatz zu einem zweiten Strang gemacht, der freilich so kurz ist, dass er nur wie ein Widerhaken an der Spitze des andern Stranges aussieht. Der Strang hat an derselben Stelle ein Ende. Nach mehreren Schnitten folgt dann dorsalwärts der Rest des zweiten Klümpchens, der als eine unregelmäßig ge-

lagerte, aus einander laufende Gruppe von Ganglienleistenzellen erscheint. Sowohl viele von diesen Zellen als auch die des Stranges zeigen eine Streckung ihrer Kerne und ihres Plasmas, welches sich auch stärker durch Orange tingirt zeigt, als auf den jüngeren Stadien. Noch dorsaler, seitlich vom Hinterhirn, findet sich ein beträchtlicher dritter Klumpen, dessen Zellen aber auch schon die Tendenz zeigen, sich in die Länge zu strecken, ebenso wie der Klumpen selber. Auf der andern Seite bestehen ähnliche Verhältnisse, nur ist der mittlere Klumpen umfangreicher und zugleich mehr auseinander gezogen, so dass seine zahlreichen Zellen einen größeren Bezirk inmitten des mesodermalen Mesenchyms einnehmen. Hie und da erscheint auch Faserbildung durch Strecken einzelner Zellen sich vorzubereiten; das dorsal gelegene Klümpehen liegt in nächster Nähe des Hinterhirns.

Embryo XXII 844 von 14 mm Länge zeigt auf der einen Seite (Taf. 11 Fig. 13) zwei Klumpen von ansehnlicher Dicke: der obere, kleinere liegt in der Nähe des Hinterhirns, wo später der Trochlearis den proximalen Theil seines Laufs vom Dach desselben antritt, der andre, sehr viel bedeutendere liegt in der Mitte des Raums zwischen dem Dach des Hinterhirns und der Wurzel des G. Gasseri, mitten im Bindegewebe; Faserbildung ist noch nicht eingetreten, aber eine Differenzirung der Zellen beider Klumpen ist sichtbar, insofern die äußeren Schichten sich auflockern, die inneren aber concentrische Lagerung zeigen. Zellreste eines strangförmigen Stabes auf der Commissur der G. Gasseri und mesocephalicum sind auf dieser Seite nicht vorhanden, wohl aber auf der andern (Taf. 11 Fig. 14 und Taf. 17 Fig. 16 und 17), wo sie auf dünnem Stiel beginnend zu einem dicken Klumpen anschwellen, an dem Zelldifferenzirung wie auf der andern Seite bereits eingetreten ist: die äußeren Schichten beginnen schon anzuwachsen, um Fasern zu bilden. Ein zweiter, ähnlich großer Klumpen liegt nicht weit von dem eben beschriebenen entfernt und zeigt gleichfalls beginnende Differenzirung; ein dritter endlich findet sich in der Nähe des Hinterhirns, ist aber bedeutend kleiner. Wirkliche Faserbildung ist noch nirgends zu sehen, vom eigentlichen Trochlearis noch keine Spur vorhanden.

Embryo XXII 838 von 15 mm Länge zeigt einen kurzen, dünnen Rest des strangförmigen Stabes, der aber im Bindegewebe sehr rasch endet. Dann folgt ein trapezförmiger Klumpen im Bindegewebe beträchtlich höher gelegen als die üblichen Klumpen, und jenseits der Mitte des Zwischenraums zwischen G. Gasseri-Wurzeln

und dem Hinterhirndach, ferner ganz geringfügige Ansammlung von Ganglienleistenzellen auf der Höhe des Hinterhirns. Faserbildung ist nicht zu erkennen. Auf der andern Seite ist der strangförmige Stab bereits verschwunden; an der Stelle des trapezförmigen Klumpens, also auch jenseits der Mitte des bindegewebigen Zwischenraums findet sich ein sehr großer Klumpen Ganglienleistenzellen mit deutlichen, orange-gefärbten centralen Zellen und lockeren Außenschichten, welche bereits angefangen haben, nach verschiedenen Seiten Ausläufer zu bilden. Auf der Höhe des Hinterhirns findet sich ein kleines Häufchen Ganglienleistenzellen. Eigentliche Faserbildung ist aber noch nirgends zu erkennen.

Embryo XXI 402 von 15 mm Länge. Bei diesem Embryo treffen wir nun schon wesentliche Veränderungen. Von dem Strange, der von der Commissur zwischen G. Gasseri und mesocephalicum auszugehen pflegt, ist auf beiden Seiten kein Rest übrig geblieben, auf der einen Seite aber ist die oft beschriebene keulenförmige Anschwellung des Stabes erhalten geblieben als eine kuglige Gruppe dicht aneinander gelagerter Ganglienleistenzellen, welche durchaus denselben Eindruck hervorrufen, wie die bisher erwähnten Klumpen und Klümpchen. Von demselben geht proximal- und dorsalwärts ein sich verschmälernder Strang von Zellen aus, deren Gestalt in der üblichen Weise in die Länge gezogen und deren Plasma durch Orange gelb tingirt erscheint. Dieser Strang verliert sich auf der Höhe der Wurzel des G. Gasseri inmitten des mesodermatischen Mesenchyms. Nach weiteren 8—9 Schnitten, also beträchtlich näher der Medianebene, folgt wiederum ein Klumpen von beträchtlichem Umfange, der sich dorsalwärts in einen kurzen Strang fortsetzt. Der Klumpen sowohl wie der Strang zeigen ihre Zellen mit gelb tingirtem Plasma, verschiedene Mitosen in ihrer Mitte, zugleich aber Spuren von Auflösung verrathend. In einiger Entfernung von diesem Klumpen, frontalwärts, sieht man Spuren eines durchschnittenen Stranges, dessen Kerne gestreckt, dessen gleichfalls gestrecktes Plasma gelb tingirt ist. Noch ehe der letzte Schnitt durch die proximale Partie des Klumpens geführt ist, sieht man einen etwas voluminöseren Strang quer durch das Mesenchym — das man jetzt auch schon interstitielles Bindegewebe nennen könnte — gehen, welcher peripherwärts sich in zwei dünnere Äste spaltet, deren einer in die vorher erwähnten dünnen Stücke sich fortsetzt. An dieser Stelle, dorsalwärts, schwillt dieser Strang etwas an und zeigt eine größere Zahl von Zellen, von denen sogar quergerichtete Fort-

sätze in das Bindegewebe ausgehen, aber rasch ihr Ende finden, während der Strang selbst nach dem Hinterhirn sich fortsetzt, oft nur 2—3 Zellen dick, nur durch die gelbe Tinction des Zellplasmas von den übrigen Zellen unterschieden werden kann und seitlich und dorsal vom Hinterhirn oft ganz verschwindet, dann aber im Querschnitt getroffen wiederum durch die gelbe Farbe des Plasmas unterscheidbar ist und schließlich nahe der dorsalen Mitte des Hinterhirns aber wieder zu verschwinden scheint. Dies ist indessen nur soweit der Fall, als er als freiliegender Strang verschwindet: die Zellen aber und ihr lang gestrecktes Plasma, welche ursprünglich bis hinauf zur dorsalen Naht des Hinterhirns gefunden werden, haben sich den dorsalen Schichten des Hinterhirndachs dicht angeschlossen, ja sie stehen sogar mit beiden Seiten derselben in Zusammenhang und scheinen mit dem bereits bestehenden Chiasma des Trochlearis zu thun zu haben. Auf Sagittalschnitten ist dieser Process weniger deutlich, wesshalb ich seine speciellere Darstellung erst weiter unten im Besonderen vornehmen werde.

Auf der andern Seite fehlt, wie schon gesagt, der von der Commissur des G. Gasseri und mesocephalicum ausgehende Strang völlig; auch die im andern Antimer vorhandene kuglige Anschwellung an seinem Ende fehlt; wohl aber ist der größere Klumpen vorhanden, welcher auch auf der andern Seite sich fand, dort aber nicht mit den übrigen Strängen in Verbindung stand, die an ihm vorbeiziehen und die Bahn des eigentlichen Trochlearis bilden. Hier dagegen findet man den dicken Strang des Trochlearis in unmittelbarem Zusammenhang mit diesem größeren Klumpen (Taf. 13 Fig. 12—14), zugleich aber auch Indicien, dass der Strang zwar auf seinem Wege vom Hinterhirn her mit dem Klumpen in Verbindung tritt, aber auf derselben Höhe einen Ast oder, wenn man will, eine Fortsetzung seiner selbst ventralwärts sendet, die gegen das Auge zu verläuft, nach einigen Schnitten indessen inmitten der Bindegewebszellen nicht weiter verfolgt werden kann. Ob diese sich immer dünner gestaltende Fortsetzung noch nicht bis in die Nähe der Augenmuskulatur gelangt ist, oder ob sie nur nicht sichtbar geworden ist, wage ich nicht zu entscheiden: wir werden Fälle kennen lernen, wo schon dicht am Obliquus superior der Beginn der Faserbildungen zu sehen ist, während dorsalwärts die Fortsetzungen nicht erkennbar sind; es bestehen da mancherlei Varianten, über die wir weiter unten im Zusammenhange sprechen werden. Hier

interessirt es aber sehr, den deutlichen Zusammenhang des großen Klumpens mit der Faserbahn des Trochlearis nachzuweisen und zugleich festzustellen, dass diese Faserbahn den Klumpen völlig ausschließt (Taf. 17 Fig. 13), sich dann aber als breiter Strang, unabhängig von der bereits erwähnten Fortsetzung des Trochlearis, gleichfalls ventralwärts fortsetzt und sich in zwei dünnere Äste spaltet, die wie jene Fortsetzung des eigentlichen Trochlearis auch mitten im interstitiellen Bindegewebe aufzuhören scheinen, in der Nähe des Auges oder andrer mehr ventral gelegener Gebilde keinenfalls aufgefunden werden. Es erübrigt noch zu erwähnen, dass ein dünner Verbindungsstrang zwischen der ventralen Fortsetzung der eigentlichen Trochlearisbahn und dem Strange besteht, welcher ventralwärts von dem dicken Klumpen abgeht, ein andrer dünner Fortsatz aber dorsalwärts von dem Klumpen in paralleler Richtung mit dem eigentlichen Trochlearis gegen das Hinterhirn zu verläuft, aber nur eine mäßige Länge (gleich dem Durchmesser des Klumpens) erreicht und dann im Bindegewebe verschwindet. Den eigentlichen Trochlearis kann man aber dorsalwärts, wie auf der andern Seite, zum Hinterhirn verfolgen, wo er um dessen Außenseite herum zur dorsalen Mittellinie zieht und mit jenem der andern Seite das Faser-Chiasma bildet.

Es folgt Embryo XXXIII 317 von 16 mm Länge. Hier sehen wir wieder einen andern Zustand erhalten. Es besteht schon ein deutliches Chiasma auf der dorsalen Fläche des Hinterhirns, und von demselben aus steigt jederseits ein mehrfasriger Strang nach beiden Seiten ventralwärts, gegen das Auge resp. den Obliquus superior zu gerichtet. Auf halbem Wege findet sich eine länglich gestaltete Anschwellung dieses Stranges, von dessen Beschaffenheit die Abbildung auf Taf. 12 Fig. 3 die beste Anschauung gibt. Es ist besonders bemerkenswerth, dass von dieser Anschwellung an zwei Stellen kurze Abzweigungen ausgehen, deren obere an ihrem Ende zu einem kleinen Klümpchen anschwillt, während die untere mitten im interstitiellen Bindegewebe abrupt endet; beide Zweige sind frontalwärts gerichtet. Die Anschwellung im Lauf des Trochlearis endet gleich nach der Abgabe dieser Zweige an einer Bifurcation, von der aus zwei wesentlich schmalere Zweige weiter abwärts ziehen. Der vordere der beiden Zweige verliert sich für das Auge allmählich im Bindegewebe, wenigstens hat es mir nicht gelingen wollen, ihn noch nach 20 Schnitten, die auf die Bifurcation folgen, aufzufinden. Auch

der hintere Zweig, obwohl von Hause aus stärker, als der vordere, geht verloren, auch ihn vermochte ich nicht weiter zu verfolgen. Anfänglich glaubte ich den Ausläufer einer ovalen keulenförmigen Anschwellung, die sich durch mehrere Schmitte ausdehnt und dicht über dem G. Gasseri liegt, mit dem sie jedoch nicht mehr in zelliger Verbindung steht, für die Fortsetzung des hinteren Zweiges halten zu dürfen, aber das ist ein Irrthum: derselbe endet blind im Mesenchym. Außerdem sind G. mesocephalicum und G. Gasseri schon so nahe an einander gerückt, dass von der Commissur, auf der sonst der Strang zu stehen pflegt, der von der Hinterhirnplatte übrig bleibt, kaum mehr ein nennenswerther Theil vorhanden ist, vielmehr beide Ganglien ihn incorporiren. Übrigens sind auch die verschiedenen Theile des Facialis-Ganglions so nahe an das G. Gasseri gerückt, dass sie fast damit verschmelzen. (Vgl. Taf. 12 Fig. 3.)

Auf der andern Seite verhält sich Alles fast genau ebenso, nur kann man hier die beiden distalen Ausläufer des Trochlearis bis an den Obliquus superior deutlich verfolgen.

Embryo XXI 352 von 17 mm Länge zeigt gleichfalls das Chiasma des Trochlearis oder wenigstens das Einlaufen und Zusammentreffen der Wurzelfasern am Rücken des Hinterhirns. Von dort geht jederseits ein einfacher, mehrfaseriger Strang über die Seiten des Hinterhirns ventralwärts und verläuft auf der einen Seite anfänglich in gerader Richtung und ohne nennenswerthe Verdickung, dann aber frontal- und distalwärts in die obere Augengegend, wo er in der Nähe des Obliquus superior von mir nicht weiter verfolgt werden konnte, entweder weil er sich theilt und zu dünn wird, oder weil er es noch nicht zur Faserbildung in diesem äußersten Theil seines Laufes gebracht hat. Auf der Hälfte der Strecke, die er so zwischen Hinterhirn und Obliquus superior zurücklegt, läuft er vorbei an einem beträchtlichen Klumpen von Ganglienleistenzellen, ohne mit demselben in Contact oder auch nur in Faserverbindung zu treten.

Es ist nun von großer Bedeutung, die Formation dieses Klumpens in ihren Einzelheiten kennen zu lernen. Seine Gestalt ist eiförmig, doppelt so lang als breit, nach unten zu etwas länger als nach oben, aber auf beiden Polen abgerundet. Er setzt sich zusammen aus einer Masse von Ganglienleistenzellen, deren Kerne violett gefärbt erscheinen, während das Zellplasma durch Orange gelblich gefärbt ist. In der Mitte des Klumpens trifft man eine Anzahl zerfallender Kerne und vielfach kernfreies gelbliches Plasma, welches sich be-

sonders nach dem oberen Pol zu verdichtet. Dieses Plasma nimmt auf den nach außen liegenden Schnitten mehr und mehr faserartiges Gefüge an, und auf 357 I 2—6 treten deutliche Fasern auf, die von Rindenkernen des Klumpens eingefasst werden, aber nicht über den oberen Pol des Klumpens hinausragen. Zwischen den Fasern finden sich keine Kerne, nur um das, freilich nur kurze, Faserbündel herum liegen sie genau so angeordnet, wie die Kerne um den bereits faserigen eigentlichen Trochlearis.

Auf der andern Seite verhalten sich die Dinge wesentlich anders, aber nicht weniger interessant. Der Trochlearis steigt bis zur Sattelhöhle als ein von einem beträchtlichen Zellmantel umhüllter Strang aus dem Chiasma herab. Dann trifft er auf einen Klumpen Ganglienleistenzellen, der eine längliche Eiform besitzt, aber schmaler als der auf der andern Seite ist, und dessen obere Spitze mehr in die Länge gezogen erscheint. In diese obere Spitze tritt der Trochlearis ein: sein Zellmantel setzt sich in die Rindenzellen des Klumpens fort, seine Fasern ziehen durch ihn hindurch, theilen sich aber im Innern des Klumpens in 2 Stränge, die in einem Winkel von etwa 40° auseinander gehen. Der hintere ist stärker als der vordere, beide schlagen aber bald eine parallele Richtung ein und durchziehen getrennt die sich bereits verdichtende Zellmasse der späteren Orbitalwandung; hernach laufen sie nach außen auf den Obliquus superior zu, sind aber dort nicht klar zu erkennen. Eigene Faserbildung des Klumpens ließ sich nicht feststellen. Dagegen aber trifft man etwas weiter nach innen, nicht weit von dem eben erwähnten hinteren Ast des Trochlearis einen Zellstrang, welcher caudalwärts läuft und in einen birnförmigen kleineren Klumpen einmündet, welcher etwas vor dem G. Gasseri sich findet und so gelegen ist, dass man ihn unwillkürlich für ein kleines vorderes Ganglion zu halten versucht wird, welches *seriatim* mit dem Facialis- und Gasseri-Ganglion auf einer Linie stehen und etwa dem Rautenhirn-Neuromer zugeschrieben werden könnte, welches den vorderen Abschluss der Rautengrube bildet, d. h. also dem 2. Trochlearis-Neuromer. Dieser Klumpen scheint noch Andeutung von Faserbildung zu besitzen, jedenfalls verlängert sich seine untere Spitze zu einem längeren Strange, der aus Plasmafasern und länglichen Kernen besteht und auf die Commissur zwischen G. Gasseri und mesocephalicum hin strebt, ohne sie indess zu erreichen: vielmehr liegt dieser Klumpen mit seinem

vorderen, auf den Trochlearis gerichteten Ausläufer und seinem unteren Faserstrange als Insel im Mesenchym.

Embryo XXII 849 von 17 mm Länge lässt einige neue Varianten erkennen. Auf dem Dache des Hinterhirns ist der Trochlearis schon mit seinen Fasern sichtbar — freilich lässt sich wenig vom eigentlichen Chiasma unterscheiden. Jedenfalls sind die Basalstücke des Trochlearis recht schmale Fasern, wenn sie auf der Seite des Hinterhirns ventralwärts ziehen. Sind sie inmitten des seitlichen Bindegewebes angekommen, so fangen sie einen unregelmäßigen Lauf an, schlängeln sich, nehmen an Umfang zu und beginnen sogar sich zu verästeln, und zwar in solchem Maße, dass es unmöglich erschien, diese zahlreichen, z. Th. aus den feinsten, nur 1 Zelle starken Zweigen bestehenden Theilungen in ihrem Zusammenhange und mehrfacher Maschenbildung zu verfolgen. Das Bild dieser Fasern erinnert an die Verhältnisse, die wir später bei den Squaliden, besonders bei *Scyllium* kennen lernen werden. Man sieht mehrfach auf demselben Sagittalschnitt 4 verschiedene, beträchtlich von einander getrennte feinste Fasern laufen und ist manehmal versucht, zu glauben, dass einzelne dieser Fasern gar keinen Zusammenhang mit den andern haben, vielmehr aus isolirt liegenden Zellen ausgewachsene Fasern ohne Anfang und Ende darstellen. Der Hauptstrang des Trochlearis aber schwillt auf der Mitte seines Verlaufs zu einem länglichen mehrfach gebogenen Stück an, welches aussieht wie der Rest eines früher bestanden habenden länglichen Ganglienleisten-Zellklumpens; es steht in mehrfacher Verbindung mit den Nachbarsträngen und läuft in eine mäßig dicke peripherische Faser aus, welche durch die sich bildende bindegewebige Orbitalwandung hindurch zum Obliquus superior gerichtet ist — ihren genaueren Verlauf konnte ich leider nicht feststellen.

Auf der andern Seite besteht ein ähnlicher Verlauf des Trochlearis, nur mit geringerer Verästelung. Dafür aber tritt nicht nur ein Rest des strangförmigen Stabes auf der Commissur auf, sondern zwischen demselben und dem Trochlearis, aber noch in beträchtlicher Nähe des G. Gasseri und mesocephalicum in genau derselben Lagerung, wie der beim vorigen Embryo beschriebene birnförmige Klumpen, der seriatim dem G. Facialis und Gasseri zu vergleichen war, findet sich ein ansehnlicher Zellklumpen, welcher in seiner etwas in die Länge gezogenen Gestalt mit centraler Differenzirung der Zellen die deutlichste Faserbildung erkennen lässt, welche Fasern proximal-dorsalwärts gegen die Mitte des Trochlearis-Verlaufs ge-

richtet sind, aber ehe sie denselben erreichen, plötzlich im Bindegewebe aufhören, so dass weder mit dem Trochlearis noch mit der G. Gasseri-mesocephalicum-Commissur ein Zusammenhang besteht.

Embryo XXI 419 von 17,5 mm Länge zeigt auf beiden Seiten ziemlich einfache Verhältnisse. Der Trochlearis verläuft in normaler Weise vom Hinterhirn ventralwärts; auf der einen Seite geht er ohne Gabelung und ohne jede Unterbrechung direct auf den Obliquus superior zu; auf der Hälfte dieser Strecke liegen proximalwärts die Reste eines Klümpchens von Ganglienleistenzellen, die aber in keinen Zusammenhang mit ihm treten, auch keine nennenswerthen Fortsätze bilden. Auf der andern Seite theilt sich der Strang des Trochlearis auf der Mitte seines Verlaufs gabelförmig, beide Äste nehmen die Richtung auf den Obliquus superior, passiren getrennt die bindegewebigen Vorläufer der späteren knorpeligen Orbitalwand, von einer Ansammlung von Ganglienleistenzellen in der Nachbarschaft oder im Verlauf des Trochlearis ist aber weiter keine Rede — vielleicht ist, was in früheren Stadien derart bestand, bereits histolytisch beseitigt.

Wesentlich verschiedene Verhältnisse weist Embryo XXI 452, gleichfalls von 17,5 mm Länge, auf. Ich fange die Beschreibung wiederum vom Chiasma an; von dort bis zur Hälfte des ganzen Verlaufs des Trochlearis treten keine Abweichungen auf. Dann aber trifft man in der Nachbarschaft einen kugligen Klumpen, wie schon bei vielen früheren Stadien, den man als dem 1. Trochlearis-Neuromer zugehörig ansehen könnte, sieht aber, wie aus dem Centrum dieses Klumpens eine Anzahl gelb gefärbter Fasern durch einen seitlichen Ausläufer in den Lauf des Trochlearis übergehen. Ob sie sich innerhalb desselben selbständig fortsetzen, ist nicht sicher festzustellen, erscheint auch wenig wahrscheinlich, weil der Strang des Trochlearis unterhalb dieser Einmündung nicht stärker wird, als er oberhalb war. Von dem Klumpen geht kein anderer Fortsatz aus. Der Trochlearis verläuft in der normalen Richtung nach unten und außen, durchsetzt das sich verdichtende Bindegewebe der späteren Orbitalwand, tritt in die Nähe des Obliquus superior, wo er breiter und umfangreicher erscheint als auf seinem mittleren Lauf, und verästelt sich an der Innen- und Unterseite des Muskels in mannigfacher Weise. Vor dem G. Gasseri trifft man aber wiederum auf den uns wohlbekannten Klumpen der Trigemina-platte, welcher dem 2. Trochlearis-Neuromer zugerechnet werden kann und *seriatim* homolog mit G. Facialis und Gasseri gelegen ist, und der ursprünglich von der Commissur der beiden G. Gasseri und mesocephalicum abzugehen pflegt. Aber die

Commissur ist bei diesem Embryo schon auf ein Minimum reducirt, und der Strang hat keine Verbindung mehr mit ihr; wohl aber schwillt er in geringer Entfernung vom G. Gasseri zu diesem Klümpchen an, welches in seinem Innern den Ansatz einer deutlichen Faserbildung aufweist. Aber nach keiner Richtung verbinden sich diese Fasern mit irgend einem Theil des Trochlearis; wahrscheinlich würde das ganze Gebilde bald zu Grunde gegangen sein, hätte der Embryo sich weiter entwickeln können.

Auf der andern Seite bietet dieser Embryo das folgende Bild (Taf. 12 Fig. 5). Der Trochlearis steigt als ein bereits kräftiger, mehrfasriger Strang mit anliegenden Kernen vom Chiasma seitlich herab und trifft auf der Höhe einer zwischen Mittelhirn und dem 2. Trochlearis-Neuromer gezogenen Sehne auf einen Ganglienleisten-Klumpen, in welchen seine Fasern eindringen. Dies Eindringen ist aber, wie es wenigstens scheint, kein einfaches Hindurchpassiren, vielmehr treten fasrige Plasmabildungen von verschiedenen Seiten des Klumpens nach oben, d. h. dorsalwärts, und auch einige Schnitte weiter ventralwärts, aus dem Klumpen an den Strang des Trochlearis heran (Taf. 17 Fig. 5—8), mischen sich also in den Strang ein. Freilich ist es sehr schwer zu sagen, wie weit diese fasrigen Theile des Klumpens im Trochlearis sich fortsetzen. Nur das kann man mit Bestimmtheit sagen, dass radiäre Streifungen gelb gefärbten Plasmas den Klumpen durchziehen und sich dem Trochlearis beimischen, und dass der Strang des Trochlearis beim Eintritt in den Klumpen und bei seinem Austritt voluminöser erscheint, als er etwas oberhalb des Eintritts erschien. Der Klumpen ist birnförmig zugespitzt an seinem unteren Ende, durch welches die Fasern wieder austreten. Dort, am Austritt, ist der Trochlearis von einem dichten Zellmantel umgeben und begibt sich nach kurzem Verlauf in einen zweiten Klumpen. Hier theilen sich die Fasern wiederum, ein Theil geht bis in das Innere des Klumpens hinein, nach verschiedenen Richtungen auseinander laufend — dies ist der bei weitem größere Theil der Fasern. Der andre, kleinere, setzt den eigentlichen Trochlearisstrang fort, zeigt aber beträchtlich geringeres Volum als der Strang, welcher die beiden Klumpen verbindet; aus dem zweiten Klumpen aber geht kein austretender Strang hervor, die in ihm einlaufenden Fasern bleiben darin.

Dieser Thatbestand macht es fast unausweichlich, daran zu glauben, dass faserartige Bildungen aus den Klumpen sich den eigentlichen Fasern des aus dem Chiasma kommenden Trochlearis

beimischen. Wir werden weiter unten und auch nach weiteren tatsächlichen Darstellungen zu erörtern haben, welcher Art diese autochthonen Fasern der Klumpen sein könnten.

Ein unzweideutiges Bild von wirklicher Faserbildung im Innern der Trigeminiplatte-Klumpen gewährt weiterhin der Embryo XXII 784, von 18 mm Länge. Wer dies Bild gesehen hat, wird keinen Zweifel daran festhalten, dass factisch Fasern aus diesen Klumpen hervorgehen und sich dem Trochlearis beimischen — ja nach dem vorliegenden Embryo könnte man den Trochlearis als einen aus solchen Klumpen hervorgehenden Faserstrang auffassen, dem sich allenfalls noch Fasern andrer Provenienz beimischen. Ich halte es deshalb auch für richtig, die Beschreibung des Thatbestandes zu verändern und von dem Klumpen anzufangen.

Man findet denselben auf 787 I 1—7 (Taf. 12 Fig. 6). Er nimmt eine seitliche Lage vor dem 2. Trochlearis-Neuromer ein, ist birnförmig länglich gestaltet, mit der Längsachse senkrecht auf dies Neuromer gerichtet. Sein abgerundeter Pol, von dem keine Faser ausgeht, ist dem Neuromer zugewendet, sein ausgezogener anderer Pol setzt sich in einen langen Strang fort, welcher direct auf den Lauf des proximalen Trochlearis gerichtet ist und sich in denselben fortsetzt, als wäre der proximale Trochlearis die directe Fortsetzung der aus dem Innern dieses Klumpens hervortretenden Fasern, die sich in gerader Richtung zum Chiasma begäben. Ein Zellmantel umgibt diesen aus dem Klumpen hervorgehenden Faserstrang. An seinem Austritt aus dem Klumpen zeigt sich ein kleiner Faserstrang, auch von Kernen umgeben, und richtet sich, im rechten Winkel abgehend, ventralwärts, um mit dem wirklichen, ventralwärts gehenden Trochlearis eine Schlinge zu bilden. Der aus dem Klumpen hervorgehende Hauptstrang aber, also der in seiner Fortsetzung laufende proximale Trochlearis zeigt den etwas weiter dorsal abgehenden wirklich ventral absteigenden Trochlearis, in den die eben erwähnte Schlinge einmündet.

Dies Bild lässt kaum eine andre Deutung zu, als die, dass selbständige Fasern aus dem Klumpen sowohl centralwärts in den proximalen Theil des Trochlearis wie peripheriewärts durch den die Schlinge bildenden Strang mit dem absteigenden Trochlearis peripheriewärts laufen. Wollte man umgekehrt meinen, ein Zweig des Trochlearis dringe in den Klumpen ein, so bliebe völlig unverständlich, was ein motorischer Nerv in diesem ganglienartigen Rest der Trigeminiplatte zu suchen habe; wollte man annehmen, dass

diese eindringenden Fasern eben durch den die Schlinge bildenden Zweig auch wieder austräten, so wäre erstlich dies kaum verständlich, zweitens aber blieben die Fasern unerklärt, welche den Klumpen selbst durchziehen noch weit über den Abgang des die Schlinge bildenden Zweiges. Wie die Dinge liegen, bleibt wohl nur die einzige Deutung übrig, dass autochthone Faserbildung des Klumpens sowohl centripetal wie centrifugal stattfindet und den letzten Rest sensibler, für die Trochlearisbahn bestimmter Fasern darstellt, die indess nicht mehr zur vollen Ausbildung gelangen. Nach der Verbindung auf dem die Schlinge bildenden Zweige verläuft der Trochlearis weiter ventralwärts bis er in das dichte Gewebe der beginnenden Orbitalwand geräth, von wo ich ihn leider nicht mehr durch das dichte Gewirr der Bindegewebszellen bis zum Obliquus superior verfolgen kann.

Auf der andern Seite findet sich das Folgende. Der Trochlearis nimmt wie gewöhnlich seinen Lauf ventralwärts; auf der Mitte desselben findet sich eine längliche Anschwellung, offenbar eine jener klumpenartigen Ansammlungen der Ganglienleistenzellen, die aber hier den Lauf der Hauptnerven auf längerer Strecke begleitet. Daneben resp. dahinter findet sich eine zweite Ansammlung, die wie die übrigen Klumpen kuglig ist und in der Mitte concentrische Lagerung ihrer Zellen zeigt, auch Faserbildung aufweist, die indess nur eine kurze Strecke weit geht und den eigentlichen Trochlearis nicht erreicht, so dass also der Klumpen und sein Ausläufer als Insel im Bindegewebe liegen. Peripheriwärts zieht der Trochlearis bis zur Ansammlung des Bindegewebes der Orbitalwandung, dort theilt er sich, wird aber nun so dünn, dass ich seine beiden Äste nicht weiter zu verfolgen im Stande bin.

Auch Embryo XXII 823 von 19 mm liefert wiederum ein für das Verständnis dieser Verhältnisse wichtiges Paradigma. Auf der einen Seite (Taf. 13 Fig. 10) treffen wir den Strang des Trochlearis, wie er vom Hinterhirn seitlich im Bindegewebe hinabzieht und nach einigen wellenförmigen Krümmungen in eine längliche Anschwellung von Ganglienleistenzellen übergeht, deren Centrum seine Fasern durchziehen. Es macht den Eindruck, als ob die Zahl der Fasern in der Nähe dieser Ganglienleistenreste zugenommen habe — indessen lässt es sich nicht genau feststellen; nur scheint es sicher, dass nach dem Durchtritt durch die länglich-eiförmige Anschwellung dem Strang des Trochlearis grau-bläulich gefärbte, kernhaltige Fasern beigemischt sind. So steigt der Trochlearis weiter abwärts, vorbei an einem ziemlich nah hinter ihm gelegenen sehr beträchtlichen,

birnförmigen Klumpen von Ganglienleistenzellen, der den Eindruck eines typischen Spinalganglions macht, freilich ohne centripetalen Wurzelaufläufer. Statt ihrer findet sich ein seitlicher Zusammenhang des Klumpens mit dem Trochlearisstrange, in Gestalt eines Auswuchses, durch den auch allem Anscheine nach ein Faserbündel den Letzteren mit den Ersteren verbindet; ich sage ausdrücklich »allem Anscheine nach«, denn es ist mit Sicherheit nicht zu beobachten. Was dagegen mit Sicherheit festgestellt werden kann, ist die Thatsache, dass aus dem birnförmigen, ganglion-artigen Klumpen ein starker, fibrillenführender Strang hervortritt, der ein Stück weit parallel mit dem Trochlearis zieht, dann einen faser- und fibrillenhaltigen Verbindungszweig von Letzterem erhält, welcher schräg von oben nach unten gerichtet, in ihn hineinfließt. Dieser Strang läuft distalwärts immer parallel vom Trochlearis, tritt durch die Orbitalwandung hindurch und inserirt sich von hinten her dem Obliquus superior. Zugleich ergibt sich, dass er an Umfang dem andern Zweige des Trochlearis auf seinem distalen Laufe beträchtlich überlegen ist, so dass letzterer als der kleinere Zweig angesehen werden müsste, sobald festgestellt wäre, dass dieser stärkere, aus dem birnförmigen Ganglion hervorgehende Strang wirklich ein Zweig des Trochlearis ist. Dazu aber stempelt ihn ohne Zweifel der Umstand, dass er von hinten her in den Obliquus superior eindringt. Entweder also empfängt dieser Strang seine motorischen Fasern durch den oben beschriebenen Verbindungszweig, oder aber, was das Wahrscheinlichere ist, durch den seitlichen Auswuchs des birnförmigen Klumpens, der sich dem Trochlearis anlegt. Dass aber solche durchtretende Fasern nicht die einzigen Fasern sind, welche in dem stärkeren Zweige des Trochlearis distalwärts ziehen, lehrt wiederum der Augenschein, denn deutliche Fasern aus dem Centrum des birnförmigen Ganglion ziehen gleichfalls abwärts und mischen sich dem Strange bei. Wie weit sie darin vordringen, und ob nicht auch centripetale Fasern des birnförmigen Ganglion in den proximalen Trochlearis eindringen — das lässt sich nicht genau feststellen.

An weiter lateralwärts liegenden Schnitten trifft man dann noch auf einen länglichen Strang von Zellen, welcher wahrscheinlich als letzter Überrest des auf der Commissur zwischen G. Gasseri und mesocephalicum in jüngeren Stadien fast regelmäßig angetroffenen stabförmigen Stranges anzusehen ist, hier aber nur als längliche Insel inmitten des Mesenchyms liegt.

Auf der andern Seite findet sich an dem oberen Laufe des Trochlearis, am Beginn des zweiten Drittels seines Gesamtverlaufs eine kleine Anschwellung, von welcher eine Verästelung der Fasern dorso-frontalwärts ausgeht. Die Zweige dieser Verästelung (Taf. 13 Fig. 11) verlaufen sich aber im Bindegewebe. Bald darauf, etwa auf der Mitte des Trochlearis, durchzieht er zwei aufeinander folgende, längliche Anschwellungen, von deren oberer wiederum eine Verästelung ausgeht, deren oberer Zweig blind im Bindegewebe endet, deren unterer aber vollständig bis an den Obliquus superior gelangt, freilich nicht ohne auf diesem Wege noch weitere Complicationen zu erfahren. Zunächst empfängt er von der unteren der eben erwähnten länglichen Anschwellungen einen Communicationszweig, dann aber gibt er selber nach kurzem weiteren Verlauf einen dünnen Zweig nach innen ab, welcher sogar — worauf mich Dr. GAST zuerst aufmerksam machte — auffallender Weise mit dem Oculomotorius sich zu verbinden scheint, und schließlich, dicht vor dem Obliquus superior, entsendet er einen stark gekrümmten Ast, welcher noch weiter frontalwärts selbständig in den Obliquus superior einläuft.

Auch Embryo XXI 516 von 20 mm Länge bietet einige bemerkenswerthe Eigenthümlichkeiten. Ich fange die Beschreibung wieder vom proximalen, dem Hinterhirn angelagerten Stück des Trochlearis an, welches in der typischen Weise verläuft, aber durch einige von ihm abgehende dünne, verschieden lange Kettenfasern, die im Bindegewebe verlaufen und endigen, bemerkenswerth wird. Auf der Mitte seines absteigenden Laufes geht wiederum ein caudalwärts gerichteter kleiner Zweig vom Trochlearis ab, und an derselben Stelle zeigt sich eine kleine, aber unbedeutende Anschwellung, die nach der andern, frontalen Seite einen Fortsatz treibt, der sich zu dem vorderen Zweig entwickelt, in gewisser Entfernung von dem Stamm bis zum Obliquus superior verläuft und erst dort mit dem Hauptstamme, dicht unter dem Muskel, wieder zusammentrifft. Auf derselben Höhe aber, wo dieser dünne Zweig vom Stamme des Trochlearis abgeht, findet sich, in gewisser Entfernung, caudalwärts der Rest jenes mit dem G. Gasseri und facialis seriatim zu parallelisirenden größeren Zellklumpens, dessen histolytische Beschaffenheit darauf deutet, er sei im Begriff sich völlig aufzulösen und zu verschwinden. Ein kurzer, gleichfalls in Histolyse begriffener Strang geht ventralwärts von ihm aus, hört aber nach wenigen Schnitten auf.

Auf der andern Seite liegen die Verhältnisse anders. Zunächst

betone ich nochmals, dass von dem dorsalen Stück des Trochlearis, in der Nähe des Hinterhirns, ein dünner, aber langer Zweig in ziemlich paralleler Richtung ventralwärts verläuft, aber mitten im Bindegewebe aufhört, während der stärkere Stamm etwas quer nach außen gerichtet sich fortsetzt, bis er auf der Hälfte seines Gesamtverlaufs einen zweiten dünnen Ast auf der Frontalseite absendet, welcher durch viele Schnitte, aller Wahrscheinlichkeit nach, bis zum Obliquus superior seinen gewundenen Lauf fortsetzt. Von dem Stamm des Trochlearis geht aber dicht hinter dem Abgang dieses dünnen Astes ein anderer, etwas stärkerer, nach der andern Seite in fast rechtem Winkel ab und bildet eine deutliche Faserverbindung mit dem hinter dem Trochlearis in einiger Entfernung liegenden, dem G. facialis und Gasseri seriatim homologen länglichen Zellklumpen, den diese Fasern der ganzen Länge nach durchsetzen und sich zu einem dritten selbständigen Nerven gestalten, der jedenfalls in den Obliquus superior einmündet — so zwar, dass zwei Stränge, der eigentliche Trochlearis, und der etwas stärkere, aus dem Zellklumpen stammende sich dicht am Muskel verbinden und gemeinschaftlich in ihn eintreten, — ob auch der dritte Zweig sich betheiligt, konnte ich nicht genau feststellen.

Gleichfalls 20 mm misst der Embryo XXII 860. An demselben hat man wieder Gelegenheit, das fundamentale Factum zu constatiren, dass der seriatim den G. facialis und Gasseri zu homologisirende Klumpen der Trigeminiplatte, ohne nachweisbaren Zusammenhang mit den Fasern des Trochlearis, doch Fasern bildet, welche aus seinem Mittelpunkt eine Strecke weit distalwärts ziehen, dann aber im Mesenchym ein Ende nehmen. Die Situation ist die folgende. Der proximale, bereits mit einer Anzahl deutlichster Fasern ausgestattete Trochlearis zieht, von vielen Zellen und Kernen mantelartig umgeben, seitlich abwärts durch das von vielen eben sich formenden Blutgefäßen durchzogene Mesenchym (863 II 1—7). Auf der zweiten Reihe des Objectträgers 862, also lateralwärts, liegt an der typischen Stelle der betr. Klumpen, oben etwas abgeplattet und mit einem doppelreihigen schmalen, ziemlich langen Fortsatz, welcher von dem oberen vorderen Winkel des Klumpens in mehrfach gebogenem Laufe zu dem Trochlearisstrang hinüberzieht, diesen aber nicht zu erreichen scheint. Es existirt zwar auf 863 I 2 eine jener kegelförmigen, aus mehreren Zellen des Kernmantels des Trochlearis bestehende kleine Pyramide am hinteren

Rande des proximalen Trochlearis, die sogar in einen faserartigen, plasmatischen feinen Ausläufer sich fortsetzt: es könnte dieser pyramidenartige Aufsatz mit dem langen Fortsatz des Klumpens ursprünglich in Zusammenhang gestanden haben; wahrscheinlich ist das aber nicht. Die Frage ist darum wichtig, weil nur so ein Zusammenhang zwischen dem eigentlichen Trochlearis und seinen Fibrillen und dem Klumpen denkbar wäre. Wenn aber dieser Zusammenhang nicht bestanden hat — und, wie gesagt, das ist das Wahrscheinlichere — so bleibt keine Möglichkeit, die mit Sicherheit nachweisbaren, aus dem Inneren des Klumpens distalwärts ziehenden Fasern anders zu erklären, als durch Auswachsen im Inneren liegender Ganglienleistenzellen: — sie wären antochthone Fasern dieses rudimentären Ganglions. Die Existenz dieser antochthonen Fasern lässt sich auf 863 I 1—4 mit Leichtigkeit constatiren, ja man kann sogar sehr gut unterscheiden, dass die äußeren Rindenzellen des Klumpens das innere Faserbündel wie ein Mantel umgeben. Weit distalwärts dringen sie aber nicht vor — die ganze Bildung hört ziemlich abrupt auf 863 I 6 auf.

Auf der andern Seite lässt sich ein durchaus ähnlicher Thatbestand mit wohl noch größerer Sicherheit feststellen. Genau dieselbe topographische Lagerung des Klumpens, ziemlich dieselbe Größe, der deutlichste Gegensatz zwischen Rinden- und centralen Zellen, von welcher letzteren ein beträchtlicher Faserstrang ausgeht, der auf weitere Entfernung im Mesenchym verfolgt werden kann und auf das Deutlichste nicht nur Kernmantel und Fasern, sondern auch Fibrillen unterscheiden lässt. Diesen Strang findet man auf 869 II 1—8; auf letzterem Schnitte hat er plötzlich ein Ende und wird nicht weiter aufgefunden. Der Unterschied von der Bildung auf der andern Seite besteht in dem Verbindungsstrang des Klumpens oder Ganglions zum eigentlichen Trochlearis: derselbe ist sehr viel voluminöser und zellenreicher und steht in deutlichstem Zusammenhang, sowohl mit der Rindenzellschicht des Klumpens selber, wie mit dem Zellmantel des Trochlearis. Aber eigentliche Fasern oder gar fibrillenführende Fasern in ihm zu unterscheiden, wollte mir nicht gelingen, obsehon ein Zusammenhang der Fibrillen des eigentlichen Trochlearis mit den vorhin erwähnten Fibrillen des aus dem Klumpen distalwärts gerichteten rudimentären Stranges von vornherein wahrscheinlich war. Ob er dennoch besteht, mag dahingestellt bleiben — da aber jener Strang wiederum nicht bis an den Obliquus, ja nicht einmal bis zum

späteren Orbitalknorpel verfolgbar ist, so bleibt es durchaus zweifelhaft, ob die in ihm sich findenden Fibrillen mit denen des eigentlichen Trochlearis unmittelbar zusammenhängen. Letzterer ist sicher und leicht bis in die Nähe der Orbitalknorpel-Verdichtung zu verfolgen, dort spaltet er sich in die üblichen zwei Äste, welche gesondert durch dieselbe ziehen. Fände aber trotz der Nichtnachweisbarkeit dennoch ein Zusammenhang der Fibrillen dieses rudimentären Stranges mit denen des eigentlichen Trochlearis statt, so bliebe die Betheiligung der centralen Zellmasse des Klumpens an der Bildung des von ihm ausgehenden Stranges dennoch ein wesentliches Factum, und alle Componenten desselben außer den Fibrillen kämen auf Conto des Klumpens.

Für den definitiven Zustand des Trochlearis und seine Ableitung aus complicirten Vorstadien ist der Befund an Embryo XXI 759 von 21 mm sehr wichtig.

Der Strang des Trochlearis läuft auf beiden Seiten in gewohnter Weise vom Hinterhirn ventralwärts. Auf der einen Seite (XXII 776) schwillt er auf $\frac{2}{3}$ seiner Höhe zu einer kleinen dreieckig geformten Platte an, in welche von hinten her ein schmaler, von Zellen gebildeter Ast einläuft, die bereits in Auflösung begriffen sind. Sehr dünn setzt sich dieser Ast gleichfalls ventralwärts fort und gelangt in einen länglichen Klumpen, welcher noch deutlichere Zeichen der völligen Zersetzung und Auflösung offenbart. Aus demselben geht augenwärts ein schmaler Strang hervor, welcher offenbar eine Nervenfasern herstellt und bis zur Orbital-Verdichtung verfolgt werden kann, dort aber entweder aufhört oder unsichtbar wird. Der eigentliche Strang des Trochlearis aber geht auf normaler Bahn weiter, spaltet sich auf der Mitte seines Verlaufs, und beide Äste ziehen auf getrennten Wegen durch die Orbital-Verdichtung zum Obliquus superior, in den sie getrennt, aber mit mancherlei Schlingenbildung einlaufen.

Dieser Befund deutet also sehr nachdrücklich darauf hin, dass auch bei diesem Embryo, wie bei früher beschriebenen ein größerer Klumpen hinter dem definitiven Trochlearis-Strang existirte, welcher dorsalwärts durch einen Ausläufer mit ihm verbunden war und ventralwärts einen eignen Nerven in die Obliquus superior-Gegend entsandte: bei dem vorliegenden Embryo sieht man diesen Zustand mitten im Process der Rückbildung. Und dass es sich so verhält, beweist noch um vieles deutlicher der Befund auf der andern Seite desselben Embryos. Denn hier trifft man von dem Klumpen

und seinen beiden Fasersträngen nur noch Bruchstücke an, welche als verkommene Zellhäufchen oder kurze Strangreste im Bindegewebe sich vorfinden, unter sich ohne Verbindung, jedenfalls ohne Verbindung mit dem Strang des Trochlearis und dem Obliquus superior. Auf der Commissur des G. Gasseri-mesocephalicum oder vielmehr, da diese Commissur durch Zusammenrücken der beiden Ganglien als separate Bildung verschwunden ist, auf dem Nervenstrang, der am Rücken des G. Gasseri entlang läuft, findet sich noch ein letzter Rest jenes stabförmigen Stranges, welcher ursprünglich zu jenem Klumpen führen sollte, der hier als eben zu Grunde gehend beschrieben ward.

Bei dem Embryo XXII 793 von 23 mm Länge findet sich noch auf der Mitte der Bahn des Trochlearis eine kleine Verbreiterung seines sonst sich gleichbleibenden Stranges, von welcher oder in welche ein von hinten kommender, wiederum die deutlichsten Zeichen der Auflösung zeigender kleiner Nebenstrang aus- oder einläuft: er kommt von einem völlig in Histolyse übergegangenem Klümpchen Zellen, das auch noch Spuren eines ventralwärts sich richtenden Ausläufers erkennen lässt; derselbe zeigt aber keine Faserbildung, nur noch lose an einander liegende Zellen.

Auf der andern Seite ist gleichfalls ein Rest jenes Klumpens, mit seiner Verbindung zum Trochlearis in vollster Auflösung begriffen, noch wahrzunehmen. Etwas weiter ventralwärts aber, immerhin noch auf der Mitte der gesammten Trochlearis-Bahn, findet man die Bifurcation seines Stranges und die Bildung eines hinteren, kleineren Astes, welcher weit von dem größeren getrennt bis zum beginnenden Orbitalknorpel geht und daselbst in nächster Nähe des Oculomotorius-Durchtritts auch seinerseits in eigenem Canal den Durchtritt findet, dann aber, frontalwärts auf den Obliquus superior gerichtet, in die Faserbahn des beträchtlich weiter vor ihm den Knorpel durchsetzenden Trochlearis übergeht und mit ihm zusammen in den Muskel eintritt.

Ich erwähne nun noch zwei Embryonen: einen XXII 873 von 24 mm Länge, den andern XXI 683 von 25 mm. An beiden ist die Reduction fast bis zu Ende gegangen. Außer einigen Verästelungen und Schlingenbildungen auf der terminalen Partie des Trochlearis findet sich keine Spur einer weiteren Complication. Wer den Nerven in diesen Stadien untersucht, wird schwerlich auf den Gedanken kommen, dass er je mit einer so complicirten Bildungsgeschichte zu thun ge-

habt habe, deren weittragende Bedeutung weiter unten erörtert werden soll.

Zusammenfassung.

Auf die Verlagerung der einzelnen Abschnitte der Ganglienleiste des Vorderkopfes erlangen sowohl Hirn- und Kopfbeuge wie die Einsenkungen des Ectoderms zur Herstellung des Schleimcanal-Systems maßgebenden Einfluss, so dass ursprünglich hinter einander liegende Abschnitte der Ganglienleiste über und unter einander, ja sogar vor einander gelagert erscheinen. Dadurch geschieht es, dass der mittlere Theil der Trigeminiplatte dorsal hinaufgeschoben wird, während der hintere Theil und das vordere Stück, das Ganglion mesocephalicum, dessen Zellen vom Mittelhirn herkommen, sich näher an einander schieben und durch eine Commissur verbunden bleiben, die sich immer mehr verkürzt. Durch diese Commissur ziehen die Fasern des G. mesocephalicum in das Trigemini-Neuromer, so dass alle sensiblen Bahnen der vor dem Trigemini-Neuromer gelegenen Abschnitte der Ganglienleiste durch die Vermittlung des Ganglion Gasseri zum Rautenhirn gelangen. Die mittleren Theile der Trigeminiplatte aber bleiben noch eine Zeitlang in Zusammenhang mit der das spätere G. Gasseri und G. mesocephalicum verbindenden Commissur und stellen den von Miss PLATT so genannten primären Trochlearis dar (Ramus dorsalis Trigemini I von VAN WILHE), welcher sich allmählich in einzelne ganglienartige Stücke theilt, die durch ihre Lagerung als seriale Homologa des G. Gasseri und des G. mesocephalicum angesehen werden können. Die ursprüngliche Verbindung mit der Commissur zwischen Ganglion Gasseri und mesocephalicum löst sich allmählich auf, so dass jene rudimentären Ganglien isolirt im Mesencephalon liegen bleiben.

Die vor dem G. mesocephalicum gelegenen Theile der Ganglienleiste des Zwischenhirns werden gleichfalls durch die Bahn des G. mesocephalicum in den Bereich des G. Gasseri gerückt und bilden den sog. Ophthalmicus profundus; der selbständige Schleimcanalast des G. mesocephalicum geht aber frühzeitig zu Grunde, während die motorischen Fasern des Mittelhirns als Oculomotorius nach wie vor mit Zellen des G. mesocephalicum in Zusammenhang bleiben und Zeugnis für seine ursprüngliche Zugehörigkeit zum Mittelhirn ablegen — was näher in einer demnächst erscheinenden Arbeit des

Dr. GAST dargestellt werden wird. Ähnlich wie der Oculomotorius zum G. mesocephalicum erlangt nun der aus dem Chiasma des Isthmus austretende Trochlearis als motorischer Nerv Beziehungen zu den gangliösen Resten des mittleren Abschnitts der Trigeminalplatte, d. h. zu den Resten des primären Trochlearis — die Darstellung dieser Beziehungen, ihres Entstehens und Vergehens ist der Inhalt des vorstehenden Abschnitts dieser Studie. Dabei kam es darauf an, festzustellen, dass die gangliösen Reste des primären Trochlearis factisch Ganglienzellen und sensible Nervenfasern bilden, und dass solche Fasern sich dem centripetalen wie dem peripherischen Theile des definitiven Trochlearis wenigstens in den Anfangsstadien des embryonalen Lebens beimischen. Soweit die Beweiskraft der mit den bisherigen Methoden (Sublimat) conservirten Embryonen geht, ließ sich dies freilich nur äußerst wahrscheinlich, fast sicher machen: nach Niederschrift der Haupttheile dieser Arbeit angestellte, aber noch nicht abgeschlossene Untersuchungen mit neuen, auf differenzirende Färbung frühester Nervenfibrillen-Anlage gerichteten Methoden machen es sicher, dass solche Ganglienzellen mit den von ihnen ausgehenden Fasern sich in den gangliösen Resten des primären Trochlearis anlegen und dem definitiven Trochlearis in beiderlei Richtung sich beimischen.

Die Ausführlichkeit der Casuistik der bei *T. marmorata* beobachteten Zustände motivirt sich durch die relative Seltenheit der Embryonen und durch den Umstand, dass nur *T. marmorata* eine so ausgeprägte Darstellung dieser Gebilde aufweist, die schon bei *T. ocellata* geringere Deutlichkeit besitzen und bei Squaliden durch ganz andre Verhältnisse verdrängt worden sind. Von besonderer Wichtigkeit in der angegebenen Richtung sind die Stadien von 16—20 mm Länge, in denen die Ausbildung der Ganglienzellen und ihrer Fasern erfolgt; spätere Stadien zeigen das Zugrundegehen derselben, von denen deshalb auch ältere Embryonen und die ausgewachsenen Thiere keine Spur mehr aufweisen.

2. *Torpedo ocellata*.

Bei der großen Ähnlichkeit, welche der Entwicklungsgang des Trochlearis bei beiden Arten von *Torpedo* hat, werde ich mich darauf beschränken, nur diejenigen Fälle hier ausführlicher zu beschreiben, welche für die Gesamt-Auffassung des Bildungsprocesses wichtig ercheinen.

Ein Embryo von 6 mm Länge, XXXVIII 22 (Taf. 13 Fig. 1 u. 2),

zeigt den Vordertheil der Trigemini-Platte, den »primären Trochlearis« als eine ausgedehnte, mit dem hinteren Theil, aus dem das G. Gasseri hervorgehen wird, noch peripherisch und lateral continuirlich verbundene Gesamtplatte von Ganglienleistenzellen, die proximalwärts aber schon anfängt, sich in einen vorderen und hinteren, von einander unterschiedenen Theil zu sondern. Der hintere Theil unterscheidet sich durch größere Ansammlung von Zellen, der vordere bleibt lockerer, geht aber noch bis auf die Kuppe des späteren Hinterhirns und zeigt seinen concaven Vorderrand in Zusammenhang mit dem dem Mittelhirn zugehörigen Theil der gesamten Vorderkopf-Ganglienleitenplatte, aus dem das G. mesocephalicum hervorgeht. So erscheint die Trigemini-Platte, von der Seite gesehen, als eine an drei Ecken in die Länge ausgezogene gebogene Platte, deren vierte Ecke abgerundet ist und das spätere G. Gasseri bildet; die drei ausgezogenen Ecken sind 1) die spätere Wurzel des Trochlearis, 2) die Commissur zum G. mesocephalicum und 3) die Ausläufer der allmählich gewaltig anwachsenden gangliösen Kerne für die R. mandibularis und maxillaris, d. h. den eigentlichen Trigemini. Dies alles ist identisch mit den bei *T. marmorata* gefundenen Verhältnissen.

Durch die zunehmende Hirn- und Kopfbeuge einerseits und durch die Reductionsprocesse andererseits verändert sich indess die Gestalt der Trigemini-Platte, so dass bei einem Embryo von 7 mm Länge, XXXVIII 16, die Ecke derselben, welche nach oben geht und dem primären Trochlearis entspricht, sich in die Länge zieht und zugleich verschmälert, die abgerundete Ecke dagegen, welche das G. Gasseri bildet, an Masse fortdauernd zunimmt und sich in ganzer Breite in die peripherischen Theile fortsetzt, aus denen die oben genannten Nerven hervorgehen, während die vierte Ecke, welche zum G. mesocephalicum führt, sich mehr und mehr verkürzt. Die zwischen G. Gasseri und mesocephalicum bestehende Entfernung verringert sich, und die sie verbindende Ganglienleitenzellbrücke gestaltet sich zu einer Commissur um, welche durch Faserbildung bald den Eindruck macht, als sei auch sie von Hause nichts als ein peripherischer Ausläufer des G. Gasseri.

Bei einem Embryo von gleicher Länge XXXVIII 43 besteht der primäre Trochlearis noch ununterbrochen, und wer nicht verfolgt hat, wie er durch Reduction aus dem Basalthheil der ganzen Trigemini-Platte hervorgegangen ist, könnte in der That geneigt sein, ihn für einen aus dem G. Gasseri hervorwachsenden peripheren Ner-

ven, einen sog. Ramus dorsalis zu halten. Dass er indessen einen wesentlich andern morphologischen Werth besitzt, beweist seine weitere Entwicklung, wie wir schon bei *T. marmorata* zu sehen Gelegenheit hatten.

Ganz ähnlich verhält sich der auf Taf. 11 Fig. 12 abgebildete Embryo von 7 mm Länge, dessen Zeichnung nach einem Total-Präparat des Dr. GAST gemacht ist. Bemerkenswerth sind an demselben die beiden kleinen Klümpchen in der Nachbarschaft des Mittel- und Zwischenhirns.

Schon der nächste Embryo XXXIX 625 von 7,5 mm Länge zeigt, dass der bisher noch zusammenhängende Strang des primären Trochlearis in einzelne Stücke zerfällt, dabei aber zugleich eine Fortentwicklung erfährt, in dem diese einzelnen Stücke, wenn auch in unregelmäßiger Weise, an Volum zunehmen und aus sich Gruppen oder Klumpen von Ganglienleistenzellen gestalten, die wir schon bei *T. marmorata* kennen gelernt haben. So unregelmäßig nun aber auch dieses Zusammenballen von einzelnen Ganglienleisten-Zellgruppen erscheinen mag, man gewinnt doch bald den Eindruck, dass man es mit einem Vorgange zu thun hat, der nicht zufällig oder willkürlich geschieht. Im vorliegenden Embryo theilt sich der Strang in ein oberes, dem Dach des Hinterhirns anliegendes, und ein unteres, mit dem G. Gasseri noch vereinigt Stück. Auf beiden Seiten dieser Unterbrechung zeigen sich in dem Strange stärkere Anschwellungen, fast als existirten mehrere Attractions-Centren in dem Strange, um welche sich seine Zellen sammelten, wenn sie ihren ursprünglichen Zusammenhang aufgeben.

Embryo XXXVIII 379 von 8 mm Länge bietet Gelegenheit, die auffallende, aber fast regelmäßige Erscheinung von Neuem zu constatiren, dass auf den zwei Seiten des Embryos fast immer Ungleichheit in der Ausbildung resp. Reduction der Trigeminiplatte gefunden wird. Auf der einen Seite sehen wir eine noch breite Platte zwischen G. Gasseri und G. mesocephalicum ausgespannt, welche mit ihrer Basis fast die ganze Lage der Commissur zwischen beiden Ganglien einnimmt, dann aber dorsalwärts sich pyramidenartig verschmälert und mit langem, gleichmäßig schmalen Strange bis weit über die Hälfte der Entfernung gegen die Spitze des Hinterhirns zu sich erstreckt. Darauf folgen ein paar Schmitte, in denen der Strang entweder unterbrochen oder so verdünnt ist, dass man die wenigen verbindenden Zellen — die natürlich noch keine Fasern gebildet haben! — von den sie umgebenden Mesenchymzellen nicht unterscheiden kann,

schließlich hört die Spur gänzlich auf, bis über der Mitte des Hinterhirns wieder einige Zellen gefunden werden, welche sich wohl als Reste der Trigemiusplatte in Anspruch nehmen lassen. Auf der andern Seite findet man zwar auch die breite Grundfläche auf der späteren Commissur zwischen G. Gasseri und mesocephalicum, auch einen pyramidenartigen Aufbau, aber der aus ihm hervorgehende Strang fehlt durchaus; erst in der Nähe des Hinterhirns finden sich wieder Ansammlungen von Ganglienleistenzellen, die sich durch einige Schnitte fortsetzen und in unregelmäßiger Bildung bis über die Mitte des Hinterhirns angetroffen werden. Wir haben ähnliche Ungleichheiten bei *T. marmorata* kennen gelernt und werden sie noch häufig bei *T. ocellata* wiederfinden.

Embryo XXXVIII 52 von 9 mm Länge zeigt dagegen auf beiden Seiten ziemlich gleiche Verhältnisse d. h. je einen größeren Klumpen auf der Mitte zwischen der Commissur und der Hinterhirnkuppe und je einen kleineren, mit zerstreuteren Zellen neben dem Rautenhirn; auf der einen Seite sind diese Klumpen noch mit der Commissur durch einen Zellstrang verbunden, auf der andern nicht.

Embryo XXXVIII 63, 11 mm lang, zeigt eine schon bei andern Embryonen mitunter angedeutete Variante in deutlicher Gestalt (Taf. 13 Fig. 7). Sie betrifft den Zusammenhang des üblichen Stranges des primären Trochlearis mit der Commissur des G. Gasseri und mesocephalicum. Während derselbe meistens auf einer Stelle stattfindet, die in der Mitte zwischen beiden Ganglien gelegen ist, findet sie sich hier dicht an der G. Gasseriwurzel; wenigstens sieht man einen dünnen, bereits zur Faserentwicklung vorgedrungenen Strang vom Grunde der G. Gasseriwurzel gegen die Ganglienzellklumpen der Trigemiusplatte sich erstrecken. Auf der andern Seite desselben Embryos besteht die normale Verbindung.

Embryo XXXIX 647 von 12 mm Länge zeigt grade solche Eigenthümlichkeiten, wie sie zur Beurtheilung der eben erörterten Beziehungen passen. Man sieht auf der Commissur zwischen G. Gasseri und mesocephalicum zwei kleine, spitz endigende Erhebungen (Taf. 13 Fig. 5 und 6), die man wohl mit Recht als die letzten Andeutungen eines Zellenzusammenhanges des primären Trochlearis mit den dauernden Bildungen des Trigemiuscomplexes ansehen darf. Beide sind aber weit entfernt von der Stelle, an welcher bei Embryo XXXVIII 63 der zur Faserbildung gelangte Strang sich mit der Commissur verbindet. Es ergibt sich daraus, dass entweder dieser Zusammenhang in seiner Localität wechselt, oder aber, dass er sich von Hause

aus auf breiter Strecke vorfand, von der nur hie und da eine, aber nicht immer genau dieselbe Verbindung sich länger erhielt.

Bei diesem selben Embryo finden wir auf das Deutlichste drei Klumpen von Zellresten der Trigeninusplatte, und zwar bereits in einer sehr charakteristischen Phase. Es beginnt nämlich an ihnen der Process der Scheidung eines centralen und eines peripherischen Theils, und zwar besonders ausgeprägt an dem mittleren der drei Klumpen, welcher sogar einen dorsal gerichteten Fortsatz bildet, gleichsam als sollte sich hier ein Zellstrang an die mehr oder weniger benachbarte Partie des Rautenhirns begeben. Auch der dem G. Gasseri zunächstliegende der drei Klumpen zeigt eine deutliche centrale Verdichtung bei gleichzeitigem Auseinanderfahren der äußeren Zellschichten.

Auf der andern Seite desselben Embryos (Taf. 13 Fig. 6) hat sich die differenzirende Tendenz nach einer andern Seite Bahn gebrochen. Es sind nur zwei von einander getrennte Klümpchen vorhanden, von denen der caudal gelegene aber größer als gewöhnlich ist und Zeichen von Verbindung zweier ursprünglich getrennter Bildungen aufweist. Von ihm gehen zwei Fortsätze nach der peripherischen Seite aus (Taf. 13 Fig. 6, *c* und *d*). Wenn wir uns an die verschiedenen ähnlichen Fälle von *T. marmorata* erinnern, so wird auch diese Variante nicht auffallen, — und weiter unten werden wir noch ausgeprägtere Fälle der Art von *T. ocellata* selbst kennen lernen.

Noch bestimmter zeigt Embryo XXXIII 112, gleichfalls 13 mm messend, den ehemaligen Zusammenhang des primären Trochlearis mit der nun schon eine feste Faserbrücke darbietenden Commissur der G. Gasseri und mesocephalicum. Auf beiden Seiten sieht man einen kleinen lockeren Zellkegel auf der Commissur in nächster Nähe des G. mesocephalicum, grade an der Stelle, wo die Commissur das G. Gasseri verlässt. Auf der einen Seite ist er schmal, auf der andern aber so breit, dass er fast wie ein gleichseitiges Dreieck der Commissur aufsitzt. Im Übrigen zeigen die Reste des primären Trochlearis die Anordnung der Zellen der Länge nach zur Faserbildung neben einer großen Anzahl histolytisch zerfallender Bildungen, und nur auf der Bahn des späteren definitiven Trochlearis sieht man einige Kettenfaserbildende Zellen mit langen protoplasmatischen Ausläufern sich aneinander schließen.

Der 14 mm lange Embryo XXXIX 649 zeigt geringe Überreste des primären Trochlearis. Von dem Verbindungsstrange mit der Com-

nissur ist keine Spur mehr erhalten: auf der einen Seite sind nur pärliche Reste der Klumpen zu sehen, auf der andern liegt ein im Grundegehen begriffener Klumpen inmitten des Mesoderms, aber mehr im Innern des Körpers, als sonst. Dagegen sieht man den Anfang des Trochlearisstranges, einen deutlichen Beginn von Faserbildung auf der Strecke zwischen Kleinhirn und der sich allmählich verdichtenden Partie desjenigen mesodermatischen Mesenchyms, das den höchsten Punkt der späteren knorpeligen Orbitalwandung bildet und normaler Weise den Stamm oder die Zweige des Trochlearis umwächst, welche sich zu dem Obliquus superior begeben. In der Nähe dieses Stranges liegen die Reste der sich auflösenden Klümpchen der Trigemiusplatte: unregelmäßig gelagerte Zellen mit dem Beginn von Kettenfaserbildung, welche sehr wohl zur Herstellung von Zweigen und Schlingen auf dem Wege des späteren Trochlearis sich auswachsen könnten. Ein Strang, den man seitlich wahrnimmt, scheint mit 2 oder 3 Fasern zusammenzuhängen, die neben und über dem Dach des Kleinhirns durch ihre Färbung von dem Mesenchym unterscheidbar werden und getrennt von einander bis zu ihrem Austritt aus dem Hinterhirn verfolgt werden können; gelegentlich sieht man an ihnen durchschnittenere, meist aber liegen sie nackt da. Peripherische Endausbreitung des Obliquus superior oder auch nur in seiner Nähe habe ich nicht auffinden können.

Bei einem andern Embryo XXXVIII 176, gleichfalls von etwa 4 mm (diese Maße sind nicht immer ganz genau!), finden sich auf dem Dach des Hinterhirns eine Anzahl von Ganglienleistenzellen, an denen aber keine bestimmt wahrnehmbare Spur einer Faserbildung zu unterscheiden ist. Unterhalb des Hinterhirns findet sich aber keine ausgedehnte Strecke von Ganglienleistenzellen, an denen deutliche Zeichen der Längsstreckung, gleichzeitig aber auch des histologischen Zugrundegehens zu bemerken sind. Zusammenhängende Fasern dagegen, wie bei dem vorigen Embryo, sind nicht vorhanden. Reste des ursprünglichen Stranges sieht man noch oberhalb der Gasseri-Mesocephalicum-Commissur, aber ohne Verbindung mit derselben.

Embryo XXXVIII 306 von 15 mm lässt wiederum einen pyramidenartigen Fortsatz auf der Gasseri-Mesocephalicum-Commissur erkennen, grade an der Stelle, wo diese Commissur in das G. Gasseri einläuft. Von dem Strang, der sonst oberhalb des G. Gasseri die Trigemiusplatte mit der Commissur verbindet, ist dagegen nichts

mehr zu finden. Die mittlere Zellmasse hat sich tief unter das Kleinhirn in den Raum der Sattelkrümmung geschoben, die dorsalere aber bereitet die Faserbildung vor, von der aber noch keine bestimmten Spuren zu erkennen sind. Auf dem Dach des Kleinhirns sind besondere Zellgruppen der Ganglienleiste nicht zu unterscheiden.

Auf der andern Seite ist weder von dem Strange noch von einer pyramidenförmigen Erhebung auf der Commissur etwas übrig geblieben; dagegen ist der mittlere Klumpen für *T. ocellata* außergewöhnlich groß, fast so groß wie wir ihn oft bei *T. marmorata* fanden, und zeigt deutlich die Spuren innerer Differenzirung d. h. eines centraleren und eines peripherischen Zellbezirks, von denen letzterer einen dorsalen Ausläufer bildet, in dem aber eigentliche Faserbildung noch nicht begonnen hat. Dieser Fortsatz ist gegen den zweiten dorsaleren Klumpen gerichtet, welcher schon deutlichere Tendenz zur Faserbildung verräth und an der Stelle liegt, wo später die Fasern des Trochlearis sich finden würden. Auch auf dieser Seite sind weder an den Seiten noch auf dem Dache des Hinterhirns weitere Ganglienleistenzellen wahrnehmbar.

Embryo XXXIX 668 von 15 mm zeigt einen sehr bemerkenswerth gestalteten Ausläufer auf der Commissur grade zwischen G. Gasseri und mesocephalicum. Nicht strangförmig, noch weniger pyramidenartig, sondern hakenförmig gekrümmt verläuft derselbe, mit deutlicher Faserbildung im Innern, nach oben und vorn gegen den R. ophthalmicus superficialis major s. facialis zu, als wollte er einen entsprechenden R. ophthalmicus minor bilden; aber dazu gelangt er nicht, sondern bricht nach kurzem Verlauf mitten im Mesoderm ab. Nach einigen weiteren proximalwärts geführten Schnitten treffen wir auf einen zweiten dorsal gerichteten Fortsatz, mit einer fast keulenförmigen Anschwellung dem G. Gasseri an seinem proximalen Ende aufsitzend, aber gleichfalls abrupt im Mesoderm endend; nur ein kurzer Stummel von früher wohl mit diesem Fortsatz zusammenhängender Zellen führt noch ein abgetrenntes Dasein etwas von dem keulenförmigen Ende des Fortsatzes entfernt. Dann treffen wir einen ovalen Klumpen mit anhängendem Strange, der auch den Beginn der Faserbildung zeigt, aber als Insel im Mesenchym gelegen ist und mit einem kleineren, dorsaler gelegenen Klümpehen nicht in Zusammenhang steht. Dieses wiederum liegt isolirt neben dem schon als N. trochlearis sich deutlich gestaltenden, langen und dünnen Strange, der sich central-

und peripheriewärts verfolgen lässt, dann aber centralwärts, wo er freilich nur im Querschnitt, als aus 1—3 Fasern bestehend gesehen werden kann, auf der Kuppe des Hinterhirns verschwindet, während er peripheriewärts in dem dichten Gewirr der Bindegewebszellen von mir nicht aufgefunden worden ist. Auf der andern Seite fehlen die Reste an der Commissur und fehlen auch fast ganz wahrnehmbare Ansammlungen der Ganglienleistenzellen.

Embryo XXXIX 678 von 16 mm Länge zeigt einen Fortsatz auf der Commissur dicht am Beginn des G. mesocephalicum, welches jetzt bereits dem G. Gasseri so nahe gerückt ist, dass man es fast als die vordere und obere Hälfte desselben ansehen kann. Dieser Fortsatz ist wieder wie bei dem vorigen Embryo hakenförmig gekrümmt, mit seiner abgestumpften Spitze gegen den Obliquus superior, der vor ihm verläuft, geneigt. Ein Ansatz zur Faserbildung ist in ihm zu bemerken. Auf der andern Seite sieht man nur einen ganz kleinen Stummel gleichfalls am Beginn des G. mesocephalicum, aber keine Spur von Krümmung nach vorwärts oder von Faserbildung. Andre Spuren der primären Trochlearis auf der Commissur oder den beiden Ganglien selbst sind nicht mehr erhalten. Dafür aber findet man auf beiden Seiten auf der Mitte der Strecke zwischen Hinterhirn und Trigemini-Complex je einen länglichen Klumpen von Ganglienleistenzellen; auf beiden Seiten wächst derselbe dorsalwärts zu einem deutlichen Faserbündel aus, welches man auf der einen bis in den bereits bestehenden Trochlearisstrang verfolgen kann (Taf. 12 Fig. 9 a, b, c). Dies ist aber nicht die einzige Verbindung: auch von der Seite treibt der Klumpen frontalwärts einen zelligen Strang, der sich weiter ventralwärts mit dem hinteren Aste des nur in zwei Äste gespaltenen Trochlearis verbindet, so dass eine vollkommene Sehlinge gebildet wird, deren Material zur Hälfte aus Elementen des mittleren Klumpens her stammt. Der Trochlearisstamm selbst geht peripheriewärts mit zwei dünnen Ästen weiter; einen derselben findet man inmitten des Bindegewebes der späteren Orbitalwand auf einigen Schnitten wieder — von dem andern konnte ich in dem dichten Zellgewirr nichts mehr sehen; ob und wie beide an den Obliquus superior gelangen, kann ich nicht sagen. Proximal- oder centralwärts kann man den Stamm des Trochlearis auf der eben behandelten Seite ohne weitere Zweigbildung bis zum Dach des Hinterhirns verfolgen, wo er anfänglich 3—4 Fasern stark erscheint, die mit vielen Kernen ausgestattet sind; aus dem Hinterhirn treten aber, so weit ich sehen kann, nur zwei von einander getrennte Fasern

aus. Jedenfalls ist der Nerv an seinem Austritt bedeutend geringer an Umfang, als auf seinem mittleren Verlaufe.

Auf der andern Seite ist dieses Verhältnis der geringeren Faserzahl des centralen Trochlearis gegenüber seiner mittleren Partie gleichfalls gut zu constatiren, aber Unterschiede gegenüber dem andern Antimer sind zahlreich vorhanden. Der mittlere Klumpen zeigt zwar auch einen deutlichen Ansatz zu dorsaler Faserbildung; derselbe ist aber abrupt unterbrochen und vereinigt sich nicht mit dem Stamm des Trochlearis (Taf. 12 Fig. 10a, b). Letzterer zeigt aber trotzdem eine sehr deutliche Schlinge von freilich geringerer Ausdehnung, als auf dem andern Antimer und außerdem noch mehrere, nur eine Faser starke Zweige, welche mitten im Bindegewebe eine kurze Strecke verlaufen und dann nicht weiter zu verfolgen sind, allem Anschein nach darin vielmehr aufhören; diese Zweige liegen in verschiedener Höhe und in verschiedenen Schnittebenen und bestehen aus 5—6 der Länge nach an einander und neben einander gereihten Zellen. Das peripherische Ende dieser Seite des Trochlearis ist gleichfalls nur hier und da im Bindegewebe der Orbitalwandung zu entdecken; wie er sich zum Obliquus superior verhält, vermochte ich nicht festzustellen.

Ein andrer, 16 mm messender Embryo XXXIII 153 zeigt auf der einen Seite keine Spur eines Fortsatzes in der Nähe des G. mesocephalicum, wohl aber einen sehr deutlichen am Grunde des G. Gasseri, da wo dessen Wurzelstränge anfangen; freilich bleibt er als spitz zulaufender Zapfen liegen und endet im Bindegewebe. Von dem mittleren und andern Klumpen und Klümpehen ist nur ein geringfügiger Rest mitten im Bindegewebe zu erkennen, ohne jede Spur von Fortsatzbildung. Der eigentliche Trochlearis geht als straff ausgespannter dünner Strang in so gerader Linie an ihm vorbei, als wäre sie ihm mit dem Lineal vorgezeichnet: etwas unterhalb der Höhe, auf welcher der Rest des Klümpehens liegt, spaltet er sich in zwei Äste, die ich aber — der Embryo ist mit Carmin gefärbt — nicht im Bindegewebe weiter auffinden konnte.

Auf der andern Seite existirt ein Klümpehen in der Nähe des G. Gasseri, — der Rest des Stranges auf der Commissur; aber seine Verbindung mit dem Ganglion ist nicht mehr erhalten. Der Trochlearis selbst geht gespannt in schnurgerader Richtung durch das Bindegewebe, in seiner Nähe finden sich letzte unbedeutende Reste des mittleren Klumpens und der oberen unregelmäßig gestalteten Ansammlung von Ganglienleistenzellen, die aber

keine Verbindung zum Trochlearis zeigen, der ohne Schlingenbildung verläuft.

Ein dritter, 16 mm messender Embryo (XXXVIII 192) (Taf. 13 Fig. 8) zeigt ganz andre Verhältnisse. Auf der einen Seite ist am Grunde des G. Gasseri ein Strang vorhanden, dessen ziemlich zahlreiche Zellen schon im Begriff sind, Faserbildung vorzunehmen. Der Strang dringt in das Bindegewebe beträchtlich vor, bricht dann aber plötzlich ab. Nicht weit von seinem Ende zeigt sich noch ein ganz kleines Klümpchen isolirter Zellen, die aber keinen Anschluss nach irgend einer Seite finden. Beträchtlich weiter dorsalwärts stoßen wir auf einen sehr umfangreichen Klumpen, in den sowohl der zum Hinterhirn gehende Stamm des Trochlearis dorsal eintritt, wie auch verschiedene Ansätze zu Fortsatzbildungen gemacht werden, die aber gleich im Bindegewebe enden, während ventralwärts der peripherische Stamm des Trochlearis aus dem Klumpen hervorstößt, leider aber nicht weit verfolgt werden kann, zumal da er tiefer als sonst in der Höhle der Sattelkrümmung gelegen ist.

Auf der andern Seite (Taf. 13 Fig. 9) findet man keinen Strang mehr auf dem G. Gasseri, wohl aber einen großen Klumpen mitten im Bindegewebe mit einem beträchtlichen, dorsalwärts sich erstreckenden Ausläufer, welcher bereits Kettenfaserbildung aufweist, aber nach einer gewissen Entfernung plötzlich ein Ende nimmt. Dabei ist aber sein Verlauf etwas frontalwärts gekrümmt, und nicht weit von ihm läuft der eigentliche Trochlearis und zeigt einen ganz unbedeutenden Vorsprung nach hinten, welcher, verlängerte er sich, grade auf jenen Fortsatz des oben erwähnten Klumpens treffen würde: Grund genug, zu vermuthen, dass beide früher in Zusammenhang standen. Auch ventralwärts geht aus dem Klumpen ein freilich ganz kurzer Ausläufer hervor, bleibt aber ohne Verbindung im Bindegewebe liegen. Der Trochlearis selbst läuft vor diesem Klumpen in ziemlich gerader Linie, zeigt eine kleine Anschwellung mitten auf seinem Laufe, etwas dorsaler gelegen als jener Klumpen, und spaltet sich dicht hinter demselben in zwei Äste, dessen vorderen ich nicht auffinden, dessen hinteren ich noch eine geraume Strecke im Bindegewebe verfolgen kann; über beider weiteres peripherisches Verhalten vermag ich nichts zu berichten.

Bei dem Embryo XXXIX 689 von 17 mm Länge treffen wir auf folgende bemerkenswerthe Verhältnisse, die sich am peripherischen Verlauf des Trochlearis zeigen (Taf. 12 Fig. 7). Der Stamm verläuft einfach und in ziemlich gerader Richtung vom Kleinhirn her

bis zur Mitte seiner Gesamtlänge; dort gabelt er sich in zwei Äste, deren vorderer etwas stärker erscheint. Beide Äste verlaufen eine ziemlich große Strecke gesondert, dann nähern sie sich einander, und plötzlich gewinnt erst der hintere eine beträchtlichere Breite, gleich darauf aber auch der vordere, dann spalten sich beide, ihre kleineren Zweige verbinden sich unter einander, es bildet sich sogar ein kleines Maschennetz, aus dem schmale Zweige frontalwärts von hinten und unten an den Bauch des *Obliquus superior* gelangen, wo sie erneut anschwellen und in dem Muskelbauch sich verzweigen. Von irgend welchen Klumpen oder sonstigen Ansammlungen von Ganglienleistenzellen ist keine Spur mehr erhalten.

Auf der andern Seite verläuft der Trochlearisstamm gleichfalls vom Hinterhirn ohne Unterbrechung bis zur Mitte seiner Gesamtbahn; dort spaltet er sich in zwei Äste, und man bemerkt in der Umgebung dieser Stelle noch einige Andeutungen zu Grunde gegangener Zellen (Taf. 12 Fig. 8). Die Äste laufen anfänglich etwas auseinander, danach nähern sie sich wieder und vereinigen sich in der Gegend des Orbital-Bindegewebes, um gleich darauf wieder auseinander zu weichen und getrennt auf den schon weit über den Augenball vorgerrückten *Obliquus superior* von oben, innen und hinten vorzurücken. Dort aber treffen sie auf Fasern von, wie es scheint, anderer Provenienz oder aber verbinden sich mit Resten, die sich mit dem *Obliquus superior* vorgeschoben haben und vielleicht von der Trigeminiplatte herkommen, als dieselbe noch intact war. Es finden sich nämlich auch auf dem Grunde des *G. mesocephalicum* zwei Fortsätze (Fig. 8a u. b) nach Art der früher schon beschriebenen; diese aber scheinen hier eine etwas weitere Entwicklung genommen zu haben, wie wir sie später bei den Squaliden bei der Entwicklung des *R. ophthalmicus minor* wiederfinden werden; es ist nicht unwahrscheinlich, dass mit diesem Fortsatz auch die maschenförmige Verbindung der Trochlearis-Zweige irgend etwas zu thun hat und einen Rest des *Ophthalmicus minor* darstellt, den wir sonst bei *Torpedo* in der Regel nicht mehr finden.

Während ein anderer Embryo von 17 mm (XXXIII 170) auf beiden Seiten den normalen, aus den verschiedenen complicirteren Vorstadien resultirenden Zustand eines Trochlearis-Stammes aufweist, der bis zur Hälfte seiner Bahn vom Chiasma aus als einfacher Strang verläuft, sich dann in zwei Äste spaltet, welche getrennt bis an den *Obliquus superior* verlaufen, aber nirgends mehr Reste der bestanden habenden Elemente der Hinterhirnplatte zeigt, finden sich bei einem andern

Embryo von 17,5 mm Länge folgende, sehr wesentliche Varianten. Ich beschreibe sie eingehend von jeder Seite vom Chiasma ausgehend.

Embryo XI 735 von 17,5 mm Länge zeigt ein normales Chiasma und davon ausgehend einen einfachen Trochlearis-Stamm, der aber schon auf seinem oberen seitlichen Abschnitt eine caudalwärts liegende ausgedehnte Schlinge besitzt, die vor der Mitte des Verlaufsgebietes wieder in den Stamm zurückläuft (Taf. 12 Fig. 1). Nach einer weiteren kurzen Strecke spaltet sich der Trochlearis in bekannter Weise in einen stärkeren vorderen und einen schwächeren hinteren Ast. Auf gleicher Höhe und Sagittalebene erkennt man einen caudalwärts verlaufenden schmalen Strang, welcher dorsalwärts im Bindegewebe endet, ventralwärts aber allmählich anschwillt und in einen an Umfang Schnitt für Schnitt zunehmenden Klumpen führt, der etwas oberhalb und zugleich frontalwärts von der Wurzel des *G. Gasseri* gelegen ist; sein Längsdurchmesser liegt senkrecht auf der Sagittalebene, er verschmälert sich allmählich und läuft in einen dicken Strang aus, der sich oberhalb der Mittelebene der jetzt fast verschmolzenen *G. Gasseri* und *mesocephalicum* in zwei Zweige theilt, welche noch auf ein Paar Schnitten divergirend verfolgt werden können, dann aber etwas vor dem Strange des *R. ophthalmicus superficialis major* inmitten des Bindegewebes verschwinden, d. h. nicht weiter auffindbar sind. Der eigentliche Trochlearis aber, der sich, wie erwähnt, in zwei Äste spaltete, zeigt an dem vorderen Aste eine kleine Anschwellung, danach laufen beide Äste in gewisser Entfernung von einander, treten sogar einmal durch eine quer ausgespannte Faser in Verbindung; gehen aber dann frontalwärts bis an den *Obliquus superior*, wo sie in einer nicht controllirbaren Weise endigen. Ob sie dabei mit den Endzweigen des vorherbeschriebenen Stranges, der aus dem großen Klumpen stammt, sich verbinden, konnte ich nicht feststellen — es ist aber nicht unwahrscheinlich, da jedenfalls der vordere dieser Endzweige sich direct gegen den nicht weit davon beginnenden Muskelbauch des *Obliquus superior* wendet.

Auf der andern Seite verläuft der Stamm des Trochlearis in gleich normaler Weise bis auf die Seite des Hinterhirns. Aber während die Sagittalschnitte ihn noch im Querschnitt auf dem dorsalen Theil desselben treffen, erkennt man schon innerhalb des Bindegewebes auf der unteren concaven Seite des Rautenhirns nicht weit von den hinteren Wurzelfasern des *Oculomotorius* einen blind endigenden,

mit allerhand Zeichen der Histolyse ausgestatteten nervösen Strang, der zu einem Zellklumpen anschwillt (Taf. 12 Fig. 2), aus welchem nach der entgegengesetzten Seite wiederum ein faseriger Strang hervorgeht, der sich dem nun auf lateralem Laufe abwärts sich erstreckenden Trochlearis einfügt, ohne ihn sichtlich zu verstärken. Hinter und unter diesem Zellklumpen finden sich noch zwei weitere Zellansammlungen, deren obere ohne irgend welche Faserbildung als Insel im Bindegewebe liegt, deren untere aber, sich allmählich verschmälernd, in einen Faserstrang ausläuft, der in gewisser Entfernung von dem auf dieser Seite nicht gegabelten Trochlearis verläuft, dann aber im Bindegewebe verschwindet, während der Trochlearis noch weiter bis in die Nähe des Obliquus superior zu verfolgen ist.

Bis zu dieser Größe der Embryonen habe ich die Untersuchung des Thatbestandes bei *T. ocellata* geführt, habe dann die Embryonen von 18, 22 und 28 mm MAYER 191, 192 und 201—203 (Taf. 12 Fig. 4) untersucht und bei den beiden ersteren noch Ganglienklumpen mit irregulären Ausstrahlungen von Faseransätzen gefunden, während der eigentliche Trochlearisstrang, sich gablig theilend, durch den Orbitalknorpel hindurch als starker Nerv zum Obliquus superior zieht. Bei dem größten Embryo, von 28 mm Länge und sehr beträchtlichem Fortschritt der Organisation, MAYER 224 und 225, sowie 248, habe ich keine Spur sporadischer Ganglien und Fasern mehr, dagegen einen beträchtlich an Dicke herangewachsenen, wiederum gablig den Orbitalknorpel durchsetzenden Trochlearisstamm gefunden. Weiter habe ich die Untersuchung nicht ausgedehnt; ob noch spätere Reste der Ganglien und ihrer Ausläufer vorkommen, lasse ich einstweilen dahingestellt; unmöglich oder auch nur unwahrscheinlich ist es nicht, aber die Deutung der Befunde würde ein solches Vorkommen nur dann beeinflussen, wenn die bisherigen Angaben nicht hinreichen sollten, die Natur dieser Ansammlungen von Ganglienleistenzellen als Reste wirklicher, ursprünglicher typischer, aber im Erlöschen begriffener Ganglien wahrscheinlich zu machen.

Zusammenfassung.

In allem Wesentlichen schließt sich der Befund bei Embryonen von *T. ocellata* an den von *T. marmorata* an, unterscheidet sich aber durch ein weniger häufiges Vorhandensein größerer, concentrirter

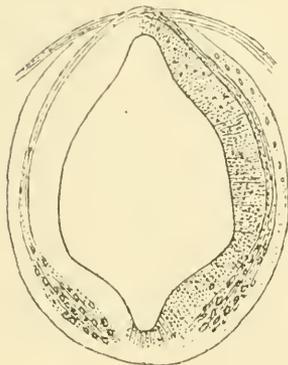
Ganglienreste bei gleichzeitiger Bildung einer bedeutenderen Zahl nach den verschiedensten Richtungen laufender Kettenfasern, die wir nachher als wesentlichsten Charakter der Trochlearisbildung bei Squaliden antreffen werden. Diese Kettenfasern sind zweifellos Producte des primären Trochlearis, wodurch sie sich von denen der Squaliden unterscheiden: bei letzteren entstammen sie sämmtlich dem Ophthalmicus minor. Ob sie Fibrillen bilden oder nur Scheidenelemente an die aus dem Chiasma hervorchwachsenden Trochlearisfasern bringen, soll hier nicht erörtert werden. Jedenfalls legt ihr Vorhandensein Zeugnis dafür ab, dass sich die Bildung des definitiven Trochlearis nicht in der einfachen Weise vollzieht, wie es bisher angenommen ward, sondern dass embryonale Complicationen bestehen, die auf früher bestanden habende Zustände deuten, deren phylogenetische Tragweite nicht verkannt werden darf.

3. Über die Chiasmabildung bei Torpedo-Embryonen.

FÜRBRINGER (Morph. Jahrb. 30. Bd. 1902 pag. 85 ff.) hat sich der Aufgabe unterzogen, die verschiedenen Auffassungen und Darlegungen zusammenzustellen, welche in der Literatur über das Trochlearis-Chiasma bisher zu Tage getreten sind. Da aber durch E. KALLIUS in den Ergebnissen d. Anat. u. Entw.-Geschichte Bd. 9 pag. 352 ff. die FÜRBRINGERSCHE Darstellung dieser Debatte eine hinreichende Reproduction gefunden hat, so kann ich mich darauf beschränken, hier nur einige wesentliche Punkte noch einmal zur Sprache zu bringen.

Seines noch heute in den weitesten Kreisen der Nerven- und Gehirnforschung geltenden Standpunktes halber beginne ich mit der Auffassung von W. HIS, welche in dem grundlegenden Aufsätze »Zur Geschichte des Gehirnes sowie der centralen und peripherischen Nervenbahnen beim menschlichen Embryo« (Abh. d. Math.-Physik. Classe d. kgl. Sächs. Ges. d. Wiss. 14. Band pag. 365 ff.) niedergelegt ist. HIS sagt vom Trochlearis: »Seine Wurzel lässt sich vom Orte des Austritts aus durch die dicht hinter dem Mittelhirn liegende Kreuzungsstelle hindurch als scharf umgrenztes Bündel in die Seitenwand des Rohres hineinverfolgen, und ihre Fasern kommen aus einem Kern hervor, welcher der centralen Hälfte angehört, der somit als ein Vorderhirnkern aufzufassen ist.« Auf derselben Seite weiter unten heißt es: »Sämmtliche Fasern motorischer Gehirnuerven entspringen als Achseneylinderfortsätze aus Man-

telschichtzellen der Grundplatte des Gehirns.« Nebenbei wiederhole ich die Textfigur, die His gibt.



(His l. c. pag. 365 Fig. 25.)

His lässt also den Trochlearis von Ursprungszellen in der Grundplatte auswachsen, in die Innenplatte dorsalwärts vordringen und dorsal austretend ihren Weg zum Obliquus superior einschlagen. Dabei kreuzen sich die Fasern, indem jede, ihre im dorsalen Theile des Isthmus eingeschlagene Wachstumsrichtung fortsetzend, nothwendiger Weise in das andre Antimer gerathen und darin fortwachsend zum Obliquus superior der andern Seite gelangen muss. Hiermit ist die Anschauung ausgedrückt, welche wohl als in den weitesten Kreisen geltend erscheint.

Auf Grund ähnlicher Anschauungen behandelt MARTIN (Die erste Entwicklung der Kopfnerven bei der Katze. in: Östr. Monatschrift f. Thierheilkunde Wien 15. Jahrg. Nr. 8 1890) das Problem des Chiasma, und da seine Darstellung von der Kreuzung dieser Fasern bislang die eingehendste war, so wird es sich lohnen, sie hier in ihren wesentlichen Theilen zu wiederholen, um festzustellen, wie weit sie zutrifft, event. wo ihre Fehler liegen.

MARTIN lässt (l. c. pag. 344) den Oculomotorius und Trochlearis bei Katzen-Embryonen von 7 mm Gesamtlänge gemeinschaftlichen Ursprung haben; ihm zufolge besitzen beide Nerven sowohl eine dorsale wie eine ventrale Wurzel. Die dorsale Wurzel ist noch im Zusammenhange mit dem eben geschlossenen »Gehirnbläschen«, als eine »einschichtige Zelllage in einer Breite von 6 Zellen«, die aber mit der Anlage des Ganglion Gasseri nicht mehr im Zusammenhange steht. Nach MARTIN soll diese Wurzel an einer Stelle des Gehirns liegen, die nach MIHALKOVICZ (Entw.-Gesch. d. Gehirns) Taf. I Fig. 5 bei *rth* zu suchen sei. Wenn das wirklich die Stelle ist, so hat MARTIN offenbar einen Theil der Zwischenhirn-Ganglienleiste, nicht aber der Hinterhirn-Ganglienleiste vor sich gehabt, und wenn er später dieser »Ganglien« noch öfter erwähnt, so handelt es sich entweder um Reste des N. thalamicus von Miss PLATT (die ja auch bei Seelachtern nicht selten sind), oder er hat in aufeinander folgenden Stadien verschiedene Producte der Ganglienleiste vor sich gehabt.

Merkwürdiger aber klingt, was bei der Beschreibung der »ventralen« Wurzel mitgetheilt wird, denn er lässt bei dem 3,25 mm Nackensteißlänge, aber 7,00 mm Gesamtlänge messenden Embryo eine ganze Reihe von Oculomotorius- und Trochlearis-Fasern »von Neuroblasten der ganzen Seitenwand der Gehirnbläschen« ausgehen. »Man sieht auch hier aufs deutlichste, dass die Fasern Ausläufer des Zelleibes der Neuroblasten bilden, sie lassen sich zwischen 4—10 der umliegenden Mesodermzellen hindurch verfolgen und sind auf dieser Stufe dicker als später.« Ob bei einem 7 mm messenden Katzen-Embryo schon Oculomotoriusfasern zu Stande gekommen sind, wage ich nicht zu entscheiden, da ich das Object nicht kenne; wenn aber MARTIN die vordersten dieser vermeintlichen Fasern ohne Weiteres zum Trochlearis rechnet und sie auf seinem schematischen Bilde von dorsal gelegenen Neuroblasten des andern Antimeres ausgehen lässt, so möchte ich diese ganze Darstellung in Quarantäne setzen, um so mehr, als MARTIN folgende Beschreibung von einem 4 mm Nackensteißlänge messenden Embryo gibt (l. c. pag. 347): »Dicht hinter der Grenze des Mittelhirnes und Zwischenhirnes findet sich die Anlage einer dorsalen und ventralen Wurzel. Die der dorsalen Wurzel besteht in einem, aus wenigen, sich aber deutlich von der Umgebung abhebenden Zellen zusammengesetzten Ganglion, an welchem ich keine Spur von Nervenfaserbildung erblicken kann, das dagegen auf der linken Seite noch deutlich erkennbar mit dem Epithel des Gehirnbläschens in Berührung steht; auch rechts liegt es demselben dicht an.« Dies scheint in der That eines der Hinterhirn-Ganglien zu sein, wie wir sie oben bei beiden Arten von *Torpedo* als Producte der Trigeminiplatte oft genug nachweisen konnten. MARTIN fährt dann aber fort: »die ventrale Wurzel liegt nur wenig tiefer als dieses Ganglion; ich kann sie in einer Dicke und Länge von ca. 100 μ verfolgen. Aufs sicherste lässt sich an ihr die Entwicklung von Nervenfasern aus den Neuroblasten des Gehirnbläschens nachweisen; aus den äußersten Epithelzellen sieht man aufs schärfste lange Fäden hervorgehen, welche vereinzelt sich zwischen den Mesodermzellen der Umgebung hindurchwinden, aber nicht senkrecht zur Achse der Gehirnoberfläche, sondern in sehr schiefer Richtung nach vorn gegen die Augenblase zu: sie halten also jetzt schon vollkommen ihre spätere Richtung ein. Manche dieser feinen Fäserchen lassen sich auf eine Länge von 7—8 der umliegenden Mesodermzellen verfolgen, ohne Zweifel gehen sie aber dem Auge un-sichtbar noch weiter.«

Auf pag. 348 fährt MARTIN folgendermaßen fort: »Der Trochlearis hat sich vom Oculomotorius getrennt, sowohl sein Ganglion, als seine ventrale Wurzel. — Die Lage der dem Nerven Ursprung gebenden Neuroblasten ist eine völlig dorsale; sie entspricht der späteren Lage des Trochleariskernes. Während wir aber später einen gekreuzten Verlauf seiner Wurzelfasern haben, ist hier eine Kreuzung nur durch einige Fäserchen angedeutet, die Hauptmasse der Fäden nimmt ihren Anfang in Epithelzellen derselben Seite. Beim Oculomotorius konnte ich die Fasern von ihrer Austrittsstelle aus dem Gehirnepithel nur etwa bis zur Mitte der Wanddicke verfolgen, hier aber finde ich Neuroblasten in den tiefsten Lagen und an der Naht des Gehirnbläschens, von denen sich die Fasern durch 10 bis 15 Zelllagen des Gehirnepithels und noch durch ebensoviele des umgebenden Mesoderms verfolgen lassen. An dem der peripheren Nervenfasern gegenüberliegenden Ende der Zellen kann ich hier mit Bestimmtheit nur bei einzelnen centripetale Fortsätze nachweisen; die meisten Neuroblasten schneiden nach dieser Richtung in rundlicher Linie ab. Bei mehreren jedoch ist das Vorhandensein solcher Fasern außer allem Zweifel.«

Dann erwähnt MARTIN auch von diesem zweiten Embryo das Vorhandensein eines »Trochlearis-Ganglion«, und dass es in späteren Embryonalstadien verschwinde.

(Ich wiederhole hier die von MARTIN gegebenen Abbildungen, da die Arbeit nicht Jedermann leicht zugänglich ist.)

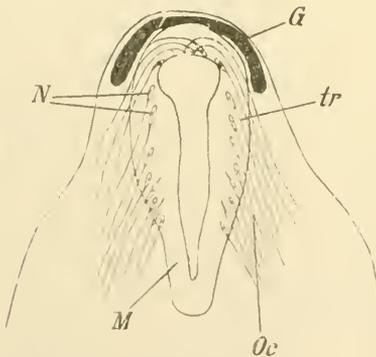


Fig. III. Schema der gemeinschaftlichen Anlage des Trochlearis und Oculomotorius. *M.* Medullarrohr. *N.* Neuroblasten. *Oc.* Oculomotorius. *tr.* Trochlearis theil der ventralen Wurzel. *G.* Ganglienleiste. (l. c. pag. 345.)

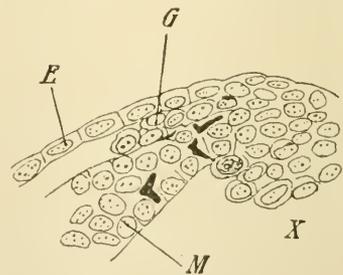


Fig. IV. Trochlearisganglion vom Katzenembryo 3,25 mm Nackensteißlänge. *M.* Medullarrohr. *G.* Ganglienleiste. *X.* Zellen an der Ventralnaht. *E.* Ectoderm. Die schwarzen Zellen zwischen den Epithelien des Medullarrohrs sind Wandzellen (?). (l. c. pag. 345.)

Was nun die einzelnen Theile der MARTINSchen Beobachtungen und ihre Deutung anlangt, so interessirt zunächst der Nachweis dieses Trochlearis-Ganglions auch bei den Säugethieren. Bedenken dagegen erregt die Beschreibung der »ventralen« Wurzeln. Wie weit eine Vermischung mit Oculomotorius-Wurzeln stattgefunden habe, kann ich nicht aus der Beschreibung, noch weniger aus der allzu schematischen Abbildung entnehmen, halten es aber nicht für unmöglich, dass MARTIN wirklich die ersten Fasern des Trochlearis gesehen habe. Wenigstens macht die Abbildung V pag. 349 den Eindruck, als gäbe sie einen Stand der Dinge wieder, der sich mit den von mir an Hunderten von Selachier-Embryonen festgestellten Verhältnissen decken könnte.

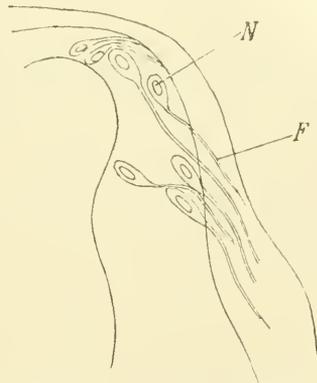


Fig. V. Neuroblasten der Trochleariswurzel vom Embryo 4 mm Länge. *N.* Neuroblasten. *F.* Nervenfasern. (l. e. pag. 349.)

Jedenfalls aber lässt MARTIN's Beschreibung mit Sicherheit als seine Ansicht erkennen, dass anfänglich keine oder nur ganz wenig gekreuzte Fasern vorhanden sind, die Hauptmasse derselben vielmehr ihren »Anfang in Epithelzellen derselben Seite nehme«. Das zeigt auch die oben copirte Abbildung auf S. 349.

Auf pag. 355 heißt es dann von einem Embryo von 8 mm (Nackensteißlänge): »Das Trochlearisganglion ist nicht mehr vorhanden. Die motorische Wurzel zeigt noch wenig gekreuzte Fasern.« Weiter von einem Embryo von 10 mm: »Der Trochleariskern hat sich noch nicht gesondert.« Damit schließen die Beobachtungen.

Auf pag. 390 heißt es dann, nach Erörterung der Angaben früherer Forscher: »Wir sehen nun bei unseren Embryonen, dass die Hauptmasse der Trochlearisfasern auf derselben Seite entspringt und nur ein kleiner Theil derselben aus Neuroblasten der entgegengesetzten Seite hervorgeht. — Eine andre Frage ist: was wird aus den ungekreuzten Fasern? Verwandeln sie sich durch Faserbildung der Neuroblasten am entgegengesetzten Pol und Verbindung der Fasern mit Zellen der entgegengesetzten Seite in gekreuzte, oder werden sie von den ursprünglich aus Neuroblasten der gekreuzten Seite entstehenden Fasern verdrängt, oder bleiben vielleicht noch dauernde Reste davon übrig? Mir scheint am wahrscheinlichsten,

dass die ursprünglich nur spärlichen gekreuzten Fasern später durch ihre zunehmende Menge die ungekreuzten vollständig verdecken.«

Weitere Beobachtungen über das Zustandekommen des Chiasma sind mir nicht bekannt geworden — was an Vermuthungen geäußert worden, enthält der FÜRBRINGERSCHE Aufsatz.

Ich gebe nun im Folgenden einige der von mir bei Embryonen beider *Torpedo*-Arten, hauptsächlich aber an *T. ocellata* gemachten Beobachtungen und bemerke von vornherein, dass die Größe der Embryonen nicht durchaus maßgebend ist für den Zeitpunkt des Auftretens des Chiasmas: manchmal ist es schon bei Embryonen von 13, ja sogar von 12 mm Länge in der Ausbildung begriffen, manchmal findet es sich noch nicht einmal bei solchen von 15 mm Länge. Bei *T. marmorata*-Embryonen, die meist größer sind, als die von *T. ocellata*, habe ich es bei 13—14 mm Länge in eben begonnener Anlage gefunden.

T. ocellata 12 mm XL 51, V 5 ff. Es findet sich grade über dem Medullardach des Hinterhirns, wo später das Chiasma erscheint, noch ein Klümpehen von Ganglienleistenzellen. Es sind aber noch keine Anfänge zur Faserbildung zu erkennen, auch nicht in den seitlich vom Medullarrohr liegenden Klumpen von Ganglienleistenzellen.

T. ocellata 12 mm XL 12 II₁ (Taf. 14 Fig. 1). Dieser Embryo zeigt, wie von beiden Seiten Ganglienleistenzellen auf das Medullardach hinauf wachsen; die Kerne dieser Zellen sind langgestreckt und liegen im Plasma quer über den Zellen des Medullardaches, so z. B. auf Schnitt II 5 in der Mitte (Fig. 1 a) und II 6 rechts (Fig. 1 b). Auf Schnitt II 6 links sieht man eine Faser einlaufen, in der drei Kerne eingebettet liegen (Fig. 1 c), aber außerhalb des Daches. II 7 rechts zeigt einen Strang zahlreicher langgestreckter Zellen (Fig. 1 d), aus denen wohl demnächst eine Anzahl Fasern über das Medullardach hinüber wachsen sollten; auch der folgende Schnitt II 8 lässt noch Ähnliches erkennen. Quer durch das Medullardach laufende eigentliche Trochlearis-Fasern fehlen noch.

T. ocellata 12 mm XL 994 (Taf. 14 Fig. 8—10). Am Medullarrohr sieht man bereits mehrere — vielleicht 3 oder 4 — Fasern an der Stelle des Chiasma das aus einfachen Epithelzellen bestehende Dach durchsetzen (Fig. 8 a), auch einige Kerne oder Reste von solchen sind bemerkbar. Auf der linken Seite liegt aber außerhalb und oberhalb des Medullardaches eine einzelne, isolirte Faser (Fig. 8 b). Das Stück derselben, welches auf dem Schnitt I 14 zu

sehen ist, zeigt keinen Kern; es macht den Eindruck einer wellig gebogenen Röhre, doch ist ihre Gestalt nicht rund, sondern, wie man durch Heben und Senken des Tubus constatiren kann, im Querschnitt länglich oval, mit zugespitzten Enden. Auf dem vorhergehenden Schnitt sieht man ein etwas kürzeres Stück derselben Faser, gleichfalls ohne Kern, auf Schnitt 12 ein längeres, wiederum ohne Kern. So kann man noch auf drei weiteren Schnitten diese Faser verfolgen, immer ohne Kern, dann aber folgt ein Schnitt mit deutlichem, der Faser anliegendem Kern (Fig. 8 *c*), und auf dem Schnitt I 7 sieht man sogar drei längliche Kerne in Zusammenhang mit dieser Faser, und diese Kerne unterscheiden sich durch die Färbung¹ des sie umgebenden Plasmas deutlich von denen des umliegenden Mesoderms und geben sich dadurch als Abkömmlinge der Ganglienleiste zu erkennen. Auf Schnitt I 3 sieht man zwei dieser Ganglienleistenzellen, oder deren langgestreckte Kerne, und kann auf das deutlichste constatiren (Fig. 9 *a* und *b*), dass beiden ein Stück dieser platten, bandartigen Faser zugehört, oder dass ihr Plasma sich zu einem Theil dieser Faser umgestaltet hat. Und an diesem Theil der Faser kann man besonders gut die bandartige, auf dem Querschnitt lang-ovale Gestalt derselben erkennen, denn zwischen beiden Kernen dreht sich die Faser halb um sich selber und zeigt dabei ihr Profil: wäre sie rund, so würde es kein Profil geben; aber da sie bandförmig platt ist, nur in der Mitte etwas gewölbt, so erscheint das Profil sehr schmal und verbreitert sich nach beiden Enden, wo die Faser wieder flach liegt. Auf das deutlichste erkennt man an solchen isolirten Fasern, dass ihre Kerne innerhalb ihres Plasmas liegen, und dass dies Plasma in ihrer Umgebung allerlei Differenzirungen andeutet.

T. ocellata 12 mm XL 28. Es besteht bereits ein deutliches Chiasma, dessen Breite ca. 15—17 μ beträgt, also etwa aus 4 bis 6 Fasern besteht, die von einer Seite zur andern laufen. Die Fasern laufen quer über die das Medullardach bildenden Epithelzellen weg, ja, sie scheinen dieselben abzuplatten resp. auseinander zu drängen, ohne sich mit ihnen zu vermischen. Oft hat man den Eindruck, als wenn einzelne Medullardachzellen durch die über und neben ihnen quer dahinziehenden Fasern des Chiasma aus ihrer natür-

¹ Leider ist seit der Zeit der Niederschrift dieser Beobachtungen die Färbung sehr gewichen, so dass es jetzt beim Druck nicht leicht ist, diese Angaben zu kontrolliren.

lihen Position verschoben, ihre Kerne zerdrückt würden — denn innerhalb der Chiasmafasern sieht man Bruchstücke ehemaliger Kerne, eine Erscheinung, der wir noch öfters begegnen werden. An dem vorliegenden Embryo ist besonders bemerkenswerth, dass man nur auf der rechten Seite 1 oder 2 Fasern aus dem Chiasma hervordringend bemerkt, die man nicht weit verfolgen kann.

T. ocellata 13 mm XL 55 (Taf. 14 Fig. 2—4). Dieser Embryo ist in halb quer halb horizontal eingestellter Richtung geschnitten worden, um bei der bereits fortgeschrittenen Gehirn- und Kopfbeuge den Isthmus und seine Theile möglichst in einem Querschnitt zu fassen, der parallel dem Laufe des späteren Trochlearis geht. Das Chiasma ist offenbar eben im Begriff, sich zu bilden, und man trifft das Medullardach noch in unverfälschter Gestalt. Die Seitenwände des Isthmus bestehen aus dicht aufeinander gedrängten, senkrecht zum Medullar-Canal gerichteten Zellen, die in 6—7fachen Reihen über einander liegen; außen ist eine dünne Schicht weißer Substanz (Randsehleier, Hrs) gelagert. Wo die Seitenwände sich zum Dach umbiegen, nimmt die Schichtenzahl der sie bildenden Zellen langsam ab, bis sie grade in der Mitte nur 1—2 Zellen stark erscheinen. Der Randsehleier geht nicht über das Dach fort, vielmehr ist das letztere scharf begrenzt gegen das darüber lagernde Mesenchym, und die Kerne der Dachzellen reichen dicht an diese scharfe Grenzlinie heran. Die Kerne der mittelsten Dachzellen sind sogar etwas schräg gestellt, aber mit ihrer Achse nach der andern Seite gerichtet — so dass diese Achsen sich über dem Dach kreuzen müssten, dünne man sie sich verlängert. Und so ist denn die Mitte des Daches, wo sich die beiden Medullarwülste zum Rohre zusammenlegen, auch zugleich die dünnste Partie des Rohres. Verfolgt man nun die Schnitte vom Mittelhirn her gegen das Hinterhirn zu, so tritt plötzlich auch auf dem Dach, wo sie bisher fehlte, weiße Substanz auf, bei Schnitt I 7 auf der rechten Seite; zugleich aber ist dieser Anfang dadurch ausgezeichnet, dass zwei lange cylindrische Kerne dieser »weißen Substanz« angelagert sind, und dass sie den Eindruck zweier quer über den Dachzellen liegender Fasern macht, die noch dazu mit ähnlichen langen Fasern mit cylindrischen Kernen dicht neben dem Medullardach in Zusammenhang stehen (Fig. 2). Auf dem folgenden Schnitt I 8 sieht man diese faserige weiße Substanz auch auf der linken Seite, auf der rechten aber liegen noch einige Kerne außerhalb des Medullardaehs, die offenbar demselben Faserstrange zugehören (Fig. 3). Auf Schnitt 9 liegen beiderseits Faserstücke

und längliche Kerne über den beiden Seiten des Daches, und in der Mitte schlingelt sich eine wellenförmig gebogene Faser von einer Seite zur andern, deren Conturen so scharf sind, dass sie nicht mit irgend welchen Mesoderm-Bildungen verwechselt werden kann (Fig. 4). Auf der rechten Seite findet sich wieder außerhalb des Medullarrohrs, im Zusammenhang mit den eben geschilderten Dachfasern, eine Anzahl inmitten plasmatischer Fasergebilde liegender länglicher Kerne, die nach den Seiten gerichtet verlaufen und den proximalen Theil des Trochlearis bilden. Auf dem folgenden Schnitt 10 ist von der »weißen Substanz« des Daches nichts mehr zu sehen, rechts aber setzt sich der Trochlearisstrang inmitten des Mesoderms weiter fort, links sind nur wenige Kerne zu erkennen, die höchst wahrscheinlich auch dem linken Trochlearis-Material zugehören.

T. ocellata 13 mm XL 5 (Taf. 14 Fig. 6). Das Bild gleicht dem vorhergehenden. Auf beiden Seiten liegen wenige flache cylindrische Kerne dem Medullardach auf, aber nur auf einem Schnitt 18 sieht man »weiße Substanz« quer über das Dach ziehen und kann wiederum constatiren, dass dieselbe faserartig gestaltet ist und mit den von beiden Seiten aus dem Mesenchym auf das Medullardach gerichteten Zellsträngen in Zusammenhang steht.

T. marmorata 14 mm XXI 377. Der Embryo, obwohl etwas größer als die vorigen von *T. ocellata*, entspricht doch demselben Stadium, und man sieht deutlich, wie auch hier das Medullardach keine eigne weiße Substanz aufweist, und nur die Schnitte, welche zugleich quer über dem Dach einige lange cylindrische Kerne aufweisen, auch eine dünne Schicht weißer Substanz erkennen lassen, welche aber auf Schnitt 11 6 rechts deutlich in gefaserte Stränge übergeht, die im Mesenchym liegen und mit Leichtigkeit lateral- und ventralwärts bis zu Zellansammlungen der Ganglienleistenproducte verfolgt werden können. Auf Schnitt 8 und 9 sieht man auch von der linken Seite deutlich getrennte Fasern dem Medullardach auf- und eingelagert, so dass gleichzeitig von beiden Seiten das Chiasma und der Ursprung des Trochlearis hervortreten. Die Frage bleibt offen: was bedeuten die Kerne, welche den Fasern angelagert sind? woher stammen die Fasern selbst?

T. ocellata 14 mm XL 978 (Taf. 14 Fig. 7). Der Embryo ist strict horizontal geschnitten, wodurch der Isthmus nicht als Querschnitt, sondern als Schrägschnitt erscheint. Auf beiden Seiten finden sich kernreiche Stränge neben dem Medullardach und durchsetzen dasselbe mit ziemlich breiter, aber faseriger Schicht, innerhalb

welcher mehrere längsgerichtete Kerne liegen, zu welchen die des Daches selbst senkrecht lagern. Die Kerne der eigentlichen Medullardachzellen erscheinen oft wie abgeschnitten, als ginge eine scharfe Schnittlinie quer über sie weg. Man sieht dasselbe an vielen Embryonen; es ist die Folge der quer das Dach durchziehenden Fasern des Trochlearis, welche die Dachzellen bei Seite drängen oder sich auf sie drauf legen. Ihre Ränder bewirken dann das Bild dieser Abgeschnittenheit der Dachzellen. Man kann Kerne und Fasern bis an die Reste der seitlich lagernden Ganglienleistenklümpchen verfolgen.

T. ocellata 15 mm XL 17 (Taf. 14 Fig. 5). Dieser Embryo ist ganz besonders bemerkenswerth. Trotzdem er 15 mm lang ist, zeigt er doch kaum eine Spur »weißer Substanz« auf dem Dach des Isthmus, wo die normalen Medullarzellen in Schichten von 2 bis 3 Zellen durch die ganze Länge desselben gleichmäßig gelagert sind. Auf beiden Seiten aber finden sich im Mesenchym Fasern mit langen, cylindrischen Kernen versehen und münden im Dach des Isthmus. Bei Schnitt II 4 sieht man links diesen Strang sich der convex gekrümmten Partie des dorsalen Isthmus bereits anlagern, ja eine Zelle liegt schon oben auf dem Dach; auf Schnitt 5 sind mehrere Kerne auf dem Dach zu erkennen, welche möglicherweise auch schon diesen Strängen angehören. Ebenso lässt Schnitt II 7 solche lange cylindrisch erscheinende Kerne, mit Faserstücken verbunden, auf dem Dache erkennen; Schnitt II 8 aber zeigt eine wellig gebogene, ganz deutliche Faser so über das Medullardach hinwegziehend, dass zwischen ihr und dem Dach noch ein beträchtlicher Zwischenraum besteht. Mit der Faser verbunden finden sich drei langgestreckte Kerne. Diese Faser zieht von der einen Seite zu der andern, ohne auf diesem Wege das Medullardach zu berühren. Auf beiden Seiten des Medullarrohrs findet man die üblichen Klümpchen von Ganglienleistenzellen.

T. ocellata 15 mm XL 41. Auch auf diesem 15 mm messenden Embryo ist noch kein fest umschriebenes Chiasma zu finden, wohl aber liegt auf Schnitt I 12 eine Faser mit mehreren Kernen dem Medullardach dicht auf. Das Bild ist aber nicht so deutlich, wie bei früher beschriebenen Fällen.

Soweit lasse ich das vor 3 Jahren niedergeschriebene Manuscript unverändert in den Druck gehen — die darauf folgenden

Abschnitte aber, welche Beobachtungen über weitere Differenzirungen der Trochlearisfasern, des Chiasmas und der in den vorhergehenden Abschnitten beschriebenen ganglienartigen Reste der Trigeminiplatte enthielten, habe ich unterdrückt, nachdem es gelungen war, durch eine von Dr. PATON angewandte Methode eine wirksame Fibrillenfärbung bei den jüngsten Embryonen vorzunehmen, welche eine sehr viel eindringendere Erkenntniß der entscheidenden Prozesse der Trochlearis-Entwicklung vermittelt, als die bisher angewandte Conservirung und Färbung gestattete.

Die Resultate, welche mittelst dieser neuen Methode bereits gewonnen sind, lassen hoffen, dass eine umfassende Anwendung derselben auf ein noch ausgedehnteres Material für eine Anzahl zweifelhaft gebliebener Punkte auch der *Torpedo*-Entwicklung noch Entscheidungen bringen werden: es ist wünschenswerth, die Untersuchungen noch weiter auszudehnen und das nächstjährige Material an *Torpedo*-Embryonen mit der PATON'schen Methode zu behandeln, ehe die weitere Beschreibung der Chiasmabildung erreicht wird; die Vergleichung mit den Ergebnissen der Sublimat-Behandlung wird über die Natur der Zellketten, die Betheiligung derselben am Aufbau des Trochlearis und über die Natur der Trochlearis-Ganglien wahrscheinlich neue Aufschlüsse geben, wie sie uns vielleicht auch über den Ursprung der eigentlichen Trochlearis-Fasern ins Klare bringen wird.

III. Der Trochlearis bei Squaliden.

1. *Mustelus laevis*.

Wie bei *Torpedo*-Embryonen ist auch bei *Mustelus* das eigentliche Mittelhirn auf den Seiten frei von Zellen der Ganglienleiste: die Producte der Zellwucherungen, welche auf der Rückennaht des Mittelhirns ihren Ausgang nehmen, gleiten theils nach vorn, theils nach hinten um die sich hervorwölbenden Seitentheile derselben herab. Die nach hinten sich wendenden Zellen verbinden sich mit den durch die Hirnbeuge nach vorn vorgeschobenen Theilen der Trigeminiplatte, so dass es aussieht, als wüchse letztere von hinten nach vorn, d. h. gegen die jetzt schon durch den Bogen der Hirn- und Kopfbeuge in Umrollung begriffene Vorderhirn- und Augengegend zu; durch dieses Vordringen der Hinter- und Mittelhirnplattenzellen wird die spätere Bahn, die uns aus den Schilde-

rungen bei *Torpedo* bekannte Commissur zwischen G. Gasseri und G. mesocephalicum und das letztere selber gebildet. Die dahinter liegenden breiteren Theile der Trigemiusplatte liefern das G. Gasseri, und aus den zackenförmig auf den Rücken des Hinterhirns reichenden Verbindungssträngen entsteht ein Theil des Wurzelgebiets des G. Gasseri und die Bahn des primären Trochlearis.

So weit gleicht die Anlage der Trigemiusplatte von *Mustelus* im Großen und Ganzen derjenigen von *Torpedo*; in ihrer weiteren Ausbildung aber stellen sich beträchtliche Unterschiede ein. Von vornherein ist die Anlage bei *Torpedo* massiger, während sie bei *Mustelus* netzartig auftritt — auch ist die Zellmasse der Mittelhirnganglienleiste bei *Torpedo* sehr viel umfangreicher als bei *Mustelus* — das tritt auch in dem späteren Größenunterschiede des G. mesocephalicum bei beiden Gruppen sehr stark in die Erscheinung: bei *Torpedo* ist dasselbe sehr beträchtlich, bei *Mustelus* dagegen ganz klein und geht fast völlig im G. Gasseri auf. Vor dem auf die Rückennaht des Hinterhirns reichenden Strange des primären Trochlearis finden sich die starken Einsenkungen des Ectoderms, die wir schon in der 25. Studie bei *Torpedo* kennen lernten; vor diesen wiederum liegt in ziemlich massiver Gestalt der vorderste Theil der Ganglienleiste, welcher von oben und von hinten die Augenanlage des Vorderhirns umgreift (Taf. 19 Fig. 1). Auch zwischen dem Theil der Trigemiusplatte, aus welchem das G. Gasseri hervorgeht, und dem vorderen strangförmigen Zacken, welchem später die Bahn des primären Trochlearis entspricht, bilden sich dieselben Einsenkungen des Ectoderms, die wir in gleicher Lage bei *Torpedo* fanden — und ebenso finden wir einen beträchtlichen Strang von Ganglienleistenzellen vom hintersten Theil der Trigemiusplatte hinter die Mandibularhöhle herabsteigend, die Anlage der späteren R. maxillaris inferior und superior.

Fassen wir die Veränderungen ins Auge, welche gegenüber dem erwähnten Embryo von 4—5 mm Länge ein solcher von 6—7 mm darbietet (XXVIII 621), so bemerken wir nicht nur eine bedeutend stärkere Entwicklung der Hirn- und Kopfbeuge, sondern müssen auch constatiren, dass die einzelnen Componenten des Vorderkopfes gegen einander ihre Position verändert haben. Während z. B. das Medullarrohr und die einzelnen Hirnabschnitte in Länge und Breite sich mehr ausgedehnt haben, schieben sich die auf beiden Seiten daneben befindlichen Partien der Ganglienleiste mehr zusammen und concentriren sich in der Gegend des späteren G. Gasseri, dessen

Haupttheil sogar mehr caudalwärts gleitet, als bei dem vorher beschriebenen Embryo. Die Hirnbeuge nähert das Vorderhirn mit der an Breite zunehmenden Augengegend und dem späteren Infundibulum der Unterseite des Rautenhirns, die Einbuchtung der Kopfbeuge, aus welcher nachher die Hypophyse hervorgeht, wird dadurch immer tiefer und enger, und die Ausdehnung der dazu gehörigen Theile des Vorderkopf-Ectoderms wird von vorn nach hinten verringert, verlängert und vertieft sich aber in der Richtung nach der Sattelbeuge zu. Dies hat für die Gestaltung der Ganglienleiste und ihrer Derivate die Folge, dass sich das Ganglienleisten-Material des gesammten Vorderkopfes, soweit es nervöse Bildungen producirt — diese Einschränkung ist erforderlich wegen der beträchtlichen Mesectoderm-Massen, welche sich in den Kieferbogen und um Nase und Auge herum ausbreiten —, wesentlich in der Anlage des *G. Gasseri* concentrirt, welches einen Stern mit drei Strahlen bildet, die indess nur nach oben, vorn und unten gerichtet sind, nicht nach hinten. Der obere Strahl, also der primäre Trochlearis, geht am Hinterhirn entlang bis auf die Spitze des späteren Isthmus, wo er eine ansehnliche Platte von Ganglienleistenzellen bildet, die sich dort sogar noch erhalten, wenn — wie wir bald sehen werden — der Strahl selber sich auflöst, und die ihn bildenden Zellen in der Diaspora des Mesenchyms verschwinden. Die Spitze des Isthmus mit dem Rest der Ganglienleistenzellen ist, — wie wir schon bei *Torpedo* erfahren — zugleich die Localität, an der sich das Chiasma des Trochlearis bildet, und wo Hinterhirn und Mittelhirn an einander grenzen. Dieser Strahl schließt also den ganzen dorsalen Bezirk der Trigemiusplatte des vorher beschriebenen Embryo von 4—5 mm ein, aus welchem Bezirk außer dem Zapfen zum späteren Isthmus auch ein anderer constanter Zapfen dahinter auf die Höhe der Rückenmaht des Rautenhirns ging, dessen Reste wir später in den vorderen halb rudimentären Wurzelsträngen das *G. Gasseri* wiederfinden. Die Rückseite des oberen Strahls entspricht also der dorsalen Ursprungspartie der gesammten Trigemiusplatte. Ebenso entspricht die Vorderseite dieses oberen Strahls der dorsalen Ursprungspartie derjenigen Theile der Trigemiusplatte, die, z. Th. aus Mittelhirn-Elementen herstammend, das *G. mesocephalicum* bilden. Dadurch, dass die Spitze dieses Strahls immer an der ursprünglichen Hirnmaht liegen bleibt, zieht sich dieser Strahl mit dem vorwärts gerichteten Wachstum des Hirnröhres aus; gleich-

zeitig aber wird durch die immer stärker werdende Kopfbeuge die Distanz zwischen Rautenhirn und Vorderhirn, — die ja ursprünglich eine fast gestreckte Linie bildete — sehr verringert, so dass die anfänglich ziemlich ausgedehnte, wenn auch schon frühzeitig concav gekrümmte, dorsale Grenzlinie der Mittelhirn-Ganglienleiste sich außerordentlich verkürzt, und das aus ihrem Material sich hervorbildende G. mesocephalicum unter Verkürzung der dazwischen liegenden, von *Torpedo* her uns sattsam bekannten »Commissur« dicht an das G. Gasseri heranrückt, ja sogar später fast völlig in ihm aufgeht.

Dieses G. mesocephalicum mit seiner Fortsetzung, dem sog. N. ophthalmicus profundus, bildet den mittleren, nach vorn gerichteten Strahl des Sterns, dessen Körper das G. Gasseri bildet. Die obere Begrenzung dieses mittleren Strahls entspricht der dorsalen Ursprungslinie der ganzen Mittel-, Zwischen- und Vorderhirn-Ganglienleiste, so weit sie von Hause aus bis an den Neuroporus sich anlegte, aber frühzeitig von der Rückennaht lateral hinab rückte. Wie viele, ursprünglich in die entsprechenden Hirn-Abtheilungen sich begebenden »Wurzel«stränge des G. mesocephalicum und des N. ophthalmicus profundus vorhanden gewesen sein mögen, ehe diese von Hause aus wahrscheinlich metamerisch selbständig gewesenen Ganglienleiste-Abschnitte sich ihrer Selbständigkeit bis zu dem Grade begaben, um als Theilstücke des G. Gasseri oder von ihm ausgehende peripherische Nerven zu erscheinen, soll hier auch nicht einmal hypothetisch angedeutet werden: die Grenze der Aufgaben dieser »Studie« ist mit dem G. mesocephalicum gegeben, das nur gelegentlich und zur Aufklärung der den Trochlearis betreffenden Complicationen in dieser Darstellung einbegriffen werden muss. Ebenso bleibe auch unerörtert, welche und wie viel peripherische Nerven von diesen hypothetischen Ganglien des Zwischen- und Vorderhirns (bis zur Neuroporus-Grenze!) ausgegangen und welche Vertheilung sie gehabt haben mögen: diejenigen aber, welche zur Sphäre des G. mesocephalicum gehörten, werden in der bereits erwähnten Arbeit des Dr. GAST über den Oculomotorius bald nach dieser Studie publicirt werden.

Der dritte Strahl endlich, der untere, enthält das Material der Trigeminiplatte, welches sich zur Bildung des N. maxillaris inferior und superior zusammenzieht, deren Beziehungen zu einander und zu den übrigen Componenten des Vorderkopfes, speciell der Mandibular-, Mund- und Augen-Region indess hier auch nicht

weiter discutirt werden sollen. Nur so viel sei noch angedeutet, dass in die Fasermasse, aus welcher der Maxillaris inferior besteht, sogar Zellderivate des G. mesocephalicum eingehen — als Beweis, wie breit von Hause aus die Basis gewesen sein muss, die in phylogenetisch zurückliegenden Zeiten die Componenten des Maxillaris inferior zu ihrer Verfügung hatten — woraus denn weiterhin folgen dürfte, wie breit ihr peripherer Verbreitungsbezirk gewesen sein muss, ehe sie zu dem jetzt scheinbar einfachen N. maxillaris inferior zusammengedrängt wurden.

Es wäre nun angezeigt, auch hier auf die Verhältnisse der Ectoderm-Einsenkungen einzugehen, welche bereits in der Schilderung der *Torpedo*-Embryonen (pag. 180ff.) berührt wurden, da sie sich bei allen Selachiern vorfinden; aber die Gründe, diese Erörterung aufzuschieben, bis eine ins Detail gehende Darstellung der Entwicklung und Differenzirung des Facialis-Acusticus gegeben werden kann, gelten auch hier, trotzdem gerade bei Squaliden Verhältnisse vorliegen, die eine solche Erörterung sehr wünschenswerth erscheinen lassen, infolge der heillosen Verwirrung, welche in der Auffassung und noch mehr in der Nomenclatur der für diese Vorderkopf-Gegend wichtigen Nerven besteht. Es hat sich zwar ALLIS in ausführlicher und sorgfältiger Arbeit (The lateral sensory canals, the eye-muscles and the peripheral distribution of certain of the cranial nerves of *Mustelus laevis*. in: Q. Journ. Micr. Sc. (2) Vol. 45 1901 pag. 87—236) der Mühe unterzogen, hier einige Ordnung zu stiften. Das ist ihm aber nur bis zu gewissem Punkte gelungen, da seine Untersuchung sich nicht auf die jüngsten Embryonen ausgedehnt und den Ariadnefaden phylogenetischer Ermittlungen nicht gefasst hat, der in dem Labyrinth von Stämmen, Ästen und Zweigen des Ophthalmicus profundus, des Ophth. superficialis p. major und p. minor, des N. buccalis, maxillaris inferior und superior etc. — kurz all der an dieser durch Verschiebungen und Umlagerungen sowohl wie durch Reductionen und Neu-Verknüpfungen so außerordentlich verwickelten Region allein zum Ziele führen kann.

Eine solche Arbeit aber bedarf unter allen Umständen einer vorhergehenden Klärung der grundlegenden Fragen nach der Zahl, Lagerung und dem functionellen Schicksale der Metameren des Vorderkopfes und besonders auch der hier behandelten Gegend des Hinterhirns und der von ihm nervös abhängigen Mandibularhöhle und ihrer Derivate, zu denen namentlich auch der M. obliquus superior mit dem ihn innervirenden Trochlearis gehört. Die dabei

erarbeiteten Resultate werden Grundlagen auch für eine kritisch tiefergreifende Behandlung all der eben angedeuteten Probleme liefern — und so wende ich mich zu der weiteren Darlegung der an Embryonen von 8 und mehr Millimetern zu beobachtenden Entwicklungsphänomene der Trigemiusplatte und, soweit sie in das Gebiet derselben eingreift, auch der Mittelhirnplatte, d. h. des G. mesocephalicum zurück.

An einem Embryo XXIX 968 von 8 mm Länge, der sagittal geschnitten ist, beobachtete ich das Folgende. Das G. Gasseri hat noch keine Wurzelfasern gebildet, liegt vielmehr dem Medullarrohr noch locker an; seine Gestalt ist trapezförmig; ventralwärts geht der dicke, untere Strahl, aus dem der Maxillaris inferior hervorgeht, zwischen und außen von der III. Kopfhöhle und der Mandibularhöhle ab: er interessirt uns hier nur in zweiter Linie. Wichtiger ist der zweite Strahl, welcher aus dem oberen Abschnitte der Vorderwand des G. Gasseri frontalwärts läuft und dabei mit schmaler, bereits Fasern enthaltender Bahn dicht über der oberen Wandung der Mandibularhöhle in leichtem Bogen zum G. mesocephalicum gelangt, welcher unterhalb der ectodermalen Vertiefung liegt, welche oben bereits beschrieben und von *Torpedo* im ersten Abschnitt (pag. 181) erwähnt ward. Auch in dem G. mesocephalicum ist eine Faserbahn in der Richtung auf das G. Gasseri nach hinten und des späteren Ophthalmicus profundus nach vorn bereits deutlich ausgebildet — eine Faserbahn, die also senkrecht auf der des später erscheinenden Oculomotorius verläuft. Diese Faserbahn nannte ich bereits oben die Commissur zwischen G. Gasseri und G. mesocephalicum, und erinnere hier daran, welche Rolle dieselbe bei *Torpedo* spielte, wie von derselben dorsalwärts stabförmige Fortsätze ausgingen, welche in vielen Fällen Verbindungsbahnen mit den bei *Torpedo* nachgewiesenen Ganglienleistenklumpen resp. Trochlearis-Ganglien bildeten.

Auch bei *Mustelus laevis* finden wir solche stabförmige Fortsätze, freilich meist nur einen, und zwar ist dieser nichts anderes, als der bei den jüngeren Stadien beschriebene erste oder obere Strahl d. h. der primäre Trochlearis, der von der das spätere G. Gasseri darstellenden Trigemiusplatte dorsalwärts zum Isthmus verläuft. Bei dem vorliegenden Embryo geht er auch mit breiter Basis pyramidenförmig von der Commissur als Grundlage ab, zieht schräg von innen nach außen und scheint sich auf seiner distaleren Partie etwas abzuwenden und den Versuch zur Bildung eines Klümpchens zu machen,

wie wir es von *Torpedo* kennen gelernt haben. Eine Verbindung mit dem Isthmus existirt nicht mehr, auch findet sich über dem Isthmus bei diesem Embryo kein Rest irgendwelcher Ganglienleistenzellen, wie wir ihn so häufig bei *Torpedo* nachweisen konnten.

Auf der andern Seite desselben Embryo sehen wir etwas andre Verhältnisse. Der erste oder obere Strahl der Trigeminusplatte ist in zwei getrennte Abschnitte zerfallen, deren einer latero-dorsalwärts als Klumpen ganz nach Art von *Torpedo* gefunden wird, während der untere Abschnitt ebenso wie auf der andern Seite als stabförmiger Fortsatz mit breiterer Basis der Commissur in der Nähe des G. Gasseri aufsitzt. Es ist nicht schwer zu verstehen, dass diese beiden jetzt getrennten Partien ursprünglich zusammengehörten und den primären Trochlearis vorstellen. Auf dieser Seite des Embryo fängt das G. Gasseri eben an, eine hintere innere Wurzel und eine vordere obere, äußere zu bilden. Der stabförmige Fortsatz geht hinter der ectodermalen Seiten-Vertiefung über dem G. mesocephalicum von der Commissur zu letzterem ab; der obere, isolirte Klumpen liegt oberhalb dieser Vertiefung — eine topographische Situation, die uns späterhin wichtige Fingerzeige zur richtigen Erfassung der Trochlearisbildung geben wird.

Bei einem andern, gleichfalls 8 mm Länge messenden Embryo XXIX 966 und 67 finden wir Varianten des eben beschriebenen Zustandes, die uns z. Th. noch näher zu den von *Torpedo* bekannten Zuständen hinführen. Auf der einen Seite finden wir genau wie bei dem eben beschriebenen Embryo einen stabförmigen Fortsatz auf der Commissur, der aber bereits näher dem G. Gasseri selbst gelegen erscheint (somit also der herkömmlichen Auffassung eines vom G. Gasseri entspringenden Ramus dorsalis entspricht) und in noch ununterbrochenem, wenn auch sehr ungleichmäßigen Dickendimensionen aufweisendem Zusammenhange bis auf die Höhe des Isthmus verläuft, aber dabei nicht auf die Dorsalseite des Medullarrohrs hinaufreicht. Auf der andern Seite fehlt es gänzlich an einer stabförmigen Fortsatzbildung auf der Commissur: wohl aber findet sich seitlich oberhalb der ectodermalen Seiten-Vertiefung ein großer, oval gestalteter Klumpen von Ganglienleistenzellen, der den ganzen Rest des oberen Strahls der aus der Hinterhirnplatte hervorgegangenen Bildung darstellt. Auch bei diesem Embryo findet man dorsal vom Isthmus keinerlei Reste der Ganglienleiste.

Sehr erwähnenswerth gegenüber den eben dargestellten Befunden erscheint es nun, dass bei einem 7 mm messenden Embryo

XXIX 964 sieht eine wichtige Variante zeigt. Bei diesem Embryo sieht man den primären Trochlearis auf Schnitt II 5 und 6 noch deutlich als einen besonderen Theil der Trigeminusplatte mit der Außenseite des G. Gasseri in Zusammenhang stehen und bemerkt an seiner vorderen unteren Seite einen Fortsatz, welcher sich gegen die davor, aber proximalwärts gelegene Commissur richtet; auf derselben befindet sich dorsal ein ähnlicher Fortsatz, der aller Wahrscheinlichkeit nach mit jenem in einem Zusammenhang stand, der jetzt gelöst ist. Dieser Fortsatz auf der Commissur liegt aber näher dem G. mesocephalicum als dem G. Gasseri und somit vor dem Ursprungsort des normalen stabförmigen Fortsatzes, wie wir ihn bei den vorstehend beschriebenen Embryonen von 8 mm Länge fanden. Es erweist sich also, dass auf der Commissur noch andre Zusammenhänge mit dem oberen Strahl der Trigeminusplatte bestanden haben dürften — und damit gewinnen wir einen weiteren Vergleichspunkt mit den Verhältnissen bei *Torpedo*. Wir werden diese zweite Verbindung wieder erwähnen, wenn wir die Beziehungen zwischen Ophthalmicus minor und den distalen Zweigen des Trochlearis auseinandersetzen haben.

Zu erwähnen ist nur, dass bei diesem 7 mm messenden Embryo in nächster Nähe der dorsalen Theile des Isthmus ein Klümpehen Ganglienleistenzellen gefunden wird, — somit auch dieser Parallelzustand mit *Torpedo* vorkommt.

Bei einem 9 mm messenden Embryo XXIX 970 findet sich auf der einen Seite auf der Commissur, in beträchtlicher Entfernung vom G. Gasseri, ein letzter Rest des stabförmigen Fortsatzes als pyramidenförmige dorsale Bildung, welche aber keinerlei nachweisbare Verbindung mit einem weit dorsal und lateral gelegenen Ganglienleistenzellklumpen mehr hat, der, wenn nicht in der Nähe des Isthmus, doch nicht weit unterhalb gefunden wird. Auf der andern Seite findet sich, dicht neben dem Isthmus, ein kleines Klümpehen von Ganglienleistenzellen, während von der Commissur, grade zwischen G. Gasseri und G. mesocephalicum, ein stabförmiger Fortsatz ausgeht, der, ohne beträchtliche Anschwellungen zu bilden, dorso-lateralwärts in die Höhe steigt, aber nicht weit über die ectodermale Vertiefung der Seitenorgane hinausreicht.

Der 9 mm messende Embryo XXIX 972 zeigt bereits eine wesentliche Verkürzung der Commissur, so dass der von ihr ausgehende stabförmige Fortsatz fast schon vom G. Gasseri selbst abzugehen scheint. Er erstreckt sich nicht weit hinauf — aber in der Ver-

längerung seiner Richtung liegt auf der Höhe des Medullarrohrs, aber lateral, eine beträchtliche Ansammlung von Ganglienleistenzellen. Auf der andern Seite besteht keine Spur des stabförmigen Fortsatzes mehr, dagegen eine beträchtliche ovale Masse von Ganglienleistenzellen als Rest des oberen Strahls.

Ein 10 mm langer Embryo XXIX 974 lässt nun schon wesentliche Veränderungen erkennen, besonders eine Verkürzung und Verdickung der Commissur zwischen G. Gasseri und G. mesocephalicum. Diese Verkürzung geht gleichzeitig mit einer Zunahme des letzteren an Volum vor sich, welche Zunahme zunächst wesentlich auf das Conto seiner äußeren Zellen kommt. Dieselben nähern sich nämlich fortgesetzt der ectodermalen seitlichen Vertiefung, legen sich ihr schließlich an und scheinen sich auf eine Verbindung mit cylindrisch gewordenen Zellen derselben vorzubereiten — ähnlich wie es bei den Verbindungen des Ophthalmicus superficialis major und Buccalis mit dem Ectoderm geschieht, aus welcher Verbindung später das ganze, zu diesen Nerven gehörige Schleimcanalsystem hervorgeht, dessen Entwicklung von mir erneut bearbeitet, aber an anderer Stelle näher erörtert werden soll.

Während also das G. mesocephalicum an Umfang zunimmt, verkürzt sich die zwischen ihm und dem G. Gasseri bestehende Commissur, mit andern Worten, die beiden Ganglien fangen an, sich einander zu nähern. Durch diese Verkürzung der Commissur rückt natürlich auch der auf ihr sich befindende stabförmige Fortsatz, der dorsale Rest der Trigeminiplatte, näher an das G. Gasseri heran, das sich derweil freilich ebenso vergrößert hat wie das G. mesocephalicum. Durch diese Vergrößerung und die Verkürzung der Commissur geräth die letztere auf die obere Partie des G. Gasseri und mündet in dasselbe so ein, als gingen ihre Fasern direct in Wurzelfasern des G. Gasseri über, ohne erst das Ganglion selbst zu durchziehen. Der stabförmige Fortsatz sitzt mit breiter Basis der Commissur auf und erstreckt sich als ein ziemlich solider Zapfen dorso-lateralwärts bis über die ectodermale seitliche Vertiefung hinaus; dort aber hört er plötzlich auf, weitere abgelöste Reste in der Nähe des Medullarrohrs oder des Isthmus werden auf dieser Seite nicht gefunden, lassen sich aber auf der andern nachweisen, so dass auch hier wieder die charakteristische Ungleichheit der beiden Antimeren in die Erscheinung tritt.

Während das G. mesocephalicum aber einen eignen, freilich rudimentär bleibenden Schleimcanal-Nerven anlegt — dessen Zellen

später als Placoden im Vorderkopf ihr Wesen treiben — geschieht etwas Ähnliches auch an *G. Gasseri* selbst. Wir sehen nämlich an dem vorliegenden 10 mm langen Embryo 974 II 13—15 eine Wucherung von Zellen aus der oberen, vorderen und äußeren Ecke des *G. Gasseri* sich gegen das Ectoderm bewegen, das hier noch eine ähnliche Vertiefung zeigt wie die, aus der das cylindrische Epithel für den abortirenden Schleimeanal des *G. mesocephalicum* sich entwickelt. Zu einer vollgültigen cylindrischen Umformung dieser hinteren, d. h. caudalwärts von der für das *G. mesocephalicum* bestimmten Partie der ectodermalen Vertiefung kommt es aber nicht¹⁾, vielmehr legt sich die vorwärts wachsende Wucherung des *G. Gasseri* einfach unter die wie eine schmale Rinne nach innen gerichtete Vertiefung und wächst unter sie, ihre innere Fläche von beiden Seiten langsam umgreifend. Auf 974 III 2 sieht man sogar unter dem am tiefsten nach innen vorspringenden Kiel dieser ectodermalen Rinne den bereits Fasern bildenden Anfang eines besonderen Nerven.

Auch auf der andern Seite sieht man den von derselben Stelle des *G. Gasseri* ausgehenden Anfang eines Nerven, der an diese nach hinten gerichtete rinnenförmige Verlängerung der Sinnesorgan-Einsenkung gebildet wird, über seine weiteren Schicksale sollen wir bald unterrichtet werden. Es ist wichtig zu betonen, dass dieser entstehende Nerv nicht mit dem stabförmigen Fortsatz zu verwechseln ist, welcher von der Commissur zwischen *G. Gasseri* und *G. mesocephalicum* als letzter Rest des oberen Strahls der Trigeminiplatte erhalten bleibt und oben beschrieben ward. Beide Bildungen be-

¹⁾ Dass solche Beziehungen des *G. Gasseri* zu einer Schleimeanal-Anlage nicht zu den Unmöglichkeiten gehören, beweist ein auf Taf. 20 Fig. 8 abgebildeter 14 mm langer Embryo von *Scyl. canicula*, bei dem der Ophthal. major nicht zur Ausbildung gelangt ist; statt eines finden sich zwei besondere Äste des *G. Gasseri* im Zusammenhang mit je einer Anlage eines Schleimeanal-Organs. Wenn auch dieser Embryo als eine Monstrosität angesehen werden kann, so sind doch solche Monstrositäten oft genug nur atavistische Fingerzeige. Die Rolle der Facialis-Gruppe mit ihren über den ganzen Vorderkopf greifenden Ästen ist schwerlich anders zu verstehen, denn als die eines Collectors der Seitenorgane des Vorderkopfes, ebenso wie der Lateralis schwerlich anders begriffen werden kann, als dass er den Collector der sensorischen Organe des Rumpfes bildet, die wahrscheinlich in früheren phylogenetischen Stadien metamerisch von den Rückenmarksganglien innerviert wurden. Die Concentration dieser Sinnesorgane ist eben ein großer Organisationsfortschritt gegenüber der ursprünglichen metamerischen Wiederholung.

stehen gleichzeitig, die eine lateralwärts, dicht am Ectoderm, die andere mehr nach innen, mitten im Mesenchym.

Ein anderer Embryo von 10 mm Länge XXIX 977 zeigt Eigenthümlichkeiten, die mich nöthigen, auch die Verhältnisse des *G. mesocephalicum* und der von ihm ausgehenden Nerven wenigstens oberflächlich zu streifen. Die oben erwähnte Verbindung des *G. mesocephalicum* mit dem vertieften Theil des Ectoderms, aus welchem Sinnesorgane hervorgehen sollen, wird eine sehr bestimmte, so dass ein Fortsatz des *G. mesocephalicum* zu Stande kommt, der sich mit ziemlich breiter Fläche dem Ectoderm anlegt, dessen Zellen derweil durchaus cylindrisch geworden sind. Ob auch Zellen des Ectoderms selbst sich an der Bildung dieses Zusammenhanges zwischen ectodermaler Sinnesorgan-Anlage und *G. ciliare* betheiligen, bleibt indess zweifelhaft, wenn es auch an mehr als einem Embryo so aussieht, als ob eine freie Wucherung des Ectoderms und ein Heraustreten von Zellen seiner inneren Schichten sowohl in den Verlauf des Verbindungsstückes zwischen *G. mesocephalicum* und Ectoderm als auch außerhalb desselben frei ins Mesenchym stattfände. Ich erwähne diese Verhältnisse hier nur ganz cursorisch, da Dr. GAST ausführlich in seiner Abhandlung über die Entstehung des Oculomotorius und ich selbst an andrer Stelle bei der bereits erwähnten erneuten Bearbeitung des Schleimeanal-Nervensystems auf dieselben zurückzukommen gedenke.

Dieses Verbindungsstück des *G. mesocephalicum* mit ectodermalem Sinnes-Epithel gewinnt aber mehrfache Bedeutung auch für die Verhältnisse des Trochlearis. Im Verlauf der weiteren Entwicklung des Ectoderms trennt sich dies Verbindungsstück vom *G. ciliare*, nachdem sich schon bei dem vorliegenden 10 mm Embryo die Verbindung verschmälert hat; der zu beträchtlicher Ausdehnung herangewachsene Verbindungsstrang löst sich auch vom Ectoderm ab und wird schließlich als freie Placode oder — wenn er sich vorher schon getheilt hat — als mehrere Placoden im Mesenchym vorgefunden, oft genug in Faserzusammenhang mit den distalen Trochlearis-Zweigen oder mit Ansläufern des Ophthalmicus minor. Wir werden weiter unten derlei Beziehungen genauer beschreiben.

Wie aber dieses abortirende Schleimeanal-Nervensystem — denn um ein solches handelt es sich — des *G. mesocephalicum* Beziehungen zum Trochlearis gewinnt, so stellen sich auch gelegentliche Beziehungen

zwischen einigen Faserbahnen des G. mesocephalicum, welche eigentlich zum Oculomotorius gehören, zu denen des Trochlearis in so fern her, als Fasern von der Gasseri-mesocephalicum-Commissur ausgehen und ins Innere des Sattelraums laufen, durch welches später die Bahn des Oculomotorius sich erstreckt. In diesem selben Raum sehen wir auch die allmählich sich auflösenden Zellen des primären Trochlearis sich sammeln, in ihn auch die Faserbildungen des stabförmigen Fortsatzes sich erstrecken. Und so erhalten wir durch dieses Zusammentreten auch gelegentliche Faserverbindungen zwischen Oculomotorius und dem System der distalen Trochlearis-Zweige, den Ästen und Zweigen des Ophthalmicus minor, von dem wir weiter unten genaue Kunde geben werden.

Der vorliegende Embryo 977 nöthigte mich zu diesem Excurse, weil wir schon bei ihm einen Fall beobachten können, wo ein kleiner Faserzug von derselben Stelle der Commissur, von welcher der stabförmige Fortsatz dorso-lateralwärts ausgeht, gegen die eben sich entfaltende Bahn des Oculomotorius hinstreckt, somit also eine frühzeitige Verbindung dieser nervösen Bahnen aufweist (977 III 6 und 7).

Der stabförmige Fortsatz fehlt bei diesem Embryo, vielleicht ist sein Zellmaterial grade in diesen, zum Oculomotorius hin gerichteten Faserstrang aufgegangen. Wohl aber existiren zwei Ganglienleisten-Zellklumpen dorso-lateralwärts, der eine auf der Höhe des Medullarrohrs, also in der Nähe des Isthmus, der andre, größere etwas tiefer. Beide erinnern lebhaft an die kleineren Klümpchen von *Torpedo*, zeigen aber bereits deutliche Spuren der Auflösung.

Auf der andern Seite ist ein stabförmiger Fortsatz noch vorhanden und reicht wiederum bis über die seitliche Ectoderm-Vertiefung hinaus. Dorso-lateralwärts weit davon entfernt findet sich nur ein Klümpchen gleichfalls in Auflösung begriffener Ganglienleistenzellen.

Der von der oberen, äußeren und vorderen Ecke des G. Gasseri ausgehende, beginnende Nervenast, auf den wir nun unsre Aufmerksamkeit concentriren wollen, ist bei diesem Embryo auf beiden Seiten in der Entwicklung zurückgeblieben, nur einzelne Zellen zeigen an, dass sich aus ihnen Fasern bilden sollen.

Im Gegensatz zu diesem Embryo zeigt ein 11 mm messender XXIX 979 einen wesentlichen Fortschritt in der Ausbildung dieser Fasern. Um aber diesen Zustand richtig zu verstehen und seine weitere Entfaltung zu begreifen, muss noch vorher bemerkt werden,

dass mit dem weiteren Fortschreiten der Gesamt-Entwicklung sowohl, wie auch besonders der Hirn- und Kopfbeuge eine Zusammendrängung, wie des *G. Gasseri* und des *G. mesocephalicum*, so auch des *G. Gasseri* mit dem *G. facialis* und den beiden dazu gehörigen gangliösen Köpfen des *Ophthalmicus superficialis major* und des *Buccalis* stattfindet, so dass diese ganze Ganglienmasse sich sehr auf einander drängt. Aus dem oberen, vorderen, äußeren Winkel des *G. Gasseri* geht jetzt schon ein Faserstrang hervor, der sich unmittelbar an das benachbarte Ectoderm anlegt, grade so, als sollte daraus ein sensorischer Schleimcanalnerv hervorgehen. Auch entspricht eine Differenzirung der Ectodermzellen¹⁾, die sich grade an dieser Stelle befinden, diesem Sich-Anlegen der Nervenfasern: sie gestalten sich cylindrischer, als ihre Nachbarn, wenn sie auch nicht bis zu dem Grade den Charakter der Sinnesorgan-Zellen annehmen, wie es bei dem, dem *G. mesocephalicum* anliegenden, schließlich zwar auch abortirenden Sinnesorgan-Abschnitt des Ectoderms der Fal ist. (Bei XXIX 982 II 10—12 findet sich sogar ein kleines Zellhäufchen, das wie eine rudimentäre Placode oberhalb des *G. Gasseri* dem Ectoderm anliegt.) (Taf 19 Fig. 3.)

Bei diesem selben Embryo ist auf der einen Seite von dem ganzen oberen Strahl der Hinterhirnplatte nur noch ein sehr verschmälerter stabförmiger Fortsatz übrig geblieben, der grade in derselben Sagittalebene verläuft, in welcher die äußerste Vertiefung der seitlichen Ectoderm-Einstülpung sich findet. Von weiteren Resten der Trigeminusplatte ist wenigstens nichts wahrzunehmen. Auf der andern Seite hat sich der stabförmige Fortsatz von der *Gasseri-mesocephalicum-Commissur* abgelöst, aber der Fortsatz selbst ist noch vorhanden und reicht gleichfalls in das Innere des Sattelraums hinein. Dort findet man auch ein kleines Klümpehen von Zellen, die offenbar als ein isolirter Rest des primären Trochlearis anzusehen sind; ein andres, sich auflösendes Klümpehen liegt dorsalwärts dem Ectoderm an, auf der Höhe des Medullarrohres.

Bei einem andern Embryo von 11 mm Länge, XXIX 983, sind die Verhältnisse durchaus ähnlich, sowohl was den Nerven angeht, dessen Anlage an der oberen Außenkante des *G. Gasseri* geschieht, wie was die allmähliche Reduction des oberen Strahls der Trigeminusplatte betrifft. Betonen möchte ich freilich, dass schon jetzt in dem Sattelraum und zwar grade auf der Höhe der nach innen

¹⁾ Vergl. oben pag. 252 Anmerkung.

am weitesten eindringenden Ectoderm-Vertiefung eine Concentration des Mesenchyms stattfindet, die sich durch dichtere Zusammensetzung der Kerne kennzeichnet. Auf der andern Seite findet man in Auflösung begriffene Reste der Trigeminiplatte dem sich vertiefenden Ectoderm angelagert, auch von dem stabförmigen Fortsatz sind solche dünnen Überreste vorhanden, die bis in das sich verdichtende Mesenchym des Sattelraums reichen.

Ein Embryo von 12 mm Länge, XXIX 987, lässt eine weitere Differenzirung der von der äußeren oberen Kante des G. Gasseri ausgehenden Nerven erkennen. Diese Differenzirung besteht in einer Spaltung der Anlage: ein Theil geht nach vorn, der andre dorsalwärts nach oben. Um aber die Topographie dieser sich immer mehr complicirenden Gegend genauer festzustellen, ist es nöthig, hervorzuheben, dass allmählich das große Facialis-Ganglion dem G. Gasseri oder beide einander immer näher rückt, und dass die Fasern des Ophthalmicus superficialis major sich über dem G. Gasseri in und durch das Ectoderm nach vorn vorgeschoben haben, zunächst bis an die seitliche Einsenkung des Ectoderms. Dieser immer mächtiger werdende Faserstrang gewinnt besondere Bedeutung für die topographischen Verhältnisse der von der Vorderkante des G. Gasseri ausgehenden Nerven — in welchen, um es gleich hier zu sagen, der Beginn des Ophthalmicus minor zu sehen ist —, da sich beide fast durchgehend neben einander entwickeln, die dorsalwärts gehenden Äste des O. minor aber den O. major mehrfach kreuzen (Taf. 19 Fig. 4).

Die Annäherung der Ganglien der Facialisgruppe an das G. Gasseri entspricht auch der weiter zunehmenden Verkürzung der Gasseri-mesocephalicum-Commissur, so dass das Letztere immer näher an das G. Gasseri heranrückt. Bei dem vorliegenden Embryo sieht man noch einen Rest des stabförmigen Fortsatzes, der hier aber eben wegen der Verkürzung der Commissur aus dem G. mesocephalicum selbst hervorgegangen zu sein scheint: eine kleine knopfförmige Anhäufung seiner Zellen noch unterhalb des Laufes des O. major ist wahrzunehmen — damit endet der Fortsatz. Andre Reste des primären Trochlearis konnte ich nicht erkennen.

Auf der andern Seite desselben Embryo findet sich aber noch höher hinauf eine Ansammlung ähnlicher Zellen, etwas oberhalb des O. major-Stranges, aber natürlich näher der sagittalen Mittelebene des Körpers: von dieser Ansammlung geht noch ein von plasmatisch ausgezogenen Zellen gebildeter Strang bis dicht vor den oberen Rand des G. mesocephalicum, steht aber mit demselben, resp. der

durch Verkürzung in ihm aufgegangenen Commissur kaum mehr in Verbindung. Die Anlage des O. minor an der oberen Außenkante des G. Gasseri entwickelt auf dieser Seite besonders den unter dem O. major dorsalwärts ziehenden Ast.

Ein anderer 12 mm messender Embryo, XXIX 799, zeigt auf beiden Seiten noch eine beträchtliche Ansammlung von Ganglienzellen in der Nähe des Ectoderms auf der Höhe des Medullarrohres, auf der einen Seite einen sehr beträchtlichen stabförmigen Fortsatz, der bis tief in den Sattelraum hinein noch zu verfolgen ist, während auf der andern Seite keine Spur davon übrig geblieben zu sein scheint. Der O. minor ist auf beiden Seiten nur als einfacher Auswuchs vom G. Gasseri an das benachbarte Ectoderm zu sehen.

Bei dem 14 mm langen Embryo XXIX 769 (der aber in seiner Entwicklung den Stadien von 12 mm gleicht) zeigt sich auf beiden Seiten eine Variante bei dem Abgange des O. minor: ein Strang geht von dem vorderen äußeren Winkel des G. Gasseri ab, ein anderer aber von dem hinteren oberen Winkel, so dass beide gesondert an das Ectoderm sich begeben und dann erst unter sich Verbindungen eingehen. Ein starker stabförmiger Fortsatz erstreckt sich von der noch ziemlich ausgedehnten Commissur ins Innere des Sattelraums auf der einen Seite; auf der andern ist er fast geschwunden (Taf. 19 Fig. 5).

Ein anderer Embryo von 14 mm ist offenbar weiter entwickelt als der vorhergehende, denn die Zusammendrängung der drei Vorderkopf-Ganglien-Complexe ist viel beträchtlicher; von einem stabförmigen Fortsatz ist nichts zu sehen, wohl aber ist die Anlage des O. minor weiter gegen die seitliche Ectoderm-Einstülpung entwickelt und hat auch den Faserstrang des O. major auf dessen Innenseite gekreuzt. Diese Anlage ist auf der einen Seite von Hause aus, d. h. schon vom G. Gasseri aus, in zwei Theile getheilt; auf der andern geht sie als ein Strang ab, theilt sich aber bald danach.

Ein dritter Embryo von 14 mm, XXIX 997, zeigt den stabförmigen Fortsatz auf der einen Seite mit doppelter Wurzel auf der Commissur; die vordere derselben greift in den Bereich des G. mesocephalicum herein. Auf der andern, 1000 III 10, findet sich sogar mitten in dem noch ziemlich weit gestreckten stabförmigen Fortsatz eine dreieckige Platte, welche ein durchaus plasmatisches Ansehen hat, als wäre sie eine große Ganglienzelle, von welcher ein auf das G. mesocephalicum zu gerichteter Ausläufer abgeht, der dasselbe

aber, wie es scheint, nicht mehr erreicht, oder dessen Zusammenhang mit ihm bereits gelöst ist.

Ein Embryo von 14,5 mm, XXIX 1016, zeigt den O. minor auf der einen Seite (Taf. 19 Fig. 7) besonders in seinem dorsalaufwärts steigenden Ast fortgeschritten, der bis in die Gegend des eingestülpten seitlichen Ectoderms vordringt. Dagegen fehlt der stabförmige Fortsatz. Auf der andern (Taf. 19 Fig. 7) Seite ist der untere Ast des O. minor, der dem O. major parallel läuft, stärker entwickelt. Ein Rest des stabförmigen Fortsatzes besteht hier noch, geht aber unmittelbar vom Körper des G. mesocephalicum ab, welches indess bereits so nah an das G. Gasseri herangertückt ist, dass es fast als ein Stück des letzteren erscheint; die ursprünglich zwischen beiden bestehende Commissur ist so gut wie geschwunden.

Der 15 mm messende Embryo XXIX 1002 zeigt auf beiden Seiten noch weniger entwickelte Verhältnisse als der vorhergehende Embryo. Die Commissur besteht noch, ebenfalls Reste des stabförmigen Fortsatzes. Vom O. minor ist der dorsalwärts gerichtete Zweig stärker entwickelt.

Embryo XXIX 1009 von 16 mm Länge dagegen lässt die Concentration der drei Ganglien-Complexe stärker ausgeprägt sehen. Der O. minor ist auf beiden Seiten beträchtlicher geworden und läuft in seinem Hauptstrange unter dem O. major auf dessen Innenseite, während sein dorsaler Zweig unter dem O. major in den Sattelraum hineinläuft. Vom stabförmigen Fortsatz ist nichts mehr zu sehen.

Gleiche Zustände zeigt ein anderer Embryo von 16 mm Länge, XXIX 1021, und ein dritter, XXVIII 759.

Bei einem Embryo von 17 mm, XXVIII 682, accentuirt sich wiederum der getrennte Ursprung der beiden Äste des O. minor vom G. Gasseri, so dass beide neben einander, aber nicht von einander ihren Lauf beginnen, der eine oberhalb, der andre unterhalb des O. major, wobei freilich gelegentliche Verbindungen beider Äste innerhalb des Laufes des O. major beobachtet werden. Das findet indess nur auf der einen Seite statt, auf der andern entspringt der obere, dorsalwärts gerichtete Ast vom unteren, nicht direct vom Ganglion.

Ein Embryo von 18 mm XXVIII 721 macht es nothwendig, hervorzuheben, dass das Ganglion des O. superficialis major nun schon beträchtlich über das G. Gasseri und — wenn auch in andrer, weiter seitlich gelegenen Sagittalebene — bereits über das G.

mesocephalicum hinausragt, welches seinerseits fast schon als ein integrirendes vorderes, oberes Stück des G. Gasseri erscheint. Und so geht der O. minor vom G. Gasseri ab in anfänglich parallelem Laufe zum Ganglion des O. major selbst, nicht mehr bloß zu dessen Faserstränge. Bei dem vorliegenden Embryo geht der obere Ast des O. minor als dünner Zweig des Hauptstranges dorsalwärts ab und kreuzt den vorderen Theil des Ganglions des O. major (Taf. 19 Fig. 8).

XXIX 774 ist ein Embryo von 18 mm Länge, bei dem das G. Gasseri nun schon fast völlig in den Winkel hinein geschoben ist, den die Ganglien des O. major und des Buccalis zu einander machen. Der O. minor geht in schon beträchtlich verlängertem Stränge und mit einer Anfangsknickung seiner Richtung auf den Lauf des O. major zu; wo er ihn erreicht, zweigt sich nach innen der dorsale Ast ab, während der O. minor selbst in nächster Nähe des O. major weiter zieht, freilich nicht ohne gelegentlich schmale Verbindungsfasern zu dem dorsalwärts ziehenden Ast aufzuweisen. Beide Äste gehen etwas weiter nach innen zu, scheinen aber in einer Sagittalebene aufzuhören, über welche die seitliche Ectoderm-Vertiefung noch hinausgreift. Gelegentlich glaubt man freilich auch auf weiter nach innen gelegenen Sagittalebene und innerhalb der am weitesten nach innen eingestülpten Ectoderm-Vertiefung noch einzelne Zellen zu bemerken, deren plasmatische Beschaffenheit und Kerngröße von der des umliegenden Mesenchyms abweicht; aber ob diese Zellen wirklich von den umgebenden Mesenchymzellen unterschieden sind, und ob sie anderer Provenienz sind und vielleicht mit den Ästen des O. minor oder den Überresten des primären Trochlearis in etwelchem Zusammenhange stehen, das lässt sich direct nicht entscheiden (Taf. 19 Fig. 9).

Auf der andern Seite desselben Embryos herrschen durchaus ähnliche Verhältnisse.

Ein zweiter, 18 mm messender Embryo, XXIX 803, lässt nun einen sehr wichtigen Umschwung innerhalb der sonst ziemlich gleichen Verhältnisse erkennen (Taf. 19 Fig. 10). Fasst man nämlich Sagittalschnitte ins Auge, welche medianwärts von der tiefsten Stelle der seitlichen Ectoderm-Vertiefung gelegen sind — in dem vorliegenden Falle den dritten, nach der letzten Spur der durchschnittenen Ectoderm-Vertiefung —, so gewahrt man schräg durch den dorsalen Theil des Mesenchyms blasse, ziemlich grade gerichtete Fasern, welche vollständig kernlos durch das Mesenchym sich den Weg bahnen. Zur größeren Kontrolle gebe ich den Schnitt hier an, XXIX 805

I 9. Diese Fasern bilden ein mittleres Stück des Trochlearis. Dorsalwärts scheinen sie eng an einander gelagert zu sein, ventralwärts lösen sie sich in schmalere und etwas wellig verlaufende Fäserchen auf, wie man das besonders auf dem nächsten Schnitt erkennen kann. Auch auf dem folgenden Schnitt 805 II 1 sieht man grade in der Querebene, welche die ectodermalen Vertiefungen beider Antimeren verbinden würde, eine solche Auffaserung des Trochlearis, kann aber nirgends eine Verbindung dieser feinen Fäserchen mit irgend einem Zellkern wahrnehmen. So weit also die Wahrnehmbarkeit geht, hat man es mit blind endigenden Fäserchen zu thun, denn auch auf 805 II 3 sieht man noch eine solche Faser wellig zwischen den Mesenchymzellen verlaufen, ohne irgend eine Verbindung einzugehen oder von irgend einem Kern begleitet zu werden.

Auf der andern Seite trifft man auf 808 I 9 die ersten ganz feinen Fäserchen, 4—6 an der Zahl, die neben einander in ungleich welligem Verlaufe zwischen Mesenchym-Zellen sehräg dorso-ventralwärts laufen. Auf dem vorhergehenden Schnitt setzen sie sich dorsalwärts zu einem schmalen Strang zusammen; es bleibt aber zweifelhaft, ob sie alle in den Strang aufgenommen werden, und ob nicht eine oder die andre daneben hinzieht, wie es den Anschein hat. Ventralwärts sieht man sie auf 808 I 5 und 6 bis auf die Höhe der seitlichen Ectoderm-Vertiefung schlängelnd sich hinziehen, aber auch hier scheinen sie ohne irgend welche Beziehung zu Kernen oder Zellen zu sein.

Ein anderer Embryo, der auch als 18 mm lang bezeichnet ist, XXIX 860, der aber wahrscheinlich etwas älter als der vorige ist, zeigt auf 862 I 6 den Trochlearis als ein bereits etwas breiteres Band oder Strang, wie er, gleichfalls kernlos, sowohl dorsalwärts als ventralwärts weiter zieht, dorsalwärts auf die Höhe des Medullarrohres und über dessen Dach hinweg zum Chiasma, ventralwärts in die Sattelgrube. Ventralwärts lösen sich zunächst einige einzelne Fasern von dem breiten Bande los und verlaufen geschlängelt allein weiter: allmählich löst sich so der ganze Strang auf, und man sieht die einzelnen Fäserchen, wie eine *Cauda equina*, sich unregelmäßig ausbreiten und zwischen den Mesenchymzellen verschwinden, ohne mit irgend einem Kern oder irgend einer plasmatischen Zelle in Contact zu treten. Dorsalwärts ist der Strang ziemlich scharf begrenzt, seitlich gleichfalls ohne an- oder einlagernde Kerne, und so zieht er über das Dach des Isthmus weg, auf den Sagittalschnitten

natürlich im Querschnitt getroffen, bis er sich in den Isthmus selbst als Chiasmafasern einfügt (Taf. 19 Fig. 11).

Auf der andern Seite zeigt 865 IV 6—8 gleichfalls feine, auseinander weichende Fäserchen, welche auf IV 1—5 sich proximal- und dorsalwärts zu einem Stränge zusammen geben, der gleichfalls mehr oder weniger zusammenhaltend über den Isthmus zum Chiasma verläuft. Weder der Strang noch seine auseinander laufenden Fasern und Fäserchen zeigen Kerne oder irgend welche Beziehung zu begleitenden oder terminalen Zellen.

XXIX 784 ist ein Embryo von 20 mm Länge. Der Ophthalm. minor zeigt auf der einen Seite zwei, den O. major auf der Innenseite kreuzende dorsalwärts gerichtete Äste, die aber, ebenso wie der frontalwärts gerichtete Stamm, nach kurzem Verlauf aufhören. Von Resten des primären Trochlearis ist auch auf den mehr nach innen gelegenen Schnitten nichts zu sehen. Wohl aber erscheinen auf Schnitt 786 III 7 inmitten des Mesenchyms nackte Fasern des Trochlearis, die sich ventralwärts wiederum in kleinere, gleichfalls nackte Fäserchen auflösen, ohne, soweit ich sehen konnte, mit irgend welchen Kernen oder Zellen in Verbindung zu treten. Dorsalwärts tritt der Trochlearis, wie bei den bereits erwähnten Embryonen, ohne von Kernen begleitet zu sein, über dem Dach des Isthmus als mäßig breiter Strang in das Chiasma ein (Taf. 19 Fig. 12).

Auf der andern Seite desselben Embryos verhält sich der O. minor durchaus ähnlich, dagegen finden wir den Trochlearis in einer andern Verfassung. Man sieht nämlich den blassen Fasern auf der Höhe des Medullarrohres, an dem sie seitlich abwärts steigen, Kerne eingelagert, die, wenn sie sich zunächst auch nicht wesentlich von den umliegenden Mesenchymkernen unterscheiden, doch den Verdacht erregen, andrer Provenienz zu sein als letztere. Eine Zerfaserung des ventralen Endes des Trochlearis ist auf dieser Seite nicht wahrzunehmen — es scheint, als ob der Trochlearis erst eben hier zu Tage getreten sei.

Der gleichfalls 20 mm messende Embryo XXIX 820 zeigt auf beiden Seiten die gleichen Unterschiede wie der vorige. Auf Schnitt 822 III 3—10 findet man den offenbar eben erst zum Vorschein gekommenen Trochlearis, in oder an dessen Fasern eine Anzahl Kerne wahrzunehmen sind. Eine Auffaserung der Nerven am ventralen Stumpf ist nicht zu erkennen, auch reicht der Nerv wohl noch nicht bis auf die Mitte des Sattelraums hinab. Auf dem Dach des Isthmus kann man ihn als schmalen Strang verfolgen; er zeigt

auch dort Kerne. Auf der andern Seite desselben Embryos 825 III 4—9 sieht man dagegen einen kernlosen, blassen Strang, der sich an verschiedenen Stellen auffasert und dadurch seine Composition aus einer Anzahl von kleineren Fasern zu erkennen gibt. Zellen und Kerne, mit denen er zusammenhinge, sind nicht wahrzunehmen, auch nicht auf dem Theil seines Laufes, der dorsal vom Dach des Isthmus liegt.

Ein dritter 20 mm messender Embryo, XXVIII 713, zeigt ein noch jüngeres Stadium des Trochlearis, den man nur auffindet, wenn man bereits gewohnt ist, feinste Fäserchen zwischen den Mesenchymzellen wahrzunehmen. Ein sehr schmaler Strang läuft gerade an der Seite des Isthmus hinab und theilt sich in zwei feinste Fäserchen, die auf 713 II 5 und 6 nur bei günstiger Beleuchtung unterscheidbar werden; sie gehen nicht weit über die Bodenplatte des Isthmus hinab. Auch auf der andern Seite desselben Embryo ließen sich solche feine Fäserchen unterscheiden, aber nicht durch alle Schnitte verfolgen.

Ein vierter Embryo von 20 mm, XXVIII 732, ist horizontal geschnitten. Es ist deshalb sehr wichtig, genau zu beschreiben, in welchen Beziehungen Stamm und Zweige des Ophthalmicus minor sich zu den übrigen Componenten dieser Partie des Vorderkopfes zeigen.

Auf 738 I 7 geht vom vorderen Außenwinkel des G. Gasseri der Stamm des O. minor mit ziemlich breiter Faserbahn ab, legt sich sofort dem Ganglion des O. major an, bleibt aber unter und hinter demselben auf den nächsten 13 Schnitten von 7 μ Dicke. Auf Schnitt 738 II 10 sieht man von vorn her eine feine gekernte Faser auf den vorderen Theil des Ganglion des O. major zulaufen, und bei weiterer Verfolgung ihres frontalen Endes sieht man, dass diese Faser weiter nach innen in das Mesenchym hinein geräth und auf den vom Isthmus herkommenden Trochlearis zuläuft. Eine directe unmittelbare Verbindung mit dem Trochlearisstamm ist freilich nicht nachweisbar. Dagegen ist eine solche mit einem der dorsal verlaufenden Zweige des O. minor auf 739 I 1—3 zu constatiren, und zwar geschieht dieser Übergang in unmittelbarer Nachbarschaft des Ganglions des O. major. Auf den weiter folgenden Schnitten 739 I 7 und 10 sieht man nun einige andre, ähnliche, meistens einreihige Kettenfasern, die proximal auf den weiter abwärts gerückten Trochlearis, distalwärts aber auf den O. minor zu gerichtet sind, ohne freilich

irgend wo eine deutliche Verbindung mit demselben erkennen zu lassen. Der Trochlearis selbst schreitet in mehrfachen Windungen weiter abwärts, d. h. gegen das Auge zu gerichtet, zeigt unregelmäßigen Umfang, wohl durch Abgabe — oder Aufnahme — getrennter distaler Fasern und läuft nun seinerseits direct auf den im Querschnitt unter dem O. major liegenden O. minor zu, mit dem er durch dorsal von letzterem abgehende Zweige in Faserzusammenhang zu treten — scheint. Ich bin leider gezwungen, dies »scheint« hier zu drucken, da grade die Schnitte, auf denen diese Verbindung zu geschehen scheint, verunglückt sind und kein deutliches Bild ergeben (740 I 6 und 7). Nach den verunglückten Schnitten geht der Trochlearis unterhalb des O. minor um den Bauch des Obliquus superior herum und tritt in denselben, wie es scheint, von unten ein.

Auf der andern Seite finden wir folgende Verhältnisse. Der Trochlearis steigt, mit Kernen oder Zellen besetzt, aus dem Chiasma ventralwärts herab. Auf 738 I 1 ff. sieht man auch hier, wie eine einreihige Kettenfaser sich an den dorsalen Zweig des O. minor begibt, der sich dem Ganglion des O. major so dicht anschmiegt, dass man erst versucht wird, ihn für einen Faserstrang des Ganglion selbst zu halten; diese Kettenfaser verläuft dorsalwärts ebenso wie auf der andern Seite im Mesenchym; ein directer Anschluss an den Trochlearisstrang ist auch hier nicht nachzuweisen, freilich auch nicht in Abrede zu stellen. Der dorsale Zweig des O. minor geht seinerseits weiter in der Richtung auf das Ectoderm zu und verläuft eine Strecke weit in mehrfachen Krümmungen im Mesenchym in der Nähe des Ectoderms, das er erst mit dem Ende seiner Fasern zu berühren scheint (738 I 4—10). Auf Schnitt 738 II 7 steigt dann der Strang des Trochlearis tiefer hinab und nähert sich dem Abschnitt des Mesenchyms, aus welchem später die Orbitalwandung hervorgeht; auf demselben Schnitt geht aber eine zweite einreihige Kettenfaser grade durch diese spätere Orbitalwandung, aber ihr Anfang und Ende sind nicht zu eruiren. Auf 738 II 9 und 10 geht dann der Hauptstrang des Trochlearis durch die Orbitalwandung und tritt in Zusammenhang mit dem Gewirr von Zweigen, das hier durch den O. minor verursacht wird, gleichzeitig aber noch eine Verstärkung erfährt durch einen Strang, der von der zwischen den Ganglien des O. major und dem Bulbus oculi liegenden Placode des G. mesocephalicum her stammt, die bei vielen Embryonen grade an dieser Stelle gefunden wird. Über

diese Placode wird an anderer Stelle ausführlicher gesprochen werden, hier will ich nur erwähnen, dass sie auch Fasern in der Richtung des Ectoderms abgeben lässt, also als ein wirkliches Ganglion erscheint (739 I 1). Wie nun in diesen, den *O. major* umfassenden Faserkorb, der aus Elementen des *O. minor* und Trochlearis und von der Placode des *G. mesocephalicum* gelieferten Ingredienzien sich zusammensetzt, die Fasern des Trochlearis sich verhalten und schließlich an den *Obliquus superior* gelangen, kann auch auf dieser Seite des Embryo nicht bestimmt werden, weil auch dafür die Schnitte nicht ausreichen. Erwähnt sei nur noch, dass ein weiterer Zweig 739 I 9 und 10 durch den Orbitalwulst des Mesenchyms dorsalwärts zieht in die vom Trochlearis durchzogene Gegend, eine Vereinigung dieses Zweiges mit dem Strang des Trochlearis ist aber wiederum nicht nachzuweisen (Taf. 19 Fig. 14).

Embryo XXIX 869 zeigt gleichfalls die Länge von 20 mm, ist aber zum Unterschied von seinen Vorgängern schräg-quer geschnitten, so dass die Schnittebene etwa mit der Richtung des proximalen Trochlearis parallel läuft. Es hat noch keine Chiasma- und proximale Trochlearis-Bildung stattgefunden. Um so eifriger habe ich nach Anzeichen von distalen Trochlearis-Elementen gesucht und berichte über die Ergebnisse das Folgende.

Auf 873 II 12 sieht man, wie der *O. minor* vom *G. Gasseri* abgeht. Über ihm liegt das große Oval des Ganglions des *O. major* von dem bereits Ausläufer an das Sinnesepithel des Ectoderms gehen. Bis zu 873 I 4 kann man den Hauptstrang des *O. minor* dicht unter dem Ganglion des *O. major* verfolgen, von da an rückt er etwas von demselben ab, so dass zwischen beiden ein kleiner Zwischenraum bleibt. Etwas unterhalb des *O. minor* sieht man den ovalen Querschnitt des *Obliquus superior*, in der Nähe des oberen Winkels des vorspringenden Augenbulbus.

Auf 872 IV 4 geht vom Stamm des *O. minor* einer der dorsalen Zweige ab, schmiegt sich der Innenseite des *O. major* dicht an, lässt sich aber auf den nächsten beiden Schnitten nicht weiter verfolgen, als bis auf die Höhe der Oberseite des *O. major*. Erst auf 872 III 12 sieht man den Zweig noch etwas höher hinaufziehen, dann aber verliert er sich im Mesenchym der späteren Orbitalwandung, in dem man freilich mehrfach Zellen und Kerne sieht, die vielleicht zu den Zellen jenes Zweiges Beziehungen haben könnten, aber doch nicht mit Sicherheit als Nerven- oder Scheidenzellen angesprochen werden können. Die ganze Reihe III zeigt den *O. minor*

in geringerer Stärke unter dem gleichfalls an Umfang geringeren *O. major*, der nun dem Sinnesepithel dicht anliegt: hier und da sieht man freilich in dem benachbarten Mesenchym einige Zellen, deren Plasma gelblich gefärbt ist und die vom *O. minor* herkommen könnten, aber Zuverlässiges ist nicht zu bemerken. Auf II 3 begegnet man zwar einem Gebilde, das wie eine schräg durchschnitene Faserzelle aussieht, mitten im Orbitalzellwulst — aber beweisbar ist auch diese Deutung nicht, obschon der folgende Schnitt eine Fortsetzung dieses blassen Gebildes bringt. Solcher zweifelhafter Bilder enthält auch 872 I auf mehr als einem Schnitte; zugleich hört der *O. minor* auf dieser Reihe auf.

Auf der linken Seite zeigt 871 IV mehrfach Bilder, welche den Verdacht erwecken, dass mitten in dem Mesenchym der Orbitalwandung gewisse Zellen sich zu länglichen, zusammenhängenden Fasern ausbilden wollen, so Schnitt 5, 6, 7, 9; auch 872 II 2 und einige andre gewähren solche Bilder, — aber ein sicherer Anhaltspunkt, dass eine solche Deutung richtig sei, bleibt aus.

XXIX 810 ist ein Embryo von 21 mm Länge; seiner Ausbildung nach so weit wie der vorige; da er aber sagittal geschnitten ist, so lässt sich besonders der Zustand seines *Ophthalmicus minor* besser mit den vorhergehenden Beschreibungen vergleichen.

Der Stamm des *O. minor* geht auf 812 II 6 mit beträchtlicher Fasermasse aus dem *G. Gasseri* ab. Schon auf dem nächsten Schnitt kreuzt ein dorsalwärts gerichteter Zweig das Ganglion des *O. major* an dessen Innenseite, auf dem folgenden Schnitt zeigen sich zwei gleichfalls dorsal gerichtete Zweige, während der Stamm zwischen *O. major* und dem *Obliquus superior* nach vorn zieht. Auf 812 II 3 geht ein Zweig frontalwärts ab, während der Stamm abwärts gegen das Vorderhirn sich bengt. Über dem *Obliquus superior* finden sich zwei Placoden des *G. mesocephalicum*, von denen die größere dem Muskel dicht angeschmiegt liegt, während die kleinere nahe dem Ectoderm bleibt. Die dorsalwärts vom *O. minor* abgehenden Zweige findet man oberhalb des *O. major* frontalwärts gerichtet, gleichzeitig aber gehen auch Zweige von ihnen nach innen gerichtet ab, wo sie gelegentlich Maschen bilden, von denen zellige Ausläufer bis in die Nähe des Sattelraums sich fortsetzen, unterhalb der ectodermatischen seitlichen Vertiefungen, die schon so oft topographisch wichtig waren (vgl. 812 III 4).

Die der sagittalen Medianebene näher liegenden Schnitte enthalten an der gleichen Localität noch einzelne Zellen, welche durch

ihr Plasma den Eindruck machen, von den sie umgebenden Mesenchymzellen verschieden zu sein, aber mit Sicherheit lässt sich nichts über ihre Natur und Bedeutung feststellen.

Erst auf 813 I 5 ff. treffen wir auf den aus einigen blassen Fasern bestehenden, durchaus kernlosen Trochlearis. Eine eigentliche terminale Auffaserung lässt sich nicht wahrnehmen, wohl aber sieht man auf einigen noch weiter nach innen gelegenen Schnitten in der Nähe der tiefen ectodermatischen Einstülpung längliche Kerne in lang-angezogenem grauem Plasma; ein directer Zusammenhang mit Fasern des Trochlearis ist nicht zu erkennen — freilich auch nicht positiv in Abrede zu stellen: der Befund erinnert in dieser Beziehung durchaus an das, was wir bei dem vorigen Embryo fanden.

Auf der andern Seite desselben Embryo verhalten sich die Dinge durchaus ähnlich. Der O. minor ist als lang ausgezogener Strang zwischen O. major und Obliquus superior gelegen, unter ihm liegen gleichfalls zwei Placoden des G. mesocephalicum, die Verästelung des O. minor zeigt dieselbe Gestalt wie auf der andern Seite, ja, auch die hintere der beiden Placoden scheint an der Maschenbildung dieser Verästelung durch einen Ausläufer theilzunehmen, und einige feinere kerntragende Fasern scheinen in das Innere des von Mesenchym erfüllten Sattelraums vorzudringen, wo man sie freilich nur als Querschnitte getroffen gelegentlich wahrnimmt, wie z. B. 817 I 9 und 10. Wenige Schnitte tiefer, auf 817 I 6, trifft man bereits auf den auch auf dieser Seite völlig kernlosen Trochlearis und kann ihn kernlos bis an das Chiasma verfolgen. Also auch auf dieser Seite scheint der proximale Trochlearisstamm noch nichts mit den Kettenfasern zu thun zu haben, welche mit dem O. minor in Zusammenhang stehen.

Embryo XXIX 847 von 21 mm, sagittal geschnitten, zeigt im Bereich des O. minor folgende Verhältnisse. Das G. Gasseri liegt ganz innerhalb der beiden Schenkel des G. geniculi und hat einem ziemlich kräftigen Strang des O. minor den Ursprung gegeben, der inner- und unterhalb des O. major resp. seines Ganglion, diesem zunächst gleichgerichtet, nach vorn läuft (850 I 9). Einige Schnitte vorher, — also lateralwärts — geht ein dorsal gerichteter Zweig ab und verläuft oberhalb des Ganglion des O. major. Vor dem Abgange dieses Zweiges findet sich auf dieser Seite des Embryo eine der Mesocephalicum-Placoden, die also beträchtlich von ihrem Ursprungsort weggerückt ist. Sie besteht aus Kernen und nach innen ge-

legenem faserigem, gelbgefärbtem Plasma, lässt aber — zum Unterschiede von andern ähnlichen Fällen — aus sich keine Fasern hervorgehen — oder vielleicht sind dieselben noch nicht zum Auswachsen reif. Von dem Ganglion des O. major und von seinem Strange zweigen sich nun schon so viele Äste ab, dass es schwer wird, auf Schnitten zu verfolgen, was zum O. major und was zum O. minor gehört. Dazu kommt noch, dass eine zweite Placode des G. mesocephalicum grade unterhalb des Vorderendes des G. geniculi pars O. major gelegen ist, letzterem und zugleich dem dicht darunter verlaufenden O. minor nahe anliegt, in diesen sendet diese Placode — zum Unterschiede der vorher erwähnten — ein Bündel gelblich gefärbter Fasern ab, die sich eine Strecke weit gesondert am O. minor verfolgen lassen, dann aber ihre Selbständigkeit aufzugeben scheinen; ein anderer kurzer Faserstrang scheint aus dieser Placode dorsalwärts abzugehen und den Strang des O. major zu kreuzen (Taf. 19 Fig. 13).

Am Bauch des Obliquus superior, welcher zwischen Auge und O. minor mitten inne liegt, konnte ich noch keinen Nervenstrang wahrnehmen, so lange die Schnitte in denselben Ebenen liegen, welche den O. major und O. minor gleichzeitig mit ihm zeigen: erst wenn beide Ophthalmici aus der Schnittebene verschwunden sind, also an der Innenseite des Muskelbauches, ebenso wie da, wo derselbe fast schon ein Ende hat, gewahrt man einen kernhaltigen Nervenstrang von innen und oben an ihn herantreten. Diesen Strang kann man nun auf fast 20 weiteren Schnitten verfolgen, wo er in kleinen, schräg getroffenen Stücken im Inneren des Sattelraums, inmitten des allmählich dort dichter werdenden Mesenchyms ziemlich leicht aufgefunden werden kann, manchmal mit, manchmal ohne Kerne. Dann gelangt man zu Schnitten, auf denen seitlich von dem Medullarrohr — das aber selber auf diesen Schnitten nur in dem breiteren Vorder- und Nachhirn getroffen wird — nackte Nervenfasern zum Strange verbunden schräg dorso-ventralwärts ziehen, grade auf die Schnitte jenes gekernten Faserstranges zu, den wir eben beschrieben. Verfolgt man diesen nackten Strang, der natürlich der Trochlearis ist, nach abwärts, so findet man einen etwas welligen Verlauf, so dass die Sagittalschnitte ihn immer nur in Bruchstücken darstellen, gewahrt dabei aber, dass einzelne Kerne dem Faserstrange auf den ventral liegenden Stücken anliegen. Je tiefer nach innen in den Sattelraum hinein und je weiter ventralwärts der Strang vordringt, um so zahlreicher werden die Kerne,

und schließlich gibt es Bilder, auf denen sich der Strang in Zweige zu spalten beginnt, von denen einige sich wieder lateralwärts wenden und mit dem auf der vorigen Seite beschriebenen, zum Obliquus superior führenden kernhaltigen Strange in Verbindung stehen. Der dorsalwärts über das Dach des Isthmus führende Theil des Trochlearis seinerseits zeigt keine Kerne, bis er in dem Isthmus selber als Chiasma verschwindet.

Vergleichen wir mit diesem Befund, was die andre Seite desselben Embryo uns zeigt. Auch hier finden wir nackte Fasern des Trochlearis vom Chiasma an bis auf die Stelle, wo er bereits streng ventralwärts in den Sattelraum hineinreicht: dort aber begegnen wir nicht nur einzelnen Kernen wie auf der andern Seite, sondern einem ziemlich dichten Kernbesatz schon auf einer Höhe, welche der Grundplatte des Isthmus horizontal gleichhoch liegt. Von dort bis zum Obliquus superior sieht man den Trochlearis immer von Kernen begleitet, mal mehr, mal weniger, und man sieht, wie er durch die dichtere Mesenchym-Anhäufung der späteren Orbitalwandung hindurch lateralwärts unter Ophthalmicus minor und major verläuft und an den Bauch des Obliquus superior herantritt, ohne, wie es scheint, mit den eben genannten Nerven und ihren Ästen in Faserzusammenhang zu treten. Für sehr erwähnenswerth halte ich noch, dass auch auf dieser Seite, dicht unter dem Ende des dicken Gangl. geniculi p. O. majoris eine Placode des Mesoecephalicum gefunden wird, welche einen beträchtlich starken Strang von Fasern nach vorn abgibt, der sich dem O. minor anschließt, während gleichzeitig ein anderer kleinerer Strang aus derselben Placode dem Theil des O. minor sich anschließt, der grade darüber läuft, so dass also auch auf dieser Seite 2 Faserstränge aus der Placode dem O. minor sich beimengen.

Ein dritter Embryo von 21 mm Länge, XXIX 877, ist in schräge Querschnitte zerlegt, möglichst parallel der Ebene, in welcher der proximale Strang des Trochlearis verläuft. An ihm finden wir auf der rechten Seite den Trochlearis beim Abgang vom Chiasma bis auf die halbe Höhe des Medullarrohres kernlos, dann tritt ein länglicher cylindrischer Kern auf, der den Fasern an- resp. einliegt. Einzelne ähnliche Kerne folgen, aber im Ganzen bleibt der Haupttheil des Stranges kernlos bis auf die Höhe der seitlichen Ectoderm-Vertiefung. Dann sondert sich eine einzelne Faser vom Gesamtstrange ab und zeigt sich als einreihige Kettenfaser, welche zwischen 3—4 länglichen Kernen plasmatische Verbindungen besitzt — ganz nach Art

der einreihigen Kettenfasern der Schleimeanlnerven. Ob diese Faser sich dem Hauptstrange wieder anschließt, konnte ich nicht feststellen. Der Hauptstrang selbst fährt fort, einzelne Kerne zu zeigen, deren Zunahme aber erst in der Nähe des O. major bedeutender wird, hinter welchem der Trochlearis zum Obliquus hinabsteigt.

Auf der linken Seite dieses Embryo sieht man ein wesentlich andres Bild: der Trochlearis zeigt gleich nach dem Austritt vom Chiasma eine beträchtliche Zahl von Kernen, die dem Strange außen ange-lagert zu sein scheinen und ihn auf seinem ganzen Laufe begleiten; auf der weniger dicken distalen Partie liegen auch weniger Kerne den Fasern an.

Embryo XXIX 835 von 22 mm Länge zeigt beide Trochlearisstränge bis herab auf die untere, distale Hälfte kernlos; erst im Sattelraum, vor Beginn der späteren mesenchymatösen Orbitalwandung, fangen Kerne an, den Strang zu begleiten, und setzen sich bis an den Obliquus superior fort; auch wo der Strang sich spaltet und in eine Faser theilt, begleiten Kerne diese einzelnen Fasern. Solche Spaltungen finden sich bei dem Übergange des Trochlearis aus dem Sattelraum in das Mesenchym der sich allmählich verdichtenden Orbitalwandung, und auf 844 III 3—8 finden sich mehrere solcher einzelnen Fasern, welche gesondert durch diese dichteren Mesenchymmassen hindurchziehen und wahrscheinlich später gesonderte Knorpelcanäle behalten. Unter diesen Fasern befindet sich auch eine, welche durchaus wie jene einreihigen Kernfasern der Schleimeanäle erscheinen, also die principielle Frage nahe legen, ob die daran befindlichen Kerne die constitutiven Elemente der Faser selbst oder nur die auf eine fremde Faser hinaufgewanderten Belagszellen darstellen?

Auch Embryo XXIX 910 von 22 mm Länge, schräg-quer geschnitten, lässt zunächst auf der linken Seite Kerne an der oberen Hälfte des Trochlearis erkennen, die auf der distalen Hälfte beträchtlich zunehmen und an den beiden kräftigen distalen Zweigen zahlreich sind. Mehrfache Maschenbildung zwischen den distalen Zweigen lässt sich constatiren. Auf der rechten Seite liegen die Dinge durchaus ähnlich: bemerkenswerth ist nur, dass bei 916 II 9—10 eine Placode des G. mesocephalicum sich in das Maschenwerk der distalen Trochleariszweige eingenistet zu haben scheint, wenigstens findet man einen Haufen Zellen über dem Obliquus superior in Zusammenhang mit den Zweigen, welche hier sich

verketteten und ohne sonstige Beziehungen zum O. minor zum Muskel sich begeben.

Auf der andern Seite 916 und 917 findet sich eine andersgeartete Beziehung des Trochlearis zu den Kettenfasern des O. minor. Auf 916 IV 9 und 10 sieht man vom oberen Rande des im Querschnitt getroffenen O. minor einen Zweig dorsalwärts abgehen, der neben Blutgefäßen von dem O. major beträchtlich weit nach innen auf den Mesenchymwulst der Orbitalwandung zu läuft, mehrere Kerne in sich schließt, nach 3—4 Schnitten aber nicht weiter wahrgenommen wird. Wenige Schnitte vorher sieht man einen andern kernhaltigen Faserstrang gleichfalls in derselben Gegend aus dem Mesenchymwulst der Orbitalwandung hervortreten und mit einer sichelförmigen Biegung in der Nähe des O. minor, aber etwas hinter ihm, verbindungslos endigen. Welche Bedeutung diesen Bildungen zukommt, ist mir nicht klar geworden — es scheint aber geboten, dieselben hier zu erwähnen.

Embryo XXIX 932 misst 23,5 mm und ist schräg-quer geschnitten. Wir finden an ihm die nachfolgenden bemerkenswerthen Verhältnisse.

Auf 940 I 7 finden wir den Austritt beider Trochlearis aus dem Chiasma. Verfolgen wir zunächst den linken. Die Fasern zeigen sofort beim Austritt lange cylindrische Kerne am äußeren Rande des Stranges, aber auch zwischen den einzelnen Bündeln findet man Kerne, sogar zwischen den Fasern im Innern des Chiasmas; doch werden wir davon später im Besonderen sprechen. Gleich auf diesem ersten Schnitt tritt uns eine merkwürdige Erscheinung entgegen: von der äußeren Circumferenz des Trochlearisstranges geht eine feine Faser, rücklaufend, durch das dorsale Mesenchym bis beinahe auf die Höhe der sagittalen Mittelebene. An dieser Faser sieht man an ihrem Abgange zwei Kerne im äußeren Mantel des Trochlearisstranges; ein dritter Kern, lang und cylindrisch, liegt an der Wurzel der Faser genau in derselben Gestalt und den Beziehungen, die man bei einreihigen Kettenfasern zu finden pflegt; auf dem folgenden Schnitt sieht man diese Faser sich fortsetzend und zwei weitere, durch beträchtliche Distanz von einander getrennte lange cylindrisch-spindelförmige Kerne aufweisend; auf dem nächsten Schnitt findet man noch einen solchen Kern, dessen Plasma sich nach beiden Seiten spitz auszieht, aber nicht weiter verfolgt werden kann. Diese rücklaufende Faser liegt etwa so weit vom Dach des Isthmus entfernt, wie die Seitenwand des

Isthmus selbst an Dicke beträgt (Taf. 20 Fig. 9b und c). Was bedeutet, woher stammt diese »Kettenfaser«?

Aber, ehe wir die Beantwortung versuchen, verfolgen wir den linken Trochlearisstrang selbst noch etwas weiter! Auf 940 I 6 finden wir wiederum den Faserstrang außen von einem Mantel oder einer Schicht von Kernen umgeben, die in geringen, unregelmäßigen Entfernungen von einander manehmal über den Außenrand des Stranges vorspringen, manehmal innerhalb desselben liegen. Auf dem folgenden Schnitt sieht man solche Kerne an manchen Stellen wie Pflastersteine an einander gereiht, halb innerhalb des Stranges, halb über seine äußere Contur hinausragend. Ähnlich ist der nächste Schnitt, auf dem der Trochlearis nun schon auf der halben Höhe des Medullarrohres angekommen ist. Auf dem nun folgenden Schnitt 940 I 3 erblickt man einen zweiten, dem oben geschilderten anomalen Faserverlauf ähnlichen Fall. Wiederum an der äußeren, seitlichen Peripherie zweigt sich vom Trochlearisstrang mit etwas breiterer Basis, von zwei sich etwas aufrichtenden Kernen flankirt, ein Faserstrang ab, der sich nach kurzem, auf den Trochlearisstrang fast senkrecht gerichteten Verlauf in zwei feinere Ausläufer spaltet, deren einer dorsalwärts, der andre ventralwärts läuft, so dass sie, beide zusammen, eine Faser darstellen, die mit dem Trochlearis parallel läuft und nur durch einen etwas breiteren Stiel mit ihm verbunden ist (Taf. 20 Fig. 9a). Auch diese Faser ist nach dem Typus der einreihigen Kettenfasern gebaut; freilich sind es nur drei Kerne, die in der Faser selbst, weit genug von einander entfernt gefunden werden, während der Stiel einen, sich der verbreiternden Fläche seines Plasmas anschließenden Kern aufweist. Am ventralen Ende dieser anomalen Faser findet sich noch eine kernhaltige, sich verbreiternde Platte — dann ist die Faser zu Ende, weder dorsal noch ventral mit irgend einem Organ im Zusammenhang.

Auf dem weiteren Wege des Trochlearis begegnen wir keinen ähnlichen Vorkommnissen. Der Hauptstrang geht ventralwärts weiter, an einigen Stellen dichter, an andern weniger dicht oder auch gar nicht mit Kernen besetzt. Etwas unterhalb der tiefen ectodermatischen Einbuchtung theilt sich der Trochlearis. Die hintere Partie läuft isolirt durch die Orbitalwandung, theilt sich nochmal und gelangt in die Nähe des O. minor, wo man aber ihre weitere Vertheilung nicht sicher feststellen kann. Von der vorderen Partie trennt sich in spitzem Winkel auf der Innenseite eine einreihige

Kettenfaser und läuft, wie auch der Hauptstrang selber, auf die nun schon dichter gewordene Orbitalwandung zu: im Innern dieses Wulstes verliert man ihre Spur, sieht aber mehrere einzelne Kerne, die wohl zu ihr gehören könnten. Der Hauptstrang aber steigt als plasmareicher mit Kernen versehener Strang gegen den im Querschnitt getroffenen *O. major* hinab, neben resp. hinter welchem der kleinere *O. minor* und einer seiner oberen Zweige, beide auch im Querschnitt getroffen, sich finden. Unter diesen liegen Blutgefäße oder Lacunen, und unter diesen der schräg durchschnitene Bauch des *Obliquus superior*, so wie danach der *Bulbus oculi*. Auf diese Gruppe von Gebilden läuft nun der Hauptstrang des *Trochlearis* zu, theilt sich dicht neben dem oberen Zweige des *O. minor*: der eine kleinere Theil verschmilzt mit demselben (939 II 7 und 8), während der andre nach vorn zieht und nach verschiedenen Biegungen an den *Obliquus superior* gelangt, um dort mit einem Stück des offenbar vorher durch den Mesenchymwulst der Orbitalwandung getretenen Zweiges in Verbindung zu treten und so den Bauch des Muskels von innen und hinten zu umspinnen (Taf. 20 Fig. 10).

Das Auffallende an den dargestellten Verhältnissen ist offenbar die Verbindung des *Trochleariszweiges* mit dem Zweige des *O. minor*. Dass sie indess keine zufällige ist, werden wir sehen, sobald ich die Verhältnisse der andern Seite darstelle, freilich in umgekehrter Ordnung, indem ich mit den Verästelungen des *O. minor* beginne, die, wie wir aus den Darstellungen etwas jüngerer Embryonen wissen, dorsalwärts von dem dem *O. major* parallel laufenden Stamme desselben beginnt und auf der inneren Seite des *O. major* statt hat. Auf 842 I 4 geht der *O. minor* aus dem oberen, äußeren Winkel des *G. Casseri* hervor, schließt sich dem *O. major*-Ganglion auf dessen innerer Seite dicht an, und sendet im weiteren Verlauf, so weit das Ganglion geht, 3 Zweige dorsalwärts ab, die bis über die Linie der supraorbitalen Sinnesorgan-Anlage hinausgehen und zwischen der mesenchymatösen Orbitalwandung und dem Ectoderm in wellenförmigen Windungen verlaufen. Erst wo im Querschnitt des *O. major* die Ganglienzellen aufhören, trifft man einen Zweig des *O. minor*, welcher statt wie bisher im Zwischenraum zwischen Orbitalwandung und Ectoderm zu verlaufen, vielmehr seinen Lauf in die Orbitalwandung selbst einschlägt (940 III 7), d. h. man sieht auf diesem Schnitt einen Zweig von dem *O. minor* sich ablösen und gleichzeitig einen Theil eines Faserstranges mit Kernen daran im Innern der mesenchymatösen

Orbitalwandung. Verfolgt man beide Bildungen auf den nächsten drei Schnitten, so nähern sie sich einander, und auf 940 III 1 scheinen sie in einander zu münden. Es ist mir nun leider nicht gelungen, den weiteren Verlauf dieses Zweiges in der Orbitalwandung zu verfolgen, ich muss also dahingestellt sein lassen, ob er dort blind endigt oder mit andern Fasern sich verbindet. Auf 940 II 9 setzt sich der Zweig des O. minor weiter gegen das Ectoderm fort, gleichzeitig aber treten mehrere Faserbildungen durch die Orbitalwandung auf diesen Zweig zu, die Verbindung sieht man aber erst 940 II 1 und 2, und zwar mit ziemlich dicken Strängen; erst auf 940 I, und zwar bei Durchmusterung aller 9 Schnitte, in denen vielfache Stücke von Fasern zu sehen sind, kann man sich davon überzeugen, dass diese Faserbildung auf den Stamm des Trochlearis zurückführt, der somit in directer Verbindung mit dem Ophthalm. minor steht.

Wir haben bis jetzt, bei Betrachtung der Verkettung des Trochlearis mit den Zweigen des O. minor noch keine Verbindung des ersteren mit dem Obliquus superior verzeichnen können. Diese erfolgt erst auf den weiter frontalwärts liegenden Schnitten. Wir suchen diese Verbindung am besten auf, indess wir vom Chiasma 940 I 7 ausgehen und den rechtsseitigen Strang verfolgen. Wir finden an ihm keine auffallenden Anomalien, wie auf der andern Seite, aber eine Anzahl dünnerer Fasern, die selbständig als Zweige in der Höhe der seitlichen ectodermalen Vertiefung, also in der Gegend, die wir auf den Sagittalschnitten als Sattelraum bezeichneten, an ihn herantreten oder von ihm abgehen, und theils selbständig, theils als Schlingen oder Maschen sich wieder vereinigend durch die mesenchymatöse Orbitalwandung gegen die Querschnitte der O. major und minor ziehen. Auch hier finden wir wieder einzelne Verbindungen solcher Zweige mit dem O. minor, wenn auch die Bilder nicht so klar und bestimmt sind, wie auf 940 III 1. An dem Bauch des Obliquus superior sehen wir erst auf 939 II 1—4 den wirklichen Trochlearis, dessen Zusammenhang mit dem proximalen Strang freilich nicht durch eine ununterbrochene Serie von Schnitten erwiesen werden kann, da auf mehreren Schnitten offenbar wellenförmige Biegungen stattfinden, die es schwer machen, den Zusammenhang von Schnitt zu Schnitt zu verfolgen.

Ein zweiter Embryo von 23 mm Länge, XXIX 921, ist gleichfalls schräg-quer geschnitten und gibt in vielen Punkten ähnliche Ergebnisse. Verfolgt man auf der rechten Seite den Ophthalm. minor

vom G. Gasseri aus, so trifft man auf 929 II 5—8 deutliche Anzeichen eines dorsalen Zweiges, der neben dem Ganglion des O. major in die Höhe steigt. Im Zusammenhange lässt er sich freilich nicht verfolgen. Einen zweiten, größeren Zweig zeigt 929 I 1—3 und 928 III 4—10; derselbe ist sehr markirt und in seinem wellenförmigen Lauf bis über die Anlage des supra-orbitalen Schleimcanals zwischen Ectoderm und Orbitalwandung zu verfolgen. Von diesem Zweig spaltet sich auf 928 II 4—6 ein anderer deutlich ab, der, kernbesetzt, in das Mesenchymgewebe der Orbitalwandung eindringt, darüber hinaus aber nicht verfolgt werden kann; ob er mit dem Trochlearis zusammentrifft, bleibt zweifelhaft. Auf demselben Objectträger 928 I sieht man einen weiteren Zweig aus dem O. minor aufsteigen, von dem auf I 4 eine einreihige Kettenfaser mit 4 Kernen durch die Orbitalwandung quer hindurch in den Sattelraum zieht; einen Zusammenhang mit dem Strang des Trochlearis vermochte ich aber wiederum nicht festzustellen; den Hauptzweig des O. minor kann man aber noch weiter auf 927 IV 6—9 verfolgen in seinem Laufe bis über den supra-orbitalen Schleimcanal hinweg. In nächster Nähe dieses Zweiges steigt der Trochlearis hinab (927 IV 1—4), dicht besetzt mit Kernen; aber diese Kerne fangen erst auf dem Theil des Stranges an, der vom Sattelraum abwärts führt, während der obere Theil kernlos ist. Auf der Höhe des supra-orbitalen Schleimcanals zweigt sich ein Ast vom Trochlearis unter spitzem Winkel ab und sucht Beziehungen zu dem von 927 IV 6—9 beschriebenen O. minor-Zweige, während der Hauptstrang weiter zieht, auf 927 II den Obliquus superior trifft und seinem inneren und oberen Rand sich einfügt.

Auf der andern Seite desselben Embryos finden sich gleichfalls mehrere dorsalwärts gerichtete Zweige des O. minor, indess ist es mir nicht gelungen, von einem derselben Verbindungen mit dem Trochlearis mit Sicherheit festzustellen — was durchaus nicht ausschließt, dass sie vorhanden sind. Auf 928 III 1 und 2 findet sich aber ein Verhältnis, das wohl der Mühe lohnt, hier erwähnt zu werden. Man findet dort über dem Bulbus, außen vom Obliquus superior, eine der Placoden des Mesocephalicum und kann constatiren, dass aus derselben ein Faserstrang direct über den M. rectus superior geht! (Taf. 20 Fig. 11). Ob er etwas mit dem Muskel zu thun hat, lasse ich dahingestellt. Auf 927 IV 3 findet sich eine den mesenchymatösen Orbitalwulst schräg, aber in etwas querer Richtung durchsetzende einreihige Kettenfaser, die vom O. minor her-

zukommen scheint, aber ohne Verbindung aufhört. Auf 927 II geht der Hauptstrang des Trochlearis an den Obliquus superior; ob sich dabei Zweige zum O. minor vorfinden, ließ sich wiederum nicht feststellen.

Ein Embryo von 25 mm Länge (XXIX 892) zeigt am O. minor ähnliche Verhältnisse, wie sie bisher beschrieben wurden. Auf beiden Seiten sieht man, mehr oder weniger deutlich, einen Zusammenhang von Zweigen des O. minor mit distalen Zweigen des Trochlearis. Auf der linken Seite zeigt sich ein Umstand, der näher beschrieben zu werden verdient. Auf 902 II 4 erreicht der Strang des Trochlearis den Sattelraum, und hier theilt er sich in zwei gleich starke Zweige, die in spitzem Winkel von einander sich entfernen; der mehr caudalwärts liegende tritt durch die mesenchymale Orbitalwandung hindurch; dabei aber zweigt sich von ihm, dorsalwärts gerichtet, ein Zweig ab, der, innerhalb des Sattelraums in der Nähe der sich hier noch verdichtenden oberen Reihe der Orbitalwandung resp. des späteren Schädels liegt, aber plötzlich blind endigt (902 III 2—4). Der Hauptzweig des Trochlearis geht weiter durch die Orbitalwandung, verzweigt sich dort, gibt kleine Zweige an die Zweige des O. minor ab und schließt sich, frontalwärts wachsend, an den vorderen Hauptstrang des Trochlearis an, der zum Obliquus superior geht.

Auf 902 III sieht man beide Trochlearis aus dem Chiasma hervortreten, von Anfang an ununterbrochen mit Kernen besetzt, die auf der ganzen Länge nirgends fehlen. Die ehemals nackten Fasern haben also nachträglich ihren Kernbesatz erhalten.

Ein Embryo, der zwar als 24 mm lang bezeichnet, aber sicher wesentlich älter, als der vorige ist (XXIX 1 rosa), ward in seine Querschnitte zerlegt, so dass das Chiasma schon auf dem 70. Schnitt von der Spitze des Mittelhirns an gerechnet erscheint. Er zeigt auf der rechten Seite folgendes Verhältnis. Auf 9 I 1—4 geht von dem bis dahin einheitlichen, quer geschnittenen Stamm des Trochlearis eine einzelne Faser ab, begleitet von einzelnen ihr angelagerten Kernen. Auf 9 III 8 theilt sich auch der Hauptstamm in zwei Äste, und auf 9 IV sieht man erst die einzelne Faser, stärker geworden und von mehreren Kernen umgeben, durch den oberen Theil der Orbitalwandung durchtreten, nachher auf 10 I treten auch die beiden Hauptzweige durch dieselbe hindurch, und etwas später theilen sich auch diese, so dass im Ganzen fünf — soweit ich es constatiren konnte — Zweige durch die Orbitalwandung austreten.

Hier treffen dieselben sehr rasch auf die dorsalen Zweige des O. minor — es ist mir aber nicht gelungen zu constatiren, ob sie sich mit einem derselben verbinden oder ihnen nur angelagert sind. Auf 10 IV sieht man freilich deutlich, dass die Trochlearis-Bündel sich in spitzem Winkel mit dem O. minor schneiden, aber über die dabei obwaltenden Beziehungen lässt sich nichts feststellen.

Ein schräg-quer geschnittener Embryo von 25 mm Länge (XXIX 23 rosa) zeigt wiederum auf 35 II 1—3 eine Faserverbindung zwischen einem Ast des Trochlearis und einem Zweig des O. minor, auf der rechten Seite, während auf 22 in einer langen Reihe von Schnitten der Trochlearis, dicht dem O. minor angelagert, unter ihm wegzieht und an den Obliquus superior sich begibt. Auf der andern Seite ließ sich eine solche Verbindung zweier Zweige nicht constatiren, wohl aber die Anlagerung des Trochlearis an den Stamm des O. minor auf einer Reihe von Schnitten.

Der Embryo XXIX 40 rosa von 29 mm Länge, sagittal geschnitten, lässt folgende Verhältnisse erkennen. Das Chiasma findet sich auf 49 in allen Schnitten: von dort verläuft der Trochlearis über dem Dach des Isthmus als ein beträchtlicher Strang, steigt ebenso seitlich herab bis auf 47 II ohne irgend welche Verästelung. Auf 47 II 3 sieht man zuerst einreihige Kettenfasern in der Nähe des Stranges, sie sind unregelmäßig gelagert, und da man in den Schnitten 47 II 3—46 III 1 immer nur Abschnitte dieser Kettenfasern antrifft, dann aber nichts weiter von ihnen wahrnimmt, vor allem auch keine Spur eines Durchtritts solcher Kettenfasern durch den Orbitalknorpel beobachtet werden kann, so muss man wohl annehmen, dass dieselben nur noch Rudimente ursprünglich umfangreicherer Bildungen darstellen. Von 46 II an geht der Stamm des Trochlearis ohne solche begleitenden Kettenfasern weiter bis zu 45 I. wo ein außergewöhnlich geräumiger Durchgangscanal durch den Orbitalknorpel sich findet — aber nur einer, ohne Nebencanäle. Von dort tritt der Stamm weiter lateralwärts, bis er auf 44 II 1 mit dem Hauptstrang des O. minor zusammenstößt, den er aber außen überschneidet, um auf 44 I 2 von hinten resp. von der Seite mitten in den Bauch des Obliquus superior einzulaufen.

Auf der andern Seite finden sich ähnliche unbedeutende Fasern bei 56 II 2 ff., die sich auf mehreren Schnitten verfolgen lassen; im Übrigen verläuft der Trochlearis als Strang bis 57 I 3, wo er sich gabelt; auf dem folgenden Schnitt theilt sich der hintere Zweig nochmals, so dass drei Zweige des Trochlearis durch je drei klei-

neren Canäle den Orbitalknorpel durchsetzen. Auf 57 II 4 verbinden sich die beiden hinteren, nach vorn gerichtet, zu gemeinsamem Laufe und gehen neben dem allein verlaufenden vorderen Zweige sehräg nach unten und außen auf den *Obliquus superior* zu; auf II 8 gesellt sich ihnen ein dünner Verbindungsstrang von dem darunter laufenden Stamm des *O. minor* zu, welcher vor und unter dem Ganglion des *O. major* dahin zieht. Auf 57 III 3 schneidet der hintere Ast des Trochlearis in schräger Richtung den *O. minor*, zwei Schnitte weiter auch der vordere kleinere Zweig, und dann laufen alle zusammen eine Zeitlang so dicht neben einander, dass sie wie ein Nervenstrang aussehen. Aber man kann doch immer erkennen, dass die Fasern des Trochlearis spitzwinklig zu denen des *O. minor* gerichtet sind; und so ergibt sich auf 58 I 8 ein Auseinandergehen beider Nerven: der *O. minor* geht dorsaler und theilt sich in zwei Zweige, der Trochlearis verläuft darunter direct auf den Bauch des *Obliquus superior* zu.

Der Embryo 60 von 30 mm Länge, sagittal gesehnt, zeigt einen gleichmäßig starken Strang des Trochlearis, der vom Chiasma aus über das Dach des Isthmus und die Seiten hinweg zieht in horizontaler und dann schräger Richtung, bis er im Mesenchym auf 72 III sich spaltet. Der vordere der beiden so entstehenden Äste ist wesentlich dünner, als der hintere, dennoch ist er es, der sich noch zum zweiten Male theilt, auf 70 II, dicht vor dem Durchgang durch den Orbitalknorpel, der auf diesem Stadium bereits beträchtlichen Umfang und Dicke erreicht hat. Auf 70 II 1 sind alle drei Äste in je einem Canal dieses Knorpels gesondert zu sehen. Auf 70 I 7 tritt der hinterste und stärkste Zweig aus dem Knorpelcanal hervor, auf I 3 auch der zweite und auf I 1 auch der vorderste. Auf demselben Schnitte scheinen sich die beiden hinteren wieder zu vereinigen oder wenigstens an einander zu legen, denn auf 69 III sieht man nur noch zwei getrennte Äste, den größeren hinteren und den kleinen vorderen. Man kann sie weiter getrennt verlaufen sehen auf 69 II bis auf 69 I vor dem Ganglion des *O. major*, welches von hinten her sich beiden Ästen nähert; ein Stück des *O. minor* lässt sich gesondert erkennen, das sich unter und vor dem Ganglion des *O. major* befindet und auf 69 I 1 und 2 den hinteren Ast des Trochlearis spitzwinklig überschneidet, so dass letzterer unter dem *O. minor*-Strang wieder zum Vorschein kommt — was auch auf 69 I 1 mit dem vorderen

Aste sich ereignet. Beide werden nun auf 68 III auch von dem großen Strang des O. major überschritten und sind auf einer Reihe von Schnitten nur dadurch erkennbar, dass sie in schrägerer Richtung getroffen als eine spindelförmige Gruppe durchschnittener Fasern von dem in der Längsrichtung verlaufenden Stamme des O. major sich unterscheiden. Auf einer Reihe von Schnitten ist der Trochlearis nur so zu erkennen, bis er auf 68 I 1 sich vom O. major frei macht und auf 67 III sich dem Muskelband des Obliquus superior inserirt.

Auf der andern Seite liegen die Verhältnisse etwas einfacher. Ein großer Strang des Trochlearis steigt hinab bis dicht an den Orbitalknorpel; fast an seiner oberen Grenze theilt sich ein schmales Bündel davon ab und geht durch einen dicht daneben liegenden gekrümmten Canal durch den Knorpel, verbindet sich aber gleich nach dem Durchtritt wieder mit dem Hauptstrange, XXIX 88 und 87, und tritt dann in gleicher Weise, wie auf der andern Seite, vom O. minor und O. major überkreuzt, in den Obliquus superior ein.

Verbindungen mit dem O. minor sind bei diesem Embryo nicht zur Beobachtung gelangt; ebenso wenig wurden Reste von Kettenfasern oberhalb des Orbitalknorpels in Begleitung des Trochlearis gefunden.

Schließlich habe ich noch einen 41 mm langen Embryo (XXIX 113 rosa), der sagittal geschnitten ward, auf die Frage geprüft, ob Verbindungen mit dem O. minor oder wenigstens noch abgeschnittene Reste derselben zur Beobachtung kämen, habe aber nur ähnliche Verhältnisse, wie bei dem vorigen vorgefunden. Der Trochlearis liegt auf seiner distalen Strecke dem dicken Strange des O. major und dem weniger dicken des minor bis 122 II an, wo er sich selbständig macht und in den Obliquus einläuft. Auf 124 II steigt der Trochlearis in 2 Ästen über den O. minor hinauf, geht durch zwei Knorpelcanäle und vereinigt sich 127 I zu einem gleichmäßig starken Strange bis zum Chiasma. Also auch bei diesem Embryo erhält sich keine Faserverbindung des Trochlearis mit dem O. minor.

Zusammenfassung.

Die Anlage der Trigenimusplatte bei *Mustelus* unterscheidet sich von derjenigen bei *Torpedo* zunächst durch geringeres Volum; besonders ist das G. mesocephalicum wesentlich kleiner und rückt frühzeitig so nah an das G. Casseri heran, dass es fast völlig in demselben aufgeht. Wie bei *Torpedo* zeigen sich auch bei *Mustelus* (und den andern Squaliden) die ectodermalen Sinnesorgan-Anlagen,

zumal die des *G. mesocephalicum*, mit den aus dem für sie bestimmten Nerven hervorgehenden Placoden. Aus der Trigeminusplatte geht durch Verschiebungen, welche die Hirn- und Kopfbeuge hervorbringt, in derselben Weise wie bei *Torpedo* der sog. primäre Trochlearis hervor, erreicht aber weder den Umfang noch die Dauer der Existenz, die er bei *Torpedo* besitzt, geht vielmehr nach Bildung gelegentlicher ganglienartiger Klumpen rasch zu Grunde, ohne Ganglienzellen und von ihnen ausgehende sensible Nervenfasern zu bilden.

Am *G. Gasseri* aber wächst aus der oberen äußeren Ecke eine Nervenanlage hervor, die sich direct an das Ectoderm begibt, als sollte auch hier wie bei dem Ophthalm. major, dem Buccalis und dem Mandibularis externus ein Schleimeanal-Nerv gebildet werden. Die Zellen des Ectoderms nehmen auch mehrfach cylindrische Gestalt an, und man sieht später zwischen Ophth. major und der rudimentären Sinnesorgan-Einstülpung des *G. mesocephalicum* eine flache rinnenartige Einstülpung eine Zeitlang bestehen, die vielleicht ursprünglich für einen dorsalen Sinnesnerven des *G. Gasseri* bestimmt war; aber sie wird vom O. major absorbirt, und der aus dem *G. Gasseri* hervorwachsende Nerv wird kein Schleimeanalnerv, sondern der Ophthalmicus superficialis minor. (Eine auf pag. 252 Anm. beschriebene Missbildung eines Embryo von *Scyllium canicula* erläutert die eben gegebene Darstellung.) Der vom *G. mesocephalicum* ausgehende Zellstrang zur Ectoderm-Einstülpung wird, wie die letztere, rudimentär, löst sich sowohl vom Ganglion als vom Ectoderm ab, verschwindet aber nicht, sondern theilt sich in 2—3 kleinere ganglienartige Placoden, die in der Umgebung des O. minor und des Obliquus superior an verschiedenen Stellen aufgefunden werden und aus sich sogar Nervenfasern hervorgehen lassen, die sich gelegentlich dem O. minor und andern Organen beimischen. Die Verschiebungen des Kopfes bewirken auch eine Annäherung des *G. geniculi* s. *facialis* an das *G. Gasseri*, so dass die Bahn des Ophth. major der des O. minor immer näher tritt.

Aus dem O. minor zweigt sich nahe dem *G. Gasseri* ein erster Ast ab, der auf der Innenseite des O. major dorsalwärts hinzieht. Bald geht auch ein zweiter und dritter Zweig nach innen gegen die Sattelhöhle zu. Sie bestehen aus ausgezogenen langen Zellen mit länglichen Kernen, den von mir sog. Kettenfasern.

Diese Kettenfasern begegnen sich in verschiedener Höhe mit den aus dem Chiasma hervorwachsenden nackten Trochlearisfasern und scheinen sich mit einander zu verbinden, wobei es aber unent-

schieden bleibt, ob die Kettenfasern eigentliche Nervenfasern sind oder ob sie nur aneinander gereilte Zellen ohne verbindende Nervenfasern darstellen. So ist auch ihre Vertheilung nicht gleichmäßig auf beiden Seiten: mitunter sieht man schon auf der einen Seite Kerne den aus dem Chiasma austretenden Trochlearisfasern angeschlossen, während auf der andern Seite diese Fasern noch nackt erscheinen, oder aber Kettenfasern neben den Trochlearisfasern einherziehen, aber von ihnen durch Zwischenräume getrennt bleiben. Man findet aber auch Kettenfasern, die vom Stamm des bereits mit Zellen besetzten Trochlearis rücklaufend durch das Mesenchym ziehen (pag. 270) und in demselben enden. Welche Bedeutung einer solchen Faser zukommt, bleibt zweifelhaft, vielleicht ist sie nur eine Anomalie.

Durch diese Kettenfasern treten nun die Trochlearisfasern in räumlichen Zusammenhang mit dem Ophthalmicus minor. Für diese Kettenfasern bleiben ebenso wie für die eigentlichen Trochlearisfasern eigne Durchgangscanäle durch die sich verdichtende Zellmasse der Orbitalwandung erhalten, woraus man folgern könnte, dass diese Kettenfasern eine dauernde Bedeutung hätten. Das scheint aber nicht der Fall zu sein, da viele dieser Canäle wieder verstreichen und andre nur Rudimente von Kettenfasern aufweisen, ohne Verbindung mit irgend einem Nervenstamm.

Eine wirkliche Faserverbindung zwischen Trochlearis und Ophth. minor lässt sich aber nicht feststellen; selbst da, wo beide Nervenstämme an einander liegen, ist doch die Richtung der sie zusammensetzenden Fasern eine verschiedene, wie sich auf Schnitten nachweisen lässt, und sie weichen wieder aus einander, um eine gesonderte Vertheilung zu finden.

2. *Mustelus vulgaris*.

Die Verhältnisse der Trigeminiplatte zu dem Medullarrohre und der Hirnbeuge sind bei *Mustelus vulgaris* in allem Wesentlichen dieselben wie bei *Mustelus laevis*, so dass ich eine besondere Darstellung der Entwicklung bis zu Embryonen von 10 mm Länge unterlassen kann.

Dagegen ist die Entwicklung des Ophthalmicus minor bei *M. vulgaris* in mehr als einer Beziehung interessant und rechtfertigt eine genauere Schilderung des mir vorliegenden, ziemlich umfangreichen Materiales.

Embryo XXVII 512 (Taf. 21 Fig. 1) zeigt auf Horizontalschnitten

auf der linken Seite den eben beginnenden Auswuchs des O. minor (*Ophth. min.*) aus der äußeren vorderen Ecke des G. Gasseri (*G. Gass.*), daneben aber einen dorsal gerichteten, blind endigenden Zweig der nur noch als Strang bestehenden Trigemiusplatte (*prim. Trochl.*), welcher offenbar einen Rest der Verbindung mit dem Medullarrohr darstellt und deshalb nichts mit dem O. minor zu thun hat.

Embryo XXVII 541 von 11,5 mm Länge, sagittal, zeigt den Beginn des O. minor als zwei von der zu einer kleinen Platte ausgezogenen äußeren vorderen Ecke des G. Gasseri auslaufende, kleine Zweige.

Ebenso zeigt sich XXVII 545 von 12 mm Länge.

Embryo XXVII 515 von 13 mm Länge zeigt diese kleine Platte und die von ihr ausgehenden Äste sternförmig gestaltet.

Ein gleichfalls 13 mm messender Embryo, XXVII 547, zeigt neben einem noch bestehenden schmalen Strange, der als Überrest der Trigemiusplatte anzusehen ist, einen netzartigen Anfang des O. minor, auf beiden Seiten.

Embryo XXVII 553 von 14 mm (Taf. 21 Fig. 2) lässt dieses Netzwerk noch deutlicher hervortreten. In diesem Stadium beginnt auch der Zusammenhang zwischen G. mesocephalicum und Ectoderm sich zu einem Strange auszuziehen, aus welchem in späteren Stadien die Placoden hervorgehen, die wir schon bei der Schilderung der Entwicklung von *M. laevis* kennen lernten. Reste der Trigemiusplatte wurden nicht mehr vorgefunden.

Embryo XXVII 561 von 15 mm (Taf. 21 Fig. 3) zeigt das Fortschreiten der Anlage des O. minor, aus dessen Maschenwerk drei Äste ihren Ursprung nehmen. Der vorderste derselben begleitet den oberen Rand des späteren Obliquus superior, der noch mit dem Lumen der Mandibularhöhle in offenem Zusammenhang steht, die beiden andern Äste gehen um den Ophth. major herum, theils unter ihm, theils ihn an seiner Innenseite kreuzend, so dass die ganze Bildung immer weiter auseinander weicht. Der Strang vom G. mesocephalicum zum Ectoderm steht mit letzterem noch in Zusammenhang, ist aber ein starkes zellenreiches Gebilde geworden. Die Commissur zwischen G. Gasseri und G. mesocephalicum ist fast verschwunden, beide Ganglien sind so nahe an einander gerückt, dass sie fast ein einziges Stück bilden. Übrigens ist die Ophth. minor-Anlage nicht auf beiden Seiten gleich, die eine Seite ist etwas einfacher.

Ein 16 mm messender Embryo, XXVII 567, der aber eher jünger

als der vorige zu sein scheint, lässt ein noch complicirteres Maschenwerk des *O. minor* erkennen (Taf. 21 Fig. 4).

Der Embryo XXVII 575 von 17 mm Länge zeigt bereits eine gewisse Reduction des netzförmigen Ursprungs des *O. minor*; dafür aber machen sich drei Längsstämme bemerklich, deren einer, der unterste, unterhalb des viel beträchtlicheren Stranges des *O. major* verläuft, während der mittlere, nachdem er den *O. major* auf seiner Innenseite gekreuzt hat, oberhalb desselben verläuft, und der dritte dorsal in die Höhe steigt, auch innerhalb des *O. major* und im Sattelraum, mitten im Mesenchym sich verliert. So ist es auf der einen Seite; auf der andern (Taf. 21 Fig. 5) ist der mittlere noch nicht so weit verfolgbar und kreuzt noch nicht den Lauf des *O. major*. Der Strang vom *G. mesocephalicum* zum Ectoderm zieht sich immer länger aus und beginnt, sich vom Ectoderm völlig abzulösen.

Und nun tritt bei diesem Embryo ein neues Factum auf: auf 579 III 9 erkennt man eine nackte kernlose Faser, welche vom Rücken her über den Isthmus seitlich in die Sattelhöhle hinabwächst und die erste Andeutung des absteigenden, proximalen Trochlearis darstellt. Auf den übrigen Schnitten lässt sich diese feine Faser leider nicht verfolgen.

Embryo XXVII 584, 18 mm Länge. Dieser Embryo zeigt den Abgang des *O. minor* von der äußeren oberen Ecke des *G. Gasseri* in normaler Weise, also schon als beträchtlich dicken Strang; der sich über dem *Obliquus superior* ausspannt und frontalwärts zieht. Der *Obliquus superior* selbst hat sich eben erst von der Mandibularhöhle abgeschnürt und richtet sich ebenfalls als langer schmächtiger Bauch oberhalb des Augapfels und der noch als große hohle Blase bestehenden Prämandibularhöhle nach vorn. Gleich nach seinem Abgange vom *G. Gasseri* entsendet der eben erwähnte Strang des *O. minor* einen Zweig dorsalwärts, welcher sich seinerseits wieder theilt: der obere dieser beiden Zweige kreuzt das Ganglion des *O. major* an seiner Innenseite, der vordere dagegen läuft innerhalb und in nächster Nachbarschaft des *O. major*-Stranges nebenher, trifft auf einen Zweig des unteren *O. minor*-Stranges und bildet mit demselben eine Masche; danach zieht er parallel dem *O. major* weiter.

Der Strang vom *G. mesocephalicum* zum Ectoderm hat sich als Strang aufgelöst: schon bei dem vorigen Embryo hatte er sich vom Ectoderm abgelöst, jetzt hat er auch seinen Zusammen-

hang mit dem *G. mesocephalicum* gelöst und ist in zwei ungleich große Placoden zerfallen, die als runde Klümpchen unterhalb des *Obliquus superior* in der Nähe des Ectoderm hinter einander gelagert sind.

Von proximalen Trochlearisfasern ist bei diesem Embryo noch keine Spur aufzufinden.

Embryo XXVII 592, 19 mm Länge. Man erkennt in Anflösung begriffene Zellstränge des *O. minor*, die dicht bei seinem Ursprunge vom *G. Gasseri* abgehen, während der Hauptstrang des *O. minor* immer näher der schmalen Commissur gerückt ist, welche sich noch zwischen *G. Gasseri* und *G. mesocephalicum* vorfindet, und von dort nach vorn und oben gerichtet zwischen dem *Obliquus superior* und dem Strange des *O. major* sich ausspannt. In dessen Nähe theilt sich der *O. minor* wiederum: ein kurzer Ast geht dorsalwärts, theilt sich gleich noch einmal, und die aus dieser zweiten Theilung resultirenden zwei Zweige gehen, der eine innerhalb des *O. major* in die Mesenchymmasse der Sattelhöhle, der andre parallel dem Hauptstrange des *O. major* nach vorn. Der untere Hauptstrang läuft dem *Obliquus superior* parallel an seiner Oberseite.

Der Strang vom *G. mesocephalicum* zum Ectoderm ist in seiner Hauptmasse noch sichtbar, hat sich aber bereits so gelockert, dass zwei größere Klümpchen daraus hervorgehen müssen, sobald sich die dünnen Verbindungsbrücken zum *G. mesocephalicum* und zum Ectoderm, aber auch die zwischen den beiden Klümpchen selbst völlig aufgelöst haben.

Auf der andern Seite sieht man mitten im Mesenchym der Sattelhöhle, in der Nähe der seitlichen Ectoderm-Einstülpung einzelne unzusammenhängende Zellen, welche durchaus den Eindruck machen, als seien sie Überreste der hier ursprünglich gelegen habenden Trigeminiplatte. Zusammenhänge dieser Reste mit Zweigen des *O. minor* sind nicht zu constatiren: noch weniger können sie mit Producten des absteigenden Trochlearis in genetischen Connex gebracht werden, da auch bei diesem Embryo noch keine Spur eines proximalen Trochlearis sichtbar geworden ist.

Embryo XXVII 603 von 20 mm Länge zeigt noch am Ursprunge des *O. minor* aus dem *G. Gasseri* einige Reste des ursprünglichen Maschenwerks, aus dem dann der eigentliche *O. minor* hervorgeht. Aus dem Maschenwerk tritt ein dorsaler Zweig hervor, welcher innen vom Ganglion des *O. major* nach oben zieht und sich theilend im Mesenchym verliert. Der Hauptstrang des *O. minor* geht zwischen

dem Rand des *Obliquus superior* und dem Strange des *O. major* nach vorn, hie und da kleine Zweige dorsalwärts entsendend (Taf. 21 Fig. 6).

Der Strang zwischen *G. mesocephalicum* und Ectoderm hat sich zu zwei Placoden umgebildet, welche dicht am Ectoderm liegen geblieben sind: der Anfang des Stranges steht noch mit dem Ganglion in Verbindung, ist aber in der Mitte unterbrochen, so dass die beiden Placoden isolirt sind.

Von proximalen Fasern des *Trochlearis* zeigt auch dieser Embryo noch keine Spur!

So weit führte ich die Beobachtung über die vorstehend beschriebenen Verhältnisse an sagittal geschnittenen Embryonen¹. Es musste wichtig sein, dieselben Verhältnisse und besonders das Verhalten des proximalen *Trochlearis*fasern zu den Zweigen des *O. minor* und zum *Obliquus superior* an schrägen Querschnitten zu beobachten, welche in annähernd paralleler Richtung zum Verlauf des proximalen *Trochlearis* geführt wurden. Die Ergebnisse lasse ich nun folgen.

Embryo XXVII 613 von 19 mm Länge. Dieser Embryo lässt weder eine Spur des Chiasmas noch der proximalen Fasern des *Trochlearis* erkennen. Die Schnitte, welche schräg durch die beiden Augenblasen gehen, zeigen innen von denselben die durchschnittene Prämandibularhöhle, darüber den querdurchschnittenen Zellstrang vom *G. mesocephalicum* an das Ectoderm, soweit derselbe noch im Zusammenhang besteht, wie z. B. auf der rechten Seite dieses Embryos, während er auf der linken bereits unterbrochen ist und zur Bildung der beiden, dicht dem Ectoderm angelagerten Placoden geführt hat. Über diesen durchschnittenen Placodensträngen liegt der gleichfalls quer durchschnittene Bauch des *Obliquus superior*, der in diesem Stadium noch ein kleines inneres Lumen zeigt; über dem *Obliquus* liegt der Hauptstrang des *O. minor* und über diesem endlich, dicht dem Ectoderm an- oder vielmehr eingelagert, der *O. major*. Über dem *O. major* mit seinem ectodermalen Sinnesepithel folgt dann die ectodermale Einstülpung, auf derselben Höhe, auf der sich die Bodenplatte des Medullarrohrs zeigt. Dorsal hiervon zwischen Medullarrohr und Ectoderm dürfen wir die ersten Fasern des proximalen *Trochlearis* zu finden erwarten. Im Vorstehenden ist die Topographie der Region gegeben, deren weitere Entwicklung uns hier beschäftigen wird.

Embryo XXVII 625 von 20 mm Länge zeigt uns nun den

¹ Vergl. indessen weiter unten pag. 295.

ersten Anfang proximaler Trochlearisfasern und zugleich des Chiasmata, 629 V 9—11. Letzteres nimmt an Breite 2—3 Schnitte von 5μ , an Höhe die obere Hälfte des Isthmusdaches ein, die untere Hälfte wird von dicht stehenden Medullarzellen gebildet, welche die Chiasmatafasern von unten und von den Seiten wie ein Futteral umgeben, aber nicht zwischen sie eindringen oder höchstens zwischen die äußeren Fasern. Es ist leider nicht möglich, innerhalb der Chiasmamasse mit Sicherheit einzelne Fasern zu unterscheiden resp. in ihrem Laufe durch das Chiasma und bis zu ihrem Austritte aus demselben zu verfolgen. Ebenso wenig ist es möglich, sie bis zu ihrem Ursprunge aus irgend welchen zelligen Elementen im Innern oder außerhalb des Medullarrohres zu unterscheiden. Das Chiasma stellt sich vielmehr dar wie eine dorsale Verlängerung und Verbreiterung des von His so genannten Randschleiers, der über das Dach des Medullarrohres hinwegzieht, aber eine deutliche Faserung durch horizontale Linien erkennen lässt. Dass man aber die einzelnen Fasern in ihrem Laufe nicht verfolgen kann, liegt, neben andern Gründen, hauptsächlich daran, dass sie nicht in einer und derselben Querebene liegen. Sie verlaufen vielmehr in schräger Richtung, treten von unten und hinten in das Dach des Isthmus ein, und treten ebenso nach unten, aber etwas nach vorn wieder aus. Querschnitte können deshalb den Verlauf einer einzelnen Faser nicht enthüllen: und so bleibt es in gewissem Sinne zweifelhaft, ob diese Gesamtmasse des Chiasmata aus einzelnen, von einander getrennten Fasern besteht, und ebenso bleibt es zweifelhaft, ob alle Fasern, die auf den Seiten aus dem Chiasma hervorgehen, auch wirklich im Chiasma sich gekreuzt haben und von der entgegengesetzten Seite, also aus dem andern Antimere, herstammen. Wir werden spätere Stadien kennen lernen, durch welche diese Unsicherheit noch weiter beleuchtet wird.

Ist es also nicht mit Sicherheit zu entscheiden, wie die Fasern sich im Chiasma zu einander verhalten, so bleibt es auch unklar, ob sie alle einzeln austreten, oder ob sie mit einander zu plasmatischer Gemeinschaft verschmelzen, d. h. wirkliche Syncytien bilden. Diese Frage complicirt sich aber sofort mit einer andern von hoher Bedeutung: ob nämlich diese austretenden Fasern besondere Kerne besitzen, die ihnen uranfänglich zugehören, oder ob sie als Ausläufer im Innern des Medullarrohres liegender Zellen aus

dem Medullarrohre heraustreten, event. nachträglich erst durch besondere Zellen mit Kernen eingeschleitet werden. Auch für diese Frage werden wir im Verlaufe unserer Darstellung neue Beurteilungskriterien gewinnen. An dem vorliegenden Embryo kann man nur constatiren, was sich auch an andern oft genug beobachten lässt, dass Medullarzellen aus den inneren Schichten des Medullarrohres den Fasern des Chiasma sich zugesellen gerade an der Stelle, wo letztere das Medullarrohr verlassen und als Trochlearisstamm austreten wollen. Unsicher aber bleibt, ob diese Zellen oder Kerne auch aus dem Verbaude des Medullarrohres heraustreten und mit den Fasern weiter in das Mesenchym der Seitentheile des Kopfes hineinwandern. Auf der linken Seite des vorliegenden Embryo XXVII 629 V 2 sieht man nun den Austritt mehrerer Fasern in seitlicher Richtung am oberen Theile des Isthmus und findet ein Paar cylindrischer Kerne ihnen angelagert, grade wo sie austreten: es wäre also nicht unmöglich, dass diese Kerne aus dem Innern des Medullarrohres soweit vorgedrungen wären und dabei die cylindrische Gestalt angenommen hätten. Auf den folgenden Schnitten sieht man weitere Fasern ohne Kerne austreten, auf dem Schnitte 629 V 5 liegen mehrere Fasern dicht an einander ohne Kerne — es sind aber offenbar die weiter vorgedrungenen Stücke derselben Fasern, deren Austritt eben beschrieben ward. Auch noch auf den folgenden drei Schnitten kann man feine Faserstücke erkennen, die außen von der oberen Hälfte des Isthmus ventralwärts hinabsteigen — weiter aber sind sie noch nicht vorgedrungen, und die horizontale Mittelebene des Medullarrohres haben sie noch nicht erreicht. Auf der andern Seite treten die Fasern des Trochlearisstammes mit breiterer Platte aus, als wären sie alle zusammengeklebt; auch sieht man dort gleichfalls einige cylindrische Kerne gegen diese Platte zu im Innern des Medullarrohres zusammentreten; aus der Platte selbst geben zwei einzeln laufende Fasern noch ein Stückchen weiter, ohne Kern; dann hören sie auf, d. h. lassen sich inmitten der Mesenchymzellen nicht weiter unterscheiden.

Sicher geht aus diesem Befunde hervor, dass diese Fasern des Trochlearis aus dem Medullarrohre hervorzunehmen, nicht aber aus Zellen der Trigeminiplatte oder aus aufsteigenden Zweigen des Ophthalmicus minor in das Dach des Isthmus hinein.

Embryo XXVII 718, gleichfalls von 19 mm Länge, zeigt auf 725 I 7—11 das Chiasma und den Austritt der ersten proximalen

Trochlearisfasern. Bei diesem Embryo sieht man mit Deutlichkeit zwischen den Fasern des Chiasmas längliche Kerne, welche im Begriff zu sein scheinen, mit den Fasern aus dem Verbande des Medullarrohres auszutreten. Ähnliche Kerne liegen auch zwischen den Fasern grade auf dem Dach des Isthmus. Sie können schwerlich eine andre Provenienz haben, als aus den Massen der das Chiasma umgebenden Medullarzellen; ihre längliche Gestalt wäre dann bedingt durch ihr Angeschmiegtsein an die auswachsenden Fasern des Trochlearis. Dass sie bestimmt seien, auszutreten, ist natürlich nur eine Annahme — sie könnten ja auch an der Stelle liegen bleiben, wo sie jetzt liegen. Wir werden aber später Fälle kennen lernen, wo die Annahme fast zwingend erscheint.

Verfolgen wir nun die Fasern des austretenden Trochlearis mehr im Detail, zunächst auf der rechten Seite. Anfänglich bilden dieselben eine zusammenhängende Platte, die aber doch durch einzelne Lücken zu erkennen gibt, dass auch in ihr die verschiedenen Fasern nur durch nahes Aneinanderliegen den Eindruck einer zusammenhängenden Platte gewähren, und sich gleich darauf von einander trennen und einzelne verschieden dicke Fasern darstellen. Diese Fasern liegen zunächst in den caudalwärts auf das Chiasma folgenden Schnitten, dann aber treten sie weiter frontalwärts, so dass man sie in den vor dem Chiasma liegenden Schnitten wieder auffindet, wo sie einzeln als feine, blasse Faserstücke ohne Kerne in 4—5 Schnitten noch gesehen werden — aber weiter als bis auf die halbe Höhe des Medullarrohres reichen sie nicht abwärts — wenigstens sind sie nicht unterscheidbar. Da sie mitten durch das Mesenchym laufen, so berühren sie sich hie und da mit Mesenchymkernen, aber ihnen zugehörig schienen diese nicht zu sein.

Andrerseits sieht man einzelne große ovale Kerne mit gelblichem Plasma von unten her in das Mesenchym eingestreut, beinahe bis zu der Höhe, wo die Trochlearisfasern aufhören; besonders auf Schnitt 725 I 5. Sowohl diese Kerne als auch ihr Plasma machen einen durchaus andern Eindruck, als die Mesenchym-Elemente, und da einige derselben in Zusammenhang durch Plasmafäsern stehen, so greift man schwerlich fehl, wenn man in ihnen Stücke der aufwärts wachsenden O. minor-Zweige erblickt, welche aber noch keinen Zusammenhang mit den abwärts wachsenden Trochlearisfasern erreicht haben. Besonders auf 725 I 1 sieht man drei solcher Zellen in Zusammenhang, und auf den letzten Schnitten (724 IV 7 und vor-

hergehende) kann man sich davon überzeugen, dass solche kurze Stücke in der That zum System des O. minor gehören, da sie unmittelbar mit seinem schräg durchschnittenen Stamme in Verbindung stehen.

Auf der linken Seite treten die Trochlearisfasern etwas gesonderter aus dem Chiasma hervor, so dass eine Platte nicht auftritt. Dafür aber sieht man, dass, während drei oder vier Fasern als directe Verlängerung der Chiasmafaser aus dem Medullarrohr austreten, eine andre Faser drei Schnitte vorher und wesentlich tiefer als die übrigen das Medullarrohr verlässt, also den Eindruck hervorrufft, als sei sie nicht aus dem Chiasma hervorgegangen. Leider kann man dieselbe innerhalb des Medullarrohres nicht weiter verfolgen, und da sie in sehr spitzem Winkel aus dem Medullarrohr hervortritt, so braucht man auch nicht zu schließen, dass sie etwa aus Ursprungszellen herstamme, welche mit denen des Chiasmas nicht direct zu thun hätten; aber ich halte es doch für wichtig, auf dieses Factum des gesonderten Austritts hinzuweisen, da wir im weiteren Verfolg unsrer Darstellung ein sehr viel klareres Bild einiger Fasern bekommen werden, deren Austritt viel weiter vom Chiasma entfernt liegt, und die durchaus den Verdacht erwecken, nicht desselben Ursprungs mit den Chiasmafaser zu sein.

Diese verschiedenen proximalen Fasern gehen meist einzeln in welligem Verlauf abwärts bis auf die Hälfte der Höhe des Medullarrohres. Dort erscheinen einzelne größere Kerne mit graugelblichem dickerem Plasmastrange, welche, verfolgt man die Schnitte bis zu 724 IV, wiederum in Zusammenhang mit dem O. minor stehen — so dass auch auf dieser Seite aller Wahrscheinlichkeit nach ab- und aufsteigende Fasern des Trochlearis und des O. minor sich mischen oder an einander schließen — wobei ich dahingestellt lasse, ob nur ein Neben-Einander entsteht, oder ob eine wirkliche Faser-Verbindung Platz greift.

Ein 21 mm langer Embryo, XXVII 637, zeigt das Chiasma in normaler Weise; es ist aber bemerkenswerth, dass die es bildenden Nervenfasern ziemlich deutlich unterscheidbar sind, so dass man nicht annehmen dürfte, dieselben bildeten ein Syneytium oder die Fasern bildeten eine gemeinsame Masse. Nur sind die einzelnen Fasern nicht auf größere Strecken verfolgbar. Einzelne langgestreckte Kerne sind den Fasern beigemischt, hie und da scheinen

sie auch mit ihnen auszutreten, wenigstens ihrem Austritt sich in großer Zahl zuzudrängen. Ob die ausgetretenen Fasern eigne Kerne besitzen, ist bei diesem Embryo noch schwieriger festzustellen, da die Schnitte, etwas horizontaler geführt, als bei andern, die austretenden Fasern schräg treffen und somit nur kleine Stücke derselben beobachten lassen. Durch diesen Umstand kann man aber auch feststellen, dass eine beträchtliche Anzahl vereinzelter oder zu zweien und dreien verbundener Fasern neben einander austreten, nicht ein zusammengefasstes Bündel aller Fasern; die Fasern lassen sich wiederum verfolgen bis zur halben Höhe des Medullarrohres, — da verschwinden sie; aber da die Schnitte horizontaler ausgefallen sind, so lässt sich schwer feststellen, wie weit die feinsten Faserenden vorgedrungen sind.

Aus demselben Grunde eignet sich dieser Embryo weniger zur Ermittlung, wie weit die aufsteigenden Zweige des O. minor dorsalwärts vorgedrungen sind: man sieht sie aber als Kettenfasern mit gelblich-grauem Plasma und beträchtlich großen Kernen inmitten des Mesenchyms und kann sie von dem quer durchschnittenen Stamm des O. minor abgehen sehen.

Bemerkenswerth bei diesem Embryo ist, dass der ursprünglich vom G. mesocephalicum zum Ectoderm sich bildende dicke Zellstrang in drei kleinere Placoden zerfallen ist, die in der Nähe des Ectoderms und des Obliquus superior gefunden werden.

Der Embryo XXVII 650 von 23 mm Länge ist einer der interessantesten aller Embryonen, die ich auf die Entwicklungsverhältnisse des Trochlearis untersucht habe.

Zunächst erlaubt der Conservirungszustand wiederum die Constatirung der Thatsache, dass das Chiasma aus einzelnen von einander getrennten Fasern besteht, die in einem sehr spitzen Winkel sich kreuzend, über das Dach des Isthmus von einem Antimer zum andern ziehen und im andern austreten. Über den Ursprung dieser Fasern ist es immer schwer, irgend eine bestimmte Angabe zu machen, da der sog. Randschleier (His) überall aus solchen Fasern besteht, die, gleichzeitig von radiär gestellten Gerüstfasern durchzogen, keine Möglichkeit der Beobachtung des individuellen Faserverlaufs gewähren. Indessen verhilft eine Anormalität des vorliegenden Embryos dieser Frage zur Lösung und erlaubt nicht nur die Feststellung eines relativen Ursprungsortes zweier Fasern, sondern zugleich die Consta-

tirung anderer sehr wichtiger Thatsachen. Es mag deshalb gestattet sein, den Thatbestand im Einzelnen ausführlich darzustellen.

Auf XXVII 660 I 1 sieht man den vorderen Rand des Chiasma, an welchem dünner gestellte Medullarzellen noch die ganze Breite der Dachlamelle des Isthmus einnehmen. Einzelne Chiasmafasern sieht man aber bereits von der linken Seite zwischen diese Zellen eindringen. Auf dem nächsten Schnitt vermindert sich die Zahl der Zellen auf der oberen Hälfte der Dachlamelle, vermehrt sich aber die der von links her das Dach durchziehenden Fasern, welche indessen noch nicht auf die rechte Seite hinübergetreten sind. Der dritte Schnitt weicht nicht wesentlich vom vorigen ab, der vierte zeigt nur wenige Nerven auf der Oberseite, dafür aber beträchtlich mehr Fasern, die nun schon über die Mitte hinaus auf die rechte Seite hinübergreifen, der fünfte fast nur Fasern, die über das ganze Dach hinüberziehen und sich mit einigen langgestreckten Kernen untermischt zeigen, ebenso der sechste; der siebente zeigt wiederum mehr Fasern nach der rechten Seite, links aber dafür den Austritt des proximalen Trochlearis in einem dichteren Bündel verklebter Fasern, ebenso der achte, während der neunte, neben noch weiteren links austretenden, auch den Anfang der rechts austretenden Fasern enthält, die auf dem zehnten in größerer Zahl, aber zugleich in größerer Sonderung zu sehen sind. Auch auf II 1 und 2 treten diese Fasern nach rechts aus, aber auf dem Schnitt II 3 gewahrt man einen Befund, der in Erstaunen setzt, denn er zeigt Fasern, welche aus dem unterhalb des austretenden Trochlearis liegenden Randschleier hervortreten, die Fasern dieses proximalen Trochlearis durchsetzen und auf dem Schnitt II 4 zunächst dorsalwärts, dann aber in großem Bogen über das Dach des Isthmus hinweg auf die linke Seite hinabsteigen und bis auf die untere Hälfte des Medullarrohres gesondert zu verfolgen sind. Taf. 21 Fig. 7 sind diese Fasern in ihrem Verlauf abgebildet. Man kann ihren Ursprung auf dem rechten Randschleier noch eine Strecke weit verfolgen, — es sind 4 oder 5 einzelne neben einander austretende Fasern, die aber nach dem Durchtritt durch die rechts austretenden Trochlearisfasern sich zu zwei stärkeren Fasern zusammenfügen und neben einander den Lauf über das Dach des Isthmus antreten. Auf der Höhe des Daches scheint die eine Faser aufzuhören, die andre setzt ihren Lauf fort, liegt aber nicht immer in demselben Schnitt, da ihr Lauf gewellt

ist, so dass immer nur einzelne, mehr oder weniger lange Stücke in einem Schnitte gelegen sind. Auch ist ihre Gesamtrichtung von hinten nach vorn gegeben, so dass ihr Anfang auf 660 II 4, ihr wahrnehmbares Ende aber auf 658 III 10 in der Höhe der unteren Hälfte des Medullarrohres, aber näher dem Ectoderm, als dem Medullarrohr aufgefunden wird. Die Fasern haben also 45 Schnitte von 5 μ Dicke durchlaufen, dabei häufig sehr wellige Conturen aufweisend, in ihrem ganzen Laufe aber findet sich kein einziger ihnen angehöriger Kern!

Verfolgen wir nun den eigentlichen Trochlearis, wie er typisch aus dem Chiasma hervortritt, zunächst auf der linken Seite, 660 I 7. Wie ich schon erwähnte, sind die Fasern anfänglich zu einem dickeren, kernlosen Bündel verklebt. Auf dem achten Schnitt sieht man auch hier einen Zustand, als wollte eine Faser aus dem Medullarrohr desselben Antimers sich dem Faserbündel des Chiasmas beimischen, — aber der Befund ist zu unklar, als dass er mit Sicherheit so gedeutet werden könnte, zumal da diese austretende Faser ein Stück einer Gerüstfaser sein könnte. Auf den vorhergehenden Schnitten 660 I 6 und 5 sieht man noch das verklebte Bündel sich fortsetzen, zugleich aber beginnt es, sich in einzelne kernlose Fasern zu sondern, die auf 660 I 1 bereits auf der halben Höhe des Medullarrohres angekommen sind. Hier treffen sie auf einige von unten her aufsteigende Kettenfasern mit großen spindelförmigen Kernen, die sich den absteigenden kernlosen Fasern so beimischen, dass man nicht mehr unterscheiden kann, ob sie in einander münden oder nur neben einander verlaufen. Diese Kettenfasern machen wiederum einen von den absteigenden kernlosen proximalen Fasern verschiedenen Eindruck, das Plasma ist grauer als das dieser, und die Beschaffenheit der Kerne durchaus diejenige, welche wir an den Zweigen des O. minor kennen lernten, ehe noch proximale Fasern des Trochlearis aus dem Chiasma hervortreten. Dass aber diese aufsteigenden Fasern wirklich dem System des O. minor zugehören, lehren die Schnitte 659 II 2 und 3, wo man sie auf das Deutlichste im Zusammenhange mit dem zwischen dem Stamme des O. major und dem Bauch des Obliquus superior dahinziehenden Strange des O. minor erblickt. Auf den dicht vorhergehenden Schnitten findet sich die eine Placode des G. mesocephalicum, dem Ectoderm angelagert, schräg über dem Obliquus superior; Faserbeziehungen zum O. minor konnte ich nicht feststellen.

Durchaus ähnlich verhält sich die rechte Seite. Auch da tritt

der proximale Trochlearis kernlos mit einer Anzahl theils verklebter, theils freier Fasern aus und begegnet den aufsteigenden kerntragenden O. minor-Zweigen auf der halben Höhe des Medullarrohres, deren Zusammenhang mit dem O. minor-Stamm zwar nicht constatirt werden konnte, was aber durchaus nicht beweist, dass er nicht existirt hätte. Auch die Placode liegt an der gleichen Stelle wie auf der linken Seite.

Embryo XXVII 665, gleichfalls 23 mm lang, zeigt ein bereits faserreicheres Chiasma mit eingestreuten länglichen Kernen zwischen seinen Fasern. Auf 676 II 8 und 9 treten beide Trochlearis aus dem Chiasma hervor mit kernlosen, zu mehreren dichteren Strängen verklebten Fasern, die sich bald darauf zu zahlreicheren dünneren Strängen auflösen, dabei aber schon nach 4 Schnitten aufsteigende kernhaltige Zweige des O. minor zwischen sich aufnehmen. Wer nun weiter verfolgt, wie zahlreich und voluminös diese aufsteigenden Zweige sind, wie viel größer auch viele ihrer Kerne sind, als diejenigen, welche zwischen den Chiasmafasern sich finden und event. aus dem Medullarrohre hätten austreten können, wer ferner in Betracht zieht, dass diese distalen Fasern sich über 50—60 Schnitte erstrecken und mehrfach in directer Verbindung mit dem O. minor stehen, der wird schwerlich bezweifeln, dass diese distalen Fasern, deren Ausläufer sich den proximalen Fasern des Trochlearis beimischen, einen andern Ursprung haben, als eben die proximalen, welche nachweislich aus dem Medullarrohr hervowachsen und anfänglich durchaus kernlos sind.

Auf der rechten Seite liegen die Verhältnisse durchaus ähnlich, wie auf der linken. Die Placoden befinden sich auf beiden Seiten an den typischen Stellen, links aber scheint die Placode 674 I und 673 III nach vorn auszuwachsen, als wollte sie einen selbständigen Nervenstamm entwickeln.

Embryo XXVII 678 von 24 mm Länge bietet uns nun Gelegenheit, ein weiteres sehr wichtiges Verhältnis feststellen zu können.

Das Chiasma treffen wir auf 687 II 7—III 6, es nimmt also neun 5μ breite Schnitte ein und zeigt entsprechend viel Fasern, die durch einander laufend, einzeln nicht zu verfolgen sind. Wesentlich zahlreicher geworden sind aber die zwischen den Fasern sich findenden Kerne; vielfach zeigen sie die bekannte

längliche Gestalt, eine beträchtliche Zahl aber erscheint oval, ja auch rundlich, und gleicht durchaus den in den Randschleier vordringenden Medullarkernen. Verfolgt man nun die aus dem Chiasma austretenden Trochlearisfasern, so gewahrt man, dass ähnlich wie zwischen den Fasern des Chiasmas auch zwischen den Trochlearisfasern sich solche Kerne vorfinden, und wird zu der Annahme gedrängt, dass diese Kerne aus dem Medullarrohr nachträglich in die Wurzeln des Trochlearis eingewandert seien. Zu dieser Annahme berechtigen die folgenden Thatsachen (Taf. 21 Fig. 8a und b).

Man erkennt, dass die Längsrichtung der ovalen und noch mehr der bereits cylindrisch gestalteten Kerne an der Wurzel der Trochlearisfasern mit der Austrittsrichtung dieser Fasern übereinstimmt, und sieht, dass die cylindrisch gestalteten sich besonders in der Nähe dieser Fasern finden. Offenbar wird auf sie ein gewisser Zug ausgeübt, der mit dem Austritt und Auswachsen dieser Fasern zusammenhängt. Nun ist es freilich wahr, dass auf den meisten Schnitten, welche z. B. die rechte Trochlearis-Wurzel treffen, die sich den Fasern beimischenden Medullarkerne nicht über die Peripherie des Medullarrohres hinaus gelagert sich vorfinden: aber auf den Schnitten 687 III 6—9 sieht man mit voller Klarheit eine gar nicht geringe Anzahl solcher Kerne bereits außerhalb der Peripherie des Medullarrohres innerhalb und zwischen den eigentlichen Trochlearisfasern. Da zwischen diesen und den benachbarten Kernen innerhalb des Medullarrohres keine Lücke sich findet, so darf man wohl schließen, dass die Kerne der Trochlearisfasern bereits aus dem Medullarrohr ausgetreten und vorgeschoben sind, und dass weitere Medullarkerne auf demselben Wege möglicher Weise weiter an und zwischen die Fasern des Trochlearis gelangen könnten.

Bemerkenswerth ist aber das folgende Factum. Während die Fasern des Trochlearis durch das Chiasma hindurch von einem Antimere zum andern ziehen und erst im andern austreten, scheinen die Kerne, welche zwischen sie treten, aus eben diesem andern Antimere zu stammen, also nichts mit dem Ursprunge der Fasern zu thun zu haben. Betrachtet man unbefangen die abgebildeten Schnitte, so empfängt man den Eindruck, dass die Wucherung der Medullarzellen, seien sie nun Spongioblasten oder etwas Andres, in der Nähe des Austritts der Troch-

learisfasern etwas stärker vor sich geht, als in der weiteren Umgebung, und dass diese Zellen sich zum Ein- resp. Austritt in die Trochlearis-Wurzeln zusammendrängen. Besonders auf Schnitt III 9 sieht man fünf solcher Kerne wie eine Kette an einander gedrängter Perlen zwischen den Fasern der Trochleariswurzel und kann weiter draußen sogar einen länglichen Kern wahrnehmen, welcher nun bereits als ein die Fasern definitiv begleitender Kern anzusehen ist. Weiter hinab habe ich mit Sicherheit keine Medullarkerne an den Trochlearisfasern unterscheiden können — was von Kernen ihnen anlagert, können ebenso gut Elementen des Mesenchyms angehören. Wenige Schnitte später aber (688 I 4 und 5) trifft man nun schon auf dicke, mit reichem graugelb gefärbtem Plasma und beträchtlich größeren spindelförmigen Kernen versehene aufsteigende Fasern, die dem System des O. minor angehören, kann aber auch hier nicht entscheiden, ob diese Fasern sich mit den absteigenden Trochlearisfasern verbinden resp. verschmelzen, oder ob sie sich ihnen nur anlegen und gemischte Bahnen herstellen (Taf. 21 Fig. 9a—c).

Auf der linken Seite scheinen ähnliche Beziehungen zwischen austretenden Trochlearisfasern und Medullarkernen statt zu haben, aber die Bilder sind weniger entschieden und klar. Nur kann man auf 688 I 1 und 2 gleichzeitig eben aus dem Chiasma austretende Trochlearisfasern und ihnen bereits über die halbe Höhe des Medullarrohres entgegenwachsende O. minor-Zweige sehen, welche durchaus den Eindruck machen, als legten sie sich den Trochlearisfasern dicht an. Letztere scheinen keinen Kern zu besitzen auf der Strecke dicht vor dem Austritt aus dem Chiasma bis zum Begegnen mit den O. minor-Zweigen, während die letzteren sofort die charakteristischen großen Kerne und das dicke graugelb gefärbte Plasma erkennen lassen, welches von dem rein gelben Plasma der Trochlearisfasern stark absticht.

Prüfen wir nun das Verhalten der aufsteigenden O. minor-Zweige auf der rechten Seite in den Einzelheiten, so tritt uns gleich wieder die Voluminösität derselben im Vergleich zu den schmaleren Trochlearisfasern entgegen selbst da, wo letztere, wie an der Wurzel und ihren basalen Theilen, mit einander verklebt erscheinen. Schon auf 687 II sehen wir einzelne solcher spindelförmiger Kerne mit plasmatischen Ausläufern nach beiden Seiten mitten im Mesenchym gelegen, können aber nicht constatiren, ob sie vereinzelt sind oder Theile von Kettenfasern bilden. Auf 687 III 1 sehen wir freilich

einen beträchtlich starken Zweig unmittelbar vor dem zwischen O. major und Obliquus superior gelegenen Stamm des O. minor schräg das Mesenchym durchsetzen und dorsalwärts durch mehrere Schnitte hindurch dem Trochlearis entgegen ziehen, den er auf 688 I 4, also nach dreizehn Schnitten von 5μ auf der halben Höhe des Medullarrohres erreicht, zwischendurch freilich noch andre kleinere Kettenfasern abgehend, die sich hier und da im Mesenchym bemerkbar machen. Auf den nächsten beiden Schnitten sieht man dann neben einander zwei sehr kräftige O. minor-Zweige in derselben Richtung und könnte allein schon an diesen drei Zweigen mehr Volumen constatiren, als an dem ganzen Trochlearis derselben Seite. Auch beweisen die zahlreichen und großen Kerne dieser O. minor-Zweige, dass sie nicht aus den bis dahin kernlos verlaufenden, nur an der Wurzel mit eben austretenden kleineren Medullarkernen versehenen Trochlearisfasern hervorgegangen sein können, so dass aus all diesen Gründen wohl als festgestellt angesehen werden kann, dass die dicken kernhaltigen Kettenfasern sich dem Trochlearis zwar beimischen, aber ursprünglich nichts mit ihm zu thun haben.

An diesem Embryo habe ich noch keinen Nerven am Obliquus superior mit Sicherheit nachweisen können; aber ich bin mir der Schwierigkeit, unter den vielen Mesenchym-Elementen klar zu sehen, zu bewusst, um darauf besonderen Nachdruck zu legen.

Dagegen ließ ich auf beiden Seiten die Placode des G. mesocephalicum in absonderlicher Ausbildung erkennen: sie erzeugt nämlich Nervenfasern, wie andre Ganglien. Zunächst sieht man, dass im Inneren eine Fasermasse sich ausgebildet hat, die außen von den Zellkernen umgeben wird. Auf der linken Seite kann man dann diese Fasern über die Grenzen der Placode frontalwärts weiter verfolgen, wie sie an das benachbarte Ectoderm herantreten und sogar — genau wie andre sensorische Nerven — zwischen die Zellen des Ectoderms eintreten, darin eine kurze Strecke vordringen und dann an einer Wucherung der Ectodermzellen, welche, nach innen vorspringend, die Gestalt und Anlage einer Sinnesknospe gewinnt, ein Ende nehmen. Auf der rechten Seite findet sich weder eine solche Sinnesknospe, noch auch ein Nervenstamm, der als eine Fortsetzung der im Innern der Placode sich bildenden Fasern erschiene. Die Placode bleibt vielmehr isolirt.

Der nächste Embryo XXVII 693 von 25 mm Länge gibt wiederum höchst bemerkenswerthe Aufschlüsse.

Das Chiasma findet sich auf 701 III; zwischen seinen Fasern finden sich wenig oder gar keine Medullarzellen, jedenfalls keine cylindrischen. Erst dicht vor dem Austritt der Trochlearisfasern häufen sich einige ovale Kerne an, einige wenige treten in die Austrittspartie derselben ein und zeigen dann freilich, besonders auf der linken Seite, die cylindrische Gestalt. Es sind schon recht zahlreiche Fasern, die man links austreten sieht (701 IV 1 und 2); ihre rein gelbe Färbung sticht ins Orange gelbe, da sie ziemlich dicht an einander gelagert, fast verklebt sind. Auf 701 IV 3 sieht man aber, wie sich eine wellig gekrümmte, dicke Faser mit einem großen Kern außen auf die Trochlearisfasern auflegt, und auf IV 4 enthüllt sich diese Faser sofort als einer der bereits so hoch hinauf gewachsenen, aufsteigenden Zweige des *O. minor* (Taf. 21 Fig. 10a—c). Ob ein kernloser Theil derselben noch höher hinaufreicht und sich schon zwischen die austretenden Chiasmafäsern eingeschlichen hat, lässt sich nicht feststellen, ist aber um so weniger unmöglich, als auf IV 5 auf den Trochlearisfasern schon mehrere der großen spindelförmigen Kerne zu sehen sind, die wir als charakteristisch für die aufsteigenden *O. minor*-Fasern kennen gelernt haben. Auf IV 6 sehen wir weitere Stücke der nackten Trochlearis- und der daran lagernden kerntragenden *O. minor*-Fasern; auf IV 7 nehmen letztere noch zu, ebenso auf IV 8; dann aber erhalten wir auf IV 9 ein Bild, welches besondere Bedeutung gewinnen dürfte, denn wir sehen einen der dicken *O. minor*-Zweige selbständig und ganz nach Art der sensiblen Nervenwurzeln auf der oberen Seite des Medullarrohres in dasselbe hineindringen und seine plasmatischen Fasern darin nach oben, unten und innen ausbreiten (Fig. 10a).

Es ist ja nicht ausgeschlossen, dass eine aberrirende Faser des Trochlearis an dieser Stelle des Medullarrohres ausgetreten sei, auf ihrem Wege eine aufsteigende Kettenfaser gefunden habe und von ihr bis an das Medullarrohr begleitet worden sei, denn die Stelle, an der die Fasern mit dem Medullarrohr zusammenhängen, liegt 10 Schnitte hinter der Austrittsstelle des Trochlearis. Auch auf der rechten Seite sieht man ein ähnliches Verhältnis. Nur 7 Schnitte hinter dem Austritt des rechten Trochlearis trifft man gleichfalls auf eine gesonderte Wurzel, deren Fasern in ähnlicher Weise innerhalb der Circumferenz des Medullarrohres, genauer des Randschleiers sich ausbreiten; einige Kerne liegen dieser Faser an, von der es gleichfalls

zweifelhaft bleibt, ob sie eine aberrirende austretende Trochlearis- oder eine aufsteigende und eintretende O. minor-Faser ist. Verfolgt man diese beiderseitigen kerntragenden Fasern durch 30 bis 40 weitere Schnitte caudal- und ventralwärts, so trifft man auf eine größere Zahl von Theilungen und Verästelungen, die alle auf den Stamm des O. minor zurückführen.

Das Vorkommen dieser isolirten, mit dem Trochlearis verbundenen Wurzelfasern ist sicherlich von hohem Interesse, weil es den Zweifel unterstützt, ob die Kettenfasern, die vom O. minor dorsalwärts aufsteigen und sich den absteigenden Trochlearisfasern anschmiegen, nicht ursprünglich wirkliche Fibrillen-führende sensible Nervenfasern darstellten, welche nur nachträglich zu ausschließlich Scheidenzellen führenden Gebilden herabgedrückt worden sind. Müsste man annehmen, dass doch nur aberrirende Austrittsstellen eigentlicher Trochlearisfasern vorliegen, so bleibt es auffallend, dass man dieselben nicht bis zum Chiasma verfolgen kann. Ähnliche Fälle treffen wir bei *Scyllium catulus*-Embryonen an, bei denen freilich ein Zusammenhang mit Chiasma-Fasern constatirt werden kann, wie weiter unten dargestellt werden wird.

Es ist nun bemerkenswerth, dass es mir auch bei diesem Embryo nicht gelungen ist, einen einzigen distalen Zweig des Trochlearis nachzuweisen, der zum Obliquus superior ginge: sie liegen alle darüber am Stamm des O. minor, keiner kreuzt denselben in der Weise, dass seine Fasern an ihm vorbei in den Rand des Obliquus mündeten.

Dagegen trifft man auf beiden Seiten wohl entwickelte Placoden. Rechts liegt die Placode am typischen Ort zwischen Obliquus superior und Ectoderm: sie entsendet einen deutlichen Nerven-faserstrang an das letztere, den man auf einigen 20 Schnitten neben dem Ectoderm verfolgen kann, dann tritt er nach Art der Schleimcanalnerven zwischen die Ectodermzellen und kann später nicht mehr mit Sicherheit unterschieden werden. Auf der linken Seite liegt die Placode nicht zwischen Obliquus superior und Ectoderm, sondern unterhalb des Obliquus: sie bildet Fasern in ihrem Inneren, aber kein Nervenstamm geht von ihr an das Ectoderm.

Am Schluss dieses Theils meiner Arbeit fand sich noch ein Embryo XXVII 861 von 26 mm Länge, den ich sagittal schneiden ließ. Dabei ergab sich der folgende Thatbestand.

Der Obliquus superior findet sich mit dem Haupttheil seines

Bauches in einer Linie, welche zwischen Nase und Mund beginnend den Opticus durchzieht. Der Verbindungsstrang zur Mandibularhöhle resp. zum Rectus externus ist noch vorhanden, zeigt sogar hier und da noch Spuren des ursprünglichen Lumens. Der Ophth. superficialis major dehnt seinen ganglionären Abschnitt bis beinahe an den Beginn des Bauches des Obliquus superior aus, über den hinweg in schön geschwungenem Bogen der eigentliche Strang des O. major nach vorn zieht, dabei aber eine Anzahl Zweige an das Ectoderm abgibt, von dem der Stamm selbst sich schon beträchtlich zurückgezogen hat. Dem Rectus externus-Querschnitt liegt das G. Gasseri mit seinem äußeren Theil an. Je weiter proximalwärts die Schnitte fallen, um so größere Abschnitte des uns hier am meisten interessirenden Ophthalmicus minor kommen zum Vorschein, und zwar liegen Theile des Längsstranges zwischen dem Obliquus superior-Bauch und dem O. major. Verfolgt man von hier auf 864 III 1 den O. minor, so stellt er sich folgendermaßen dar. Auf 865 I 2 geht der Stamm vom G. Gasseri aus, wenige Schnitte außerhalb von dem G. mesocephalicum, welches dicht an das G. Gasseri herangerückt ist, so dass keine Commissur zwischen beiden besteht. Auf 864 III 7 geht ein Zweig dorsalwärts unter dem Anfang des O. major-Ganglions. Auf 864 III 6 geht ein weiterer Zweig unter dem Ende des ganglionären Abschnitts des O. major ab, nach innen und dorsalwärts gerichtet. Der Hauptstrang des O. minor läuft weiter nach vorn, bildet mehrfache Zweige und Maschen (864 II) und verliert sich in der Nähe des weiter vorwärts wachsenden O. major im Mesenchym resp. in der Nähe des Ectoderms oberhalb der Nasen gruben. Die Zweige, welche uns hier am meisten interessiren, sind die, welche zuerst vom Stamme abgehen und innerhalb des ganglionären Theils des O. major durch das Mesenchym in die Sattelhöhle laufen. Denn innerhalb der Sattelhöhle erreichen diese Zweige eine solche Ramification nach allen Richtungen, wobei sie sich mit den absteigenden Zweigen des Trochlearis verbinden, dass man ein förmliches Netzwerk — ich möchte fast sagen: ein nervöses Wundernetz — vor sich sieht, dessen Bedeutung gänzlich räthselhaft bliebe, ließe sich sein Zustandekommen nicht Schritt vor Schritt controlliren, wie wir es im Anfang dieses Abschnitts gethan haben. Dieses Netzwerk findet sich ungefähr an denselben Localitäten, wo bei *Torpedo*-Embryonen die ganglionartigen Reste der Trigeminiplatte gefunden werden — wesshalb denn auch bei mir der Verdacht immer wieder erwacht, als könnten celluläre Reste der Trigeminiplatte

auch bei den Squaliden uncontrolirbar sich den Mesenchym-Elementen der Sattelhöhle beimischen und erst zu weiterer Thätigkeit gelangen, wenn die Zweige des O. minor in die betreffenden Localitäten gerathen, um sich mit diesen gemuthmaßten Elementen zu verbinden. Vergleicht man nun dieses Netzwerk von Fasern — es ist wesentlich in der Richtung dorso-ventralwärts, nicht caudo-oralwärts entwickelt, obwohl auch einzelne Fasern in dieser Richtung anzutreffen sind — mit dem nach vorn auswachsenden Strange des O. minor und seinen Zweigen, so wird man kaum einen Unterschied in der Composition und äußeren Erscheinung derselben sehen und schwerlich glauben, man habe es bei Beiden mit verschiedenwerthigen Erscheinungen zu thun. Diese Betrachtung ist aber deshalb so wichtig, weil man fragen muss, ob dies vom O. minor ausgehende, eventuell mit latent gebliebenen, im Mesenchym aufgespeicherten Elementen der Trigeminiplatte vermischte System kern- und zellenhaltiger Fasern Anspruch darauf erheben kann, als sensible Nervenfasern betrachtet zu werden, sei es auch nur in rudimentärem Zustande, oder ob all diese kernhaltigen Fasern ausschließlich dazu bestimmt seien, nur Schwann'sche Kerne für die nicht vom Chiasma herabsteigenden Trochlearisfasern zu liefern. Diese Frage, in gewissem Sinne die Hauptfrage dieser ganzen Untersuchung, drängt sich immer von Neuem auf und sie wird uns auch wieder entgegen treten, wenn wir jetzt die Verhältnisse anderer Squaliden wie *Pristiurus* und besonders *Scyllium catulus* kennen lernen werden.

Zusammenfassung.

Das Maschenwerk, aus dem der Opth. minor hervorzugehen hat, ist bei *M. vulgaris* noch complicirter als bei *M. laevis*, es gehen aus demselben drei Längsstämme hervor, einer unterhalb, ein mittlerer innen vom O. major, aber ziemlich gleich gerichtet, der dritte nach oben und innen gerichtet. Aus diesen drei Stämmen gehen die Kettenfasern für den Trochlearis hervor, dessen Austreten aus dem Chiasma, wie es scheint, zeitlichen Schwankungen unterworfen ist. Ehe es dazu kommt, löst sich der Zellstrang, welcher das Ganglion mesocephalicum mit der ectodermalen Schlemmcanal-Einstülpung verbindet, von dieser ebenso wohl wie vom Ganglion selbst ab und theilt sich wie bei *M. laevis* in zwei, mitunter auch in drei kleinere Placoden, welche wiederum in der Umgebung des M. obliquus superior herumwandern, aber selbständig Ganglien-

zellen und Nervenfasern produciren, die sich gelegentlich mit Zweigen des O. minor verbinden.

Die Trochlearisfasern kann man innerhalb des Chiasma nicht isolirt verfolgen, zumal da sie schräg von unten nach oben im Isthmus verlaufen und deshalb nicht auf einem und demselben Schnitt verfolgt werden können. Sie treten von unten und hinten in das Dach des Isthmus ein, durchqueren es und treten etwas nach vorn und unten wieder aus. Es ist fraglich, ob sie bei ihrem Austritt von Zellen des Medullarrohres begleitet werden, wie es oft genug den Anschein hat in Stadien, in denen noch keine Kettenfasern vom O. minor her bis auf die Höhe des Chiasma oder überhaupt auf den proximalen Theil des Trochlearis gelangt sein können.

Bei einem 23 mm langen Embryo gelangt eine merkwürdige Anomalie zur Erscheinung, die zugleich den Ursprungsort der Trochlearisfasern erkennen hilft. Es findet sich nämlich ein kleines Bündel von Fasern, welches auf der Seite des Isthmus, unterhalb der Austrittsstelle des proximalen Hauptstranges, getrennt austritt, diesen Hauptstrang von unten nach oben durchsetzt, um dann dorsalwärts in großem Bogen über das Dach des Isthmus hinweg auf die andre Seite hinüberzuziehen und dort hinabzusteigen, wo man seine Fasern deutlich verfolgen kann bis auf die Höhe der unteren Hälfte des Medullarrohres, aber näher dem Ectoderm als dem Medullarrohr. Vom Austritt aus dem Medullarrohr an bis zu ihrem wahrnehmbaren Ende befindet sich kein Zellkern an diesen Fasern!

Bei Embryonen von 24 mm Länge trifft man wieder auf Bilder, welche es wahrscheinlich machen, dass außer den vom O. minor herkommenden aufsteigenden Kettenfasern, welche die Trochlearisfasern mit Scheidenkernen versorgen, auch Medullarzellen beim Austritt des Trochlearis sich ihren Fasern beimischen, wobei zu beachten bleibt, dass diese Zellen aus demselben Antimere herkommen, aus welchem der Trochlearis nach Durchlaufen des Chiasma austritt, nicht aus dem andersseitigen.

Die aufsteigenden Kettenfasern sind wesentlich voluminöser, als die absteigenden kernlosen Trochlearisfasern; sie scheinen sich oft auf letztere aufzulegen, als Fasern an ihnen in die Höhe zu steigen; es fand sich sogar ein Fall, wo auf jeder Seite des Medullarrohres je eine beträchtliche aufsteigende Kettenfaser ganz nach Art sensibler Wurzelfasern in das Medullarrohr eindrang und sich darin auszubreiten schien! Keine Spur einer austretenden Trochlearis-

faser fand sich in der Nähe. Diese Kettenfasern konnten bis auf den Stamm des *O. minor* zurückverfolgt werden.

Da die Kettenfasern so zahlreich sind, dass sie in der Sattelhöhle sich maschenförmig verbinden, erneuert sich der Verdacht, dass auch wirkliche sensible Zweige zwischen ihnen befindlich seien.

Bei *M. vulgaris* gelang es nicht, Kettenfasern zu beobachten, welche vom *O. minor* zum Bauch des *Obliquus superior* gehen. Bei *Pristiurus* ist das die Regel.

Pristiurus.

Da die Bildung der Neuromeren und die der Trigeninusplatte bei *Pristiurus* keine irgendwie wichtige Veränderung gegenüber *Mustelus* und andern Squaliden zeigen, so übergehe ich die Darstellung der jüngeren Stadien und beginne mit einem

Embryo von 10 mm, II 7. Dieser sagittal geschnitten, zeigt noch keinen Anfang zur Bildung eines *Ophthalmicus minor*, wohl aber einen beträchtlichen zelligen Verbindungsstrang zwischen *G. mesocephalicum* und Ectoderm, der, wie es scheint, dicht vor der Ablösung von letzterem steht, also die Placodenbildung einleitet.

Embryo von 12 mm, II 1, sagittal. Auf 2 II 5–9 sieht man einen schwächtigen *O. minor* von der oberen Ecke des *G. Gasseri* ausgehen, den Lauf des *O. major* schräg kreuzen und mit feinen Zweigen dorsalwärts im Mesenchym enden. Die Zweige scheinen nur aus wenigen Zellen zu bestehen, deren spindelförmige Kerne sich leicht vom Mesenchym unterscheiden. Auf der andern Seite 5 IV 1 geht der *O. minor* gleichfalls schräg dorsalwärts vom *G. Gasseri* und gibt feine Zweige ins Mesenchym ab.

Embryo von 14 mm, II 10, sagittal. Man findet die verschiedenen Zweige des *O. minor* im Mesenchym unregelmäßig vertheilt bis in die Tiefe, wo sie dem *Oculomotorius* begegnen. Vom *Chiasma resp. proximaler Trochlearis*-Bildung noch keine Spur.

Embryo von 14,5 mm, II 166, sagittal. Dieser Embryo ist dadurch auffällig, dass der *O. minor* auf beiden Seiten nur als ein kurzer Stummel an der oberen äußeren Ecke des *G. Gasseri* zu erkennen ist. Weder ein dem *O. major* paralleler Strang, noch auch Zweige existiren, die ja von diesem Strange hätten ihren Ursprung

nehmen müssen. Wir haben es offenbar mit einer Hemmungsbildung zu thun, deren Vorkommen um so interessanter ist, als wir später einen ähnlichen Fall kennen lernen werden, der wichtige Schlüsse erlaubt.

Embryo von 15 mm, II 66, sagittal. Dieselben Verhältnisse wie bei Embryo von 14 mm. Wichtig ist zu bemerken, dass auch einzelne Faserzellen vom Stamme des O. minor ventralwärts, also in der Richtung des unter ihm liegenden oberen Zipfels der Mandibularhöhle abgehen — aus welchem Zipfel bekanntlich der spätere Obliquus superior hervorgeht.

Embryo von 15,5 mm, II 159, sagittal. Zeigt eine Spaltung des neben und unter dem O. major laufenden O. minor, wodurch der untere Zweig in nähere Lage zum Obliquus superior gebracht wird. Die Ausdehnung der dorsalen Zweige ist nicht beträchtlich.

Auf 164 I 3 und 4 sieht man bei diesem Embryo bereits die ersten blassen kernlosen Fasern des proximalen Trochlearis außen vom Isthmus hinabsteigen. Es sind ganz feine hellgelbe Fäserchen, die nur da unterschieden werden können, wo sie durch den Schnitt in einer gewissen Länge getroffen worden sind. Sie scheinen noch nicht die Mitte des Sattelraums erreicht zu haben. Auch auf der andern Seite 161 II 8 kann man drei bis fünf feine gewellt verlaufende Fäserchen erkennen, die nicht mit einander verklebt zu sein scheinen. Auch auf dieser Seite reichen sie nicht bis zur Mitte des Sattelraums. Keinenfalls trifft man diese Fäserchen in irgend welchem Contact mit Zweigen des O. minor.

Im Gegensatz zu dem eben beschriebenen Embryo steht der folgende XXXIV 745 von 15 mm Länge. Der O. minor ist von außergewöhnlicher Größe und Zellreichtum, so dass er an die complicirten Gestalten erinnert, die wir bei Embryonen von *Mustelus vulgaris* kennen lernten, was vielleicht darauf deutet, dass in ihm Materialien für ein viel umfangreicheres Nervensystem angelegt wurden, als jetzt bei seiner definitiven Ausgestaltung zur Erscheinung gelangen. Wenn bei *Torpedo*-Embryonen nur geringe Andeutungen eines eigentlichen O. minor gefunden werden, die zu keiner weiteren Ausbildung führen, dafür aber die Reste der Trigeminiplatte bei Embryonen viel größer und zu complicirteren Gestaltungen führend angetroffen werden, so ist bei *Mustelus* und wie der vorliegende Embryo zeigt, auch bei *Pristiurus* diese Complication in die Anlage des O. minor übergegangen. Wir haben einen noch merkwürdigeren Fall der Art bei *Scyllium cani-*

cula kennen (vergl. pag. 252) gelernt und daraus noch deutlicher erkannt, in welchem Zusammenhang diese beiden Typen der Recapitulation ancestraler Verhältnisse der Trigeminiplatte und ihrer Derivate zu einander stehen.

Embryo von 17 mm, II 49, sagittal. Man kann diesen Embryo als ein typisches Exemplar der für *Pristiurus* geltenden Entwicklungsweise des Trochlearis und seiner Componenten ansehen; deshalb werde ich ihn etwas ausführlicher beschreiben.

Der O. minor geht in normaler Weise von der oberen äußeren Kante des G. Gasseri ab. Nähme es nicht all zu große Dimensionen an, so würde ich schon an dieser Stelle eine genauere Beschreibung der Composition des G. Gasseri versuchen und dabei zu begründen haben, wie die einzelnen Theile dieses Ganglions — auch ohne Berücksichtigung seiner späteren Beziehungen zu dem Complex des Ganglion geniculi s. facialis — schon deutliche Anzeichen von Gliederung geben, welche auf ursprünglich bestanden habende Trennung und Selbständigkeit dieser einzelnen Componenten hinweisen. Einer dieser früher wahrscheinlich selbständigen Theile ist nun auch der obere, äußere Abschnitt des G. Gasseri, aus welchem der O. minor mit seinem verzweigten Maschenwerk, seinem nach vorn laufenden Hauptstrange und seinen dorsalwärts gerichteten Zweigen hervorgeht. Der Strang des O. minor geht auf diesem Stadium in einem Winkel von etwa 36° dorsal von der Commissur des G. mesocephalicum ab, welche bekanntlich auf der Innenseite des Augapfels, aber dorsal vom Opticus und zwischen Augapfel und den einzelnen Abtheilungen der Prämandibularhöhle sich über das G. mesocephalicum hinaus zu dem Ophthalmicus profundus verlängert. Der O. minor schwingt sich dann aber in einem leichten Bogen nach vorn und findet sich in der Nähe des gleichfalls gebogenen beträchtlich stärkeren O. major. Unter dem O. minor liegt der Obliquus superior, noch mit dem Grundtheil der Mandibularhöhle, der sich zum Rectus externus umwandelt, insofern in Zusammenhang, als der lange Schlauch, dessen oberes Ende den Obliquus bildet, noch nicht ganz aufgelöst ist, sondern noch eine deutliche Brücke zwischen Zellwandung des Rectus externus-Bauch und hinterem Theile des Obliquus-Bauches bildet. Diesem Schlauch ziemlich parallel aber dorsal von ihm läuft der O. minor; es ist nun wichtig, festzustellen, dass von Zellen des O. minor Faser-Ausläufer an die Zellen des Obliquus abgehen. Mehrere dieser Aus-

läufer, welche am dorsalen Rande des Muskelbandes an verschiedenen Stellen eintreten, zeigen noch weitere Kerne dicht am Obliquus, stellen also kurze Kettenfasern vor, welche zwischen O. minor und Obliquus bestehen. Auf der Dorsalseite des O. minor gehen die üblichen Zweige — selbst wiederum verzweigt — innerseits des O. major-Stranges in das Mesenchym des Sattelraumes ab; einige dem Hauptstrange parallele Zweige liegen gleichfalls daselbst und verlieren sich im Mesenchym. Manche dieser Zweige bestehen nur aus 2—3 cylindrischen Kernen mit lang ausgezogenem Plasma, das von einem Kerne zum andern geht und Kettenfasern bildet.

Auch 53 II 3 sieht man die ersten Spuren kernloser goldgelber Trochlearis-Fasern, die seitlich vom Medullarrohr das Mesenchym durchsetzen. Es sind zwei etwas kräftigere, also wohl verklebte, und einige feine Fasern, die bis auf die Mitte des Sattelraumes verfolgbar sind, nirgends aber mit Zweigen des O. minor im Zusammenhang stehen.

Auf der andern Seite liegen die Verhältnisse des O. minor durchaus ähnlich, auch finden sich kerntragende Fasern am oberen Rande des Obliquus superior. Ein Unterschied ist nur darin zu sehen, dass zwischen den blassen kernlosen Fasern des absteigenden Trochlearis auch ein Ausläufer der O. minor-Zweige bemerkt wird, der auf dieser Seite bereits höher dorsalwärts vorgedrungen ist, als auf der andern.

Der zweite Embryo von 17 mm, II 58, auch sagittal geschnitten, zeigt auf 61 I 12 und noch einigen anderen Schnitten Ausläufer des O. minor an den Obliquus; ferner feine Fasern des Trochlearis bis herab zur Mitte und darüber hinaus des Sattelraums und dazwischen einzelne spindelförmige Kerne mit langen feinen Ausläufern: ob sich beide Elemente schon an einander geschlossen haben, war nicht festzustellen. Auf der andern Seite trifft man gleiche Zustände, nur gelang es nicht, die Ausläufer des O. minor zum Obliquus festzustellen.

Der dritte Embryo von 17 mm, II 92, ist horizontal geschnitten. Das Chiasma findet sich auf 98 III 6 und 7, offenbar noch von wenig Fasern gebildet. Der Austritt des Trochlearis auf der linken Seite liegt auf Schnitt 98 III 4. Eine nackte goldgelbe, offenbar verklebte Faser geht in welligen Biegungen vier Schritte weit, dann treten ihre componirenden feinen Fasern auseinander

und laufen isolirt aber gleichfalls wellig bis auf die untere Hälfte des Medullarrohres inmitten der Mesenchymzellen; auf II 6 tritt zwischen ihnen eine graugelbliche Faser auf, die auf dem nächsten Schnitt einen großen spindelförmigen Kern trägt und sich als das am weitesten dorsalwärts vorgedrungene Stück eines O. minor-Zweiges ausweist. Auf den folgenden Schnitten winden sich noch weitere absteigende Trochlearis- und aufsteigende O. minor-Fasern durch einander, allmählich gewinnen aber die letzteren die Oberhand, besonders auch an Volum, und es lässt sich nicht mehr feststellen, ob nackte Trochlearis-Fasern zwischen ihnen vorkommen, event. ihnen so eng angeschlossen sind, dass sie wie mit ihnen verschmolzen erscheinen. Betont muss aber werden, dass auch nach dem Durchtritt der distalen, d. h. der O. minor-Zweige durch den Orbitalknorpel noch mitten im Mesenchym zwischen Orbitalknorpel und Obliquus superior-Bauch hellgelbe wellige Fasern gefunden werden, die keinen Kern zeigen und ganz isolirt laufen, z. B. 98 I 5. Aus diesen und ähnlichen Bildern ließe sich schließen, dass die absteigenden Trochlearisfasern event. auch ohne Verbindung mit aufsteigenden O. minor-Zweigen ihren Weg zum Obliquus finden — was wir denn auch später in einem besonders charakteristischen Falle bewahrheitet finden werden. Diese letzt erwähnte Faser legt sich freilich nach geraumem isolirtem welligem Verlaufe einem dicken mehrkernigen graugelben O. minor-Zweige an, der direct an den Rand des Obliquus geht und, sich an seiner Oberfläche spaltend, ihn zu umklammern sucht, dabei noch einen besondern Faserstrang auf seine Hinterseite entsendet. Auch noch weitere ähnliche O. minor-Zweige gehen auf andern Schnitten theils vom quer durchschnittenen Stamme des O. minor, theils vom vordern Theil des gleichfalls quer durchschnittenen Obliquus-Bauch durch den Orbitalknorpel dorsalwärts.

Auf der andern Seite, 98 III 7, tritt der Trochlearis hervor. Man kann ihn auf sechs weiteren Schnitten in seinem geschlängelten absteigenden Lauf verfolgen, wobei man den Eindruck hat, als sei er in zwei kleinere, neben einander laufende Fasern gespalten. Auf dem siebenten Schnitt, d. h. 98 II 12, treffen wir bereits auf eine aufsteigende Faser, mit graugelbem Plasma und zwei großen spindelförmigen Kernen; dicht neben ihr verläuft eine absteigende gelbe kernlose Trochlearisfaser: in welchem Verhältnis beide Fasern mit einander stehen, lässt sich nicht entscheiden, auch nicht auf

den benachbarten Schnitten. 98 II 11 sieht man wieder sowohl kernlose wie gekernte Faserstücke, 98 II 10 läuft ein langes Stück jener ersten Kettenfaser mit 2—3 Kernen und langen Ausläufern von einem Kern zum andern; dass diese Faser einem der aufsteigenden Zweige des O. minor angehört, erkennt man, sobald man sie distalwärts verfolgt. Sie hat also auf diesem frühen Stadium bereits den proximalen Trochlearis auf der Höhe der dorsalen Hälfte des Medullarrohres getroffen und dorthin Kerne getragen, also die Strecke zwischen Obliquus superior und Chiasma zu mehr als $\frac{2}{3}$ zurückgelegt. Auf den Schnitten 98 II und I sieht man noch mehrere ähnliche aufsteigende Fasern durch das Mesenchym hinaufziehen, so dass kein Zweifel bestehen kann, all diese kerntragenden Fasern seien ein Product des O. minor. Aber nicht nur mit dem O. minor hängen diese Fasern zusammen, man sieht sie vielmehr auch in directem Zusammenhange mit dem Obliquus superior, wie z. B. die Schnitte 98 I 8—12 erweisen, auf denen mehrere gekernte Fasern den Muskelbauch von innen und außen umspannen und in ihn einlaufen, dabei auch directen Zusammenhang mit dem O. minor zeigen. Dies Fasernetz des Obliquus superior kann also nicht von den absteigenden kernlosen Fasern des Trochlearis gebildet werden, sondern wird von den aufsteigenden gekernten Fasern des O. minor hergestellt, ehe die absteigenden Trochlearisfasern soweit abwärts vorgedrungen sind.

Embryo II 101 von gleichfalls 17 mm Länge scheint die vorstehend dargestellten Verhältnisse zu bestätigen. Auf der linken Seite tritt der Trochlearis auf 105 IV 4 aus, verläuft durch zehn Schnitte kernlos bis auf die Höhe der Grundplatte des Medullarrohres — also weiter als bei dem vorigen Embryo — und trifft dann auf die erste Kernfaser. Hier ist aber kaum zu bezweifeln, dass die kernlose Trochlearisfaser sich unmittelbar an die kerntragende O. minor-Faser anschließt, denn eine andre selbständig neben der letzteren absteigende Faser ist nicht zu sehen. Die kerntragende Faser steht aber wiederum mit O. minor und Obliquus superior in Contact — entweder also findet, was das Wahrscheinliche ist, ein allmählicher Durchtritt der eigentlich leitenden Substanz der Trochlearisfaser durch die plasmatischen Partien des O. minor-Zweiges statt, oder beide Fasern verschmelzen und stellen dann erst eine einheitliche Leitung vom Chiasma zum Obliquus her.

Auf der rechten Seite freilich findet sich auf 105 IV 5 bereits ein Faserstück mit Kern, welches durch den Besitz eines größeren spindelförmigen Kerns den Eindruck eines aufsteigenden O. minor-Zweiges macht, auch wie beim vorigen Embryo bereits auf der Ebene der oberen Hälfte des Medullarrohres liegt. Der Kern hat fast die doppelte Größe eines der gewöhnlichen Mesenchymkerne. Da ich aber keine weiteren Spuren einer aufsteigenden Faser in den nächsten Schnitten fand, erschien mir die Sache problematisch: ich unterwarf desshalb das Bild des Kerns genauerer Untersuchung mittelst des 3 mm-Apochromats und konnte zu meiner Befriedigung feststellen, dass es sich um zwei dicht aufeinander liegende Kerne handelte, die das Bild eines einzigen größeren vortäuschten. In Wirklichkeit findet sich auch auf der rechten Seite eine Kettenfaser erst auf 106 III 12, wo die ersten Kerne sich zeigen, genau wie auf der linken Seite, und auch hier scheint die kernlose Trochlearisfaser unmittelbar in die gekernte O. minor-Faser überzugehen, so dass man glauben könnte, die ganze Faser sei ein Product des O. minor und wüchse von unten nach oben in das Dach des Isthmus hinein. Andre Kettenfasern finden sich gleichfalls auf der rechten Seite, und auf 106 III 3 und II 9 und 5 sieht man solche Fasern an den Obliquus superior sich begeben.

Da das Stadium von 17 mm Länge für die Erkenntnis des Entwicklungsprocesses des Trochlearis bei *Pristiurus* offenbar von besonderer Bedeutung ist, so habe ich die Beobachtungen gehäuft, um noch weitere Fälle zur Darstellung bringen zu können.

Embryo II 334, 17 mm lang, horizontal geschnitten, zeigt folgenden Befund. Auf 336 II 13 findet sich das Chiasma und der Austritt des rechten Trochlearis. Man kann seinen kernlosen Verlauf durch das Mesenchym einige zwanzig Schnitte weit verfolgen, bis man endlich einen spindelförmigen Kern mit lang ausgezogenem Plasma findet, der sich als ein vorgeschobener Ausläufer eines O. minor-Zweiges zu erkennen gibt. Die hellgelbe Trochlearisfaser geht aber an ihm vorbei und nähert sich immer mehr dem Orbitalknorpel, innerhalb dessen dichter stehenden Zellen noch weitere spindelförmige O. minor-Zellen gefunden werden. Auch andre nackte, hellgelbe Trochlearis-Faserstücke, wohl nach Auffaserung des Hauptstranges, treten in der Nähe des Orbitalknorpels auf — dann aber lässt sich nicht mehr verfolgen, ob und welche Verbindungen

der beiden Fasersysteme stattfinden. Damit sind wir bei 337 II 12 angekommen und können nun auch constatiren, dass sowohl kerntragende feinste Fasern zum Bauch des Obliquus ziehen als auch dickere, welche durch ihr graugelbes Plasma sich als O. minor-Elemente kennzeichnen. Die O. minor-Zweige dieses Stadiums bestehen zumeist aus wenigen Zellen, die mit lang auswachsenden, sich auf das Feinste verdünnenden Enden zusammenhängen und als solche zusammenhängende Fasern nur selten auf demselben Schnitt getroffen werden.

Auf der linken Seite treten Verhältnisse zu Tage, die wesentlich von denen der rechten sich unterscheiden. Der Trochlearis tritt auf 336 II 11 aus dem Chiasma hervor: verläuft dann in welligen Biegungen bis in die Orbitalknorpel-Anlage hinein und durchzieht dieselbe, ohne auf einen Ausläufer eines O. minor-Zweiges zu stoßen und ohne irgend eine Spur eines Kernes zu zeigen. Der O. minor seinerseits läuft als normal gestalteter Strang vom G. Gasseri aus, 336 III 1—4, bildet aber keine eigentlichen Zweige, erst auf 337 I 6 sieht man eine Faserzelle mit graugelblichem Plasma und auf I 7 eine zweite, welche eine Verbindung mit dem absteigenden Trochlearis anzubahnen im Begriffe steht. Weiterhin folgt auf 337 II 4 jenseits der Orbitalknorpel-Anlage ein lang gezogener Kern in einer noch länger ausgezogenen graugelben Faserzelle, der die übliche Richtung dorsalwärts einschlägt; der untere Ausläufer dieser Zelle geht durch die Orbitalverdichtung und verschwindet in der Nähe des O. minor-Stranges, der hier nun schon sehr dünn geworden ist. Einen directen Zusammenhang dieser Faserzelle mit dem O. minor-Strang konnte ich nicht feststellen. Die etwaigen Faser-Beziehungen zwischen O. minor und Obliquus superior sind nicht klar: ich kann nichts Bestimmtes darüber aussagen, ob sie vorhanden sind oder fehlen, keinesfalls aber existiren sie in so ausgeprägter Weise, wie auf der rechten Seite. Es bestehen also beträchtliche Unterschiede in der Ausbildungshöhe des O. minor auf beiden Seiten des Embryo.

Ein fünfter Embryo von 17 mm, II 342, horizontal geschnitten.

Das Chiasma findet sich auf 344 II 7. Der linke Trochlearis tritt als einzelner Faserstamm aus und verläuft durch das sparsame Mesenchym bis auf die Höhe des Ganglions des O. major, ohne irgend eine Spur eines Kernes und ohne auf O. minor-Zweige zu

stoßen. Auf der rechten Seite kann man ihn nicht so weit verfolgen, er ist aber gleichfalls kernlos und begegnet keinen O. minor-Fasern.

Der O. minor geht links auf 345 I 2, rechts I 7 ab. Auf I 11 schiebt der rechte O. minor einen ziemlich langen Zweig an den noch weit darunter liegenden Obliquus superior, während nur einige wenige und geringfügige Ausläufer dorsalwärts gerichtet sind gegen die noch kaum in Verdichtung begriffene spätere Orbitalwandung. Beziehungen zwischen Trochlearis und Obliquus fehlen also noch, ebenso zwischen Trochlearis und O. minor; es existiren aber schon welche zwischen O. minor und Obliquus. Links findet man keinen so ausgeprägten Strang vom O. minor zum Obliquus, und nur wenige Ansätze zu Zweigen dorsalwärts. Orbitalverdichtung kaum wahrnehmbar.

Noch einen sechsten Embryo von 17 mm, IIa 529, welcher fast quer geschnitten ist, habe ich untersucht. Sein Thatbestand ist der folgende. Das Chiasma findet sich auf 529 VII 8—10, und wenige Schnitte nachher geht der Trochlearis beiderseits in das Mesenchym über und scheint aus drei neben einander liegenden Fasern zu bestehen, die im weiteren Verlaufe sich mit einander so verbinden, dass sie wie ein breiteres Band erscheinen, das aber gelegentlich auch wieder in die ursprünglichen drei Componenten aus einander weicht; erst nach geraumem Verlaufe sieht man, wie zwei Fasern übrig bleiben, die man viele Schnitte neben einander verfolgen kann, etwa bis vor die Mitte des Sattelraumes. Dann scheinen diese Fasern aufzuhören, wenigstens konnte ich sie nicht mehr im Mesenchym auffinden. Irgend eine Spur aufsteigender gekernter O. minor-Zweige ist nicht zum Vorschein gekommen. Erst auf 531 V und VI sieht man solche Spuren, also unterhalb der Mitte der Sattelhöhle. Sie finden sich auf der rechten Seite innerhalb des sich zur Orbitalwandung verdichtenden Mesenchyms.

Sehr klar und deutlich gibt es aber auf beiden Seiten des Embryos gekernte Faserstücke, die sich dem Obliquus superior anheften. Es macht den Eindruck, als habe man es dabei mit einem Maschenwerk zu thun, wie es weiter oben von *Mustelus vulgaris* beschrieben und abgebildet ward, und nicht bloß mit Zweigen des O. minor. Jedenfalls bestehen zahlreiche Verbindungen dieses Maschenwerks mit dem Bauch des Obliquus — wie weit dieselben

später die Brücke für seine Verbindung mit eigentlichen Trochlearisfasern bilden, bleibt eine offene Frage, die bei dem vorliegenden Embryo nicht gelöst werden kann, da der Trochlearis schwerlich schon bis zur Orbitalverdichtung hinabgewachsen ist, viel weniger bis zum Obliquus superior.

Es folgt nun der Embryo *Ila* 521 von 18 mm, horizontal geschnitten. Ob die Größe der Embryonen, selbst wenn sie mit größter Sicherheit gemessen werden könnte — was besonders bei dem mir vorliegenden ausgedehnten Material nicht behauptet werden kann — auch mit der Ausbildungshöhe der einzelnen Schritte in der Entwicklung des Trochlearis in sich gleich bleibenden Beziehungen steht, möchte ich um so mehr bezweifeln, als ja auch Ungleichheiten der Entwicklungsmomente in den beiden Antimeren desselben Embryos nicht selten sind. Man möge deshalb nicht auf eine regelmäßige Steigerung aller Entwicklungsmomente rechnen, wenn ein etwas größerer Embryo untersucht wird.

Bei dem vorliegenden Embryo findet sich das Chiasma auf 521 V 12 und 13, und ist noch so unbedeutend, wie bei dem früher beschriebenen Embryo von 15 mm Länge. Dennoch trifft man schon dicht neben dem Austritt der eigentlichen Trochlearisfasern jene graugelblichen (hier freilich durch besonderen Zufall der Färbung graubläulichen) kerntragenden Fasern, welche sich den Trochlearisfasern beimischen und sich bei weiterer Verfolgung als Zweige des O. minor-Systems ergeben, welche also bereits bis dicht an das Chiasma vorgedrungen sind. Es bleibt aber zweifelhaft, ob hier die O. minor-Fasern ihrer Entwicklung vorausgeeilt, oder die Trochlearisfasern zurückgeblieben sind. Jedenfalls sind die gekernten O. minor-Fasern zahlreich entwickelt und umspinnen auch beiderseits den Obliquus superior.

Ein anderer Embryo von 18 mm, *Ila* 539, zeigt das Chiasma gleichfalls im Anfangszustande und die daraus hervorgehenden Trochlearisfasern noch sehr fein, sich rasch nach ihrem Austritt auffasernd und ohne Kerne bis über die Mitte des Sattelraums hinaus. Andererseits treten die gleichfalls sehr dünnen Kettenfaser-Zweige des O. minor auch nicht höher hinauf, alles ist weniger entwickelt als bei dem vorigen, auch die Fasern an den Obliquus superior, obwohl ihrer eine ganze Anzahl vorhanden sind.

Ein dritter Embryo von 18 mm ist *II* 118. Er ist beträchtlich weiter vorgeschritten in der Ausbildung sämtlicher Compo-

nennten des Trochlearis-Systems. Die O. minor-Zweige mit Kernen finden sich schon in der Nähe des Chiasmata, zeigen auch beträchtliches Volum bei dem Durchzuge durch die Orbitalverdichtung; was ich aber noch speciell hier erwähnen will, betrifft die deutliche Maschenbildung zwischen aufsteigenden Zweigen, dem Stamme des O. minor und den Ausläufern an den Bauch des Obliquus superior, vergl. 124 I 4—10 auf der rechten Seite, die also sicherlich unabhängig von den absteigenden Fasern des Trochlearis besteht.

Dass die Länge des Embryo nicht auf die Ausbildungshöhe des Trochlearis-Systemes von entscheidendem Einflusse ist, geht aber noch aus einem andern Umstande hervor. Der eben erwähnte Embryo II 118 zeigt eine bereits stärker accentuirte Verdichtung der Orbital-Gegend, so dass der in Bildung begriffene Knorpel sich schon als Ganzes besser gegenüber den übrigen Mesenchymzellen zu erkennen gibt. Als ich diese Seiten niederschrieb, ward mir der nur 16 mm messende Embryo IIa 547 gebracht, an dem die Orbitalverdichtung noch kaum bemerkbar war, ich war aber um so erstaunter, nicht nur auf 548 V 13 bereits das Chiasma, sondern auch wenige Schnitte davon entfernt den eben austretenden kernlosen Trochlearis-Fasern gekernte O. minor-Zweige beigemischt zu sehen, die in raschem Wachsthum fast den ganzen, ihnen zustehenden Raum durchmessen hatten. Jede solche Faser besteht zwar nur aus wenigen Zellen, diese Zellen aber zeigen sehr lange und feine Ausläufer, die sich dann wieder an die ähnlich langen Ausläufer der nächsten Zelle anschließen; nur in der Nähe der, wie oben gesagt, kaum markirten Orbitalverdichtung häufen sich die Kerne und scheinen dann wiederum netz- oder maschenbildend mit dem O. minor-Strang und dem Bauch des Obliquus superior zusammenzuhängen. Das sieht man links auf 549 I 1—4, rechts auf 548 VII 9—14.

An dem vorliegenden Embryo trifft man auf 548 VI 10 und 11 auf das Bild einer Mitose inmitten einer aufsteigenden Faser, die es nahe legt, daraufhin die Frage zu erörtern, ob die gekernten, aufsteigenden Fasern der O. minor-Zweige Kettenfasern seien, d. h. aus einzelnen Zellbezirken zusammenwachsen, oder ob sie ähnliche Fasern bilden, wie die absteigenden Fasern des Trochlearis, aber bereits anliegende Kerne mitbringen, die zu ihrer Einscheidung dienen und dazu von Hause aus bestimmt seien, oder drit-

tens ob sie nur scheidenbildende Elemente darstellen, welche gar keine eigentlichen Nervenfasern bilden. Es findet sich nämlich mitten in einem graugelblichen Plasmastrang eines der aufsteigenden Zweige des O. minor eine Verbreiterung des Plasmas und in dieser eine Mitose in dem Stadium, in welchem die Chromosomen auseinander fahrend bis an den Rand der plasmatischen Verbreiterung gelagert sind; auf dem folgenden Schnitt findet sich gleichfalls diese Verbreiterung mit noch einem Theil der Chromosomen, geht dann aber in die normale Faser über, die nach oben wie nach unten sich fortsetzt und dann nach beiden Richtungen wieder gewöhnliche Kerne aufweist. Diese Verbreiterung lässt keine Spur einer an- oder einliegenden Faser erkennen, vielmehr ist sie offensichtlich nur eine Ausbreitung desselben Faserstranges, der homogen von einem Kern zum andern geht. Die Mitose wird also nur dazu dienen, diesen Strang zu verlängern, indem die Tochterkerne auseinander weichen und ein neues Stück Plasma zwischen sich behalten. Wir werden weiter unten die drei Möglichkeiten, die eben erwähnt wurden, principiell erörtern und dabei des hier gegebenen Falles gedenken.

Embryo II 109, von 18,5 mm Länge, schräg-horizontal geschnitten, gibt folgenden Befund. Auf 114 IV 10 trifft man das Chiasma; auf dem vorhergehenden Schnitt tritt rechts der Trochlearis kernlos aus, verläuft kernlos in wellenförmigen Biegungen weiterer vier Schnitte; dann trifft man auf IV 3 auf zwei neben einander laufende Kettenfasern mit spindelförmigen Kernen, die man direct, wenn auch mit mancherlei Biegungen durch die Schnitte der Reihe IV bis zum Obliquus verfolgen kann. Auch zwei weitere Kettenfasern sieht man auf den vorhergehenden Schnitten — also durchaus ähnliche Zustände mit den vorigen Embryonen.

Auch auf der andern Seite trifft man schon auf der oberen Hälfte des Medullarrohres, 8 Schnitte nach dem Austritt des Trochlearis aus dem Chiasma, eine kerntragende Faser, die mit den kernlosen proximalen zusammenhängt. Sie kann leicht bis zum Obliquus und O. minor distalwärts verfolgt werden.

Ein Embryo von 19 mm, II 350, horizontal geschnitten, lässt das Folgende erkennen.

Auf 352 I 4—6 zeigt sich das noch wenig faserreiche Chiasma; den Fasern sind noch keine Kerne beigemischt. Auf I 8 tritt der

Trochlearis aus dem Chiasma links heraus, man sieht, dass er mehrere Fasern verklebt enthält; aber er ist immerhin doch nicht voluminös. Auf I 9 ist ein weiteres kernloses Stück zu sehen, ebenso auf I 10. Auf diesem Schnitt, etwas unter- und außerhalb des Trochlearis-Verlaufes zeigt sich ein einzelner spindelförmiger Kern, der nicht nur an seiner Seite einen Streifen jenes graugelblichen Plasmas aufweist, wie wir es von den O. minor-Zweigen kennen, sondern der auch ventralwärts einen welligen Ausläufer besitzt, von der doppelten Länge seiner eignen Dimension. Auf Schnitt I 11 setzt sich der kernlose Trochlearisstrang fort, aber auch der Ausläufer der eben erwähnten spindelförmigen Zelle, und weist einen zweiten kleineren Kern, und unter diesem wiederum einen dritten auf, so dass wir eine feine Kettenfaser mit drei Kernen haben, die außerhalb des proximalen, kernlosen Trochlearisstranges, aber doch in seiner nächsten Nähe verläuft, und deren Faserichtung auf den Trochlearisstamm hin geht. Auf I 12 sieht man wiederum einen kleinen Abschnitt des in größeren Biegungen wellenförmig verlaufenden Trochlearis, und in einiger Entfernung inmitten der unregelmäßig geformten Mesenchymkerne einen langgezogenen Kern, der vielleicht noch jener Kettenfaser zugehört. Der nächste Schnitt II 1 gibt ein Stück Trochlearis und darunter einen Abschnitt einer kernlosen Faser, die sehr wohl ein Stück jener Kettenfaser sein könnte. Schnitt II 2 bringt ein kleines Stück Trochlearis mit anliegendem Kern, aber dieser Kern liegt etwas schräg auf der Faser, und man sieht etwas Plasma über den sonst scharf begrenzten Rand des Trochlearisstranges hinausgreifen, so dass der Verdacht gerechtfertigt ist, dieser Kern gehöre zu einer andern Faser und nicht zu dem aus dem Chiasma ausgetretenen, bis soweit kernlos gebliebenen Trochlearis-Strange. Auf II 3 folgt wieder ein kleiner Abschnitt des Trochlearis mit einem Kern, darüber ein Stück eines Kernes mit einem Stück Plasma — vielleicht gehören diese Kerne mit jener eben erwähnten Faser zusammen. Nun folgen leider zwei Schnitte, in denen diese Partie gestört ist, so dass erst Schnitt II 7 wieder einen kernlosen Theil des Trochlearis bringt, ohne jede Begleitung andrer Fasern oder Kerne. Schnitt 8 lässt zwei Faser-Abschnitte erkennen, dem einen liegt auf der Innenseite ein Kernstück an, das andre ist nackt. Schnitt 9 bringt den Kern, der vorher angeschnitten war, mit einem Stück Faser und zwei Stückchen kernloser Fasern daneben. Schnitt 10 zeigt die vorher mit Kern angeschnittene Faser in weiterem Verlaufe, in dem noch ein

Kern in sie eingeschaltet ist, von dem aus die Faser sich ein gehöriges Stück, etwa 4mal die Länge des Kerns gerechnet, fortsetzt. Hier folgt Schnitt 11 mit der Fortsetzung dieser Faser, die in wellichem Laufe noch einen Kern und ein Stück Faser, als Ausläufer dieses Kernes, aufweist, das wenigstens 7mal so lang wie der Kern ist. Über dieser Faser aber, von ihr getrennt, verläuft der kernlose Trochlearisstamm, den man auf den nächsten Schnitten wieder findet, freilich mit angelagerten 2 Kernen.

Es ist wie überall auch hier sehr schwierig, zu entscheiden, ob diese angelagerten Fasern zu denen gehören, welche mit aus dem Chiasma ausgetreten sind, dort aber absolut kernlos sich zeigen, wie denn auch innerhalb des Chiasma sich keine Kerne finden, oder ob sie aus Elementen der aufgelösten Hinterhirnplatte stammen, oder schließlich, ob sie den weit dorsalwärts und mit langen Ausläufern versehenen Kettenfasern des *O. minor* angehören. Da ich die Embryonen von 14—19 mm Länge geprüft und nirgends Kerne im Chiasma oder unmittelbar an den austretenden proximalen Fasern antraf, bleibt kaum eine andre Annahme möglich, als dass die Kerne aus Überresten der Hinterhirnplatte oder von den aufsteigenden Zweigen des *O. minor* abzuleiten seien. Beides ist möglich — und Beides kann zugleich stattgefunden haben.

Verfolgen wir indessen weiter den Thatbestand, den uns der vorliegende Embryo liefert. Auf 352 III 1 und 2 finden wir kleine Abschnitte des Trochlearis mit anliegenden Kernen; derjenige auf III 2 zeigt eine Spaltung und dieser Spaltung entsprechend auch zwei Kerne neben einander, die aussehen, als gehörten sie einem sich spaltenden Kern an. Der nächste Schnitt zeigt die Spaltung fortgesetzt in zwei kurze Stücke, und dann folgt ein Schnitt, in dem das eine dieser Stücke nach kurzem Verlauf blind und fein endigt, vielleicht also wiederum nur einer Zelle entspricht, die als Überrest einer Hinterhirnplattenzelle sich der Faser anlegte und nur diesen kurzen Ausläufer producirte. Ein ganz ähnliches Verhältnis zeigt sich 5 Schnitte weiter, wo gleichfalls von einem der Hauptfaser anliegenden Kern ein Plasmafortsatz ausgeht, der an einen andern Kern gelangt und über denselben hinaus als schmale Faser dorsalwärts gerichtet im Mesenchym verschwindet.

Was nun die Zweige des *O. minor* anbelangt, so wird es am besten sein, dieselben von ihrem Ursprunge aus dem Hauptstrange

zu verfolgen und danach zu ermessen, ob sie bereits Antheil haben an der Versorgung des proximalen Trochlearis mit Kernen oder Verbindungen mit seinen Fasern sind. Den Abgang des O. minor-Stammes aus dem G. Gasseri sehen wir linkerseits auf 533 II 10 und 11. Der Stamm verläuft innerhalb und unterhalb des O. major in leichten Krümmungen; auf der Höhe des O. major, wo derselbe schon nahe am Ectoderm sich findet, geht ein Zweig schräg dorsalwärts ab, durchsetzt die vordere Partie des langsam sich verdichtenden Zellmaterials der Orbitalwandung und stellt sich als graugelblich gefärbter, mit aufeinander folgenden Kernen besetzter, vielfach gekrümmter Plasmastrang dar. Nach etwa 30 Schnitten findet man ihn 352 III 2. auf der Höhe der ectodermalen Einbuchtung noch auf dem Querschnitte inmitten des Mesenchyms, kann ihn aber weiter nicht verfolgen, womit indess nicht ausgeschlossen sein soll, dass er noch höher hinauf reicht als feiner Plasmafaden. Auf der linken Seite dieses Embryo trifft man auf 353 einen typischen Kettenfaserzweig des O. minor mit 6 Kernen und dazwischen ausgezogenem Plasma. Er ist nur einreihig, d. h. eine ausgezogene Zelle reiht sich an die andre. Verfolgt man diese Faser dorsalwärts Schnitt für Schnitt, so gelangt man nach 37 Schnitten unmittelbar in eine der proximalen Trochlearisfasern und durch sie in das Chiasma. Irgend eine Spaltung oder Anlagerung ist nicht zu gewahren. — Wer nicht aus sonstigen Beobachtungen erfahren hätte, dass diese Gesamtfaser aus zwei verschiedenen Elementen bestünde, würde glauben, dass die ganze Faser entweder von unten nach oben oder von oben nach unten gewachsen sei.

Ehe aber dieser äußerste Zweig vom Stamme des O. minor abgeht, sieht man einige andre Zweige von der Unterseite des Stammes gegen das Auge zu sich ablösen und kann constatiren, dass sie sowohl mit mehrfachen Ausläufern, die z. Th. unter einander communiciren, an den Obliquus superior-Bauch sich inseriren, als auch Zweige dorsalwärts abgeben. Einen solchen Zweig zum Obliquus finden wir auf 354 II 1, derselbe gelangt dorthin, nachdem er die sich verdichtende Orbitalwandung passirt hat. Auf 354 I 4 sieht man einen andern Zweig aus der Orbitalwandung an den Obliquus gehen und mit dessen Fasern verschmelzen. Ob diese Zweige aus dem eigentlichen Trochlearis-Stamme hervorgehen, welehen wir auf 352 II 11 verlassen haben, bleibt natürlich zweifelhaft. Sie sind reichlich mit

Kernen besetzt, besonders auch dicht vor dem Eintritt in den Muskelbauch des Obliquus, und desshalb gehören sie wohl in erster Linie zum O. minor-System.

Embryo II 133 von 20 mm Länge, schräg horizontal geschnitten, zeigt auf 141 II 6 das Chiasma. Es ist bereits faserreicher, als es die früheren Embryonen von 17 bis 19 mm Länge aufwiesen, und gleich auf dem dritten Schnitte nach dem Austritt des Trochlearis aus dem Chiasma finden wir ihn mit Kernen besetzt, die aber offenbar von den aufsteigenden distalen Zweigen geliefert worden sind, denn sie folgen sich in ziemlicher Zahl bis hinab an den Obliquus superior — nur die beiden Schnitte vor dem Chiasma zeigen noch ganz nackte Fasern. Auf der rechten Seite scheint das Vordringen der aufsteigenden Fasern, wenigstens ihrer Kerne, noch weiter gegangen zu sein, denn man sieht schon einen Kern auf demselben Schnitt, der den Austritt aus dem Chiasma zeigt. Nun ist es freilich zweifelhaft, ob nicht auch Kerne resp. Zellen des Medullarrohres in der Umgebung des Chiasma sich umformen und in den Verband des Chiasma und seiner austretenden Fasern übertreten. Derlei cylindrische Kerne fangen an sich zwischen den Fasern des Chiasma zu zeigen. Entscheiden wird sich das so leicht nicht lassen, doch steht jedenfalls fest, dass die aufsteigenden Fasern mit ihren Kernen bis in die nächste Nähe des Chiasma gelangt sind. Verfolgt man dieselben distalwärts, so trifft man auf 140 I und II mehrfache Einmündungen gekernter Fasern in den Obliquus; dieselben zeigen wiederum maschenförmigen Zusammenhang unter einander und auch mit dem O. minor (140 II 1 rechts).

Ich wende mich nun zur Darstellung des Befundes an dem zweiten 20 mm langen Embryo, II 152, welcher schräg-horizontal geschnitten ist, aber mehr horizontal als die vorigen Embryonen. Dieser Embryo bringt uns die merkwürdigste Anomalie zur Erscheinung.

Das Chiasma finden wir auf 155 I 4 und 5, in demselben bereits eine beträchtliche Zahl von Fasern, welche, zufolge der mehr horizontalen Schnittrichtung darunter liegenden Medullarzellen nicht festzustellen gestatten, ob einige dort sich losgelöst haben, um sich dene Fasern als Kern beizumischen. Sicher aber ist, dass an den Austrittsstellen des Trochlearis aus dem Chiasma keine Spur eines Kernes gefunden wird. Ich beschreibe zuerst den

Befund auf der rechten Seite. Der Trochlearis tritt mit ziemlich breiter Basis aus dem Chiasma hervor, verschmälert sich dann, zeigt aber immer noch einen beträchtlichen Umfang am Beginn der proximalen, absteigenden Fasern, aus dem geschlossen werden kann, dass man es nicht mit einem Anfangsstadium, wie bei Embryonen von etwa 17 mm Länge zu thun habe. In welligen Biegungen verläuft er dann durch das Mesenchym abwärts bis fast auf die halbe Höhe des Medullarrohres, zeigt aber schon jetzt eine Auffaserung. Auf Schnitt 155 I 5 sehen wir einen Hauptstrang und mehrere isolirte schmalere Nebenstränge bis an den Beginn der unteren Hälfte des Medullarrohres hinabsteigen. Auf den beiden folgenden Schnitten sehen wir weitere Fasern an derselben Stelle liegen: entweder sind es also besondere, durch die Auffaserung gebildete oder durch den Schnitt getheilte Stücke der Hauptfaser. Die nächsten Schnitte bringen nur kleine Stücke zum Vorschein, weil die Richtung des Faserverlaufs nicht parallel mit der Schnittrichtung liegt. Auch die Schnitte I 10—12 zeigen einige in gewisser Entfernung von einander liegende Bruchstücke mehrerer schmalerer Fasern, offenbar ist die Auffaserung der Hauptfaser eine durchgehende geworden. Auch auf II 1 sieht man ein Paar blassgelbe Fasern weiter ventralwärts ziehen, und auf II 2 und 3 kann man lange Stücke derselben von der Höhe des unteren Randes des Medullarrohres bis an den Beginn des Orbitalknorpels sich erstrecken sehen. II 4 bestätigt, dass es sich dabei um mehrere ungleich starke Fasern handelt. Blickt man auf diesem Schnitt auch auf die Gegend zwischen Orbitalknorpel-Anlage und Querschnitt des Obliquus superior, so wird man auch hier bereits Bruchstücke hellgelber Fasern finden; ja, auf II 6 sieht man dicht vor dem Orbitalknorpel und auch mitten zwischen seinen Zellen Bruchstücke von verschiedener Länge solcher hellgelber Fasern. Schnitt II 7 zeigt nun eine Fortsetzung der vor dem Orbitalknorpel sich findenden Faser des vorigen Schnittes innerhalb der Zellen desselben, zugleich aber auch ein deutliches Faserbruchstück, das sich unmittelbar an die Oberseite des Obliquus superior begibt und in demselben verschwindet. Schnitt II 8 bringt dann das Verbindungsstück zwischen diesen beiden Theilen der Faser und zwar in der specifisch hellgelben Farbe und welligen Contur — so dass nun zwischen Chiasma und Obliquus superior eine ununterbrochene Faserbahn nachgewiesen ist, an welcher nicht ein einziger Kern zu sehen ist, und an der

kein einziger aufsteigender Zweig des Ophthalmicus minor irgend welchen Antheil genommen hat.

Diese Thatsache schien mir anfänglich so erstaunlich, dass ich in Verlegenheit gerieth, ob vielleicht die Größe des Embryo mit 20 mm unrichtig angegeben sei. Aber da ich den Umfang des proximalen Trochlearis und die Fasermasse des Chiasma von Neuem prüfte, konnte ich nicht zweifeln, einen älteren und größeren Embryo als von 16—17 mm Länge vor mir zu haben, bei welchen freilich kernlose Trochlearisfasern bis auf die Höhe der Grundplatte des Medullarrohres hinab vorgefunden werden, während die aufsteigenden Zweige des O. minor gleichfalls erst bis hierhin wachsen. Hier war aber der kernlose Trochlearis bis an den Obliquus superior vorgegangen, aufsteigende Zweige des O. minor aber gar nicht vorhanden: wie war das zu erklären? Die Erklärung fand sich, als ich nun die Untersuchung am andern Ende in die Hand nahm, nämlich vom O. minor aus. Es stellte sich heraus, dass infolge einer Hemmungsbildung der O. minor nur als ein bei diesem Embryo, ähnlich wie bei Embryo II 166, ganz kurzer Stummel vom G. Gasseri abgeht und gar keinen vorderen Strang, auch keine aufsteigende Zweige bildet.

Durch diese Beobachtung wird nun zugleich ein fast experimentell sicherer Beweis dafür geliefert, dass die Kerne des Trochlearis — wenigstens bei Stadien von 20 mm Länge, — ausschließlich durch die aufsteigenden Fasern des O. minor geliefert werden, dass aber die Fasern des eigentlichen Trochlearis als kernlose Ausläufer von Medullarzellen entstehen — eine Thatsache, deren weittragende Bedeutung Niemand entgehen wird, die sich deshalb gleichberechtigt dem auf pag. 288 beschriebenen Befund von der aberranten Trochlearisfaser eines Embryo von *Mustelus vulgaris* anschließt, welche kernlos aus der rechten Seite des Isthmus austritt, über das Dach desselben auf die linke Seite hinüberzieht und dort auf der unteren Grenze des Medullarrohres im Mesenchym verschwindet. Wir werden beide Fälle weiter unten ausführlicher verwerthen.

Auf der linken Seite des vorliegenden Embryos verhält sich der Trochlearis genau wie auf der rechten, nur scheint er noch etwas mehr aufgefaserter zu sein, ehe er an den Orbitalknorpel tritt. Der O. minor ist nur als Stummel neben dem Ganglion des O. major zu sehen, leider ist der Schnitt, auf welchem der Zusammenhang

dieses Stummels mit dem G. Gasseri zu sehen sein müsste, verdorben. Es muss aber erwähnt werden, dass in der Nähe des Orbitalknorpels 2 oder 3 Faserzellen beobachtet werden, welche ohne Zusammenhang mit einander oder mit den Fasern des Trochlearis zu haben, doch wohl als abgelöste Elemente des kurzen O. minor-Stummels angesehen werden dürften. Auf dem ganzen Verlauf des Trochlearis aber ist auch auf der linken Seite kein einziger, ihm angelagerter Kern zu sehen, und ebenso wenig aufsteigende O. minor-Zweige.

Embryo II 197 von 22,5 mm Länge, schräg geschnitten.

Dieser Embryo ist bemerkenswerth durch eine Abnormität, die abermals Licht auf die normalen Verhältnisse wirft. Untersucht man nämlich das Chiasma auf 200 I 1—5, so bemerkt man, dass die Kerne, welche die proximalen Trochlearisfasern begleiten, sich schon bis an das Chiasma hinauf ausgebreitet haben, ja, man kann fast unterscheiden, dass aufsteigende einzelige Kettenfasern sich den kernlosen absteigenden Fasern, die eben aus dem Chiasma hervorgetreten sind, dicht anlagern, aber noch eine vollständige Reihe von Kernen und verbindendem Ausläufer-Plasma darstellen. Dass die zusammenhängenden aufsteigenden Kettenfasern sich unmittelbar als solche auf die absteigenden nackten Trochlearisfasern auflagern, scheint aus dem Umstande hervorzugehen, dass auf beiden Seiten Kettenfasern bestehen, welche über dem Chiasma gefunden werden. Solche Fasern zeigt der vorliegende Embryo zwei auf der linken und eine auf der rechten Seite. Wie ich schon bei andern Embryonen betonte, gehen die Kettenfasern manchmal in einem Bogen auf die kernlosen zu: hier haben wir im Gegentheil den Fall, dass einige Kettenfasern sich wieder ablösen von der Berührung mit den absteigenden Fasern und im Bogen über dieselben und über einen Theil des Chiasma hinwegziehen, um sich dann, plötzlich umbiegend, auf der dorsalen Mittellinie wieder in das Chiasma hinabzusenken, II 200 I 3—5. Dabei geht eine Faser in die andre hinein. Auf der rechten Seite sieht man nur ein Stück solcher Fasern mit zwei Kernen, kann aber ihren weiteren Zusammenhang nicht feststellen.

Auch auf dem weiteren Verlaufe der beiden Trochlearis kann man mehrfach die Selbständigkeit der angelagerten Kettenfasern constatiren, da sie mehrfach in kleineren Bögen sich von dem abstei-

genden Strange abheben und etwelcherweise frei nebenher laufen. Ganz ähnliche Verhältnisse gewahrt man bei

Embryo II 214 von 22 mm Länge, schräg geschnitten.

Das Chiasma findet sich auf 216 III 3—4; auf III 5 tritt rechts der Trochlearis aus, mit beträchtlich dickem Faserbündel, dem auf beiden Seiten Kerne angelagert sind. Zwischen diesem Strange aber und dem Ectoderm, mitten im Mesenchym, das ja bei *Pristiurus* in diesen Stadien noch recht kernarm ist, trifft man auf den Schnitten III 1—9 eine Kettenfaser von mehreren, 4—6, Kernen und entsprechender Plasma-Verbindung, welche vor dem Chiasma — also dem Mittelhirn zu — grade auf der Mittellinie von oben her in das Chiasma einmündet. Diese Kettenfaser verläuft also vollständig durch das Mesenchym außer- und oberhalb des austretenden Trochlearisfaserbündels, liefert also auch ihrerseits einen weiteren Beweis für das Aufsteigen der O. minor-Zweige. Auf Schnitt 216 III 3 sieht man, wie an diese freie Faser eine andre Faser sich ansetzt, welche auf Schnitt 4 einen Kern besitzt, der mit seinem andern Ausläufer in die Hauptfaser des Trochlearis einläuft, natürlich in eine der ihn begleitenden, angelagerten Kettenfasern des O. minor. Die erst-erwähnte Kettenfaser sieht man noch in ihrem isolirten Laufe mit einem langen Kern auf Schnitt III 10, auch noch auf IV 1, aber dann verschwindet sie und lässt nicht erkennen, von woher sie ausgegangen sei.

Links finden wir keine Kettenfaser, welche ähnlich, wie die eben beschriebene von oben her isolirt in das Chiasma einliefe, wohl aber an dem Hauptfaserstrang des Trochlearis auf III 6 eine beträchtliche Bifurcation, und es scheint, als ob der äußere Zweig nur aus Kettenfasern bestände, ohne gleichzeitig austretende resp. absteigende Fasern in sich zu führen. Auf den folgenden Schnitten III 6—10 scheint eine Art Maschenwerk dieser aufsteigenden Kettenfasern zu bestehen: erst auf IV 2 ff. kommen sie in normale Zustände, die dann eben in die verschiedenen distalen Zweige übergehen.

An diesem Embryo lässt sich auch eine Thatsache sehr gut constatiren, welche nicht ohne Bedeutung für die Gesamtaufassung ist, die man sich vom Trochlearis macht. Es ist nämlich bemerkenswerth, dass die Canäle, durch welche der Trochlearis resp. seine distalen Theile aus der späteren Schädelkapsel an den Obli-

quus superior heraustritt, in jüngeren Embryonal-Stadien selten grade sind und den kürzesten Weg einschlagen. Während die vergleichende Anatomie uns lehrt, dass der Trochlearis durch eine Öffnung des Schädelknorpels in die Orbita einträte, und dass nur als Variante oder Anomalie mehrere Canäle vorkämen, die von dem sich theilenden Trochlearis benutzt würden, lernen wir durch die Ontogenese der Selachier, dass die Vielheit der Canäle das Ursprüngliche sei und dass die Einheit erst nachträglich zu Stande komme. Die Gebogenheit der einzelnen Canäle und die Thatsache, dass es Canäle gibt, die mit zwei Ausgangs-, aber nur einer Eingangsöffnung — oder umgekehrt — bestehen, lässt es als wahrscheinlich erscheinen, dass die Zwischenwände zwischen zwei Canälen allmählich resorbirt werden, so dass der weitere Canal erst nachträglich zu Stande kommt. Ich werde im Verfolg eine Reihe von Fällen erwähnen, die diese Auffassung erhärten. Der vorliegende Embryo zeigt eine solche Krümmung des Durchtrittscanals bei 217 II 2—4 und 6—8 links, wo zwei Zweige dicht neben einander gesondert durchtreten, dann einen Knick machen und in scharfem Winkel zum Obliquus ziehen. Auf III 1 bis 7 geht ein dritter Zweig durch den Knorpel und tritt auf IV 3 isolirt an den Obliquus.

Auch auf der rechten Seite treten drei Canäle auf: durch den am meisten caudalwärts liegenden zieht ein Zweig direct zum Stamme des O. minor, ohne mit dem Obliquus superior in Contact zu treten; dabei aber überkreuzt er den eigentlichen Trochlearis-Strang, der vor und unter ihm zum Obliquus herantritt, während ein dritter Zweig oralwärts vor dem Hauptstrang isolirt durch den Knorpel tritt und sich an dem Obliquus inserirt.

Bei einem andern Embryo, II 382, von 22 mm Länge, horizontal geschnitten, sieht man den Trochlearis an die Orbitalwand herantreten, eine Zeitlang an ihr entlang ziehen, bis ein Zweig auf 387 II 9 und III 1 und 2 durchtritt, freilich durch einen Canal, den man Mühe hat, überhaupt wahrzunehmen. Auf III 9 tritt ein andrer, stärkerer Zweig durch, dicht über dem ersten, und auf 388 II 1 tritt der dritte Zweig als dünne Faser auch fast un wahrnehmbar durch den Knorpel. Auf der rechten Seite tritt der Stamm auf 387 I 5 von oben her an den Orbitalknorpel und spaltet sich in zwei Äste, deren hinterer auf mehreren Schnitten an der Innenseite des Knorpels entlang zieht, um auf II 3 gleichzeitig mit dem Stamm, aber in räumlich getrennten Canälen durchzutreten,

während ein dritter Zweig noch weiter caudalwärts ebenfalls auf dem nächsten Schnitt getrennt durchtritt. Aber es scheinen noch mehrere Kettenfasern durch den Knorpel zu gehen, die wohl zum O. minor, aber nicht zum Trochlearis-Stamm verfolgt werden können, auch nicht zum Obliquus hinziehen. Man sieht sie unterhalb des breiten O. major-Stammes hervortreten und durch den Orbitalknorpel ziehen, kann sie aber jenseits derselben nicht mit Sicherheit verfolgen.

Der Embryo II 127 von 22 mm Länge, schräg, fast quer geschnitten, zeigt zwei getrennte Canäle im Orbitalknorpel, durch welche drei Zweige des Trochlearis direct an den Obliquus superior gehen, ohne Verbindungen mit dem O. minor zu offenbaren, 130 II 7—8, davor liegende II 1 und die davor I 5—8. So findet es sich linkerseits. Rechts tritt der hinterste Zweig II 8 aus, ein zweiter II 1, dieser scheint aber noch auf I 11 und 12 eine Verbindung mit dem Stamme des O. minor zu haben. Einen dritten fand ich nicht.

Embryo II 399 von 23 mm Länge, horizontal geschnitten, zeigt rechts einen strangförmigen einheitlichen Trochlearis bis kurz vor dem Orbitalknorpel, dann eine Theilung in zwei Äste, davon einer sich dicht vor dem Durchtritt durch den Knorpel noch mal spaltet, so dass drei Canäle bestehen. Die durchtretenden Zweige ziehen unter dem O. major und O. minor an den Obliquus heran, ohne mit dem O. minor in Verbindung zu treten. Auf der linken Seite scheint es sogar, als träten vier Fasern durch den Orbitalknorpel; leider lassen sich dieselben in ihren Beziehungen zum Obliquus und O. minor nicht genau verfolgen, so dass es unsicher bleibt, ob hier noch Verbindungen mit dem O. minor bestehen. Von zwei Ästen ist es zweifellos, dass sie, dicht unter dem O. minor gelagert, an ihm ohne Faseraustausch vorbeiziehen.

Embryo II 206 von 24 mm, schräg geschnitten.

Der Trochlearis steigt auf der rechten Seite als compacter kernreicher Strang ohne Verästelung bis an den Orbitalknorpel hinab. Auf 208 II 5 und 6 tritt ein Zweig durch den Orbitalknorpel hindurch; auf II 8 zeigt sich eine beträchtlichere Lücke in diesem Knorpel, in welcher der Stamm des Trochlearis sich von neuem theilt und einen stärkeren Zweig absendet, der in II 9 durch- und hinaustritt. Auf demselben Schnitt erscheint aber noch ein weiterer Canal, schräg gerichtet, wie ein Seitengang des eben erwähnten

größeren Canals, durch den nun der Hauptstrang sich Bahn bricht, wobei eine solche Anhäufung von Kernen innerhalb des Canals gefunden wird, dass man fast ein kleines Ganglion darin erblicken möchte; auf II 11 tritt aus diesem Haufen von Zellen aber nur ein einfacher Strang aus. Diese drei Zweige treten jeder einzeln an den Obliquus heran, dabei zieht unter dem Strange des O. minor verlaufend, ohne mit ihm in Zusammenhang zu stehen. Auf der linken Seite geht der Trochlearisstrang ungetheilt bis in die Nähe der Orbitalwand, theilt sich aber früher, als auf der rechten, auf 404 II 8. Der erste Zweig tritt durch den Knorpel auf III 1—4, der Hauptstrang auf III 5 und 6, worauf sich beide wieder an einander schließen und gemeinsam mit breiter Ansatzfläche an den Obliquus treten, wobei die einzelnen Fasern sich weit über die Oberfläche des Muskels ausdehnen. Der O. minor geht in einer gewissen Entfernung an ihnen vorbei ohne Berührung oder Zusammenhang. Ein dritter Zweig fehlt.

Dieser Embryo zeigt bereits, wie die Canäle ebenso wie die Zweige des Trochlearis immer näher an einander rücken: der ungetheilt verlaufende Hauptstrang wird relativ und absolut immer länger, die distalen Zweige, welche anfänglich fast ebenso lang und länger als die proximalen absteigenden Fasern sind, verkürzen sich relativ — und wir werden nun bald sehen, dass sie sich zwischen Orbitalwand und Obliquus zusammenschließen und als ein gemeinsamer Strang an den Obliquus begeben. Dann bleibt von der ursprünglichen Drei- und Mehrtheiligkeit der distalen, vom O. minor ausgehenden aufsteigenden Zweige, die sich dem absteigenden Trochlearis anlegen, nichts übrig als kleine Maschen, die in der Nähe oder sogar mitten im Orbitalknorpel sich vorfinden.

Embryo II 267 von 25 mm Länge, schräg geschnitten, bestätigt, was über Beziehungen der distalen Zweige des Trochlearis, ihres Durchtritts durch die Canäle des Orbitalknorpels, ihr Losgelöstsein vom O. minor und ihres Herantritts an den Obliquus superior bisher ermittelt ward. Auf 273 I 1 tritt der Strang des Trochlearis in die Nähe des Orbitalknorpels; merkwürdiger Weise sieht man schon in diesem Schnitte die Zellen des Knorpels zur Bildung eines Canals aus einander weichen, ja schon zwei Schnitte vorher gewinnt man denselben Eindruck, und auf 272 II 7 liegen Spuren von in Auflösung begriffenen Zellen im Innern dieser Knorpellücke, so

dass ich die Vermuthung gefasst habe, dass sich hier ein Zweig bereits rückgebildet habe, zumal ich auch keinen Faserstrang aus diesem ersten Canal austreten und zum Obliquus ziehen sehe. Die Lücke im Orbitalknorpel setzt sich auf den folgenden Schnitten fort, bis auf I 6 der Hauptstrang des Trochlearis durch sie hindurch zieht. Gleichzeitig sondert sich eine feine Faser von dem Hauptstrang ab und durchsetzt den Knorpel auf separatem Wege, fast ohne dabei einen besonderen Canal mit freiem Lumen zu benutzen: man sieht aber Faser und dazu gehörige Kerne inmitten der Knorpelzellen und sieht sie gleich darauf aus ihnen hervortreten. Schließlich trifft man noch auf 273 II 6—8 auf einen beträchtlich weiter zurückliegenden Canal und eine dazu gehörige Nervenfasern, deren Anfang resp. Zusammenhang mit dem Trochlearisstamm leider nicht nachweisbar war, die aber erst auf der Innenseite des Orbitalknorpels entlang zieht, in ziemlich starkem Winkel gegenüber der Richtung des Trochlearisstranges, dann durch den Canal zieht und nun in entgegengesetzter Richtung, also wieder in starkem Winkel geknickt unter dem O. minor hinweg an den Trochlearis und mit ihm gleich darauf an den Obliquus superior gelangt.

Auf der linken Seite ist der erste Zweig des Trochlearis noch vollkommen erhalten: er sondert sich auf 272 II 4 von dem Stamme ab, wo derselbe noch beträchtlich weit vom Orbitalknorpel entfernt ist, tritt auf II 6 durch den Knorpel hindurch. Erst auf 273 I 5—7 folgt der Hauptsamm mit beträchtlich weitem Canal-Lumen; er sendet eine getrennte Faser inmitten des Canals ab, die erst später wieder an ihn herantritt, um mit ihm gemeinsam unter dem O. minor an den Obliquus zu treten, so dass wir hier einen Canal für zwei Stränge haben.

Ein zweiter Embryo II 245 von 25 mm Länge, sagittal geschnitten, zeigt eine wesentliche Variante. Auf 249 I 7 theilt sich der Trochlearisstrang in einer Höhe, die bei Stadien von 17 und 18 mm Länge Regel war, also schon weit hinauf reicht. Von da bis zum Orbitalknorpel wird diese Spaltung beibehalten, also durch einige 20 Schnitte; auf 248 I 10 tritt der dünnere Zweig in den Knorpel ein, durchsetzt ihn in eigenem Canal, während der Hauptstrang erst auf I 4 in einen weiten Canal eintritt, der ihn nach vier Schnitten wieder auf der andern Seite des Knorpels hervortreten lässt. Den ersten Zweig habe ich auf seinem weiteren Verlaufe durch den Knorpel nicht auffinden können, kann auch nicht sagen, ob er wieder austritt; der Hauptstrang erscheint auf 247 III 10 am unteren

Rande des Knorpels wieder und kann nun im Querschnitt auf einer Reihe von 12 Schnitten verfolgt werden, bis er auf 247 II 8 an den längs verlaufenden O. minor herantritt. Auf drei Schnitten sieht man ihn unter dem O. minor, demselben aber dicht angeschlossen, weiter ziehen, dann geht der O. minor über ihn hinaus, und er bleibt wieder als Querschnitt erkennbar unter und in einer gewissen Entfernung von dem starken O. major, bis auch dieser über ihn hinwegzieht, und er auf 246 III 9—10 an den mittleren inneren Theil des Obliquus herantritt.

Auf der andern Seite läuft der Trochlearis als einheitlicher Strang etwas weiter herab, erfährt dann einige Knickungen und, wie es scheint, auch Abspaltungen. Er durchsetzt den Knorpel mit einem Canal, von dem aber unklar bleibt, ob er sich mit einem zweiten kleineren verbindet: man sieht einen Zweig vom Hauptstamm separat in die Orbitalwand eintreten, kann aber nicht feststellen, ob dieser Zweig wieder austritt, oder ob der Hauptstrang sich noch mal im Knorpel spaltet. Zwei kleinere Bündel treten aus dem Knorpel wieder hervor, legen sich dicht an einander und können nun als Querschnitte bis an den Obliquus verfolgt werden.

Ein dritter 25 mm langer Embryo, IIa 417, horizontal geschnitten, zeigt auf 425 I 1 ff. nur einen einzigen Canal, durch den der ungetheilte Stamm des Trochlearis durchtritt, um gleich darauf vorwärts zum Obliquus zu ziehen. Auf der rechten Seite dagegen findet man eine Spaltung des Stammes dicht vor dem Knorpel, die beiden Äste treten nahe an einander, aber in getrennten Canälen durch den Knorpel auf 424 II 5—7, ein dritter Strang aber setzt sich noch innerhalb der Orbitalwand fort und tritt erst 425 II 1 durch einen eignen Canal aus. An den Obliquus treten sie alle zusammen in einem langen Strange, der unter den beiden Ophthalmici dahin zieht und den Blutsinus hinter dem Auge durchsetzt, 426 I 2—7.

Embryo II 222 von 26 mm Länge, horizontal geschnitten. Links geht der Trochlearisstamm einheitlich bis in die Nähe des stark verdickten Knorpels. Auf 427 I 4 findet sich eine kleine Platte im Laufe des Nerven, von der ein kurzer Faserstrang nach hinten gegen die Innenseite des Knorpels abgeht; dieser Zweig tritt auf I 4—6 durch den Knorpel, eine Anhäufung von Kernen an der Innenseite des Stammes folgt gleich danach. Dann spaltet sich der Stamm auf I 8 noch einmal, der eine Ast tritt nach weiteren 2 Schnitten auf 427 II 2 durch den Knorpel in einen sehr geräumigen

Canal, während der andre Ast weiter abwärts auf der Innenseite der Orbitalwandung weiter zieht. Erst auf 428 I 8 und II 1 zieht auch dieser in eigenem Canal durch den Knorpel, vereinigt sich aber mit dem andern Ast auf halbem Wege zwischen Orbitalknorpel und Obliquus. Den Austritt des zuerst beschriebenen Zweiges vermochte ich wohl zu constatiren, konnte aber die dünne Faser nicht weiter verfolgen.

Rechts findet gleichfalls mehrfache Verzweigung des Stammes dicht am Knorpel statt, die Äste verbinden sich erst auf dem Wege zum Obliquus.

Embryo II a 446, 27 mm lang, horizontal.

Rechts geht der ungetheilte Trochlearisstamm bis 453 I 2, dann sieht man gleichzeitig und in größter Nähe zu einander zwei Canäle den Knorpel durchsetzen; durch den vorderen beträchtlich größeren geht der Stamm, durch den hinteren eine Faser, die ich aber beim Austreten nicht auffinden konnte. Der Austritt des Stammes findet auf 453 II 5 statt, wo man den Nerven schräg unter dem O. major hinziehen sieht. Auf 453 II 6 sieht man aber noch einen Canal vor dem Hauptcanal, den zu ihm hinziehenden Zweig konnte ich auch nicht finden, wohl aber sah ich ihn beim Austritt auf 454 I 3—4.

Links habe ich nur einen Canal für den ungetheilten Stamm gefunden auf 453 I 5 und 6 und II 1—3.

Embryo II a 483 von 30 mm Länge, horizontal.

Auf Schnitt 487 II 6 trifft man links den bereits recht beträchtlichen Strang des Trochlearis im Begriff, sich dicht am Orbitalknorpel zu spalten. Die Spaltungsproducte laufen in drei Richtungen aneinander, ein Zweig geht nach vorn, einer nach hinten, und der übrigbleibende Rest setzt den Stamm nach unten fort. Auf 488 II 4 und 5 geht ein Zweig durch den Knorpel; aber auf demselben Schnitt sieht man noch einen weiteren Zweig vom Stamme nach vorn an der Innenseite des Knorpels entlang ziehen. Ein zweiter Canal verläuft hinter dem ersten in einer Entfernung, die der doppelten Dicke des Knorpels gleichkommt; man sieht ihn auf 489 I 1 und 2. Auf I 1 sieht man den vorher beschriebenen Zweig nochmals recht deutlich, er zieht auf der Innenseite des Knorpels abwärts und tritt auf 490 II 1—4 vor den bisher beschriebenen Canälen auch seinerseits durch einen dritten Canal durch. Der Stamm tritt erst auf 490 II 4 in einem beträchtlich großen Ca-

nal durch, und gleich darauf und dahinter tritt auch der letzte Zweig auf II 5 hindureh. So ergibt dieser Embryo fünf discrete Canäle für Stamm und Zweige des Trochlearis. Diese sämtlichen Zweige convergiren nach dem Austritte unter dem dicken Strange des O. major, dem der O. minor offenbar so nahe angeschmiegt ist, dass er auf Horizontalschnitten nicht davon getrennt werden kann. Unter dem O. major tritt dann der sehr beträchtliche Strang des Trochlearis wieder hervor und geht quer durch den hinteren Blutsinus, der den Augapfel umgibt, an den Obliquus heran, ihn von hinten und unten umspannend, wobei man aber den Eindruck gewinnt, als seien zwei getrennte Fasermassen übereinander gelagert, die in ungleicher Richtung an die verschiedenen Abschnitte des Obliquus herantreten.

Auf der rechten Seite finde ich nur vier Canäle und durchtretende Zweige.

Um aber festzustellen, ob etwa mit fortschreitender Entwicklung die Zahl der Durchtritts-Canäle abnähme, habe ich noch spätere Stadien untersucht und berichte zunächst über einen

Embryo IIa 576 von 42 mm Länge, dessen eine Hälfte sagittal, die andre horizontal geschnitten ward.

Die letztere zeigt auf 596 und 597 drei Canäle, durch welche ebenso viel Zweige des nun schon sehr stark und massiv gewordenen Trochlearis hindurehtreten. Sobald sie aus den Canälen herauskommen, stoßen sie auf den massiven Strang des O. major, biegen nach unten um und ziehen unter demselben herum, ihn auch von der andern Seite wieder umfassend. Dabei aber wenden sie sich schräg nach vorn und außen und ziehen als zwei ganz getrennte ansehnliche Bündel durch den hinteren Blutsinus des Augapfels an den Obliquus, der hintere Ast an den oberen Rand, der vordere an den vorderen.

Auf der andern, sagittal geschnittenen Hälfte dieses Embryos kann man gleichfalls drei Canäle constatiren, durch welche der Trochlearis austritt. Davon ist der vorderste der stärkste, der mittlere der schwächste. Da die Sagittalschnitte den Trochlearis auf seinem weiteren Verlaufe zum Augapfel fast quer durchschneiden, so kann man constatiren, dass diese Dreitheilung in dem Verlaufe um den O. major herum und auch noch auf beträchtlicher Strecke durch den Blutsinus festgehalten wird; erst allmählich schließt sich der mittlere Zweig dem vorderen näher an und geht zuletzt ganz

in ihm auf, so dass man auf der dem Auge zunächst gelegenen Partie des Blutsinus nur einen längeren, schräg getroffenen und einen zweiten runden, quer getroffenen Strang des Trochlearis sieht. Die beiden vereinigten vorderen Äste gehen an den vorderen Bauch des Obliquus von innen heran und laufen bald mit seinen Fasern parallel; der hintere Ast aber geht quer über den hinteren Theil des Bauches des Obliquus hinweg und verliert sich erst auf seiner Außenseite, wo man den allmählich dünner werdenden Nerven nicht mehr unterscheiden kann.

Embryo II a 614 von 45 mm Länge, horizontal, zeigt beiderseits eine Mehrzahl von Canälen: links drei, rechts wiederum fünf.

Zusammenfassung.

Die Anfangsstadien der Trigemiusplatte und des primären Trochlearis bei *Pristiurus* bieten keine wesentlichen Unterschiede gegenüber den gleichen Bildungen bei *Mustelus* dar. Die Unterschiede treten erst hervor bei der Entwicklung des Ophthalmicus minor und der von ihm ausgehenden Kettenfasern, deren nicht nur aufsteigende, den absteigenden Trochlearisfasern entgegenwachsende vorhanden sind, sondern auch maschenförmig in die Umgebung des Obliquus superior vordringende zu einer Zeit, wo eigentliche Trochlearisfasern noch gar nicht bis zu ihrem Endorgane, dem Muskel, vorgedrungen sind.

Wie alle Entwicklungen bei *Pristiurus* so sind auch die Kettenfasern so spärlich als möglich mit Zell-Elementen ausgestattet: meist durchziehen sie als einreihige Fasern das gleichfalls sehr zellarme Mesenchym der Sattelhöhle und der Umgebung des Isthmus. Infolge dieser Zellarmuth des Mesenchyms gelingt es auch leichter bei *Pristiurus* als bei andern Squaliden, die absteigenden Fasern des Trochlearis in ihrem Vordringen vom Chiasma aus bis zum Obliquus superior zu verfolgen. Dabei treffen die absteigenden kernlosen Trochlearisfasern mit den aufsteigenden Kettenfasern des O. minor vielfach zusammen, und es erscheint mitunter, als verschmolzen sie an der Berührungsstelle zu einer Faser; in andern häufigeren Fällen legen sich die Kettenfasern dicht an die kernlosen Trochlearisfasern an, lassen aber durch gelegentliche Zwischenräume erkennen, dass von Anfang an diese Fasern einander noch nicht umschließen. Der Zeitpunkt des Austritts der

Trochlearisfasern aus dem Chiasma und ihr Absteigen in der Richtung auf den Obliquus zu, sowie des Aufsteigens der Kettenfasern des O. minor variirt, so dass mitunter die Trochlearisfasern bis in die Nähe der sich verdichtenden Orbitalwandung gelangen, ehe die aufsteigenden Kettenfasern sich ihnen anlegen können. In andern Fällen findet man dagegen Kettenfasern schon in der Nähe des Isthmus, ohne dass Trochlearisfasern aus dem Chiasma hervorgetreten seien.

In einem Falle ist es aber gelungen, die absteigenden Trochlearisfasern ohne Begleitung aufsteigender Kettenfasern nicht nur bis an die Orbitalwandungszellen zu verfolgen, sondern sogar durch dieselben hindurch bis an den Bauch des Obliquus superior, so dass sich hierdurch auf das Unzweifelhafteste ergab, dass der ganze Trochlearis ein Ausläufer der im Medullarrohr liegenden Neuroblasten sein muss, die ihn später bekleidenden Zellen und Kerne aber erst nachträglich durch die Kettenfasern an ihm hervorgebracht werden, — wie es zuerst NEAL behauptet hat. Dass aber die Kettenfasern in diesem Falle ausblieben, lag an einer Hemmungsbildung, die den ganzen Ophth. minor betraf, welcher auf beiden Seiten als Stummel ohne weitere Entwicklung am G. Gasseri liegen geblieben war.

In einer der aufsteigenden Kettenfasern gelang es eine Mitose zu beobachten, welche die ganze Breite der Faser einnahm, wodurch bewiesen ward, dass kein durchlaufender Faserstrang daneben vorhanden war, die Mitose vielmehr nur die Vergrößerung und Verlängerung der Kettenfaser selbst bezweckte. Von den Kettenfasern, welche sich bereits den Trochlearisfasern angeschmiegt haben, gehen gelegentlich Zweige aus, welche wiederum nach dem Typus der Kettenfasern gebaut sind und sogar über das Dach des Isthmus hinüber greifen, ähnlich wie bei *Torpedo*. Sie senken sich von oben her in das Dach des Isthmus ein.

An *Pristiurus*-Embryonen lässt sich auch die Art und Weise verfolgen, in welcher die Durchtrittscanäle des Trochlearis durch die spätere Orbitalwandung zu Stande kommen. Während der Vergleichenden Anatomie zufolge nur ein Durchtrittscanal typisch sein soll, sieht man vielmehr, dass von Anfang an immer eine Mehrzahl von Canälen vorhanden sind, zumal da sich die Verdichtung der Mesenchymzellen, durch welche die Orbitalwandung zu Stande kommt, erst vollzieht, wenn die verschiedenen Zweige des Trochlearis bereits bestehen. Sie werden unwachsen; diese Unwachsung scheint

auch einigen der aufsteigenden Kettenfasern zu Theil zu werden, welche später zu Grunde gehen, so dass dann auch die Canäle sich schließen. Solche Canäle vereinigen sich häufig unter einander, zeigen zwei Eingänge und nur einen Ausgang oder umgekehrt. Je älter der Embryo ist, um so näher am Orbitalknorpel liegt meist die Spaltung des Trochlearis in Zweige, welche nach dem Durchtritt durch die Canäle oft in rechtem Winkel umbiegen, sich meist wieder an einander legen oder dem O. minor dicht anschniegen, ohne aber mit ihm zu verschmelzen, und dann frontalwärts zum Obliquus superior weiter ziehen.

Scyllium catulus.

Die Scyllien schließen sich in allem Wesentlichen, was Entwicklung und Beziehungen des Trochlearis betrifft, *Pristiurus* und *Mustelus* an; sie erweisen sich aber als besonders lehrreich in der Aufdeckung der primitiven Beziehungen des Ophthalmicus minor zum M. obliquus superior und dadurch zum Ganzen der Mandibularhöhle. Es ist in diesem Betrachte nützlich, die Entstehung des O. minor und seine Beziehungen zum Obliquus und Trochlearis in eingehender Weise darzustellen.

Die Schicksale der Trigeminsplatte weichen bei *Scyllium* in keiner bemerkenswerthen Weise von denen ab, die wir bei *Pristiurus* und *Mustelus* fanden; Verhältnisse wie bei *Torpedo* treten uns nicht entgegen. Um so entwickelter aber ist das System des Ophthalmicus minor. So lange die vorderen Theile der Trigeminsplatte noch in cellulärem Zusammenhange mit den später zum Ganglion Gasseri werdenden hinteren und dem Haupttheile stehen, findet kein Auswachsen des letzteren an seiner äußeren und oberen Ecke statt: noch bei Embryonen von 10 mm Länge (XXXVI 24 III 6 ff.) sieht man auf Horizontalschnitten sowohl das G. Gasseri mit einem beträchtlichen Zellstrange dem I. Trigemins-Neuromer sich anschniegen (aus welchem Zellstrange später die vorderen Wurzelstränge werden!), und sieht gleichzeitig nach außen und vorn gerichtet die sehr zusammengeschürzte ehemalige Trigeminsplatte als primären Trochlearis schräg gegen das Ectoderm sich erstrecken — aber von einem Auswachsen der O. minor-Bahn ist noch keine Rede. Erst bei Embryonen von 12 mm Länge findet der Anfang dieser Bildung statt. Dann ist die vordere Partie der ehemaligen Trigeminsplatte in weitaus den meisten Fällen bereits der völligen Auflösung ver-

fallen, sowie das G. Gasseri nach oben und außen glatt abgerundet; erst nun beginnt ein Auswachsen desselben am äußeren oberen Rande (XXXVI 334 II 5 links) in Gestalt eines kleinen Zapfens, der sich vom Ganglion an das Ectoderm schiebt.

Bei einem andern Embryo von 12 mm, XXXVI 30, sagittal geschnitten, sieht man das G. Gasseri in seiner beginnenden Concentration, kann aber constatiren, dass es an seiner äußeren und oberen Circumferenz von einigen losen Ganglienleistenzellen umgeben ist, welche mit ihm in plasmatischem Zusammenhange stehen. Einige dieser Zellen liegen über ihm, andere vor ihm. Diese Zellen machen durchaus den Eindruck, als seien sie von der ursprünglichen Trigeminiplatte, welche sich zwischen Ectoderm und den Seitenplatten der Mandibularhöhle netzartig ausbreitete, übrig geblieben und gingen als solche auch in die Maschen über, welche wir, ebenso wie bei *Mustelus vulgaris* und *laevis*, auch bei *Scyll. catulus* als Anfangsformation des O. minor mehrfach wieder antreffen.

Ähnlich finden wir auch bei Embryo XXXVI 562, sagittal geschnitten, die Anfänge des O. minor als nach oben und nach vorn auswachsende Zellstränge, die sich an das Ectoderm begeben, wobei der dorsalst gerichtete sofort unter den Strang des O. major geht, welcher natürlich bereits über das G. Gasseri hinwegzieht. Die auswachsenden Stränge setzen sich mit einander in Verbindung, wie bei *Mustelus*, was man sofort bei Embryonen von 13 mm constatiren kann, und aus ihrem Zusammentreten entsteht zunächst ein nach vorn gerichteter, schmaler Strang, der neben dem Ectoderm verläuft.

Für die Beziehungen, die der O. minor später zu dem Obliquus superior gewinnt, ist es nicht unwichtig, gleich hier festzustellen, in welchen topographischen Beziehungen beide Gebilde von Anfang an zu einander stehen.

Bekanntlich entsteht der Obliquus aus den vorderen dorsalen Theilen der Mandibularhöhle, wie das ausführlich in der 23. Studie dargestellt worden ist. Es dürfte aber wichtig sein, wenigstens bei einem der hier geschilderten Selachier diese topographischen Beziehungen mit in die Darstellung der ontogenetischen Entwicklungen aufzunehmen, welche dahin führen, dass der Trochlearis in Verbindung mit Verzweigungen des O. minor die nervösen Bahnen bildet, welche den Obliquus innerviren.

Wenn noch die Trigeminiplatte mit ihrem schräg dorsalwärts

gerichteten Strange besteht, der sich nachher auflöst, geht die Commissur vom G. Gasseri zum G. mesocephalicum oben über den dorsalen Rand der Mandibularhöhle hinweg; an deren höchstem Punkte liegt das G. mesocephalicum und setzt sich als Strang resp. als späterer N. ophthalmicus profundus hinter der Augenblase und über der Prämandibularhöhle weiter fort. Man darf nun nicht vergessen, dass dieser Strang ursprünglich in einer der Anlage des Medullarrohres fast parallelen Richtung verläuft, wie er denn ja von Hause aus eine Verbindung der seitlichen Theile der Ganglienleiste des Vorderkopfes und nicht etwa ein peripherischer, nachträglich auswachsender Nerv ist. Dazu wird er erst durch die großen Umlagerungen und Veränderungen, welche sich mit der Hirn- und Kopfbeuge vollziehen. So geht denn auch dieser Strang über die dorsale Wandung der Mandibularhöhle hinweg, die z. B. bei Embryonen von 5 mm Länge von beträchtlicher Ausdehnung ist, XXXVI 158 I 18—22. Tritt nun die Hirn- und Kopfbeuge ein, so hat sie u. A. zur Folge, dass die Ausdehnung der Mandibularhöhlen-Blase verringert wird: sie wird von vorn und außen nach hinten und innen allmählich zusammengepresst, und gleichzeitig damit verringert sich die Ausdehnung der Commissur zwischen G. Gasseri und G. mesocephalicum. Aber die Zusammenpressung der Mandibularhöhle erfolgt nicht von allen Seiten zugleich, vielmehr weicht die obere und vordere Partie dem Drucke dadurch aus, dass sie sich verlängert, während die etwas darunter liegende mittlere zusammengedrückt wird. Ich habe diesen Process in der 23. Studie bereits geschildert: er resultirt in der Bildung eines oberen äußeren sackförmigen Zipfels der Mandibularhöhle, aus welchem sich der Obliquus superior formt, und aus einem mittleren Stück, dessen innere Wandung sich sehr verstärkt und zum vorderen Theile des Rectus externus wird. Hier aber interessirt uns ganz besonders der schrittweise vor sich gehende Bildungsprocess des Obliquus superior und ganz besonders derjenige Theil des Processes, welcher die Lösung des Zusammenhanges mit dem übrig bleibenden Theil der Mandibularhöhle betrifft.

Die Gestalt-Veränderungen, welche die Mandibularhöhle erfährt, sind sehr complicirt, und da sie im Wesentlichen abhängig sind von den Gestalt-Veränderungen des Gesamtkopfes, würde es eine sehr umständliche Beschreibung erfordern, um sie im Zusammenhange darzustellen. Wir haben aber hier nur denjenigen Theil zu bertück-

sichtigen, aus welchem Augenmuskeln werden, und das ist der obere; der untere Theil, der die Kaumuskulatur etc. liefert, muss zunächst unberücksichtigt bleiben.

An der Gestaltung der oberen Blase betheiligen sich außer der eigentlichen Kopfbeuge auch die allmähliche Vorwölbung des Augapfels und die Verbreiterung des gesammten Vorderkopfes. Beide Prozesse stehen in gewissem Zusammenhange; denn da durch die Hirn- und Kopfbeuge das weitere Vorwachsen des Kopfes bis zu gewissem Grade eingeschränkt wird, suchen alle den Kopf herstellenden Organe ihre weitere Entfaltung in der Breite. Und so wird denn auch die Hauptblase der Mandibularhöhle von vorn nach hinten zusammengedrückt und weicht nach innen, hauptsächlich aber nach außen aus. Letztere Bewegung hat zur Folge die Bildung eines Kniees an derjenigen Stelle, wo sich der Mandibularschlauch von der Haupthöhle sondert und später völlig löst. Aber auch der Haupttheil der oberen Blase erfährt eine Compression von vorn nach hinten, und da gleichzeitig eine Concentration und Volumzunahme des *G. Gasseri* stattfindet, welches zwischen der Mandibularhöhle und dem Ectoderm liegt, so drückt sich die Außenwand der Mandibularblase nach innen ein, während die oberste Partie der Blase, deren Wandung bis jetzt noch eine einfache Epithelschicht war, zu wuchern anfängt — der eigentliche Beginn des *Obliquus superior*. So steht es bei Embryonen von ungefähr 15 mm Länge.

Untersucht man nun auf solehem Stadium die gleichzeitige Bildung des *Ophthalmicus minor*, so kann man constatiren, dass derselbe in unmittelbarer Nachbarschaft der zu äußerst gelegenen dorsalen Partie der Mandibularhöhle aus dem *G. Gasseri* hervortritt und das oft beschriebene Maschenwerk zwischen dem Mandibularhöhlendach und dem darüber liegenden Ectoderm herstellt. Dabei ist aber nicht aus den Augen zu verlieren, dass dieses Maschenwerk vielleicht auch zellige Reste der ursprünglichen Trigeminasplatte enthält, d. h. also desjenigen Theils derselben, welcher in jüngeren Stadien als primärer Trochlearis bezeichnet wird und bis auf die Höhe des I. Trochlearis-Neuromers reichte, aber in seinem Zusammenhange allmählich aufgelöst ward. So zeigt der Embryo XXXVI 481 III 5—10 solche Reste, die sich als Zweig des *O. minor* darstellen, aber genau an der Stelle liegen, welche in jüngeren Stadien von jenen Resten der Trigeminasplatte eingenommen werden. Diese Anfänge des *O. minor* liegen also dorsal

von dem Dache der Mandibularhöhle und umfassen diejenigen Theile dieses Daches, aus welchem der *Obliquus superior* hervorgeht, stehen also von Anfang an mit demselben in topographischem Zusammenhang.

Andrerseits ist auch, nach wie vor, das *G. mesocephalicum* und seine Commissur zum Gangl. Gasseri dorsal von der Mandibularhöhle gelegen, verkürzt sich aber im selben Maß wie die Mandibularhöhle selber. Da nun an der Innenwand der Hauptblase der letzteren im Stadium von 15 mm eine zweite Verdickung Platz greift, aus welcher allmählich der vordere Abschnitt des *Rectus externus* hervorgeht, so ergeben sich mehrere feste Punkte, deren gegenseitige Lagerung und Beziehungen es erleichtern, das Gesamtergebnat dieser, in ihrer phylogenetischen Bedeutung so wichtigen Umlagerungen festzustellen. Unterhalb der *Rectus externus*-Verdickung löst sich der Zusammenhang des Mandibularschlauches von der Hauptblase der Mandibularhöhle auf: beide werden selbständig. Oberhalb der *Rectus externus*-Verdickung verlängert sich die Haupthöhle zur *Obliquus superior*-Ausstülpung: innerhalb, aber zugleich über der *Rectus externus*-Verdickung liegt die sich immer mehr verkürzende Commissur zwischen *G. Gasseri* und *G. mesocephalicum*, welche schließlich so kurz wird, dass das *G. mesocephalicum* wie ein Auswuchs des *G. Gasseri* erscheint; mit dem darüber liegenden, sich nach vorn und etwas nach innen ausziehenden *Obliquus superior*-Sack wächst auch der aus der äußeren, oberen Kante des *G. Gasseri* entspringende *Ophthalm. minor* nach vorn und verästelt sich dabei; mehrere seiner Zweige wachsen direct dorsalwärts durch die in Folge der Hirn- und Kopfbeuge immer enger werdende Sattelhöhle, die noch dazu durch die Einstülpungen des Ectoderms auch seitlich zusammengedrückt wird, und so begegnen diese aufsteigenden Zweige des *O. minor* dem später entstehenden absteigenden *Trochlearis* in der Gegend der Sattelhöhle. Blicke nun die *Obliquus superior*-Ausstülpung in derselben Lage, die sie bei Embryonen von 15 mm hat, so würde der *Trochlearis* bei seiner absteigenden Entwicklung mittelst der aufsteigenden Zweige des *O. minor* die Wandung eines Stückes des oberen Daches der Mandibularhöhle innerviren, und zwar nicht etwa nur grade den äußersten Zipfel, sondern eine beträchtlich größere Strecke. Da aber das Auswachsen und Absteigen des *Trochlearis* erst in einer viel späteren Periode stattfindet, wenn der Embryo bereits 20 mm und mehr lang ist, so hat sich dann die ursprüngliche

»Ausstülpung« der dorsalen Wandung der Mandibularhöhle bereits zu einem langen, oberhalb des Auges verlaufenden Strange verändert, der sein Lumen aufgegeben hat und an seiner Spitze, resp. an seinem terminalen Absehnitt anfängt Muskelfasern herzustellen — eben den Bauch des Obliquus. Dieser Evolution des Muskels folgt der O. minor in so weit, als von seinem vorwärts wachsenden Hauptstrange immer noch Zweige dorsalwärts gerichtet werden; diese Zweige aber convergiren gegen die Mitte der Sattelhöhle, wo sie auf die absteigenden Trochlearisfasern warten; es entsteht also eigentlich ein Dreieck, dessen Basis der Stamm des O. minor, dessen Seiten die aufsteigenden Zweige, und dessen Spitze die Vereinigung derselben mit dem absteigenden Trochlearis bilden. Je weiter nun der Obliquus superior um den Bulbus oculi hinwegzieht, bis er ganz auf die vordere Seite desselben gelangt, um so länger wird die Grundlinie des Dreiecks, dessen Seiten die aufsteigenden Zweige des O. minor bilden, und es zieht sich nicht nur der Stamm des O. minor mit aus, sondern auch die Zweige rücken weiter nach vorn, an welchen entlang die absteigenden Fasern des Trochlearis bis an den Obliquus ziehen. So kommt das auffallende Verhältnis zu Stande, dass der Trochlearis resp. seine verschiedenen Zweige von hinten her an den Bauch des Obliquus treten; diejenigen Zweige aber, welche näher dem G. Gasseri dem Stamme des O. minor entsprangen und offenbar rein sensibel blieben, gehen zu Grunde oder finden ihren Verbreitungsbezirk innerhalb oder außerhalb der Orbitalwandung.

Es kann aber schwerlich bezweifelt werden, dass ehemals die ganze lange Ausstülpung des Obliquus erhalten blieb, Muskelfasern entwickelte und mit den Haupttheilen der Mandibularhöhle resp. den aus ihr hervorgehenden Muskeln in dauerndem Zusammenhang beharrte. Jetzt nun geht ein langes Stück dieser Ausstülpung, und zwar grade das, welches den bleibenden Obliquus mit dem Theil der Mandibularhöhle verband, aus welchem der vordere Theil des Rectus externus sich aufbaut, zu Grunde, und man kann an den Stadien zwischen 15 und 25 mm Länge diesen Auflösungsprocess verfolgen; es kann aber kaum bezweifelt werden, dass ehemals auch für dieses jetzt zu Grunde gehende Stück motorische Nervenfasern bestanden: sie existiren nicht mehr, und die O. minor-Zweige, welche diesem Stück der sich ausziehenden Mandibularhöhle entsprechen, gehen langsam auch ihrerseits zu Grunde.

Diese Thatsachen der ontogenetischen Entwicklung dienen dazu, das merkwürdige Factum erklärlich zu machen, dass in späteren Stadien der Trochlearisstamm oder seine verschiedenen Zweige durch einen oder mehrere Canäle der Orbitalwandung hindurch nach vorn an den Obliquus superior ziehen, dabei unter dem Stamm des O. minor hindurehretreten, ohne an ihn Fasern abzugeben, während doch anfänglich die Kettenfasern für den Trochlearis eben Zweige des O. minor sind. Den phylogenetischen Process, den diese ontogenetische Entwicklung recapitulirt und dadurch indicirt, will ich aber nicht an dieser Stelle, sondern in dem zusammenfassenden Schlusscapitel dieser Studie auseinander zu setzen versuchen.

Bei Embryonen von 15 mm Länge sieht man den O. minor-Auswuchs von der oberen äußeren Ecke des G. Gasseri dicht hinter der oberen Ausstülpung der Mandibularhöhle und neben dem Ectoderm, aber unterhalb des bereits beträchtlich nach vorn gewachsenen O. major vordringen; mit der ectodermalen Einstülpung in der Sattelgegend dringt er ebenfalls nach innen und zeigt hier maschenartige Verzweigung; ob an dieser sich Überreste der aufgelösten Trigeminusplatte betheiligen oder nicht, bleibt wie immer zweifelhaft: solche Elemente scheinen vorhanden zu sein, es ist aber schwer, es zu erweisen oder abzuweisen. Noch unterhalb, aber auch innerhalb des O. major-Verlaufes gehen aus dieser maschen- oder plattenartigen Verzweigung eine Anzahl unbestimmt verlaufender Ausläufer hervor, die nach verschiedenen Richtungen ausstrahlen. Sie bestehen aus einzelnen unregelmäßig an einander gereihten Zellen mit großem dunklem Kern und graugelblichem Plasma, das hie und da bereits zu längeren Ausläufern sich gestaltet, besonders auch in schräg dorsaler Richtung. So ist es bei XXXVI 170.

Bei einem andern Embryo derselben Größe (XXXVI 481) wiederholt sich diese Anlage des O. minor-Systems: Anlagerung des ursprünglichen Auswuchses an die Hinterwand der Obliquus superior-Ausstülpung, mithin der dorsalen Wandung der Mandibularhöhle, maschenförmige Verbreiterung beim Beginn der Annäherung in den Sattelraum zufolge der ectodermalen seitlichen Einstülpungen. Bei diesem Exemplar aber zeigt sich eine interessante Abweichung von dem oben geschilderten Thatbestand. Wir treffen nämlich auf 481 III 5—8 auf einen schräg dorsal gerichteten, zusammenhängenden Strang, der sogar an einer Stelle eine kleine

Zellanhäufung besitzt und durchaus den Eindruck macht, als sei er aus einem Überrest der Trigeminiplatte hervorgegangen und als solcher in das System des O. minor übergegangen. Ob das der Fall, bleibt freilich wieder unentschieden. Die Verbindung dieses schräg dorsal gerichteten Stranges mit der normalen O. minor-Platte unterhalb und innerhalb des O. major-Stranges geschieht auf der Höhe der Verbindung des G. mesocephalium mit dem Ectoderm — welche Verbindung sich bereits beträchtlich ausgezogen hat und im Begriff steht, eine kräftige Placode zu liefern — genau wie wir es bei *Pristiurus* und in besonders ausgeprägter Weise bei *Mustelus* fanden.

Bei einem Embryo von 16 mm, XXXVI 102, sehen wir bereits wesentliche Veränderungen. Die Nachbarschaft des O. minor zur Mandibularhöhle beginnt sich zu lockern, zumal da die Mandibularhöhle selbst zu zerfallen beginnt. Es tritt dabei eine Erseheinung auf, die ich schon bei früheren Gelegenheiten hervorgehoben habe: es treten Blutkörperchen im Innern der Mandibularblase auf. Diese Erscheinung hängt, wie ich schon früher (23. Studie pag. 39) andeutete, mit der Auflösung der Wandungen der Mandibularhöhle zusammen, durch welche freie Communication mit den umliegenden, wandungslosen Bluträumen hergestellt wird, deren Inhalt nun gelegentlich den leeren Raum der Mandibularhöhle bis in das Lumen sowohl des späteren Obliquus superior, wie auch des Adductor mandibulae-Schlauches anfüllt.

Der O. minor-Stamm hat sich jetzt von der maschenartigen Plattenbildung zu einer Trifurcation weiter entwickelt, die inner- und z. Th. unterhalb des O. major-Stranges zu sehen ist. Zwar hängen die drei Hauptfaserstränge auch noch weiter durch Ausläufer mit einander zusammen; und einige Kettenfaser-Zweige gehen hier und da ab, um im Mesenchym sich zu verlieren, aber die drei Zweige lassen sich auf mehreren Schnitten verfolgen, zum Theil parallel dem O. major, der eine aber schräg dorsal gerichtet gegen die Sattelhöhle. Letztere interessirt uns insofern am meisten, als zumeist aus ihm die aufsteigenden Zweige für den Trochlearis hervorgehen, die wir in späteren Stadien antreffen. Immerhin aber betheiligen sich auch die anderen beiden Äste durch Zweige an diesem Process. Alles in Allem aber zeigt die Ausbildung des O. minor-Systems bis zu diesem Stadium keine Spur einer localisirten Bahn, die zu bestimmten Functionen führen könnte: vielmehr macht sie den Eindruck einer

ins Unbestimmte gerichteten Evolution von Ganglienleisten-Zellen, die vielleicht einstmals andre Aufgaben zu erfüllen hatten.

Bei einem andern 16 mm langen Embryo, XXXVI 484, sieht man, wie aus dem Stamm des *O. minor*, in der Nähe der maschenartigen Platte, ein kleiner Zweig dorsalwärts aber rückwärts gerichtet abgeht, als wollte er direct auf das Trigemini-Neuromer I hinziehen. Diesen rückwärts gerichteten Zweig trifft man auch an andern Embryonen ziemlich häufig. Danach tritt der Stamm über die Spitze der *Obliquus superior*-Ausstülpung, welche noch ein kleines Lumen aufweist, also noch in cellulärem Zusammenhang mit dem Haupttheil der Mandibularhöhle steht; er zieht zwischen ihr und dem Strang des *O. major* nach vorn, erfährt hier die Theilung in drei oder vier, durch Zellbrücken mit einander noch verbundene Zweige, welche etwas divergiren, aber offenbar durch die Krümmung, welche als Folge der Hirn- und Kopfbeuge fort-dauernd auf alle bestehenden oder sich weiter entfaltenden Bildungen des Kopfes einwirkt, auch gebogen werden und unter dem gleichfalls gebogenen Laufe des *O. major* frontalwärts ziehen, mit Ausnahme des dorsalsten dieser Zweige, welcher wiederum besonders bestimmt erscheint, die späteren aufsteigenden Zweige für den Trochlearis zu liefern. Diese 3 oder 4 Zweige bilden aber einstweilen noch ein Maschenwerk, welches wiederum den Eindruck einer unfertigen und unbestimmten Structur macht, aus der man, so wie sie liegt, nicht zu eruiren im Stande wäre, wozu sie eigentlich da sei.

Ich beschreibe nun Verhältnisse des 17 mm langen Embryos XXXVI 489. Man trifft gleich bei Beginn des Austritts des *O. minor*-Stammes aus der oberen Ecke des *G. Gasseri* auf eine charakteristische Anomalie, nämlich auf einen Fortsatz dieses Stammes gegen die Mandibularhöhle zu (489 III 11 und 490 I 1), welche die Vermuthung steigert, dass sich hier Reste der ursprünglichen Ganglienleiste finden, welche von Hause aus zwischen der Außenwand der Mandibularhöhle und dem Ectoderm gelegen seien und eigentlich bestimmt waren, hier ein volleres System peripherer Nerven herzustellen, als jetzt, bei der Reduction und gänzlichen functionellen Umwandlung der aus der Mandibularhöhle hervorgehenden Muskulatur, Verwendung finden. Hier also liegt ein solches Klümpchen Zellen der Mandibularhöhlenwandung dicht an, durch einen Stiel mit dem Stamm des *O. minor* verbunden. Gleich

darauf geht jener rücklaufende Zweig von der andern Seite des Stammes ab, unter dem Strang des O. major, während der Stamm weiter vorwärts, zwischen Obliquus-Ausstülpung und O. major verläuft, bis zu seiner Spaltung in mehrere Strahlen, die, wiederum in netzförmiger Verbindung stehend, divergirend auseinander laufen, aber mit ihren terminalen Zellen oder deren Ausläufern im Mesenchym der Sattelbeuge ihr vorläufiges Ende finden. Die netzförmige Verzweigung liegt übrigens nicht in einer Ebene, vielmehr bildet sie Maschen, welche der Höhe, der Länge und der Tiefe nach zusammenhängen, also eine Art von Korbgeflecht bilden, wobei nicht selten auch Placoden-Reste des G. mesocephalicum dazwischen gefunden werden, wie denn sogar auch gelegentlich Faser- oder Zellstränge des G. mesocephalicum an die Vorder- resp. Unterseite der Obliquus superior-Ausstülpung gehen.

Der sonderbare Zweig, der vom O. minor-Stamm an die Mandibularhöhle geht, welcher oben beschrieben ward, findet sich auf beiden Seiten dieses Embryos, auf der zweiten Seite 496 II 3—5 sogar noch ausgebildeter als auf der andern, so dass man in der That die Vorstellung gewinnt, als handle es sich um die Recapitulation eines ehemaligen Nervenstranges, der auf dem Wege vom Trigemini-Neuromer I durch das obere Stück des G. Gasseri für die Muskulatur der Mandibularhöhle bestimmt gewesen wäre. Er mag für die phylogenetische Geschichte des G. Gasseri nicht ohne Bedeutung sein.

Das nächste Stadium, ein Embryo von 18 mm Länge, XXXVI 498, zeigt eine wesentliche Längszunahme des Stammes des O. minor, zugleich bei sehr wahrnehmbarem Anschluss der Gesamtrichtung der Nerven an die immer weiter fortschreitende Umrollung aller Gebilde des Vorderkopfes zufolge der sich immer noch steigenden Hirn- und Kopfbeuge. Die Sattelhöhle macht fast den Eindruck, als sei sie die Achse, um welche diese Umrollung sich vollzieht, und da hier die Spaltung des O. minor in die korbgeflecht-artig verbundenen Zweige stattfindet, so prägt sich diese Umroll-Bewegung fast in der Gestalt dieses Korbgeflechtes aus, das in der Richtung dieser Drehung ausgezogen erscheint. Eigentliche aufsteigende Zweige zur Aufnahme des absteigenden Trochlearis sind noch nicht gebildet — wohl aber macht sich mehr und mehr ein frontalwärts gerichtetes Verlängern der beiden unteren Äste dieses Korbgeflechtes bemerkbar, welche sich allmählich zu den Hauptsträngen des O. minor entwickeln und unterhalb des O. major-Stranges verlaufen.

In diesem Stadium macht sich am *Obliquus superior* eine Differenzirung der ursprünglich einfachen, sackartigen Ausstülpung der Mandibularhöhle bemerklich. Diese Ausstülpung steht noch immer im Zusammenhang mit der eigentlichen Mandibularhöhle, das Lumen beider ist noch vorhanden, wenn auch nur als ein schmaler Spalt; aber ebenso wie an der eigentlichen Mandibularhöhle die hintere Wandung mit ihrer Wucherung des *Rectus externus-Bauches* weitaus in den Vordergrund tritt, und der Rest der Wandungen langsam dem Verfall entgegen geht, so wuchert auch die Spitze der *Obliquus superior*-Ausstülpung und beginnt mit der Faserbildung, während der untere Abschnitt, welcher die Verbindung mit der eigentlichen Mandibularhöhle bildet, an dieser Wucherung und Faserbildung nicht Theil nimmt, sondern sich nur immer mehr verlängert. Die Grenze zwischen der eigentlichen Mandibularblase und der *Obliquus*-Ausstülpung bildet die Commissur zwischen *G. Gasseri* und *G. mesocephalicum* oder, sobald diese sich so verkürzt, dass sie als Commissur verschwindet, das *G. mesocephalicum* selbst — eine Ortsbestimmung, durch welche sich auch die Darstellung der Veränderungen erleichtert, welche die *Obliquus*-Ausstülpung durchmacht. Der obere Theil der Ausstülpung beginnt also in diesem Stadium mit der eigentlichen Faserbildung, was sich besonders dadurch kennzeichnet, dass die Kerne sich verlängern und das Plasma sich auszieht. Diese sich ausziehenden Zellen lassen aber an der Spitze der Ausstülpung eine Art von Bifurcation ihrer Gesamtmasse erkennen: der eine Theil der Zellen geht etwas mehr nach vorn, der andre etwas mehr nach oben, als sollten zwei getrennte Ansatzpunkte resp. auch Muskelbäuche hergestellt werden. Diese Trennung in diesem relativ späten Stadium erinnert durchaus an die Trennung der *Obliquus*-Anlage bei *Torpedo*, über welche ich schon ausführlich in der 23. Studie pag. 38 berichtet habe, die aber bei *Torpedo*, entsprechend der von Hause aus mehr differenzirten Anlage der Mandibularhöhle, auch schon von Anfang an besteht und von mir als Anzeichen davon angesehen ward, dass in die Composition des *Obliquus superior* von Anfang an Elemente zweier Metameren eingehen. Wir werden später sehen, dass der *Obliquus* auch der *Squaliden* solche Andeutungen der Composition aus mehr als einem Metamer enthält: hier möchte ich darauf hinweisen, dass schon in diesem Stadium in der Sonderung der Fasermasse der *Obliquus*-Ausstülpung ein Anzeichen dieser ursprünglichen Zusammensetzung erblickt werden könne. Wir werden auf diese

Zweiteilung des Obliquus zurückzukommen haben bei der weiteren Schilderung der Differenzirung sowohl des O. minor als auch des Trochlearis.

Ein Embryo von 19 mm Länge, XXXVI 506, lässt nun folgende Weiterentwicklung erkennen. Das Ganglion Gasseri beginnt, ebenso wie das dabinter liegende G. geniculi s. facialis, eine knieförmige Gestalt anzunehmen, wobei die obere Portion, aus welcher der O. minor hervorstößt, sich genau so gestaltet, wie die des G. geniculi, aus welcher der O. major entspringt. Und da Beide in gleicher Weise von den fortgesetzten Wirkungen der Hirn- und Kopfbeuge betroffen werden, so weisen Beide eine leichte Krümmung auf, die sich auch auf die von ihnen ausgehenden Nerven weiter erstrecken. Die Krümmung geht um den ideellen Mittelpunkt der Sattelhöhle herum, dabei bewahren aber beide Nerven gegenseitig ziemlich denselben Abstand von einander mit Ausnahme derjenigen Ramification des O. minor, welche in das Innere des Sattelraumes und für den noch immer nicht zum Auswachsen gelangten Trochlearis bestimmt ist. Die obere Partie des G. Gasseri, welche so lange nur eine Art Ecke des Ganglion war, und aus der der Stamm des O. minor hervorstößt, verlängert sich, und damit gerathen auch eine Menge Ganglienzellen in eben diesen Stamm des G. minor, der sich aber sofort in zwei fast gleich starke Äste spaltet, einen oberen und einen unteren. Der obere sendet unmittelbar nach der Spaltung einen Zweig ab, der unter dem O. major dorsalwärts zieht; dann ziehen beide Äste in nächster Nachbarschaft nach vorn, wobei sie durch vielfache Maschenbildung das korbartige Geflecht bilden, das schon auf den früheren Stadien beschrieben ward und mit jedem weiteren Stadium complicirter wird. Aus diesem Geflecht gehen nach Innen in die Sattelhöhle kurze Ausläufer, hauptsächlich wohl Abkömmlinge des oberen Astes, während der untere Ast mit zwei neben einander laufenden Zweigen unterhalb des O. major neben dem Ectoderm weiter nach vorn vordringt, über den Bulbus oculi hinweg bis in die Gegend der Nasen-Einstülpung resp. der späteren Stirngegend. Eigentliche aufsteigende Zweige zur Aufnahme absteigender Trochlearis-Zweige sind noch nicht zu erkennen, obgleich mancherlei Tendenzen dazu in dem Korbgeflecht im Innern der Sattelhöhle nicht zu verkennen sind.

Leider fehlen mir Embryonen von 20 mm sagittal geschnitten, so dass ich einen kleinen Sprung machen und zu einem Embryo von 21 mm, XXXVI 514, übergehen muss. Auch bei ihm handelt

es sich noch in allem Wesentlichen nur um eine Steigerung der bisher vorhandenen Elemente und Beziehungen, nicht um Einführung eines dieselben wesentlich verändernden Factors. Was das Topographische anlangt, so hat sich die Obliquus-Ausstülpung verlängert und gleichzeitig weiter über den Augenball hinaufgeschoben; immerhin aber besteht noch ein schmales Lumen in dem Verbindungsstrange zwischen dem eigentlichen Obliquus und den Resten der ursprünglichen Mandibular-Blase. Die Obliquus-Masse selbst zeigt eine immer mehr zunehmende terminale Verbreiterung: dieselbe ist bestimmt, die Insertion des Muskels an den Elementen der späteren Orbitalwand vorzunehmen, welche jetzt freilich noch als ziemlich indifferente Mesenchymzellen zwischen Bulbus oculi und Sattelhöhle sich vorfinden. Aber auch bei dieser Ausbreitung der Insertionsabschnitte des Muskels lassen sich doch die bereits früher beobachteten zwei Abtheilungen desselben unterscheiden, von denen die eine als vordere äußere, die andre als hintere innerè bezeichnet werden kann.

Die Gestaltung des O. minor und seiner Beziehungen zum Obliquus sind sehr interessant, insofern als aus der Bifurcation seines Stammes und durch die Bildung jenes maschenartigen Korbgeflechtes auch der Obliquus mit einigen Zweigen resp. Maschen bedacht wird, die theils über, theils vor und unter ihm sich finden und die ersten nervösen Elemente vielleicht auch sensibler Natur darstellen, die diesem Muskel eignen. Welche Beziehungen diese Abkömmlinge des O. minor-Systems zu dem erst später zu dem Obliquus gelangenden Trochlearis haben, sahen wir schon bei *Mustelus* und *Pristiurus*: wir werden es in noch viel klarerer Weise hier bei *Seyllium* erkennen.

Es möge zugleich hier erwähnt werden, dass auch aus Elementen des G. mesocephalicum und seines zum Ectoderm vordringenden zellreichen Fortsatzes in Gestalt verschieden großer und verschieden zahlreicher Placoden nervöse Elemente sich in der Nähe — meist unterhalb — des Obliquus vorfinden und gelegentlich mit denen des O. minor-Systems in Verbindung treten.

Von dem Stamm des O. minor, welcher bei diesem Embryo schon sehr stark ist, gehen keine isolirten Zweige ab; erst bei dem Beginn jenes maschenartigen Korbgeflechtes trifft man auf Ausläufer, welche zum Theil, wie schon erwähnt, zum Obliquus, andre, stärkere, welche dorsalwärts in das Mesenchym der Sattelgrube sich begeben,

zunächst aber nur, um das Maschenwerk fortzusetzen, ohne wirkliche aufsteigende Zweige zu bilden. Frontalwärts aber setzt sich der *O. minor* in zwei Ästen weiter fort, dabei sich dem gebogenen Laufe des *O. major* anschließend.

Bei einem Embryo von 22 mm Länge, XXXVI 524, finden wir nun neue Elemente. Während die *Obliquus*-Ausstülpung sammt dem allmählich aus einem Schlauche zum Strang gewordenen Verbindungsstück zur Mandibularhöhle, ebenso wie das ganze *O. minor*-System und der *O. major*-Strang, sich wie auf einer in bestimmtem Tempo gedrehten Walze, deren Achse in der Sattelhöhle liegt, um den *Bulbus oculi* herumdrehen und jetzt bereits auf der dorsal-höchsten Stelle desselben angekommen sind, wachsen einige Zellen des maschigen Korbgeflechtes des *O. minor* in das Innere der Sattelgrube hinein zwischen die Mesenchym-Elemente und treffen dort endlich zusammen mit nackten, kernlosen, feinen Ausläufern des von dem *Chiasma* herkommenden *Trochlearis*. Dieses Zusammentreffen lässt sich auf der einen Seite mit vollster Bestimmtheit constatiren — auf der andern Seite aber verlaufen die nackten Endfasern des *Trochlearis*, soweit es sich constatiren ließ, innerhalb der Mesenchym-Elemente, ohne mit Ausläufern des *O. minor*-Systems in Beziehung zu treten. Die Localität, wo die Fasern des *Trochlearis* mit Elementen des *O. minor*-Systems in Contact treten, befindet sich also bei diesem Embryo grade im Centrum der Sattelhöhle. Zwischen dieser Localität und dem *Chiasma* konnte ich keinen Kern an den hellgelben feinen *Trochlearis*fasern nachweisen, die in gleichmäßiger Stärke in verschiedenen Ebenen, das Mesenchym durchsetzend, vordringen.

Hervorzuheben ist von diesem Embryo noch, dass *Placoden* aus dem Bereiche des *G. mesocephalicum* auch dem *Obliquus superior* dicht angelagert sind, ja dass sogar aus solchen dem Muskelbauche dicht anliegenden *Placoden* Fasern auswachsen und sich vielleicht den Fasernetzen beimischen, welche von Zellen des *O. minor* an den *Obliquus* gehen, wie auf XXXVI 532 I 8—10.

Ein Embryo von 23 mm Länge, XXXVI 534, zeigt ziemlich gleiche Zustände, wie der vorhergehende; bemerkenswerth ist nur, dass das Verbindungsstück des *Obliquus* zur Mandibularhöhle zwar länger geworden ist, aber noch deutlich sein Lumen behalten hat — soweit gehen die diesbezüglichen Entwicklungen in ungleichem Tempo vor sich. Vom *O. minor*-Stamm geht vor der Verzweigung zu dem

maschenartigen Korbgeflecht ein dorsaler Zweig ab, welcher dicht unter dem darüber liegenden O. major-Strang dorsalwärts ziehend sich auf weiter Strecke an das darüber liegende Ectoderm verzweigt. Danach folgt grade neben und über dem auf der Dorsalhöhe des Bulbus oculi angekommenen Obliquus-Bauehe das O. minor-Geflecht, vor dem unmittelbar an seinem Beginn ein kräftiger Zweig sich in das Innere der Sattelgrube begibt, dort mit andern Ausläufern des Geflechtes communicirt und dann Ausläufer noch weiter ins Innere und zugleich dorsalwärts gerichtet aussendet, mit denen der in zahlreichen feinen Fasern soweit abwärts gewachsene Trochlearis seinen Zusammenhang aufnimmt; und wiederum erkennt man dorsalwärts von diesem Zusammentritt an den Fasern des Trochlearis bis hinauf zum Chiasma keinen ihnen zugehörigen oder angelagerten Kern!

Auf der andern Seite desselben Embryo ist das Korbgeflecht des O. minor noch ausgedehnter und fängt auch schon früher an, ja, es macht den Eindruck, als sei ein von ihm ausgehender Zweig auf den Verbindungsschlauch gerichtet, der den Obliquus superior noch mit der Mandibularhöhlenwand zusammenhält. Jedenfalls gibt es auch einen beträchtlichen, sich an das Ectoderm verzweigenden Ast des O. minor in gleicher Gegend. Fasst man nun den Obliquus selber ins Auge, so kann man einen feinen Faserstrang bemerken, der vom Sattelraum her gegen seine an meisten nach innen gelagerten Fasern vordringt und mit ihnen in Contact tritt. Dieser Faser liegt zwar ein Kern an, aber sie macht den Eindruck, eine bereits soweit vorgedrungene wirkliche Trochlearisfaser zu sein — was ich freilich durchaus dahin gestellt lassen muss. Im Innern des Sattelraums treffen wir auch auf dieser Seite auswachsende Zweige des O. minor, welche mit langen Kernen und noch längeren plasmatischen Ausläufern sich mit den entgegenwachsenden feinen Trochlearisfasern verbinden. Ob schon aufsteigende gekernte O. minor-Ausläufer weiter hinauf am Trochlearis gewachsen seien, kann ich leider an Sagittalschnitten nicht entscheiden — darüber werden schräge Horizontalschnitte uns weiter unten Auskunft geben.

In Ermangelung eines sagittal geschnittenen Embryo von 24 mm wende ich mich nun zu dem Embryo XXXVI 545, der 25 mm lang ist.

Bei diesem Embryo finden wir den langen Verbindungsstrang des Obliquus mit der Mandibularhöhle wesentlich reducirt,

ein Lumen existirt nicht mehr — ja, die Wandungen der Mandibularhöhle selbst sind verschwunden, und nur der Bauch des Rectus externus zeigt die Stelle an, von wo der Verbindungsstrang ursprünglich ausging. Histologisch besteht in diesem Stadium der Verbindungsstrang aus wenigen ausgezogenen Zellen mit langem Kerne; die Zellen dürfte man Fasern nennen, d. h. sie erscheinen eben als in der Umwandlung zu Muskelfasern begriffene Zellen; dass sie diese Umwandlung nicht erreichen, vielmehr vorher zu Grunde gehen, ist eine andre Sache. Der Bauch des eigentlichen Obliquus ist derweil beträchtlich angeschwollen und besonders an seinem hinteren und oberen Theil abgerundet. Auffallenderweise bemerkt man im Innern dieses Bauches, zumal auf der inneren Hälfte, zwei Höhlungen, in denen Kerne, Fasern und plasmatische Theile sich finden, die von den übrigen, den Muskelbauch aufbauenden Elementen verschieden zu sein scheinen. Sie durchsetzen den Bauch des Muskels auf der Linie, welche den oberen, inneren und hinteren Theil desselben von dem vorderen und äußeren trennt. Diese Kerne und Fasern machen den Eindruck, nervöser Natur zu sein. Bei diesem Embryo zeigen sie sich auf XXXVI 547 II 9 und 10, III 1—7. Wir werden noch weiterhin von ihnen handeln. Auf dem Schmitte III 8—12, d. h. so weit wie der Obliquus-Bauch nach innen reicht, treffen wir nun deutlich Fasern, die ganz mit denjenigen übereinstimmen, aus denen das Maschenwerk des O. minor besteht. Verfolgen wir diese Fasern weiter, so führen sie uns in das Innere des Sattelraums; zugleich aber scheint es, dass sie an ihrem distalen Ende, wo sie mit dem Obliquus-Bauch zusammenstoßen, auch Verbindungswege zu dem darüber liegenden, sehr kräftig gewordenen Geflechte des O. minor besitzen. Dieses Geflecht liegt z. Th. dicht über dem Bauch des Obliquus und zeigt zwar noch mancherlei Maschen und Netze, aber zugleich auch eine entschiedene Tendenz zur Ausbildung zweier Hauptstränge, die sich parallel dem O. major-Strange vorwärts entwickeln. Von dem Stamme des O. minor selbst geht bei diesem Embryo kein Zweig an das Ectoderm oder in die Sattelhöhle: alle Verzweigung beginnt erst bei dem Geflechte und in der Nähe des Obliquus.

Auf der andern Seite desselben Embryos haben wir Alles in Allem dieselben Verhältnisse, können aber mit größerer Bestimmtheit feststellen, dass die Fasern, die sich unmittelbar an den Bauch des Obliquus begeben, sowohl mit dem Maschennetz des O. minor zusammenhängen, als auch in die Fasern sich fortsetzen,

welche in den Innenraum der Sattelhöhle vordringen. Es ist aber bemerkenswerth, dass auf dieser Seite ein sehr viel beträchtlicheres Maschenwerk unmittelbar den Obliquus von seiner inneren und vorderen Seite her umfasst und dass dieses Maschenwerk durch mehrere und kräftige Brücken mit dem Haupttheil des O. minor verbunden ist, so dass eine ursprüngliche Zusammengehörigkeit desselben mit dem Obliquus schwerlich in Abrede gestellt werden kann. Es ist ebenfalls wichtig, hervorzuheben, dass auch hier die beiden Theile des Obliquus sich bemerklich machen, da jeder von ihnen durch besondere Fasern mit dem Maschenwerk des O. minor verbunden ist.

Es ist ferner bemerkenswerth, dass auf dieser Seite ein Zweig vom Stamme des O. minor nach außen und oben sich abtrennt, ehe die maschenförmige Zertheilung desselben beginnt, und dass dieser Zweig sich an das Ectoderm begibt und sich an demselben vertheilt.

Was nun die Zweige betrifft, welche sowohl vom Maschenwerk selbst abgehen, als auch von denjenigen Stücken desselben, die mit dem Obliquus im Zusammenhang stehen, so lassen sie sich z. Th. nur schwer in *continuo* durch das Mesenchym in das Innere der Sattelhöhle verfolgen. Erst wenn sie im Innern derselben angelangt sind und nun in der Schnittrichtung fast parallelem Laufe weiter dorsalwärts ziehen, kann man sie wieder mit Leichtigkeit auffinden und feststellen, dass sie bereits viel weiter dorsalwärts hinaufgestiegen sind, als bei den früheren Stadien. Da aber dieser Theil des Entwicklungsprocesses auf schräg-horizontalen Schnitten viel klarer verfolgt werden kann, so übergehe ich hier seine weitere Darstellung.

Es folgt nun ein sagittal geschnittener Embryo von 27 mm Länge, XXXVI 558. Zunächst möchte ich constatiren, dass ein Theil des Verbindungsstranges vom Obliquus zur Mandibularhöhle auch jetzt noch existirt und am oberen hinteren Theil des Bulbus als ein schmales, aus langgestreckten Faserzellen bestehendes Stück eines Kreisbogens gefunden wird. Es scheint als ob seine Verbindung mit dem eigentlichen Obliquus ebenso gelöst sei, wie mit dem als *Rectus externus* bestehenden Rest der Mandibularhöhlenblase; man muss sich aber bei der Feststellung dieser Verhältnisse hüten, den auf der Oberseite des Bulbus, dicht am Insertions-Ende des Obliquus vordringenden *Rectus superior*, dies Theilproduct der Prämandibularhöhle, mit dem Rest des Mandibularhöhlen-Obliquus-Stranges zu verwechseln. Der Obliquus selbst ist nun

schon über die Spitze des Bulbus hinweg auf den vorderen Quadranten gerückt; seine Gestalt ist verlängert, eine Composition aus zwei Theilen ist kaum mehr wahrzunehmen. Wohl aber trifft man wieder auf die bereits auf pag. 343 erwähnten, in rundlichen Lücken des Muskelbauches gelegenen Zellreste, die ich als nervös betrachte. An manchen Stellen machen sie den Eindruck versuchter Faserbildung; an andern wieder des Kernzerfalls (XXXVI 567 I 5—9).

An der Innenseite des Obliquus trifft man auf Faserstränge, welche aus dem Gebiet des O. minor herkommen: sowohl an das dem Bulbus sich anheftende Ende des Muskelbauches, wie auch an das der Orbitalwandung sich inserirende zeigen sich solche zum Muskel tretende Fasern. Über die Beziehungen dieser Fasern zum O. minor-System und zum Trochlearis wird später gesprochen werden. Hier will ich nur noch hervorheben, dass die O. minor-Stränge sich dem Obliquus-Bauch stellenweise dicht anlagern, dass aber die bisherige Bildung eines maschenartigen Korbgeflechtes verschwindet und einer einfachen Strangbildung Platz macht, mit gelegentlichen Ästen und Zweigen, die aber nicht mehr unregelmäßig hin und her fahren und zahlreiche Anastomosen bilden, vielmehr im Begriff zu sein scheinen, bestimmte Bahnen zur Ausübung bestimmter Innervationen einzuschlagen. So geht denn auch ein kräftiger Zweig von dem Stamme aus, ehe derselbe in die Nähe des Obliquus kommt.

Bei einem Embryo von 29 mm Länge, XXXVI 569, ist keine Spur jenes Verbindungsstranges des Obliquus zur früheren Mandibularhöhle mehr erhalten, der Obliquus selbst ist schon ganz auf der Höhe des vorderen Quadranten des Bulbus oculi vorgerrückt und beträchtlich in die Länge gezogen. Über ihm verläuft der ziemlich kräftig gewordene Strang des O. minor, von dem ein Zweig abzugehen *scheint*, der sich an den Anfang, d. h. das dem Bulbus oculi zunächst liegende, abgerundete Stück des Obliquus begibt. Dieser Zweig aber liegt dem Strang des O. minor jetzt nur noch an, ein wirklicher Faserzusammenhang *scheint* nicht mehr zu existiren; verfolgt man den Zweig rückwärts in seinem weiteren centralwärts gerichteten Laufe, so führt er unter dem Lauf des O. minor durch und geht mit verschiedenen Windungen in die Nähe der sich bereits zu Vorknorpel verdichtenden Orbitalwandung, geht durch dieselbe hindurch und mündet schließlich in den Stamm des Trochlearis, stellt sich also als einen distalen Ast des

Trochlearis dar. Ein anderer Strang geht an den weiter nach vorn gelegenen, seinem späteren orbitalen Anheftungsbezirk näher liegenden Theil des Obliquus heran und scheint noch mit dem Hauptstrange des O. minor in Zusammenhang zu stehen — die Entscheidung, ob das der Fall, ist hier nicht leicht, — geht aber gleichfalls durch die beginnende Orbitalwand und bildet einen zweiten distalen Zweig des Trochlearis. An andern, schräg geschnittenen Embryonen wird das klarer zu erkennen sein. Vom Stamm des O. minor geht wiederum ein beträchtlicher Zweig über das Auge an das Ectoderm. Von einem maschenartigen Nervenengeflecht des O. minor ist auch hier nichts mehr zu sehen: derselbe bildet einen kräftigen Strang, der sich auf der Höhe des Obliquus spaltet und mit zwei etwas weniger kräftigen Ästen unterhalb des O. major frontalwärts zieht.

Bei einem Embryo von 33 mm Länge, XXXVI 583, hat sich der Obliquus superior mit seinen terminalen Fasern schon an den in Bildung begriffenen Präorbital-Fortsatz der Orbital-Wandung¹ angesetzt, geht also seiner definitiven Gestaltung entgegen. Darüber verläuft der beträchtlich angewachsene Strang des O. minor, dicht über diesem der noch stärkere O. major — die distalen Zweige des Trochlearis aber gehen unter dem O. minor, demselben dicht angelagert, durch und vertheilen sich an den beiden Theilen des Obliquus.

Soweit wollte ich die Entwicklung dieser beiden Gebilde, des Obliquus superior und des Ophthalmicus minor, an Sagittalschnitten schildern, um ihre Zusammengehörigkeit ins richtige Licht zu setzen und die Dislocationen hervortreten zu lassen, die sie gemeinsam erfahren.

Die Beziehungen beider zum Trochlearis festzustellen, bedarf es aber anderer sowohl in horizontaler als in schräger Richtung geführter Schmitte; letztere möglichst parallel dem Laufe der Trochlearisfasern, die sich erst in Stadien von ca. 20 mm Länge finden, geführt, treffen den Obliquus sowohl wie den O. minor quer und lassen die Beziehungen beider zu einander und zum Trochlearis viel sicherer beurtheilen, als Sagittalschnitte. Ich gehe nun zu der Beschreibung sol-

¹ Über Entstehung und Differenzirung dieser Knorpel-Anlagen des Craniums enthalte ich mich zunächst jeder weiter gehenden Mittheilung; dieselben können nur nach Erledigung einer Menge anderer Fragen eine ausreichende Behandlung finden.

cher horizontaler sowie schräger, d. h. horizontal-quer gerichteter Schnitte über.

Ich benutze die Darstellung der Horizontalschnitte gleichzeitig zur Veranschaulichung der Verhältnisse der Trigemiusplatte resp. der Entstehungs- und Vergehungsgeschichte des primären Trochlearis, soweit sie für die Fragen nach der morphologischen Bedeutung des Trochlearis, des O. minor und des Obliquus superior in's Gewicht fallen.

Bei Stadien von 5 mm Länge, XXXVI 296, ist bereits der Anfang der Hirnbeuge eingetreten, die vier Neuromeren (Trochlearis-Neuromer 1 und 2, Trigemius-Neuromer 1 und 2) beginnen schon sich topographisch zu differenzieren. Das Trochlearis-Neuromer 1 zeigt auf seiner dorsalen Kuppe, die bei Horizontalschnitten bereits fast auf dem Querschnitt getroffen wird, die mittlere Gruppe von Ganglienleistenzellen, welche den Ort des späteren Chiasmata, resp. die Spitze des Isthmus anzeigen. Von dort aus begleiten Ganglienleistenzellen in dünner Schicht beide Seiten der genannten Neuromeren; nur auf den Seiten des beträchtlich voluminöseren Trigemius-Neuromer 1, das sich entsprechend nach beiden Seiten hervorwölbt, schwillt auch die Ganglienleiste beträchtlicher zur Bildung der Grundlage des späteren G. Gasseri an, während das Trigemius-Neuromer 2 ohne zugehörigen Abschnitt der Ganglienleiste und auch wesentlich geringer an Ausdehnung und seitlicher Vorwölbung bleibt.

Auch bei einem Embryo von 6 mm, XXXVI 298, sind diese Verhältnisse im Wesentlichen dieselben, nur fängt das Trigemius-Neuromer 2 auch an, an Volum zuzunehmen und sich seitlich mehr zu wölben, die Anlage des G. Gasseri beginnt, sich über die Vertiefung zwischen den beiden Trigemius-Neuromeren hinüberzuschieben. Die Anlage des primären Trochlearis drängt sich immer mehr seitwärts an das Ectoderm und lässt einen größeren mit Mesenchym gefüllten Zwischenraum zwischen sich und den Neuromeren des Hinterhirns frei.

Bei einem Embryo von 8 mm Länge, XXXVI 301, ist nun schon ein beträchtlicher Unterschied gegeben. Zunächst sind die beiden Trigemius-Neuromere fast gleich groß und kräftig geworden, ragen auch beide fast gleich weit seitlich vor. Die Anlage des G. Gasseri hat sich weiter nach rückwärts geschoben und greift schon auf das 2. Trigemius-Neuromer hinüber. Der primäre Trochlearis

existirt nur noch in Bruchstücken, davon liegt rechts ein vorderes Stück auf der Höhe des 2. Trochlearis-Neuromer als ein Ganglienkümpchen, wie wir sie auch bei *Torpedo* kennen gelernt haben, steht aber doch noch durch ein schmales Verbindungsstück mit dem G. Gasseri in Zusammenhang; links findet sich ein Ganglienkümpchen neben dem 1. Trochlearis-Neuromer fast auf dem Dache des Isthmus; der Strang vom G. Gasseri geht aber nur noch bis auf die Höhe des Vorderrandes des 1. Trigeminus-Neuromers, wo kein separirtes Kümpchen mehr gefunden wird. Die beiden Trochlearis-Neuromere sind auch kräftiger und länger geworden, ihre Lagerung hat sich durch die Hirnbeuge noch nicht wesentlich gegen einander verschoben.

Bei einem Embryo von 9 mm Länge, XXXVI 309, haben die vier Neuromere an Volum beträchtlich zugenommen; das G. Gasseri ist zu seinem größeren Theil an das 2. Trigeminus-Neuromer gerückt, nur ein schmaler, sich zuspitzender Theil ist am 1. Trigeminus-Neuromer haften geblieben. Von dem primären Trochlearis ist wenig mehr zu sehen, nur ein kleines Zellkümpchen liegt rechts dem Ectoderm auf der Höhe des 1. Trigeminus-Neuromer an; ob von den übrigen Theilen desselben jede Spur vergangen, lässt sich schwer beurtheilen, einzelne Zellen könnten sich dem Mesenchym beigemischt haben, ohne als solche direct erkennbar zu werden.

Embryo XXXVI 314 von 10 mm Länge zeigt nun schon einen interessanten Fortschritt in der Gestaltung und Gliederung der Neuromere: dieselben haben sich weiter verlängert, weichen aber zugleich zur Bildung des vierten Ventrikels nicht unbeträchtlich auseinander. Mit der Verlängerung der einzelnen Neuromere geht Hand in Hand die stärkere Vorwölbung nach außen, aber auch eine größere Concavität nach innen, in das Lumen des Ventrikels hinein; diejenigen Theile aber, wo die Neuromere an einander stoßen, treten in der bereits pag. 154 u. 159 beschriebenen Form als Pfeiler in den Innenraum des sich bildenden Ventrikels vor, während sie außen eine mehr oder weniger tief eindringende Furehe zeigen, die aber niemals, wie bei *Torpedo*, zur Bildung einer wirklichen, die Wandung der Medullarwülste durchbrechenden Spalte gelangt; man sieht nur, dass die Zellen des einen Neuromers sich von denen des andern scharf absetzen, ohne von dem Einen ins Andre überzugreifen. Die einzige Neuromer-Grenze, die nicht solche Pfeiler erkennen lässt, ist die zwischen den beiden Trochlearis-Neuromeren, da in ihrem Bereiche die Hirnbeuge einsetzt und das Trochlearis-

Neuomer 1 gegen das Trochlearis-Neuomer 2 so beugt, dass das 2. allmählich fast im rechten Winkel auf das 1. gerichtet wird. Natürlich drückt sich dabei die untere Seitenwand und die Unterwand zusammen; welche Veränderungen das für die definitive Constitution der beiden ursprünglich gewiss gleichartigen Neuomere hat, dürfte interessant sein, festzustellen; hier aber muss ich mich darauf beschränken, noch mal darauf hinzuweisen, dass durch diese große Biegung die an einander stoßenden Partien der beiden Neuomere nicht zur Pfeilerbildung gelangen, wie die Trigemini-Neuomere und andre, sondern so gut wie völlig zu einer Masse verschmelzen.

Bei diesem Embryo hat das *G. Gasseri* bereits den Anfang zur Wurzelbildung nach der Mitte des Trigemini-Neuomers 2 gemacht, während ein Faserzusammenhang mit dem Trigemini-Neuomer 1 noch nicht hergestellt ist, vielmehr nur eine Anlagerung der nach vorn ausgezogenen oberen Partie des *G. Gasseri* stattfindet. Vom primären Trochlearis findet sich links noch ein Zellklümpchen, dem Ectoderm nahe auf der Höhe des 1. Trigemini-Neuomers, und ein darauf hin gerichteter, mit dem *G. Gasseri* noch zusammenhängender Zellstrang. Ähnliche Reste finden sich auch rechts.

Der Embryo XXXVI 320 von 12 mm Länge zeigt mit Bezug auf die Neuomere nur eine geringfügige Steigerung der bisher beschriebenen Differenzirung, dagegen lässt das *G. Gasseri* erkennen, dass nun auch Wurzelfasern durch den schmalen Fortsatz in das 1. Trigemini-Neuomer eindringen, freilich in sehr viel geringerer Masse als in das 2., das durch einen beträchtlichen plasmatischen Faser-Conus mit dem *G. Gasseri* zusammenhängt. Leider kann ich die weitere Gestaltung des *G. Gasseri* bei diesem Embryo nicht beschreiben, da ein ganzer Objectträger mit etwa 30 Schnitten verloren gegangen ist. Ich kann aber von einem andern 12 mm langen Embryo, XXXVI 333, berichten, dass nach der ganzen Länge des *G. Gasseri*, von der ausgezogenen Spitze an, eine Anzahl von plasmatischen Ausläufern sowohl in das 1. wie in das 2. Trigemini-Neuomer eindringen, somit beide von Anfang mit diesem Ganglion Beziehungen eingehen.

Bei diesem Embryo tritt nun der Anfang der specifischen *O. minor*-Anlage auf als seitlicher Auswuchs der vorderen oberen Hälfte des *G. Gasseri*. Sie ist also nicht zu verwechseln mit dem bereits völlig zu Grunde gegangenen primären Trochlearis, den unmittelbaren Resten der vorderen Trigemini-Platte. Der Auswuchs des *O. minor* richtet sich zu-

nächst gegen das benachbarte Ectoderm, als sollte ein Seitenorgan-Nerv daraus hervorgehen.

Vor dem G. Gasseri liegt diejenige Partie der Mandibularhöhle, aus welcher der Obliquus superior seinen Anfang nimmt, vor welcher seinerseits wiederum die Commissur zwischen G. Gasseri und G. mesocephalicum, der Vorderwand der Mandibularhöhle dicht angelagert gefunden wird. Diesen Theil der Mandibularhöhle umfasst die O. minor-Anlage und drängt sich zwischen ihr und dem Ectoderm hindurch nach vorn.

Bei einem Embryo von 13 mm, XXXVI 326, accentuirt sich nun die künftige Gestalt des 4. Ventrikels, der Rautengrube, immer mehr: die beiden Trigeminus-Neuromere und auch die Facialis-Acnsticus-Neuromere beginnen ihre längeren hinteren Schenkel zu bilden, während das 2. Trochlearis-Neuromer sich anschiebt, den kürzeren vorderen Schenkel herzustellen; das 1. Trochlearis-Neuromer aber schlägt eine sehr verschiedene Entwicklungsrichtung ein, indem es den Isthmus und den Aquäductus herstellt und das Material für die Gesamtmasse des Kleinhirns liefert.

Das G. Gasseri ist nun schon so fest mit dem 2. Trigeminus-Neuromer verbunden, dass man es als immer und ausschließlich demselben zugehörig ansehen würde, hätte man nicht die früheren Entwicklungsstadien vor Augen. Denn auch die vorderen Wurzelbündel rücken mehr und mehr von der ursprünglichen Stelle ihrer Anlage am 1. Trigeminus-Neuromer an die Grenze beider Trigeminus-Neuromere zurück. Die Anlage des O. minor-Systems beginnt sich nun auszugestalten, ihre Weiterentwicklung aber knüpft an die Darstellungen an, die ich bei Beschreibung der Sagittalschnitte gemacht habe und deshalb hier nicht zu wiederholen brauche. Hier möge nur hervorgehoben werden, dass der Stamm des O. minor nach wie vor um den oberen vorderen Theil der Mandibularhöhle herumgeht, dem Ectoderm sowie dem O. major parallel läuft und jenes System maschenartiger Fortsätze und Verzweigungen liefert, welches auch topographisch die Stelle des aufgelösten primären Trochlearis einnimmt, denn es liegt ebenso in der Nähe des Ectoderms, umgeben von Mesenchym-Elementen, wie in den jüngeren Stadien der primäre Trochlearis, nur beginnt es etwas ventraler und rückt erst nachträglich, mit der beginnenden Netz- und Zweigbildung, dorsal. Wären die Reste des primären Trochlearis, resp. der Trigeminusplatte, nicht bereits

aufgelöst, so würden die Zweige und Maschen des *O. minor* mit denselben nothwendig in Beziehung treten müssen und wir hätten eine ähnliche Configuration vor uns wie bei *Torpedo*, wo die Theile des primären Trochlearis länger dauern und bestimmte, ganglienartige Gestalt annehmen, die sich an der Bildung der Structuren und Fasern betheiligen, welche der definitiven Trochlearis-Bildung vorangehen.

Bei etwas größer gewordenen Embryonen, z. B. bei XXXVI 353 von 16 mm Länge, kann man sich auf Horizontalschnitten besonders gut überzeugen, dass die Anlage des *O. minor*-Systems von vornherein auch die Anlage des *Obliquus superior* einbegreift, denn Zweige desselben umfassen den oberen vorderen Saek der Mandibularhöhle (XXXVI 355 III 9—13).

Eine andre Quelle nervöser Elemente für die Nachbarschaft des *Obliquus superior* ist aber der ursprüngliche Auswuchs des *G. mesocephalicum* an das benachbarte Ectoderm. So lange dieser Auswuchs mit dem Ectoderm und dem Ganglion selbst fest verbunden bleibt, ist die Anlage des *Obliquus* noch nicht so weit nach vorwärts resp. nach oben gewachsen, um in directen Contact mit diesen Elementen zu gerathen. Wenn aber die Ablösung dieses Stranges sowohl vom Ectoderm, wie auch vom *G. mesocephalicum* eintritt, d. h. in wenig älteren Stadien, so bilden sich auch hier aus diesem Strange Placoden und legen sich sowohl dem Muskelbauch des *Obliquus*, als auch den Fasersträngen des *O. minor*-Systems an. Wie weit sie sich mit ihnen, wenn auch nur vorübergehend verbinden, lasse ich dahin gestellt, so interessant es auch sein würde, darüber bestimmte Daten zu gewinnen.

Hervorheben aber möchte ich, dass unter den Placoden, welche in dieser Gegend später gefunden werden, sich auch solche Producte finden, die allem Anseheine nach selbständig vom Ectoderm, vor der Anlagerung des *G. mesocephalicum*, gebildet werden. Sie sind meist kleiner, als die Placoden, welche direct dem *G. mesocephalicum* resp. seinem Strange entstammen. Da aber diese Placodenbildung engeren Zusammenhang mit dem *G. mesocephalicum* und dem ihm zugehörigen *Oculomotorius* hat, so beschränke ich mich hier darauf, sie nur zu erwähnen. Dr. GAST, welcher die Ausarbeitung einer ausführlichen Monographie der *Oculomotorius*-Bildung übernommen hat, wird eingehender von ihnen handeln.

Bei einem Embryo von 17 mm Länge, XXXVI 361, sind die vorderen Wurzeln des *G. Gasseri* völlig in das 2. *Trigeminus*-Neu-

romer hineingerückt; der vordere Theil des G. Gasseri, dem diese Wurzeln zugehören, behält noch in seiner oberen Hälfte auch in der äußeren Gestalt eine gewisse Selbständigkeit, verschmilzt auf halber Höhe aber ganz mit dem hinteren Theile des Ganglions, von wo an dieses als ein einziges erscheint, dessen vorausgesetzte ursprüngliche Polymerie wohl nur noch durch die späteren Faserbahnen festgestellt werden kann, zu denen auch die des O. minor gehört. Letzterer findet sich als langer theils faseriger, theils cellulärer Strang dicht über der Kuppe des Obliquus, wo er sich in zwei Äste spaltet und außerdem einige kleinere Zweige und Maschen abgibt.

Ein zweiter Embryo von 17 mm, XXXVI 369, lässt die Beziehungen des Obliquus und des O. minor sehr viel charakteristischer hervortreten. Der Stamm des O. minor ist kräftig, theilt sich aber früh in mehrere Äste; davon läuft der obere auf 371 III 5—7 bis über die Stelle hinaus, wo der O. major durch die Schnitte getroffen wird, gibt dabei aber kleine Zweige zur Maschenbildung ab. Der folgende Ast läuft auf 9—15 dem vorigen fast parallel und auch wieder bis zum Schnittpunkt des O. major; auch er theilt sich an der Maschenbildung. Der nächste Ast liegt auf 372 I 3—7, zeigt sich als der stärkste und gibt auch inwendig einen starken Ast zur Maschenbildung ab, dabei aber zugleich die obere Seite des Obliquus superior umfassend, der sich bereits so weit nach vorn hin geschoben hat. Aus diesen drei Ästen und ihren Zweigen setzt sich das Maschenwerk zusammen, welches sich hier in der Sattelhöhle vorfindet. Schon jetzt macht sich an diesem Maschenwerk die Tendenz geltend, dorsale Zweige auszusenden in Gestalt einzelner vordringender Zellen, deren Plasma sich auszieht, und deren Kerne sich entsprechend verlängern. Auch die Placoden des G. mesocephalicum mischen sich diesen Bildungen bei, die bei dem vorliegenden Embryo noch verwickelter werden durch einen noch bestehenden cellulär-faserartigen Strang des G. mesocephalicum an das Ectoderm in der Nähe des vorderen Laufes des O. minor, einen Strang, der fast schon vom N. oculomotorius abgeht, auf der andern Seite aber fehlt und durch eine große Placode ersetzt wird, die dem Ectoderm dicht anliegt und den Versuch macht, einen Faserstrang, nach Art der Seitennerven, in das Ectoderm zu treiben. Diese Vermischung der verschiedenen Abkömmlinge der Ganglienleiste aus ihren verschiedenen Regionen ist von nicht unwesentlicher Bedeutung für die weiteren phylogenetischen Ermittlungen.

Embryo XXXVI 392 von 20 mm Länge bringt nun neue Ele-

mente in das Spiel. Zunächst möchte ich auf eine Anomalie verweisen, welche den Oculomotorius mit dem Maschen- und Faserwerk des O. minor und dadurch eventuell auch mit dem Trochlearis in Zusammenhang bringt. Es findet sich nämlich auf 395 III 13 dem rechten Oculomotorius-Strange auf halbem Wege bis zum G. mesocephalicum eine äußere Ganglionmasse angelagert, welche aller Wahrscheinlichkeit nach von einer der Ectoderm-Placoden her stammt, die entweder ganz vom G. mesocephalicum oder von Ganglienleistenzellen abstammen, die noch vor ihm von Anfang an dem Ectoderm angelagert waren. (Dies ist um so wahrscheinlicher, als an einem andern Embryo, XXXVI 405 II 10—14, ein ähnlicher Klumpen in ähnlichen Beziehungen zum O. minor steht, aber noch nicht bis zum Strange des Oculomotorius vorgedrungen ist, sondern halbwegs zwischen ihm und dem Ectoderm lagert.) Diese Zellmasse bildet nämlich Fasern nicht bloß für den Strang des Oculomotorius, sondern auch in lateral-frontaler Richtung bis in die Nähe der Ausläufer des O. minor-Maschenwerkes. Es wäre also nicht unmöglich, dass auf diesem Wege, bei fortschreitender Entwicklung eine Faserbrücke vom O. minor an den Stamm des Oculomotorius hergestellt würde.

An den Ästen, Zweigen und dem Maschenwerk des O. minor hat sich nichts Wesentliches verändert, nur ist die ganze Gruppe zusammen mit dem Obliquus weiter vorgerückt, wie es bei Sagittalschnitten beschrieben ward. Eigentliche aufsteigende Zweige, zur Aufnahme der absteigenden des Trochlearis sind anscheinend noch nicht gebildet; der Trochlearis selber ist eben erst im Entstehen begriffen: auf 393 II 1—3 sieht man ganz dünne, vereinzelte gelbe Nervenfasern aus dem Dach des Isthmus hervortreten, auf welchem in dünnster Schicht das eben zu Stande gekommene Chiasma zu sehen ist. Die Nervenfasern sind noch so kurz, dass man sie nur über dem Dache des Isthmus selber sieht, hinabsteigende Stücke sind nicht zu erkennen, was freilich auch bis zu gewissem Grade der Schnittrichtung zugeschrieben werden darf, da die Horizontalschnitte in diesem Stadium die auswachsenden Trochlearis-Fasern fast quer treffen, sie also schwer unterscheidbar machen würden.

Ich wende mich nun zu schräg geschnittenen Embryonen; denn diese Schnittrichtung erlaubt, den proximalen Theil des Trochlearis möglichst im Zusammenhange, die Beziehungen des O. minor aber

und des Obliquus, welche beide durch diese Schnitte quer getroffen werden, zu den aufsteigenden Ästen des O. minor resp. zu den distalen Zweigen des Trochlearis mit größerer Sicherheit festzustellen.

Embryo XXXVI 648 von 22 mm Länge, schräg geschnitten, zeigt ein eben erst zu Stande gekommenes Chiasma, auf 651 I 4 und 5, von dem auf 651 I 8 und 9 rechts, 10 und 11 links ganz feine kernlose Fasern austreten, aber offenbar noch nicht eine Länge erreicht haben, welche auch nur die Dicke der Medullarwand übertrifft. Diese Trochlearisfasern kommen also nicht in Betracht bei der Schilderung der Verhältnisse des O. minor und des Obliquus, zu denen ich nun übergehe.

Auf der rechten Seite trifft man den O. minor auf 652 V 12, wie er eben als kräftiger Strang das G. Gasseri verlässt und auf 33 Schnitten von 7,5 μ bis zu III 3 keinen Zweig absendet; dann erst tritt der erste dorsal abgehende Zweig auf, der aber nur bis auf die Höhe des O. major, etwas nach vorn gerichtet verläuft und nun nicht weiter verfolgt werden kann. Nach weiteren 12—14 Schnitten beginnt dann das eigentliche Maschenwerk, von welchem gelegentlich kurze Ausläufer dorsalwärts gerichtet erscheinen, ohne doch als eigentlich aufsteigende Zweige gelten zu können. Nur an ein Paar Stellen gelangen einige Anfänge von Kettenfasern zur Erscheinung, von denen eine einzige auf 651 IV 2 ff. bereits bis zur unteren Grenze des Medullarrohres in die Höhe gewachsen, also fähig ist, etwaige absteigende Trochlearis-Zweige aufzunehmen. An den Obliquus geht nur ein absteigender Zweig, der aus mehreren Zellen und Kernen besteht.

Auf der linken Seite geht ein erster, sich spaltender Zweig 652 IV 2 vom O. minor-Stamm ab, ein zweiter auf II 2—4, beide aber überschreiten nicht weit die Höhe des O. major; einen bereits bis zur unteren Grenze des Medullarrohres vorgedrungenen Zweig habe ich links nicht gefunden.

Der Obliquus superior zeigt auf beiden Seiten noch den Zusammenhang mit der Mandibularhöhle in Gestalt eines röhrenförmigen Stranges, dessen Lumen noch erhalten ist.

Embryo XXXVI 272 von 23 mm Länge, schräg geschnitten, zeigt uns den O. minor in folgender Verfassung. Sein Hauptstrang und das Maschenwerk sind quer durchschnitten, dagegen sind die aufsteigenden dorsalen Zweige fast parallel der Schnittrichtung ge-

lagert, und so könnte man auf dickeren Schnitten vielleicht die ganze Masse derselben auf einmal übersehen. Bei dünneren $7,5 \mu$ messenden Schnitten dagegen weicht ein solcher dorsaler Strang durch seine wellenförmigen Biegungen und durch sein ungleiches Verhalten in den einzelnen Abschnitten um so mehr aus, als auch seine oberen und unteren Theile nicht in ein und derselben Ebene liegen.

Am Chiasma bemerkt man keine Kerne; kaum aber hat der Trochlearis dasselbe verlassen, als ihm schon ein Strang des O. minor begegnet und ihn aufnimmt, so dass kein Abschnitt des Trochlearis isolirt und kernlos angetroffen wird. Ich beschreibe zuerst die linke Seite, welche 274 IV 2 die oberste Partie der nun schon verbundenen Trochlearis und O. minor-Zweige zeigt, wie sie beide zusammen im Mesenchym auf der Seite des Medullarrohres sich finden. Sieht man auf denselben Schnitten die Gegend oberhalb des quer durchschnittenen Bulbus oculi an, so trifft man auf den quer durchschnittenen O. major-Strang, den beginnenden Sinnesorganen dicht angelagert, und zwar gelegentlich in zwei fast gleich große Stränge getheilt, die sich aber nach einigen Schnitten wieder vereinigen. Daneben, etwas darunter und nach innen trifft man auf das Maschenwerk des O. minor, welches in unregelmäßiger Weise sich präsentirt, je nachdem man eine Masehe quer oder der Länge nach trifft. Schon auf Schnitt 274 IV 7 geht aus diesem Maschenwerk ein aufsteigender Zweig in die Höhe, während auf demselben Schnitt der Trochlearis noch dicht am Chiasma, d. h. nur 5 Schnitte davon entfernt sich vorfindet. Neben der Masehe, aus welcher dieser Zweig aufsteigt, sieht man eine Anzahl quer durchschnitener, also längs, d. h. dem O. major parallel gehender kleinerer und größerer Zweige des O. minor laufen; vom Obliquus ist aber der vordere Theil, welcher sich später dem Präorbitalfortsatz inserirt, noch nicht auf der Schnittfläche erschienen. Der aufsteigende mehr faserige und vielkernige Zweig geht nun 6 oder 7 Schnitte weit bis auf die halbe Höhe der Entfernung zwischen Auge und Trochlearis-Chiasma, verzweigt sich aber dabei, so dass eine einzelne einkernige Kettenfaser separirt von dem mehrkernigen Zweige liegt und vielleicht sich im Mesenchym verliert, ohne den Trochlearis zu erreichen; auch das stärkere Stück des Zweiges lässt sich nicht bis an den Stamm des Trochlearis verfolgen: ob also dieser aufsteigende Zweig jetzt schon, oder ob er überhaupt absteigende Fasern des Trochlearis aufnimmt, bleibt zweifelhaft.

Erst weitere 16 Schnitte hinter der ersten aufsteigenden Faser geht eine zweite dorsalwärts und wird auf 472 V 12 in Verbindung mit dem wirklichen Trochlearisstrange gefunden, d. h. beide bilden einen gemeinsamen Strang. Dieser Strang mündet auf 472 V 10 in den Hauptstrang des O. minor, welcher quer durchschnitten dem nun bereits aufgetretenen Bauch des gleichfalls quer durchschnittenen Obliquus dorsal dicht anliegt. Auf dem folgenden Schnitt geht von dieser Einmündung — oder wie man richtiger sagt, von diesem Abgang — gleichzeitig ein Maschenzweig rund um den Innenrand des Obliquus herum, erweist also die Zusammengehörigkeit des O. minor resp. seines Maschenwerkes mit dem Obliquus, wie wir es schon auf den sagittalen und horizontalen Schnitten constatirt haben, und zwar zu einer Zeit, da noch gar kein Chiasma, also auch kein Trochlearis vorhanden war. Ob der erste aufsteigende Zweig irgendwo in den zweiten einläuft, konnte ich nicht feststellen. Schon wenige — 4 — Schnitte später trifft man auf einen dritten aufsteigenden Zweig, der diesmal aber jedenfalls mit dem proximalen Theil des Trochlearis-Stranges zusammentritt und einen distalen Zweig desselben vorstellt. Auch er mündet in den Längsstamm des O. minor, zeigt aber gleichzeitig, wie der zweite, einen um den Bauch des Obliquus herumgreifenden Fortsatz, auf 274 I 4. Schon zwei Schnitte weiter tritt ein 4. aufsteigender Zweig in die Erscheinung, wiederum in inniger Anlagerung an den Obliquus beginnend. Man kann ihn durch 14 Schnitte in aufsteigender Richtung verfolgen, aber nicht constatiren, ob er dem proximalen Trochlearisstrang sich einfügt oder als erranter Zweig im Mesenchym verläuft. Weit hinter diesen vom Stamme des O. minor aufsteigenden Zweigen trifft man noch auf 274 II 3 auf einen vom O. minor-Stamme absteigenden Zweig, der direct an den Anfang des Obliquus gerichtet ist und am sichersten beweist, dass dem Obliquus aus dem O. minor von Anfang an und ohne Vermittelung von Zweigen des Trochlearis Kettenfaser-Elemente zugeführt werden; ähnliche absteigende O. minor-Zweige finden sich auch noch weiter caudalwärts — also dem G. Gasseri genähert — auf 274 III, wo sie dann freilich nicht mehr direct dem Obliquus, sondern dem Verbindungsstrange vom Obliquus zur Mandibularhöhle zustreben, ohne aber den Charakter motorischer Nerven zu haben oder zu erwerben.

Auch auf der rechten Seite finden wir ähnliche Verhältnisse, d. h. sowohl Zweige, die in das Mesenchym aufsteigen, deren Zusammenhang mit dem proximalen Trochlearis aber nicht nachge-

wiesen werden kann, und wirkliche distale Zweige des Trochlearis, welche sowohl an den Stamm des O. minor, wie auch durch Maschenbildung an den Bauch des Obliquus gehen. Von letzteren aber finde ich nur zwei, nicht drei wie auf der andern Seite.

Es folgt ein Embryo von 25 mm Länge, XXXVI 598. Bei demselben sind aufsteigende Zweige bis zum Chiasma vorgedrungen, so dass kein Stück des Trochlearis mehr ohne begleitenden Kern angetroffen wird. Auf dem absteigenden Laufe des Trochlearis der rechten Seite trifft man mehrfache Abzweigungen kernhaltiger Fasern, von denen eine vorderste im Wesentlichen einreihige Faser bis an den O. minor zurückverfolgt werden kann, — nur hier und da liegen derselben weitere Kerne an und deuten auf weitere Faserbildung. Diese Faser steigt vor der Spitze des Obliquus auf, dessen Querschnitt wenige Schritte caudalwärts zuerst auftritt. Es folgen nun weitere aufsteigende Zweige von größerer Stärke; nur in der Nähe des O. minor-Stranges kann man constataren, dass sie aus dem Maschenwerk abgehen und durch solche Maschenfasern sowohl mit dem O. minor als auch mit dem Obliquus direct verbunden sind.

Embryo XXXVI 278, von 26 mm Länge, ist in so glücklicher Schnittebene getroffen worden, dass die Trochlearisstränge beider Seiten in beträchtlicher Länge übersichtbar sind. Beide Stränge bestehen aus Faserbündeln mit zahlreichen Kernen, so dass man nicht mehr unterscheiden kann, was absteigende, also motorische Trochlearis-Fasern, was aufsteigende, also ihrem Ursprunge nach, O. minor-Fasern seien. Bemerkenswerth aber ist, dass von dem proximalen Strange sich einzelne einreihige Kettenfasern ablösen und isolirt im Mesenchym zu verfolgen sind, — so auf 281 IV 11 und 281 IV 9 — die eine von außen sich dem Trochlearisstrange einfügend, die andre von innen. Ob freilich diese Fasern ausschließlich aus Elementen des O. minor bestehen, oder ob in ihnen auch feine absteigende Fasern des Trochlearis enthalten sind, lässt sich nicht entscheiden: der Eindruck ist für die erstere Alternative. Der Trochlearis-Strang steigt in vielfachen Biegungen abwärts bis etwa zur unteren Grenze des Medullarrohres, wo eine Spaltung stattfindet. Der Hauptstrang geht weiter zum O. minor und tritt mit breiter Ansatzfläche an seine obere Contur.

Während es nun kaum einem Zweifel unterliegen kann, dass diese Ansatzplatten in directer Faserbeziehung zu dem Stamme des O. minor stehen, so weit bei den Embryonen dieser Entwicklungs-

stufe schon von Fasern gesprochen werden kann, bleibt es doch nicht minder wahr, dass es auch eine hinlängliche Anzahl von Fasern der aufsteigenden Zweige gibt, die ohne direct mit dem Stamme des *O. minor* zu anastomosiren, vielmehr dicht vor dem Zusammenhang mit diesem Stamme sich abzweigen und mit jenem Theil des Maschenwerks direct zusammenhängen, das um den inneren Contur des *Obliquus*-Bauches sich gebildet hat — ja, wir werden bei der weiteren Entwicklung sehen, dass es diese Verbindungen sind, welche hauptsächlich als distale Zweige des *Trochlearis* erhalten bleiben, und dass ihre ursprünglichen Zusammenhänge mit dem Maschenwerk des *O. minor* sich lösen, und ein selbständiger Faserverlauf sowohl des *Trochlearis* als des *O. minor* eintritt. Wir werden in den der allgemeinen Erörterung dieser Verhältnisse gewidmeten Capiteln später sehen, welche Consequenzen morphologisch-phylogenetischer Natur diesen Verhältnissen zukommen, und welche Bedeutung sie auch für anatomisch-histogenetische Fragen der Nerven-Entstehung gewinnen: es wird desshalb keine verlorene Mühe sein, in der Schilderung der thatsächlichen Befunde so ausführlich zu sein, als es die vorliegenden Präparate erlauben, und auch nachdrücklich darauf hinzuweisen, wo diese Präparate zwar alte Fragen in neues Licht rücken, aber doch ungenügend sind, eine definitive Antwort zu liefern.

Es ist zunächst wichtig, zu betonen, dass die Theile des Maschenwerkes, welche ursprünglich sowohl Beziehungen zum *O. minor*-Stamm, wie auch zum *Obliquus* haben, eine beträchtliche Zunahme von Zellen aufweisen; andererseits gibt es auch Fälle, in denen der Theil des Maschenwerkes, welcher um den inneren Rand des *Obliquus*-Bauches herumgreift, weiter hinauf an den distalen Lauf des *Trochlearis* reicht und dort erst mit dem andern Aste, der an den *O. minor*-Strang geht, zusammentrifft. Dann wiederum gibt es Brücken, welche dicht über dem *Obliquus* von dem Stamme des *O. minor*, der dicht über dem *Obliquus* dahinzieht, oft sogar fast in den oberen Rand desselben eingelagert, zu dem directen *Trochlearis*-zweig hinüberziehen, gerade an der Stelle, wo er sich dem *Obliquus* einfügt. Es herrschen die verschiedenartigsten Beziehungen zwischen diesen Elementen — nur eine habe ich nur ein- oder zweimal zu constatiren vermocht, wo gar keine Elemente des *O. minor* sich betheiligten, und nackte, kernlose Fasern des absteigenden *Trochlearis* direct an den *Obliquus* gingen. In der überwältigenden Majorität der Fälle sind es Zellen und Kerne des ursprüng-

lichen Masehenwerkes des *O. minor*, welche die Bahn für die absteigenden Trochlearisfasern hergeben, um zum *Obliquus* zu gelangen. Neben diesen aufsteigenden Zweigen sendet der *O. minor* noch kleinere Zweige um den *O. major* herum, die offenbar als sensible Fasern das Ectoderm zu versorgen bestimmt sind; ähnliche Zweige finden sich auch zur Versorgung des unterhalb des *O. major* liegenden Ectoderms.

In noch höherem Grade gelten die eben gemachten Bemerkungen von dem gleichfalls 26 mm Länge zeigenden Embryo XXXVI 256, der dadurch besonders bemerkenswerth ist, dass eine größere Anzahl isolirter aufsteigender Kettenfasern den Hauptstrang des Trochlearis begleiten und an den verschiedensten Stellen in ihn einlaufen.

Ein Embryo von 27 mm, XXXVI 285, zeigt nun auf der linken Seite den ersten Fall, wo ein Zweig des Trochlearis von der sich verdichtenden Orbitalwandung an bis an den *Obliquus* verfolgt werden kann, ohne irgendwelchen Faser- oder Zellenzusammenhang mit dem *O. minor* auf dieser Strecke mehr aufzuweisen; er geht vielmehr ganz isolirt in den Muskelbauch von der inneren Seite hinein, während auf der oberen Seite des *Obliquus* der Strang des *O. minor* entlang läuft. Wo aber dieser Zweig in der Nähe der Orbitalwandung den Trochlearis-Hauptstrang verlässt, geht letzterer als starker Strang auf den *Obliquus* zu, verbreitert sich, je näher er demselben tritt, und setzt sich mit breiter Basis dem *Obliquus* von oben und von innen an, dicht neben dem längs verlaufenden *O. minor*-Strange. Es lässt sich nicht bestimmt sagen, ob zwischen beiden noch Faser- oder Zellbrücken existiren, oder ob der Trochlearisstrang dem *O. minor*-Strang nur noch auf einer kurzen Strecke anliegt. Dies findet man auf 289 I 5—9. Auf der folgenden Reihe, also 289 II 2 ff., aber findet man einen ganz klaren aufsteigenden Zweig vom *O. minor*, der keinen Zusammenhang mit dem *Obliquus* gewinnt, aber gleichfalls an die Orbitalwandung zieht, auf dem Wege dahin aber noch einen Zweig mit etwas verbreiteter Platte abgibt, II 3—7, von der kleinere Zweige an das Ectoderm gelangen. Dieser Zweig tritt auf 289 III und IV durch die Orbitalwandung hindurch, dabei einige Zellbrücken zu dem gleichfalls durchtretenden Hauptstrange des Trochlearis abgebend, und läuft in diesen Hauptstrang IV 3 ein, während letzterer eben jenen vorher schon beschriebenen starken Strang mit breiter Ansatzfläche am *Obliquus* bildet. Man könnte glauben, es seien sen-

sible wie motorische Zweige in diesem Entwicklungsstadium im Trochlearis vorhanden.

Verfolgen wir nun die Verhältnisse des proximalen Trochlearis zwischen Orbitalwand und Chiasma. Der Austritt aus dem Chiasma erfolgt auf 290 I 3 und 4. Da der Strang schon recht beträchtlich ist, so gibt es natürlich keinen Abschnitt mehr ohne Kerne. Es ist nun sehr bemerkenswerth, dass 10 Schnitte von $7,5 \mu$ hinter dem eigentlichen Austritt des Trochlearis sich noch ein isolirter Strang mit Kernen besetzt findet, der sich völlig getrennt von dem Hauptstrange bis an das Medullarrohr verfolgen lässt; bis herab zur ventralen Höhe der Grenze des Medullarrohres verläuft er in mehrfachen Biegungen zwischen dem Ectoderm und dem Hauptstrange, von da an lässt er sich nicht mit Sicherheit weiter distalwärts nachweisen. Es ist nun leider nicht möglich zu entscheiden, ob dieser Strang eine absteigende Trochlearisfaser enthält oder ausschließlich aus aufsteigenden Elementen des O. minor besteht; indessen spricht sein 10 Schnitte hinter dem eigentlichen Chiasma gelegener Anschluss an das Medullarrohr nicht durchaus zu Gunsten der ersteren Alternative. Wie weit der Strang auf seinem distalen Gebiet isolirt bleibt, ist nicht festzustellen, so lässt sich auch nicht entscheiden, ob er sich direct vom O. minor oder schon vom Trochlearisstrang abzweigt, an seinem unteren Abschnitt spaltet er sich sogar in zwei Zweige, deren weiteres Schicksal aber nicht klar wird, da das Verfolgen soleher noch plasmatischer Zellelemente, ihrer vielfachen Windungen halber, oft unmöglich ist. Sicher ist, dass auf Schnitt 290 I 1 und 2, wo der kräftige Hauptstrang des Trochlearis schon bis zur Höhe der Grundplatte des Medullarrohres hinabgestiegen ist, dieser isolirte Strang noch außen von ihm verläuft, dann aber freilich nur noch einen weiteren Schnitt 289 IV 10 als Kettenfaser unterschieden werden kann, die sich sehr dem Hauptstrange nähert.

Auf der rechten Seite findet sich gleichfalls caudalwärts vom proximalen Hauptstrange des Trochlearis ein Nebenstrang, der aber nicht isolirt in das Medullarrohr, sondern in den oberen Theil des Trochlearis selber einläuft. Dieser Strang findet sich auf 290 II 4 und zeigt sich daselbst sogar in höchst charakteristischer Weise als ein kleines Netz- oder Maschenwerk, was um so mehr darauf schließen lässt, dass er ohne Betheiligung wirklicher absteigender Trochlearis-Elemente nur aus zelligen Elementen des O. minor hervorgegangen ist, die ihre plasmatischen Ausläufer nach Art der

Kettenfasern netzförmig gestalten. Dieses Netz ist aber dadurch noch interessant, als es durch das Auseinanderweichen seiner Componenten zur Maschenbildung anzeigt, wie die dickeren Stränge doch eben nur aus zusammengelegten einreihigen Kettenfasern bestehen, welche sich auch wieder von einander trennen können, wobei freilich auch noch andre Verbindungen durch plasmatische Ausläufer der die Kettenfasern bildende Zellen gebildet werden können. Aus dem Netz laufen zwei Kettenfasern getrennt an den oberen Theil des Hauptstranges des Trochlearis und fügen sich ihm ein, statt wie auf der linken Seite isolirt in das Medullarrohr zu münden. Es ist nun aber sehr interessant, auch hier bei einem *Scyllium*-Embryo constatiren zu können, dass von diesem oberen Hauptstrange sich eine Kettenfaser löst und dorsal über das Dach des Isthmus hinüberzieht, 290 I 7—10; sie zeigt drei Kerne mit zwischen ihnen fein ausgezogenem Plasma, das von einer kleinen Platte ausgeht, die mit dem Hauptstrange verbunden ist. Die letzte Zelle verläuft mit ihrem plasmatischen Ausläufer blind im Mesenchym zwischen dem Isthmus-Dach und dem darüber liegenden Ectoderm. Von einer Betheiligung absteigender Trochlearis-Fasern kann bei dieser Kettenfaser keine Rede sein, dagegen ist es nicht unmöglich, dass sie eine Fortsetzung einer der aus dem eben beschriebenen Netz hervorgehenden Kettenfasern sei.

Der Hauptstrang theilt sich frühzeitig auf 290 I 6 in einen stärkeren und einen schwächeren Ast, die beide getrennt, aber nicht weit von einander abwärts ziehen. Nach 16 Schnitten findet sich ein verbindender Zweig zwischen ihnen, sie bleiben aber getrennt, und nach acht weiteren Schnitten tritt der stärkere Ast durch die Orbitalwand und geht nach weiteren sechs Schnitten mit breiter Ansatzfläche dicht neben dem quer durchschnittenen O. minor-Strange an den oberen Rand des Obliquus; wenige Schnitte später kommt auch der schwächere Ast durch die Orbitalwand und vereinigt sich mit der Platte des stärkeren, so dass sie Beide dem Obliquus sich einfügen. Ein separater Zweig vom O. minor, der ohne Verbindung mit dem Obliquus aufstiege, ist auf der rechten Seite nicht zu constatiren.

XXXVI 245 ist ein Embryo von 29 mm Länge, welcher nun schon bemerkenswerthe Fortschritte, aber auch noch Reste ursprünglicher Verhältnisse aufweist.

Das Chiasma findet sich auf 249 I 5 und 6, wenige Schnitte später tritt der Trochlearis als beträchtlicher, stark kernhaltiger Strang beiderseits aus. Ich schildere zunächst den Verlauf des linken Stranges. Auch hier trifft man auf isolirte einfache oder mehrfache Kettenfasern, die vom Hauptstrange sich ablösen und ihren eigenen Weg durch das Mesenchym nehmen, entweder darin ziellos verlaufen oder als Masehe wieder in den Hauptstrang zurückkehren. Von ersterer Art ist besonders eine Faser auffallend, die vom Außenrande des Hauptstranges abgeht, die Richtung zum Ectoderm einschlägt und dabei mehrere Kerne zeigt, die durch längere Plasma-Ansläufer verbunden sind, 249 III 5—8; von maschenbildenden Fasern gibt es mehrere, bis hinab zum Orbitalkorper, durch den der Hauptstrang, aber auch einige isolirte Nebenstränge durchtreten. Die Beziehungen zum Obliquus haben an Stärke zugenommen, und es ist bemerkenswerth, daß sehr voluminöse Stränge vom Trochlearis zum O. minor-Stamme gehen, diesen umfassen und dann weiter zum Obliquus ziehen. Bei dieser Umfassung läßt sich aber nicht mit irgend welcher Bestimmtheit erkennen, ob die der Länge nach laufenden Fasern des O. minor-Stammes mit denen senkrecht darauf gerichteten Trochlearis-Fasern noch irgend eine directe Communication haben, oder ob die ersteren nur durch die letzteren hindurch ihren Weg ungestört fortsetzen — beides ist durchaus möglich, vielleicht auch der Fall. Es ist dabei aber besonders in Rechnung zu ziehen, dass in dem vorliegenden Stadium bereits eine wesentliche topographische Verschiebung der in Rede stehenden Organe stattgefunden hat: wie der ganze Bulbus oculi markirter und vorragender geworden ist, so hat sich auch der Obliquus superior weiter über ihn hinweg geschoben, wodurch dann auch sein Zusammenhang mit den distalen Zweigen des Trochlearis mehr nach vorn gezogen, letztere also von der Orbitalwand mehr horizontal nach außen gerichtet erscheinen. So bahnt sich allmählich eine Situation an, in welcher die distalen Partien des Trochlearis zwar immer noch in einem schrägen Winkel gegen den längs verlaufenden Stamm des O. minor gerichtet sind, aber aufhören senkrecht an ihn heranzutreten, um allmählich sogar in derselben Horizontal-Ebene unter seinem Faserstrange hindurch an den Obliquus zu gehen.

Was hier von der linken Seite beschrieben wird, gilt auch von der rechten, wo noch mehr herumvagirende Kettenfasern zwischen Chiasma und Orbitalwand angetroffen werden, während der

Hauptstrang sich etwas vor der Orbitalwand in zwei Äste spaltet, die getrennt durch die Orbitalwand ziehen, um dann sich in der Nähe des O. minor-Stranges zu vereinigen und mit breiter Bahn unterhalb des letzteren, ihm dicht angelagert, an den Obliquus zu begeben. Hinter dieser dicken Fasermasse der Hauptstränge findet sich dann noch ein isolirter Zweig direct in den O. minor einlaufend, welcher in einem separaten Canal durch die Orbitalwand aufsteigt und dem Trochlearis-Strang sich anfügt; er scheint keine directen Beziehungen zum Obliquus zu gewinnen.

An dem Embryo XXXVI 658 von 30 mm ist besonders auffallend, dass auf der rechten Seite eine doppelte Wurzel für den Trochlearis besteht. Das Chiasma findet sich auf 662 I 1 und 2, auf letzterem Schnitt treten Chiasmafasern aus, ebenso auf dem folgenden; Kerne begleiten sie bis dicht vor den Austritt. Auf dem nächsten Schnitt geht der Trochlearis dann seinen normalen Weg abwärts, freilich ist der Strang nicht so kräftig, wie man nach dem Alter des Embryo erwarten sollte. Dies erklärt sich aber, wenn man die Schnitte 662 I 9 und 10, also sieben Schnitte hinter dem Chiasma, vor Augen bekommt, denn auf denselben erscheint ein zweiter und wesentlich stärkerer Strang, dessen Zusammenhang mit Chiasmafasern aber nicht deutlich wird. Dass dieser hintere, bedeutend stärkere Trochlearisstrang keine Chiasmafasern enthalte, ist schwer zu glauben: sicher ist nur, dass innerhalb des Medullarrohres eine Verbindung von Chiasmafasern mit dem Strange, wo er in das Medullarrohr ein- resp. austritt, nicht wie sonst constatirt werden kann. Beide Stränge, der vordere und der hintere, verbinden sich weiter abwärts auf 662 II, aber es wird nicht deutlich, wie Trochlearis- und O. minor-Fasern sich dabei gruppieren. Auch nach dem Zusammenfließen beider Stränge finden sich vagirende Kettenfasern, die im Mesenchym auftreten, theils als Maschenbildungen, theils als isolirt verlaufende und im Mesenchym endende Bildungen, die vielleicht ihren ursprünglichen Zusammenhang mit dem O. minor bereits verloren haben. Eine ganze Reihe von Ästen und Zweigen treten durch den Orbitalknorpel hindurch: einige stehen noch im Zusammenhang mit dem O. minor-Strange, andre lagern sich ihm dicht an, gehen aber um ihn herum, direct zum Obliquus. Es hat dabei durchaus den Anschein, als ob die Scheidenbildung beider Nerven gemeinsam sei; aber die Fasern des einen laufen quer zu den Fasern des andern, theils an die Ober-, theils an die Unterseite des Obliquus-Bauches. Der im Allgemeinen

runde Querschnitt des O. minor-Stranges wird an den Stellen, wo ein Trochlearis-Ast sich ihm anschmiegt, oval oder elliptisch zusammengedrückt und nimmt nach dem Vorbeitritt des Trochlearis wieder seine runde Form an. Auf der Strecke zwischen dem G. Gasseri und dem sich ihm anlagernden Trochlearis, letzterem aber viel näher, gehen (sensible?) Zweige vom Stamme des O. minor sowohl an das Ectoderm oberhalb des O. major, als auch durch den Orbitalknorpel hindurch in das Mesenchym — also in die spätere Schädelhöhle, deren Wandung eben den Orbitalknorpel darstellt.

Auf der linken Seite sind Verletzungen in der Nähe des Chiasma eingetreten, die kein klares Bild erlauben: aber von einer Theilung der Trochleariswurzel ist nichts zu sehen; dagegen gibt es auch hier mancherlei vagirende Kettenfasern. Am Stamme des O. minor vorbei ziehen drei gesonderte distale Zweige des Trochlearis, alle drei dem O. minor dicht angelagert, als hätten sie sich erst eben von ihm losgelöst, der letzte sogar, als umfasse er ihn sowohl oben wie unten durch eine Art von Maschenbildung. Auch sensible Zweige an das Ectoderm scheint der Stamm des O. minor abzugeben, aber keinen durch den Orbitalknorpel aufsteigenden in das Innere der späteren Schädelhöhle.

Bei dem 34 mm langen Embryo XXXVI 670 findet sich auf der rechten Seite ein proximaler Trochlearis-Strang, der trotz der vorgeschrittenen Größe des Embryo doch verhältnismäßig schwächer, als z. B. der des vorigen ist. Eine Anzahl vagirender Fasern umgeben ihn, an einigen Stellen bilden sie förmliche Netze um ihn, 673 I 5—8, durch den Orbitalknorpel tritt aber nur ein Strang durch und geht direct auf den Obliquus los, ohne dem O. minor-Strang angelagert zu sein, 673 II 4 u. 5. Auf 673 III 6—9 finden sich noch zwei Zweige von geringerem Umfange, die auch an den Obliquus gehen und bis in den Orbitalknorpel verfolgt werden können, aber nicht weiter, so dass man nicht recht klar darüber wird, woher sie stammen, wohin sie gehen.

Auf der linken Seite herrschen einfache Verhältnisse am Hauptstrange; wenig oder gar keine vagirende Nebenfasern; eine Faser von geringem Umfange steigt vom Stamme des O. minor direct durch die Orbitalwand auf und geht in den Hauptstrang des Trochlearis, welcher erst etwa 20 Schmitte später den Orbitalknorpel passirt und, dem O. minor-Stamm dicht angelagert, so dass man glauben möchte, er giinge mitten durch ihn durch, 673 III 6 und 7, sich in zwei

Zweige theilt, die nicht weit von einander in den Obliquus münden.

Die Sparsamkeit der vagirenden und auch der direct vom Stamme des O. minor aufsteigenden Fasern ist bemerkenswerth an diesem Embryo: ob sie bereits rückgebildet sind, oder überhaupt nicht angelegt wurden, bleibt unentschieden.

Zusammenfassung.

Bei *Scyllium catulus* ward besonders darauf geachtet, die Beziehungen des Trochlearis zum Obliquus superior von den Anfangsstadien der Entwicklung dieses Muskels an zu verfolgen, was aber nur dadurch geschehen kann, dass man die Entwicklung des Ophth. minor in ihrem Verhältnis zur Mandibularhöhle feststellt.

Die Anfänge des O. minor liegen dorsal von dem Dache der Mandibularhöhle und umfassen die Theile desselben, aus welchen der Obliquus hervorgeht. Beide wachsen pari passu frontalwärts, wobei der O. minor eine Anzahl von Kettenfasern dorsalwärts dem absteigenden Trochlearis entgegensendet. Da aber der Obliquus immer weiter über den Augapfel nach vorn rückt, so müssen die erst verhältnismäßig spät auswachsenden Trochlearisfasern, nachdem sie die Verbindung mit den aufsteigenden Kettenfasern des O. minor erreicht haben, von hinten her an den Bauch des Obliquus herantreten, was nicht nöthig gewesen wäre, wenn der Obliquus im Zusammenhang mit der Mandibularhöhle bliebe.

An den Stadien von 15—25 mm kann man die Auflösung des Stranges, der den Obliquus mit der Mandibularhöhle verbindet, Schritt für Schritt verfolgen; die O. minor-Zweige, welche diesem Schlauch anliegen, gehen gleichfalls zu Grunde. Dieser Prozess ward oben in Einzelheiten dargestellt, wobei die Bildung eines Maschenwerkes von Kettenfasern wiederum zur Beobachtung gelangt.

Der Obliquus-Sack zeigt gleichzeitig mit dem Beginn von Muskelfaserbildung eine Bifurcation seiner Gesamtmasse, wodurch zwei Ansatzstellen am späteren Schädelgerüst geschaffen werden. Derweil krümmt sich, infolge der Hirn- und Kopfbeuge, sowohl der Strang des Ophth. major als auch der ihm parallel laufende O. minor, an dem sich Astbildung documentirt. Diese Äste laufen z. Th. ober- z. Th. unterhalb des O. major nach vorn, bis an die

Stirn- und Nasengegend. Bei der fortgesetzten Bildung von Kettenfasern werden auch solche für den Obliquus abgegeben, also beträchtlich früher, als eigentliche Trochlearisfasern sich zeigen.

Diese Fasern, welche vielleicht z. Th. sensibler Natur sind, umspinnen den Obliquus in allen Richtungen. Gewisse Kerne und Plasmamassen, welche im Innern des Obliquus angetroffen werden und sehr bald Zeichen des Verfalls erkennen lassen, machen den Eindruck, Ganglienleisten-Elemente zu sein; ob sie mit den Kettenfasern zusammenhängen, ist unsicher.

Auch Placoden des *G. mesocephalicum* finden sich bei *S. catulus* in der Nähe des Obliquus und bilden ebenso wie bei *Mustelus* selbständige Nervenfasern. Auch finden sich gelegentliche Verbindungen durch solche Placoden mit dem Oculomotorius.

Die aufsteigenden Kettenfasern stehen als Maschenwerk nicht nur mit den Ästen des O. minor, sondern auch mit den Kettenfasern um den Obliquus in Zusammenhang, und man gewahrt an ihnen lebhaftere Kernvermehrung. Nur zweimal gelang es, nackte Trochlearisfasern bis an den Obliquus vordringen zu sehen. Es gehen aber auch Kettenfasern vom O. minor an das Ectoderm, und oft genug machen viele dieser Kettenfasern den Eindruck, wirkliche Nervenfasern zu begleiten, so dass es schwer ist, festzustellen, welche Fasern nur Scheidenzellen, welche auch Nerven führen.

Einige Kettenfasern gehen getrennten Laufes parallel mit dem absteigenden Trochlearisstrange bis hinauf zum Chiasma und scheinen dort sich dem Medullarstrange einzufügen, ja wohl auch über das Dach des Isthmus hinüberzuwandern.

Andrerseits gibt es auch Fälle, in denen der Trochlearis mit doppeltem Strange aus dem Isthmus hervortritt, dessen einer in deutlichem Zusammenhange mit dem Chiasma steht, während der andre weiter rückwärts austritt und seinen Zusammenhang mit dem Chiasma nicht klar erkennen lässt.

Galeus canis.

Leider besitze ich nur wenige Embryonen dieses Selachiers, kann also keine zusammenhängende Darstellung der Trochlearisbildung bei demselben liefern. Immerhin sind einzelne Punkte zur Wahrnehmung gelangt, die es rechtfertigen, an dieser Stelle Erwähnung zu finden.

Ein Embryo, VII 1, von 8 mm Länge, sagittal geschnitten, zeigt das Folgende. An den Neuromeren des Rautenhirns trifft man, ähnlich wie bei *Torpedo ocellata*, jene merkwürdigen Kerben auf der Grenze des Trigemini-Neuromer 1 und 2 und zwischen Trigemini-Neuromer 2 und Facialis-Neuromer. Die Kerben bestehen nur in einem nicht tiefen, aber sehr bestimmten und scharfen Auseinanderweichen der drei benachbarten Neuromere und kommen auf beiden Antimeren vor. Diese Erscheinung ist also nicht auf *Torpedo* beschränkt, wie ich anfänglich glaubte. An den älteren Embryonen habe ich sie nicht mehr wahrgenommen.

Vor der Trigeminiplatte finden sich auf der einen Seite zwei beträchtlich große Klumpen; in der Nähe des Ectoderms bei VII 2 III 11—16 der größere, auf der Höhe des Trochlearis-Neuromers 2, der zweite etwas kleinere weiter vorn, seitlich vom Kleinhirn- (resp. Trochlearis 1) Neuromer (Taf. 22 Fig. 10). Beide sind abgerundet mit glatten Rändern, der größere etwas oval mit zugespitztem Pole gegen die Commissur zwischen G. Gasseri und mesocephalicum, von der er aber bereits abgelöst ist. Auf der andern Seite liegt ein Klumpen dem Dache des Kleinhirn-Neuromers seitlich an; von der Commissur der beiden Ganglien geht aber noch ein Strang bis auf die Höhe des ersten Trochlearis-Neuromers, wo er in einer geringen ovalen Anschwellung endet.

Bei einem horizontal geschnittenen Embryo von 10 mm, VII 4, findet sich auf der rechten Seite noch ein starker Rest des primären Trochlearis, der auf der Gasseri-mesocephalicum-Commissur wurzelt; in seiner vorderen Verlängerung bestehen zwei kleinere Klümpchen auf der Höhe des zweiten Trochlearis-Neuromers. Auf der linken Seite fehlen dieselben. Von einem Ophthalm. minor ist noch keine Spur zu sehen.

Ein zweiter Embryo von 10 mm Länge, VII 8, ist sagittal geschnitten und zeigt auf der einen Seite einen größeren Klumpen auf der Höhe des zweiten Trochlearis-Neuromers, dicht neben dem Ectoderm. Eine Verbindung mit der Commissur des Gasseri-mesocephalicum existiert nicht mehr, und kein Klümpchen neben dem Kleinhirn-Neuromer. Auf der andern Seite dagegen sind auf der Höhe der beiden Trochlearis-Neuromere je ein beträchtlich großer, gerundeter Klumpen zu sehen, freilich ohne Verbindung unter einander oder mit der Commissur.

Schließlich habe ich noch von einem 13 mm langen Embryo, VII 10, das Folgende zu beschreiben.

Dieser Embryo zeigt auf beiden Seiten an der typischen Stelle, d. h. an dem äußeren vorderen Winkel des im Übrigen durchaus abgerundeten G. Gasseri, den oben hervorgewachsenen Ophthalm. minor, VII 14, I 11 (links). Dieser Nerv ist noch dünn, zeigt aber mehrere Plasmastränge mit daran lagernden Kernen. Ob der Strang bereits wirkliche Nervenfasern oder nur Kettenfasern darstellt, kann ich nicht bestimmen. Sein Abgang vom Ganglion nimmt aber sieben Schnitte von je $7,5 \mu$ in Anspruch, geschieht also auf ziemlich breiter Basis. Sein Wachsthum nach vorn ist aber noch sehr gering, nicht weiter als etwa der Durchmesser des G. Gasseri beträgt. Sehr wesentlich aber ist, dass über dem eigentlichen Ophthalm. minor-Strange noch weitere, freilich sehr unregelmäßige Zellreste sich vorfinden, die sogar gleichfalls Zusammenhang mit dem dorsaleren Theil des G. Gasseri aufweisen und gleichzeitig netzförmig über einander gelagert erscheinen. Obwohl es scheint, als ob diese Zellen gelegentlich auch mit dem beginnenden Strange des Ophthalm. minor in Verbindung stehen, macht diese ganze, sich über einige zwanzig Schnitte vertheilende zerstreute Zellmasse den Eindruck, eine Bildung für sich und entweder ein Rest des basalen Theiles der früher mit der Commissur zwischen G. Gasseri und mesocephalicum zusammenhängenden Trigemiusplatte zu sein, oder dem Netzwerk zu entsprechen, aus dessen Maschen sich bei *Mustelus* und den andern Squaliden vermuthlich eine Verbindung zwischen dem Ophthalm. minor und jenen zu Grunde gehenden Resten des primären Trochlearis herstellt. Es ist schwer zu glauben, dass diese zerstreuten Zellmassen völlig zu Grunde gehen sollten; wenn sie aber erhalten blieben und bei dem Aufbau des definitiven Trochlearis Verwendung finden sollten, so könnten sie vielleicht in die distalen Zellketten aufgenommen werden, durch welche bei den übrigen Squaliden der absteigende Trochlearis vervollständigt wird.

Raja batis.

Die grundlegenden Vorgänge der Ganglienleistenbildung bei *Raja batis* stimmen mit denen von *Torpedo* in allem Wesentlichen überein, so dass es zur Darstellung derjenigen Verhältnisse, die für die Bildung der Trigemiusplatte und der aus derselben hervorgehenden Ganglien und Nerven bei *Raja* wichtig sind, aus-

reichen wird, ein Paar allgemeinere Bemerkungen hier vorauszuschicken.

Die für *Raja* charakteristischen Zustände betreffen die Natur der Neuomere, welche sich durch seitliche Hervorwölbung sehr viel stärker accentuiren und die geringere Compactheit der Trigeminsplatte selbst, welche durchgehends netzförmiger sich aufbaut, als bei *Torpedo*. In diesen beiden Eigenthümlichkeiten beruht aber zugleich der Werth, den die Untersuchung der *Raja*-Embryonen für die Erkenntnis der morphologisch-phylogenetischen Probleme besitzt, welche sich an den Trochlearis knüpfen.

Durch die verhältnismäßig starke seitliche Vorwölbung der Neuomere lässt sich bei *Raja* noch leichter als bei den übrigen Selachiern anschaulich machen, dass in den Bereich der Trigeminsplatte resp. des durch die Insertion der G. Gasseri-Wurzeln caudal und die Insertion des Trochlearis frontal begrenzten Gehirnbezirks vier Neuomere aufgehen, dass somit vier Neuomere und ihnen etwa zugehörige peripherische Nerven sich auf den Leibes- resp. Kopfabschnitt beziehen lassen, der durch die Mandibularhöhle, als Theil der Mesoderm-Gliederung, bezeichnet wird. Dabei muss aber festgehalten werden, dass das Neuomer, welches ursprünglich vor dem Facialis-Neuomer liegt und anfänglich von der Hinterhirnplatte freigelassen wird, auch bei *Raja* bald nach der Differenzirung der Trigeminsplatte durch das Sichrückwärtsschieben der Kopfganglienleiste in den Wurzelbereich des Ganglion Gasseri gezogen wird und ebenso wie bei den übrigen Selachiern sogar den Haupttheil der sensibeln Nervenwurzeln trägt. Ebenso bestimmt lässt sich aber auch bei *Raja* wiederum feststellen, dass der Haupttheil der Fasern des R. maxillaris inferior aus dem ursprünglich vor diesem Neuomer liegenden eigentlichen Trigemins-Neuomer stammt und in das Ganglion Gasseri durch die vorderen Wurzeln geleitet wird, welche diesem eigentlichen, ursprünglichsten Trigemins-Neuomer auf die Dauer verbleiben. Das G. Gasseri behält also auch bei *Raja* einen sich über zwei Neuomere ausdehnenden Wurzelbezirk und lässt schon dadurch seine Complicirtheit erkennen. Diese Verhältnisse verdienen Schritt für Schritt in ihrem Zustandekommen dargestellt zu werden — deshalb wende ich mich zur näheren Beschreibung der einzelnen Embryonal-Stadien und beginne mit einem Stadium von 4 mm Länge.

Embryo IV 215, sagittal geschnitten, 4 mm lang, zeigt eine von

der Höhe des späteren Vorderhirns bis zu dem zwischen Facialis und Trigemini liegenden Neuromer nicht unterbrochene Ganglienleiste, welche oberhalb des Mandibularhöhlen-Mesoderms sich staut und noch nicht zwischen Mandibularhöhle und Ectoderm ventralwärts hinabgewachsen ist (Taf. 22 Fig. 1). Der Theil, welcher das Trigemini-Neuromer bedecken soll, ist erst auf halber Höhe desselben angelangt. In diesem Stadium sind das Ohr-, das Facialis-, das davor liegende freie sowie das eigentliche Trigemini-Metamer bereits deutlich als gleichmäßig große gewölbte Abschnitte des Medullarrohres durch Einbuchtungen kenntlich, das spätere Trochlearis- und die davor liegenden Neuromere der vorderen Hirn-Abschnitte aber noch nicht durch Gliederungen angedeutet. Auf diesem Stadium ist die Hirnbeuge noch nicht über 70° fortgeschritten, und die Knickungsstellen auf der ventralen Wandung sind ziemlich abgerundet. Die Kopfbeuge, d. h. die Einbuchtung des Ectoderms in der Gegend der späteren Hypophyse, ist höchstens 45° und gleichfalls sehr abgeflacht.

Embryo IV 188 von 4,5 mm zeigt bereits die Trigeminiplatte in voller Breite, über dem Facialis- und Trigemini-Neuromer I ist die Wucherung der Ganglienleiste bereits bis zur ventralen Contur vorgeschritten; aber über der Mittellinie des Medullarrohres besteht noch ein ununterbrochener Zusammenhang der Ganglienleisten-Wucherung von dem Vorderhirn bis zum Trigemini-Neuromer II. Hirn- und Kopfbeuge haben etwas zugenommen, aber vor dem Trigemini-Neuromer I sind noch keine deutlichen Abgrenzungen weiterer Neuromere wahrnehmbar. Der Zusammenhang des Medullarrohres mit dem Ectoderm an der Umgebung des vorderen Neuporus ist noch intact (Taf. 22 Fig. 2).

Embryo IV 187, um Weniges weiter entwickelt, zeigt die Trigeminiplatte im Begriff, sich in zwei ziemlich gleich große Abschnitte zu gliedern, deren hinterer sich über das Trigemini-Neuromer I, der vordere über die Trochlearis-Neuromere hinab erstreckt (Taf. 22 Fig. 3). Das von letzterem bedeckte Stück des Medullarrohres, schmaler als die davor und dahinter liegenden, streckt sich mehr in die Länge und lässt die Vermuthung zu, dass sie aus zwei ursprünglich gesonderten Neuromeren bestehe, die aber zufolge der in ihrem Bereich sich vornehmlich einstellenden Hirnbeuge an freier Entfaltung gebindert werden.

Embryo IV 190, von 5 mm Länge (Taf. 22 Fig. 4), zeigt nun, dass der vordere Abschnitt der Trigeminiplatte, den der vorige

Embryo markirte, und der dem Trochlearis-Neuomer entsprach, nach vorn in eine auf das Vorderhirn zu gerichtete und mit dem dort hinabsteigenden vorderen Stück der Ganglienleisten-Wucherung in Zusammenhang stehende Platte ausläuft, aus welcher in weiterer Entwicklung das Ganglion mesocephalicum hervorgeht. Der Trochlearis-Theil der Hinterhirnplatte reicht über die Seite der Trochlearis-Neuomere bis auf die dorsale Mittellinie hinauf und bildet dort eine breite Platte, welche indess in diesem Stadium nicht mehr mit einer Ganglienleisten-Wucherung des davor liegenden Mittelhirns in Zusammenhang gefunden wird. Letztere ist vielmehr verschwunden, sie hat sich aufgelöst, nur hie und da bleibt bei einigen Embryonen noch ein Rest derselben erhalten. Dadurch markirt sich eine vordere Grenze der gesammten Trigemimusplatte, und diese vordere Grenze liegt da, wo später das Chiasma des Trochlearis sich ausbildet, zugleich die Grenze des Isthmus gegen das Mittelhirn. Verfolgt man dagegen den hinteren Abschnitt der Trigemimusplatte sowohl in seinem Zusammenhang mit dem Medullarrohr, als auch seine peripherische Ausbreitung, so sieht man, dass derselbe vor dem Vorderrande des Trigemimus-Neuomers I noch einen Fortsatz zur dorsalen Mittellinie des Neuralrohres entsendet, der freilich nicht mehr bis zur Mittellinie hinaufreicht, aber doch deutlich erkennen lässt, dass die Zellmassen dieses hinteren Abschnittes der Trigemimusplatte von dem Theil der Ganglienleiste herkommen, welche über dem Trigemimus-Neuomer I hervorwucherte. Caudalwärts reicht dieser hintere Abschnitt auf diesem Stadium noch nicht über den Hinterrand des Trigemimus-Neuomers I weg, das Trigemimus-Neuomer II ist ganz frei von Ganglienleistenzellen, sowohl dorsal wie lateral.

Nach der Peripherie erstreckt sich aber der hintere Abschnitt der Trigemimusplatte ventralwärts über den hinteren Theil der Mandibularhöhle hinab in den Kieferbogen und trifft daselbst zusammen mit demjenigen Theil des Mesectoderms, welcher von dem Zwischenhirn hinter der Augenblase am Innenrande desjenigen Theiles des Ectoderms sich ausdehnt, an welchem die Kopfbeuge sich bethätigt, und aus welchem die Hypophyse und weiter caudalwärts die Mundspalte — nicht die Mundbucht, weil es eine solche nicht gibt! — hervorgehen. Das hauptsächlichste Product dieses Theils der Trigemimusplatte bildet der spätere R. maxillaris inferior, und wir werden später sehen, dass auch die vordersten Wurzeln des G. Gasseri, durch welche der R. maxillaris inferior aus dem Medullarrohr aus-

tritt, aus Producten des hinteren Abschnittes der Trigemiusplatte gebildet werden. Ob und wie weit sich auch Fasern aus dem vorderen Abschnitt der Trigemiusplatte vielleicht sogar des G. mesocephalicum-Abschnittes an den Producten dieses ventralen Theils der Trigemiusplatte betheiligen, wird später erörtert werden.

An diesem selben Embryo kann man nun auch schon constatiren, dass in der That der Theil des Medullarrohres, aus welchem das Trochlearis-Neuromer gebildet wird, und über welchem die lange Ganglienleisten-Zellmasse sich findet, deren letzten Rest man noch in späteren Embryonalstadien über dem Chiasma antrifft, eine Längen-Entwicklung aufweist, die beträchtlicher ist als die der Trigemius- und Facialis-Neuromere; zugleich weist sie auch schwache Andeutungen einer doppelten Seitenwölbung auf, freilich ohne entsprechende Kerben- oder Pfeiler-Entwicklung im Innern des zugehörigen Hohlraums. Man kann diese doppelte Wölbung besonders auch daran constatiren, dass zwischen dem dorsalwärts über das Trigemius-Neuromer I gerichteten Ausläufer oder Rest des hinteren Abschnitts der Trigemiusplatte, also des hinteren Theils des späteren G. Gasseri, und des viel breiteren, vorderen, über dem Seitentheil des vorderen Trochlearis-Neuromers sich ausbreitenden Grundtheils der Trigemiusplatte, an deren Stelle später der proximale Theil des N. trochlearis hinabsteigt, — dass zwischen diesen beiden dorsalen Resten der Trigemiusplatte ein concaver Hohlraum zwischen ihr und dem Medullarrohr sich herstellt, welcher als Product der Vorwölbung des hinteren Abschnitts des langen Trochlearis-Neuromers anzusehen ist; diese Vorwölbung würde also einem ursprünglich selbständigen Neuromer, das füglich als Trochlearis-Neuromer II zu bezeichnen wäre, angesehen werden, und der davor liegende vordere bis zum Mittelhirn reichende Theil als Trochlearis-Neuromer I. Aber, wie gesagt, eine scharfe Trennung dieser beiden Neuromere nach Art derjenigen, die wir bei den Neuromeren des Trigemius, Facialis und auch zwischen Trigemius I und Trochlearis II finden, ist nicht vorhanden oder wenigstens nicht in gleicher Weise. Was ihr in späteren Stadien vielleicht entspricht, werden wir weiter unten hören.

Bei Embryo IV 189 von 6 mm Länge (Taf. 22 Fig. 5) ist die Trigemiusplatte schon etwas mehr auseinandergezogen, und die Verbindung zwischen den vorderen und hinteren Abschnitten etwas verdünnt. Der Übergang des vorderen Abschnittes in das spätere G. mesocephalicum ist in die Länge gezogen, der nach oben gerichtete

Strahl vor und über das Trigemini-Neuromer I wird geringer an Umfang und durchbrochen, während die auf die Mittellinie des Trochlearis-Neuromers I gerichtete Platte noch breit und ziemlich compact bleibt. Der hintere Abschnitt der Trigeminiplatte umfasst jetzt schon das ganze Trigemini-Neuromer I und fängt an, auf das Trigemini-Neuromer II hintüberzugreifen. Die Furche zwischen Trigemini-Neuromer I und Trochlearis-Neuromer II nimmt eine schräge Lage an, indem das letztere sich nach oben mehr zusammenschließt, während die beiden Trochlearis-Neuromeren verschmelzen und zugleich durch die Hirnbeuge sich ventral zusammendrängen. Dadurch wird nicht nur die zwischen ihnen bestehende seitliche Furche verflacht, sie verkürzen sich auch in ihren Bodenplatten gegenüber den angespannter bleibenden Flügelplatten. Aber man kann noch in diesem Stadium sehr gut die seitliche Wölbung der beiden Neuromeren erkennen; über dem vorderen Neuromer liegt der Rest der Ganglienleistenzellen des vorderen Abschnitts der Hinterhirnplatte.

Embryo VI 317 von 8 mm Länge zeigt uns nun die Trigeminiplatte im Begriff, mit dem hinteren Abschnitt über die Trennungsfurche der beiden Trigemini-Neuromere hinüberzugreifen und gleichzeitig nach hinten zu an Umfang zu gewinnen (Taf. 22 Fig. 6). Aber auch nach vorn vergrößert sie sich und incorporirt allmählich den vorderen Abschnitt in der Weise, dass er sich breiter mit dem hinteren verbindet und gleichzeitig den Zusammenhang mit der dorsalwärts über dem Trochlearis-Neuromer I liegenden Ursprungsplatte verringert. So gelangt der hintere Abschnitt zur Übermacht über den vorderen und damit auch zur indirecten Verbindung mit dem sich gleichfalls vergrößernden Stück, aus dem das *G. mesocephalicum* hervorgeht. Die beiden Trochlearis-Neuromere zeigen keine wesentliche Veränderung.

Ich überspringe nun die Beschreibung der Stadien von 9 und 10 mm Länge, um die Verhältnisse eines Embryos von 11 mm darzulegen, welcher in jeder Weise charakteristisch für die Entwicklungsweise von *Raja* ist, zugleich aber auch weitere Klarheit über die morphologisch-phylogenetische Bedeutung dieser Verhältnisse anbahnt.

Embryo VI 375 von 11 mm Länge (Taf. 22 Fig. 7) zeigt neben der cellulären Concentration des *G. Gasseri* und des *G. mesocephalicum*, wie wir sie ähnlich auch bei den übrigen Selachiern antreffen,

die spezifische Eigenthümlichkeit von *Raja* in der netzförmigen Auflösung der übrigen Theile der Trigemiusplatte. Die Concentration betrifft hauptsächlich ihren hinteren Abschnitt, welcher gleichzeitig durch Zellvermehrung sich stark ausdehnt und mit dem Haupttheil der Basalfläche schon unter das Trigemius-Neuromer II gerückt ist, während dem Trigemius-Neuromer I nur noch das sich immer mehr verschmälernde und ausziehende, wie ein vorderer Ausläufer erscheinende Wurzelstück verbleibt, durch welches später die Fasern des N. maxillaris inferior in und durch das G. Gasseri hindurchziehen. Im Gegensatz hierzu gestaltet sich der ursprüngliche vordere Abschnitt der Trigemiusplatte, welcher über dem Trochlearis-Neuromer I entstand und über dessen Seiten abwärts zog, immer mehr zu einer netzförmigen Bildung, deren Maschen neben, über und unter einander liegen und von unregelmäßiger Gestalt und ungleicher Größe sind. Diese Umgestaltung des vorderen Abschnitts der Trigemiusplatte geht auch auf den basalen Theil derselben über, wo er mit dem hinteren Abschnitt zusammentrifft, so dass von hier aus, also dem Vorderrande des jetzt als G. Gasseri anzusprechenden hinteren Abschnittes, bis hinauf auf das Dach des Trochlearis-Neuromers I ein solches unregelmäßiges Netz von Ganglienleitzellen zu sehen ist. Von diesem gehen auch Ausläufer an das G. mesocephalicum, resp. an den compacteren Verbindungsstrang derselben mit dem G. Gasseri, den wir bei *Torpedo* als Commissur kennen lernten. Diese netzartigen Reste des vorderen Abschnittes der Trigemiusplatte verbreiten sich durch den ganzen Raum zwischen Ectoderm, Medullarrohr und der Mandibular- und Prämandibularhöhle und werden durch die auch bei *Raja*-Embryonen bestehenden seitlichen Ectoderm-Einstülpungen bis tief in die spätere Sattelhöhle hineingeschoben. Man wird un schwer in diesen netzförmigen Resten, welche sowohl unmittelbar von der vorderen Peripherie des G. Gasseri als auch von dem dorsalen Rande der zum G. mesocephalicum führenden Commissur gegen die Einsenkung des seitlichen Ectoderms führen, die ähnlichen, netzförmig verstrickten Fasern wiedererkennen, welche schon von den Embryonen verschiedener Squaliden beschrieben und als Vorstadien des Ophth. minor und seiner zum späteren Trochlearis hinaufwachsenden Zweige erkannt wurden. Es ließ sich bei den *Mustelus*-Embryonen — und ebenso bei denen der Seylliden — immer nur wahrscheinlich machen, dass inmitten des mesodermalen Mesenchyms solche Reste der Trigemiusplatte vorkämen:

mit Sicherheit ließen sie sich aber nicht von den zahlreichen, sie umgebenden Mesenchym-Elementen unterscheiden. Bei dem vorliegenden *Raja*-Embryo, ebenso bei den weiter zu beschreibenden älteren Stadien ist der Nachweis solcher netzförmigen Reste sehr leicht, und es braucht schwerlich betont zu werden, dass die weitere Auflösung der Netze als solcher dazu führt, isolierte Zellelemente der Trigemiusplatte inmitten des Mesenchyms zu schaffen — gerade so, wie sie bei *Mustelus* gemuthmaßt wurden. Die Materialien zur Bildung des O. minor wären also auch bei *Raja* durch diese netzförmigen Bildungen vorgezeichnet — auch findet sich hie und da ein schwacher Ansatz zu einer specifischen O. minor-Anlage, aber zu einer wirklichen Ausbildung eines Ophthalm. minor kommt es bei *Raja* ebenso wenig wie bei *Torpedo* — ein Umstand, der von beträchtlichem Interesse ist¹.

Der Embryo VI 375 (Taf. 22 Fig. 7) bietet uns aber auch Gelegenheit, ein andres Verhältnis fester zu begründen. Wie schon hervorgehoben, ist bei keinem Selachier-Embryo klarer angedeutet, dass der von mir als Trochlearis-Neuromer benannte Abschnitt des Hinterhirns aus zwei von Hause aus geschiedenen Neuromeren besteht, als bei *Raja*. Diese größere Klarheit bei *Raja*-Embryonen liegt in dem Umstande, dass die seitlichen Wölbungen der einzelnen Neuromere bei der weiteren Entwicklung des Hirnrohres ungleich stärker sind, als bei den übrigen Selachiern. So geschieht es, dass der hintere Theil des Gesamt-Trochlearis-Neuromers eine fast vollkommen dem darauf folgenden Trigemius-Neuromer I gleiche Hervorwölbung seiner Seitenwandungen erkennen lässt, die aber anders gerichtet oder gelagert ist, als die darauf folgenden Trigemius I- und II- und das Facialis-Neuromer. Während die letzteren drei die Seitenwandungen des immer mehr auseinanderweichenden vierten Ventrikels darstellen, schließt das Trochlearis-Neuromer II, also der hier in Frage stehende hintere Theil des Trochlearis-Gesamt-Neuromers, den vierten Ventrikel nach vorn hin ab, seine

¹ EWART & MITCHELL (Sensory canals of the common Skate, in: Trans. R. Soc. Edinburgh Vol. 37 1892 pag. 90) sagen: »the superficial ophthalmic branch of the trigeminal so completely blends with the ophthalmicus superficialis division of the facialis that it is all but impossible to trace its fibres.« Vielleicht erklärt sich diese »Unmöglichkeit« durch den Umstand, dass ein O. minor auch bei dem von EWART & MITCHELL untersuchten Thieren schon im Embryo entweder nicht angelegt oder nicht ausgebildet wird.

Wandungen bilden die schräge Vorderwandung desselben in seinem Übergange zum Kleinhirn und Isthmus, welcher seinerseits aus dem vorderen Theile eben dieses Trochlearis-Gesamt-Neuromers, d. h. dem Trochlearis-Neuromer I, gebildet wird. Die Wandungen des Trochlearis-Neuromers II sind also mit ihrem concaven Theil fast caudalwärts gerichtet, und seine convexen äußeren Wölbungen richten sich infolgedessen fast quer gegen den Längsdurchmesser des vorangehenden Trochlearis-Neuromers I, das den Isthmus bildet; dass sich aber die Grenze beider Neuromere weniger scharf accentuirt, als bei den vorhergehenden Neuromeren, das liegt, wie schon früher mehrfach betont ward, daran, dass gerade diese beiden Neuromeren die eigentlichen Träger oder Angelpunkte der Hirnbeuge abgeben, in denen die jetzt schon fast rechtwinklige Knickung des Hirnröhres sich vollzieht, so dass die Wandungen beider Neuromere nicht in gleicher Richtung und Lagerung auf einander folgen können, sondern durch die Knickung des Gesamt-Hirnröhres seitlich und in ihren Basalthteilen auf einander gepresst erscheinen. Ob noch außer diesen Lagerungsverhältnissen Unterschiede der beiden Trochlearis-Neuromere in der Composition ihrer Wände Einfluss auf ihre äußere Erscheinung haben, lasse ich dahingestellt. Da aber das Trochlearis-Neuromer II dorsal durch die verdünnte Deckplatte, das Trochlearis-Neuromer I aber durch die höchst complicirten Windungen des Kleinhirns bedeckt wird, so wäre ein solcher Unterschied von vornherein begreiflich.

Dass es übrigens auch bei *Raja* nicht an Spuren einer vorübergehenden Ganglienbildung im Bereich der Trochlearis-Neuromeren fehlt, werden wir weiter unten noch erfahren, so dass also auch für einen Anschluss an die durch *Torpedo* repräsentirte Entwicklungsweise der Trigeminiplatte Anhaltspunkte gegeben sind.

Embryo VI 384 von 13 mm Länge möge hier angeführt werden als weiterer Zeuge für die Richtigkeit der Auffassung der Duplicität der Trochlearis-Neuromeren. Der auf Taf. 22 Fig. 8 abgebildete Schnitt zeigt auf das Deutlichste die Identität der Composition und Gestaltung des Trochlearis-Neuromers II mit den Trigemini- und Facialis-Neuromeren, während gleichzeitig vor demselben ein Ausschnitt des Isthmus des Trochlearis-Neuromers I sich als unabhängige Anschwellung zeigt, die auch noch als solche auf einem der Median-Ebene viel näher gelegenen Schnitt deutlich bleibt durch die Einschnürungen, die sowohl gegen das Trochlearis-Neuromer II als auch gegen das davor liegende Mittelhirn sich zu erkennen geben. Auch

sieht man auf den weiteren Schnitten, dass die innere Wandung dieses Trochlearis-Neuromers I eine leichte Concavität gegen das Lumen beibehält, weil dies Lumen auf den Schnitten zuerst in der Mitte des Neuromers auftritt und erst allmählich nach beiden Seiten hin sich vergrößert.

Ein Embryo von 21 mm Länge VI 301 zeigt in besonders deutlicher Weise, wie der ursprüngliche Zusammenhang des Trigemini-Neuromers I mit dem hinteren Abschnitt der Trigeminiplatte, also der Grundlage des späteren G. Gasseri, sich vermindert und nur noch in einem lang ausgezogenen, schmalen Strange besteht, während die Hauptmasse unter dem Trigemini-Neuromer II sich findet, in welches auch schon deutliche Wurzelfasern aus dem G. Gasseri eingedrungen sind. Durch jenen langen Strang treten später, wie schon oben bemerkt, Seitenhirnfasern aus dem Trigemini-Neuromer I aus, um den N. maxillaris inferior zu bilden (Taf. 22 Fig. 9).

Von demselben Embryo bilde ich einen Schnitt ab, 305 II 6, weil derselbe auf das Deutlichste celluläre Reste der netzförmigen Structuren des dorsalen Theils des vorderen Abschnittes der Hinterhirnplatte aufweist, durch welche hindurch die proximalen Trochlearisfasern bei nur um Weniges größeren Embryonen ihren Weg zu nehmen hätten (Taf. 22 Fig. 9b). Diese Zellen liegen dorsal von dem eingestülpten seitlichen Ectoderm der obsoleten Schleimcanal-Anlagen.

Bei einem Embryo von 23 mm Länge VI 555 finden sich auf der Höhe des Trochlearis-Neuromers II neben einigen wenigen zelligen Resten der Trigeminiplatte auch auf beiden Seiten des Embryos kleine, wie bei *Torpedo ocellata* gestalteten Ganglienkümpchen (VI 558 II 1 ff. und 562 I 2—8), welche sogar, besonders der auf 562 gelegene, eine deutliche Fortsatzbildung aufweisen. Sonst sind wenig oder keine Reste der netzförmigen Bildungen vorhanden. Solche ganglienartigen Reste sind nun ausnahmsweise zu finden.

Bei Embryonen von 25, 26 und 28 mm Länge habe ich ebenso wenig Spuren aufgelöster netzförmiger Structuren der Hinterhirnplatte gefunden, wie auch nur den leisesten Anfang der proximalen Trochlearisfasern. Erst ein Embryo von 33 mm Länge lässt den Anfang der letzteren erkennen.

Dieser Embryo IV 263, also von 33 mm Länge, lässt auf beiden Seiten ziemlich deutliche, aber, da er sagittal geschnitten ist, doch

nicht im Zusammenhange erkennbare Fasern mit Kernen beobachten. Der erste Schnitt, auf welchem sich solche Fasern zeigen, ist bei 272 II 2. Der Schnitt liegt beträchtlich innerhalb des Isthmus, trifft also nicht das Medullarrohr an dieser Stelle, während sowohl das Mittelhirn, wie auch die Trigemini-Neuromere und das Trochlearis-Neuromer II, als seitlich viel weiter vorspringend, durchschnitten sind. Zwischen beiden sieht man das Mesenchym der späteren Sattelgegend und gerade auf der Höhe des Isthmus eine feine Faser mit zwei aufeinander folgenden Kernen; neben und vor dieser kurzen Faser liegen noch zwei andere Fasern, jede mit einem Kern. Auf dem folgenden Schnitt 273 I 1 finden sich wiederum einzelne Kerne mit lang ausgezogenen Ausläufern, die durch die Färbung ihres Plasmas sich als nervös kennzeichnen. Einige liegen in derselben Richtung, wie die nach dem vorigen Schnitt, andre aber liegen so, als bildeten sie einen nach hinten und unten gerichteten Bogen, der von jenen gleichgerichteten Fasern abgeht, resp. auf sie zu läuft. Auch weiter ventral finden sich noch isolirte Kerne mit Ausläufern. Ein ähnliches Bild zeigt der folgende Schnitt, ja auf demselben liegt weiter ventral ein Kern mit langen, äußerst feinen, nach beiden Seiten gerichteten Ausläufern, dessen dorsal gerichteter auf einen andern Kern zugeht und mit dessen Plasma zu verschmelzen scheint. In der Hauptrichtung des späteren Trochlearis findet sich ein Stück Faser mit drei lang ausgezogenen spindelförmigen Kernen. Auch der folgende Schnitt bietet solche Bilder, und der dann folgende, also 273 I 4, lässt sogar eine größere Zahl solcher langer Fasern von feinstem Plasma mit mehreren auf einander folgenden spindelförmigen Kernen erkennen, die in einander unter einem Winkel von 30—40° sich kreuzenden Richtungen verlaufen. Schnitt I 5 bringt auch derlei und, noch ventraler gelegen, also in der Nähe der tiefsten Einsenkung des Ectoderms, eine fast quer gerichtete Faser mit mehreren Kernen. All diese Schnitte lassen nicht erkennen, ob die Faserstücke sämmtlich als Theilstücke der aus dem Medullarrohr austretenden proximalen Trochlearis-Fasern zugehören, oder ob sie Producte der netzförmigen Reste der Trigeminiplatte sind.

Leider kann ich nicht an noch weiter entwickelten Embryonen von *Raja batis* das definitive Zustandekommen des Trochlearis untersuchen, da mir ältere Embryonen fehlen.

An ihrer Statt will ich hier den Befund mittheilen, den ich an Embryonen von *Raja asterias* gemacht habe, deren Ähnlichkeit mit

R. batis in andern Entwicklungsthatsachen wenigstens wahrscheinlich erscheinen lässt, dass auch die Verhältnisse des Trochlearis nicht allzu weit von denen der *R. batis* abweichen werden.

Einige Stadien von *Raja asterias*.

Ein Embryo von 17 mm XXIVa 517 zeigt, dass als Rest der Trigeminiplatte auf 520 II 1—3 ein lockerer, sich theilender Strauch existirt, welcher von der Commissur zwischen G. Gasseri und G. mesocephalicum schräg dorsalwärts abgeht, aber sich sehr bald im Mesenchym verliert, wo seine weiteren Componenten nicht mehr unterschieden werden können; man kann aber auf einem der nächsten, der Mitte näher liegenden Schnitte noch deutliche netzförmige Reste der Trigeminiplatte constatiren.

Ein anderer Embryo von 20 mm Länge (XXIVa 527) lässt bereits Trochlearisfasern erkennen, aber noch nicht in definitiver Gestalt. Auf 540 und 541 kann man nämlich über dem seitlichen Theile des Isthmus mehrere Fasern erkennen, die kernbesetzt sind und auf 540 II 7 und 8 in mehrere einreihige Kettenfasern auseinanderlaufen und neben und unter die weit nach innen vordringende seitliche Ectoderm-Einsenkung hinabreichen, dabei, wie es scheint, sogar an Zahl zunehmen. Leider lassen sich diese Fasern nicht weiter verfolgen, so dass ihr Verlauf nicht klar wird, aber auf 541 III 6 und 7 erkennt man über dem Obliquus superior ihm parallel laufende Kernfasern, die in ihn eintreten, also offenbar die peripherischen Enden des Trochlearis darstellen. Dass diese Auffaserung des proximalen Trochlearis nicht der definitive Zustand der Nerven ist, lehrt der folgende Embryo.

Embryo XIV 391 von 27 mm Länge zeigt einen bereits concentrirteren Trochlearisstamm, der auf der Seite des Isthmus abwärts zieht, aber auf 393 II 12 eine Kettenfaser erkennen lässt, welche nach außen und vorn schräg neben dem Mittelhirn verläuft. Diese Faser kann ich leider auf dem benachbarten Schnitte nicht verfolgen, da derselbe zu abgeblasst ist. Aber die Richtung derselben ist so auffallend, dass es schwer ist, sich vorzustellen, sie sei aus dem Trochlearis-Neuromer ausgewachsen: man ist eher geneigt, sie für ein Product der netzförmigen Reste der Trigeminiplatte zu halten. Auf den folgenden Schnitten sieht man eine Menge auseinanderweichender Kettenfasern im Innern der Sattelbeuge, bei

denen allen aber dieselbe Unsicherheit bezüglich ihrer Herkunft bestehen bleibt.

Ein Embryo von 35 mm Länge XXIV 373 zeigt gleichfalls eine Zerkleinerung des proximalen Trochlearis, sobald derselbe über die vorspringenden Seitentheile des Medullarrohres nach abwärts vorgedrungen ist. Diese Zerkleinerung scheint zugleich eine Netzbildung zu involviren, aber auch eine Spaltung des Trochlearis in die schon bei den andern Selachiern beobachtete Dreitheiligkeit seiner distalen Reste, welche getrennt durch die Wandungen des Orbitalknorpels gehen, wo sie dann entweder vereinigt oder auch zu zweien gesondert in den Obliquus superior einlaufen.

Auch bei diesem Embryo bleibt die Frage ungelöst, welchen Antheil an der Auffaserung und Netzbildung des Trochlearis-Stranges etwa die Überreste der Trigeminiplatte haben, und da ich — vor der Hand wenigstens — kein ausreichendes Material von Raja-Embryonen besitze, um zu einer Klärung zu kommen, so muss es einstweilen bei der offenen Frage bleiben.

Zusammenfassung.

Die Entwicklung von *Raja*-Embryonen bringt die Neuromer-Bildung ausgeprägt zur Anschauung, da die seitliche Hervorwölbung der einzelnen Neuomere größer ist, als bei den andern Selachiern, — dementsprechend die Einschnürungen zwischen den Neuomeren tiefer. Dieser Umstand lässt auch das Trochlearis-Neuomer noch deutlicher aus zwei ungleichen Theilen bestehend erkennen, wodurch die Auffassung, er sei ursprünglich aus zwei selbständigen Neuomeren gebildet, gekräftigt wird.

Das zweite Trigemini-Neuomer, welches ursprünglich ohne Ganglienleisten-Wucherung angelegt wird, wird sehr früh schon als Wurzelterritorium des G. Gasseri in Anspruch genommen.

Die Trigeminiplatte ist bei *Raja* weniger kompakt, als bei *Torpedo*, ja sie löst sich frühzeitig in netzartige Bildungen auf, deren Zusammenhang mit der Scheidenzellbildung der Trochlearis-faser leider nicht ganz ins Klare zu setzen war. Es fehlt nicht an Andeutungen von Ganglienbildung im Bereich der Trochlearis-Neuomere; dagegen unterbleibt die Bildung eines Ophthalmicus minor, ähnlich wie bei *Torpedo*. Ob in den Resten der sich auflösenden Trigeminiplatte und in den gelegentlich vorkommenden kleinen

Trochlearis-Ganglien wirkliche Ganglienzellen sich noch vorfinden, ließ sich ebenso wenig ermitteln, wie die Trochlearisfasern bis zum Obliquus superior zu verfolgen waren.

IV. Über die morphologische Bedeutung des Trochlearis.

In dem ersten Abschnitt dieser Studie habe ich die thatsächlichen Ergebnisse niedergelegt, welche meine Untersuchungen über die Bildung der Neuromere bei *Torpedo* und *Mustelus* gefördert haben; in den Abschnitten über die Trochlearis-Bildung von *Rajabatis* und *Scyllium catulus* sind weitere Angaben über die Neuromer-Bildung dieser beiden Selachier enthalten. Ich will nun versuchen, die Tragweite dieser Resultate für die Frage nach der Bedeutung des Trochlearis zu ermitteln.

Dabei darf ich unmittelbar anknüpfen an die Erörterungen, welche den Schluss der 23. und 24. Studie bilden, besonders derjenigen, die l. c. pag. 248 beginnen. Ich hatte dort die Frage zu behandeln, ob der Obliquus superior als ein Myotom- oder als ein Visceral-Muskel anzusehen sei — eine Frage, die seit Jahrzehnten mal so, mal so beantwortet wird. Damals hatte ich speciell die Schlussfolgerungen ins Auge zu fassen, durch welche KOLTZOFF das Problem zu lösen gedachte, indem er den Obliquus superior als Myotom-Muskel und den Trochlearis als ventralen motorischen Nerven proclamirte.

Auf die Argumente, welche ich l. c. pag. 250ff. gegen diese Auffassung geltend machte, will ich zunächst nicht zurückkommen, vielmehr sie zu ergänzen suchen durch diejenigen, welche aus den Entstehungs- und Entwicklungs-Verhältnissen des Trochlearis neu gewonnen worden sind. Und da steht an erster Stelle der Befund, den die Untersuchung der *Torpedo*-Embryonen ergeben hat.

Schon vor mehr als 20 Jahren habe ich in der 10. Studie pag. 478 die Angabe gemacht, dass bei *Torpedo*-Embryonen die Entstehung des Trochlearis im Zusammenhang mit einem Ganglion geschähe, das vor dem G. Gasseri gelegen sei, und benutzte diese Angabe als Argument gegen die damals schon von VAN WIJHE behauptete Natur des Trochlearis als ventralen Vorderhirn-Nerven. Ich habe später diese Angaben allerdings wesentlich modificirt und ebenso die darauf basirten Folgerungen widerrufen, weil bei weiter ausgedehnten Untersuchungen so viel Abweichungen des thatsächlichen Verhaltens in der Entwicklungsweise des Trochlearis zu Tage traten,

dass es schließlich nicht gelang, ohne eine fundamentale und vergleichende Untersuchung die einzelnen sich widersprechenden Befunde in ihrer wirklichen Tragweite zu beurtheilen.

Bald nach dieser ersten Erwähnung ward ein Ganglion des Trochlearis durch HOFFMANN bei *Lacerta*-Embryonen beschrieben (Z. Anz. 12. Jahrg. 1889 pag. 338). Es fand sich in frühen Embryonalstudien in Zusammenhang mit dem Trochlearis — aus HOFFMANN'S Beschreibung geht seine anfängliche Entwicklungsgeschichte freilich nicht hervor —, geht aber bald völlig zu Grunde¹.

Zwei Jahre später ward ein Trochlearis-Ganglion der Torpedines durch FRORIEP wieder aufgefunden und in ausführlicherer Weise beschrieben (Verh. d. Anat. Ges. 5. Vers. 1891). FRORIEP schildert mehrere Stadien der Entwicklung: zuerst die Anlage des »primären Trochlearis«, danach dessen Zerfall und die Herausbildung eines Ganglion aus demselben, welches bei Embryonen von 16 mm Länge in Faser-Zusammenhang mit dem eigentlichen Trochlearisstrange gefunden wird, bei Embryonen von 20 mm aber bereits wieder verschwunden sei — also Befunde, wie sie im ersten Theile dieser Studie vielfach genau beschrieben wurden.

FRORIEP scheint in diesem Aufsatz geneigt, die von jenem Ganglion ausgehenden Fasern als die Grundlage des Trochlearis anzusehen, denn er sagt (l. e. pag. 60): »Die Untersuchung dieser *Torpedo*-Embryonen drängt zu der Annahme, dass der Trochlearis durch Umwandlung oder Ausläuferbildung der Ganglienzellen an Ort und Stelle entsteht. Diese Annahme hat bei den vorliegenden Erfahrungen über das centrifugale Auswachsen der motorischen Nervenfasern beinahe etwas Monströses. Ich kann auch nicht den bestimmten Nachweis dafür erbringen. Aber wenn man die erwähnte Auflösung der Wurzelfeiste in einzelne Zellgruppen, das Auftreten von feinen Protoplasmafäden an und zwischen diesen Zellgruppen, das plexusartige Zusammentreten dieser Fäden, das Schwinden der Zellen und die Consolidirung eines einheitlichen Trochlearis-Stämmchens in den Präparatenreihen verfolgt, so wird man wohl oder übel dazu gedrängt, den Entstehungsmodus des Trochlearis als einen ganz eigenartigen sich vorzustellen.«

¹ Ich habe bei Embryonen von *Lacerta muralis* dieses Ganglion wieder aufgefunden; es liegt dorsal neben dem Kleinhirn-Neuromer, besteht aus einem kleinen Klümpchen von Ganglienleistenzellen, offenbart aber, so weit ich sehen konnte, keine weitergehenden Differenzirungen. An Deutlichkeit ist es nicht entfernt mit den Ganglien bei Selachiern, zumal den Torpedines, zu vergleichen.

Ich habe diese Äußerungen FRORIEP's wörtlich wiedergegeben, weil sie durchaus den Auffassungen entsprechen, die sich auch mir wieder aufgedrängt hatten, nachdem ich nur, sozusagen, gelegentliche Beobachtungen über die Bildungs- und Entstehungsweise des Trochlearis bei *Torpedo* aufgestellt hatte, welche FRORIEP bekämpft (a. a. O. pag. 57), wonach trotz des Vorhandenseins der betreffenden Ganglien dieselben doch mit der eigentlichen Entstehung des Trochlearis nichts zu thun hatten (siehe Anat. Anz. 1890 pag. 61). Diese Angaben resultiren aus einer Anzahl ganz richtiger Beobachtungen über die Unabhängigkeit der Trochlearis-Strang-Bildung von den Ganglienresten, die gelegentlich neben ihm gefunden werden, ohne mit ihm in Faser-Verbindung zu treten: all diese Beobachtungen waren eben nicht vollständig genug, um ein abschließendes Urtheil zu bilden. So ist es nun auch FRORIEP und in noch höherem Grade auch mir gegangen, als wir in vielen Fällen deutliche Beziehungen von Fasersträngen dieser Ganglien mit dem Trochlearis auffanden und daraus auf eine centripetale Faserbildung des Trochlearis schlossen: die Zweideutigkeit dieses Befundes ward mir aber erst ganz klar, als es mir endlich glückte, neben umfassenden Feststellungen über die Ontogenese des Trochlearis bei beiden *Torpedo*-Arten, auch die Entstehung desselben bei den Squaliden in seinen Einzelheiten zu eruiren und die darüber existirenden Angaben MISS PLATT's, MITROPHANOW's und NEAL's zu bestätigen und wesentlich zu erweitern. Erst bei den Squaliden ließ sich ganz klar stellen, dass der eigentliche, typische Trochlearis, was zuerst KASTSCHENKO ausgesprochen hat, überall ein auswachsender Medullarrohr-Nerv ist, wie alle übrigen motorischen Nerven, seien sie nun Vorderhorn- oder Seitenhorn-Nerven, und dass seine Beziehungen zu Resten der Ganglienleiste bei *Torpedo*-Embryonen resp. zu aufsteigenden Zweigen (Kettenfasern) des Ophthalmicus minor bei Squaliden auf Andres deuten, als auf die Entstehung der leitenden motorischen Fasern des Trochlearis.

In der Ermittlung der Ursprungsverhältnisse des Trochlearis bei Squaliden verdanken wir die ersten Aufklärungen MISS PLATT in ihrer »Contribution to the Morphology of the Vertebrate Head, based on *Acanthias*« (Journ. Morph. Boston Vol. 5 1891). Dort zuerst nannte sie den von VAN WIJHE noch als Ramus dorsalis bezeichneten vorderen Theil der Trigeminiplatte den »primären Trochlearis« (l. c. pag. 92) und beschreibt die Entstehung desselben bei *Acanthias*-Embryonen. Miss PLATT vergleicht diese Entstehung mit den von

mir früher beschriebenen Verhältnissen bei *Torpedo*-Embryonen, ist aber nicht völlig darüber ins Klare gekommen, wie weit die auch bei *Acanthias* vorhandenen Reste des »primären Trochlearis« den Ganglien bei *Torpedo* entsprechen, zumal da bei den Squaliden, also auch bei *Acanthias*, der Ophthalmicus minor eine wichtige Rolle in der Trochlearis-Entwicklung spielt, die bei *Torpedo* zugleich mit dem Ophthalm. minor wegfällt. Was Miss PLATT l. c. pag. 94 über diese Verhältnisse bei *Acanthias*, *Galeus*, *Scyllium* und *Pristiurus* sagt, ist nicht auf hinreichend großes Vergleichsmaterial gegründet und entbehrt deshalb der sonst in ihren Darstellungen gefundenen Anschaulichkeit. Die Abbildungen Taf. 4 Fig. 1—7 geben ein sehr schematisches Bild dessen, was Miss PLATT gesehen hat und was darauf deutet, dass bei *Acanthias* die Beziehungen des Trochlearis zum Ophthalm. minor im großen Ganzen dieselben sind, wie bei *Mustelus*, *Scyllium* und *Pristiurus*, wie sie ausführlich von mir dargestellt sind; deshalb weichen sie aber auch wesentlich ab von dem Entstehungsmodus bei *Torpedo*, dessen »primärer Trochlearis« in Gestalt der beiden Ganglien sich an dem Aufbau des definitiven Trochlearis beteiligt, wenn auch nur durch Lieferung des ihn bekleidenden Scheidenmaterials, während ein sensibles Nervengeflecht mit Ganglienzellen zwar gebildet wird, aber schon im Embryo wieder zu Grunde geht. Bei den Squaliden treten diese Ganglien zwar auch auf, gehen aber rasch zu Grunde, ohne Antheil am Aufbau des definitiven Trochlearis zu nehmen, der sein Scheidenzellen-Material vielmehr aus aufsteigenden Zweigen des Ophthalm. minor erhält, der wiederum bei *Torpedo* nicht gebildet wird. Dass dem so ist, geht z. B. aus den von *Galeus canis* auf Taf. 22 Fig. 10 abgebildeten Ganglienresten des »primären Trochlearis« hervor, die durchaus den bei *Torpedo* sich findenden Ganglien entsprechen, aber frühzeitig zu Grunde gehen, ohne ihr Zellmaterial an den Trochlearis abzugeben. Und so geschieht es auch bei vielen Embryonen der übrigen Squaliden, bei denen dann der Ophthalm. minor hervorwächst.

Miss PLATT beschreibt nun, dass, wenn der »primäre Trochlearis« sich bei *Acanthias* auflöst, eine Reihe von Zellen übrig bleiben, welche vom G. Gasseri aus nach vorn gerichtet sind, über die dorsalen Partien der Mandibularhöhle sich lagern und auch auf der dorsalen Seite des sich weiter differenzirenden M. obliquus superior gefunden werden. Dieselben sollen homolog dem Ophthalm. minor sein, wie VAN WIJHE ihn abbildet, sollen aber etwas anders entstehen als bei *Pristiurus* und *Scyllium*. »In *Galeus*, as in *Acanthias*,

this nerve does not arise, as is the case with *Scyllium* and *Pristiurus*, from the ganglion-root of the trigeminus, but in common with the ramus ophthalm. profundus from the anterior portion of the Gasserian ganglion« (pag. 94), so beschreibt Miss PLATT den Thatbestand und sagt dann, sie sei unsicher, ob diese Zellen, die den Ursprung der distalen Theile des Trochlearis bilden, sich mit denen vergleichen ließen, die von mir als die Grundlage des Trochlearis-Ganglion angesehen würden, und vielleicht mehr den bei *Acanthias* gleichfalls zu Grunde gehenden Resten des »primären Trochlearis« entsprechen.

Miss PLATT hat durch diese Bemerkungen bewiesen, dass sie sich des Unterschiedes in der Entstehung des Trochlearis bei *Torpedo* und den Squaliden bewusst, aber nicht sicher war, wie sie denselben zu erklären vermöchte.

Aber auch ihre Beobachtungen über die Entstehung des definitiven Trochlearis und seine Beziehungen zum Ophthalm. minor bereiten ihr beträchtliche und begreifliche Schwierigkeiten, die sie zu dem Ausspruche drängen (l. c. pag. 97): »in part, the trochlearis and the ramus ophthalmicus superficialis trigemini are simply parts of one and the same nerve, from which nerve a branch passes to the surface of the superior oblique muscle.« Dieser Ausspruch, der z. Th. sicherlich berechtigt ist, enthält aber wiederum die Schwierigkeit, ihn mit den Verhältnissen auszugleichen, die wir bei *Torpedo* vor uns haben, wo kein Ophthalm. minor besteht und auch im Embryo nicht angelegt wird, wo aber doch der Trochlearis genau wie bei den Squaliden den Obliquus superior innervirt. Wir werden diese Schwierigkeit zu lösen versuchen müssen.

Zwei Jahre später als Miss PLATT bespricht MITROPHANOW dieselben Probleme in seiner »Étude embryogénique sur les Sélaciens« (Arch. Z. Expér. [3] Tome 1 p. 172); er behandelt sie an *Raja*- und *Acanthias*-Embryonen. Was Miss PLATT den »primären Trochlearis« nennt, nennt MITROPHANOW »racine antérieure du groupe trijumeau« und spricht sich am Schluss seiner Darstellung folgendermaßen aus (l. c. pag. 179): »la racine antérieure subit un changement régressif; sa partie distale produit, en connexion avec la partie centrale du germe, le ramus ophthalmicus superficialis, portio trigemini; son bout proximal s'étant détaché de sa partie distale, reste quelque temps comme ganglion transitoire qui, selon FRORIEP, prend partie à la formation du nervus trochlearis, tandis que ce dernier se trouve peut-être en relation génétique avec le ramus ophthalmicus superficialis portio trigemini (S. PLATT).«

Durch diese Erklärung, welche sowohl den Entwicklungs-Modus der Torpedines als auch den der Squaliden acceptirt, sind freilich die Schwierigkeiten nicht gelöst, die sich daraus ergeben, dass die einen den Trochlearis aus Resten des primären Trochlearis, die andern aus aufsteigenden Zweigen des Ophthalmicus minor sich ergänzen lassen.

In seiner durch Schärfe der Beobachtung wie durch Vielseitigkeit der Betrachtungen gleich ausgezeichneten Arbeit »the segmentation of the nervous system in *Squalus acanthias*« (Bull. Mus. Harvard Coll. Vol. 31 1898 p. 235 ff.) hat sich dann NEAL mit der Frage nach der morphologischen und histogenetischen Entwicklung des Trochlearis beschäftigt und die verschiedenen Fragen sehr eingehend erörtert.

Auf pag. 236 gibt NEAL eine Darstellung seiner eignen Beobachtungen, denen zufolge der Trochlearis bei Embryonen von 19 bis 20 mm Länge als ein kernloser fibrillenführender Strang zwischen seinem Enecephalomer II und III entsteht und auf halber Entfernung zu seinem Endorgan, dem Obliquus superior, als ein auseinander fahrendes Bündel feinsten Fasern mitten im Mesenchym gefunden wird. Von einem Ganglion oder einer Gruppe von Ganglienleitzellen, die man etwa so nennen könnte, hat NEAL nichts gefunden; die letzten Spuren derselben — also des primären Trochlearis! — gehen schon bei Embryonen von 17 mm Länge verloren. Bei Embryonen von 21 mm Länge beginnen, nach NEAL, Wanderzellen des Ophthalm. minor sich an die nackten Trochlearisfasern anzulegen, bis derselbe vollkommen von Zellen und Nerven eingeschidet ist. Eine Anastomose der Trochlearisfasern mit denen des Ophthalm. minor stellt NEAL aber als sehr zweifelhaft hin. Allmählich vereinigen sich die anfänglich pinselförmig auseinanderfahrenden Trochlearisfasern zu einem Strange — was NEAL durch die Annahme zu erklären meint, dass die auseinanderlaufenden Fasern ihr Endorgan, den Obliquus superior, suchen.

Im Gegensatz zu Miss PLATT ist NEAL abgeneigt, in den als Zellketten aufsteigenden Zweigen des O. minor Anzeichen von morphologisch oder phylogenetisch bedeutsamen Vorgängen zu sehen: so lange er nur mit in Sublimat conservirten und mit Carmin oder Hämatoxylin gefärbten Präparaten arbeitete, habe er freilich mit FRORIEP an eine Differenzirung des Trochlearis aus mesenchymatösen Zellen in situ geglaubt, bessere Methoden hätten ihn aber gelehrt, diese Auffassung als werthlos anzusehen, weil jene Zellketten nur SCHWANN'sche Zellen für den Trochlearis lieferten.

Wie weit dies Argument die ihm von NEAL gegebene Tragweite wirklich besitzt, werden wir weiter unten noch zu erörtern haben: es erscheint doch nicht zufällig, dass grade die so weit vom Ursprung des Trochlearis entfernt liegenden Scheidenzellen des O. minor auch die Scheidenzellen des Trochlearis liefern, während der ebenso nah oder ebenso weit liegende Ophthalm. superficialis major niemals an dieser Lieferung sich beteiligt. Dass ferner bei *Acanthias* kein Rest der Ganglienleiste erhalten bleibt, um sich in dieser oder jener Weise an der Herstellung des Trochlearis zu beteiligen, mag richtig sein: ob es aber immer so gewesen sei, bleibt nun so mehr zweifelhaft, als der Befund bei *Torpedo* beweist, dass genetische Beziehungen zwischen Trochlearis und diesen Ganglienresten noch heute, wenn auch nur vorübergehend bestehen, und diese Ganglien auch bei *Acanthias*, *Galeus* und den meisten Squaliden in ihrer charakteristischen Lagerung gefunden werden, aber früher zu Grunde gehen, als bei den Batoiden. Ob mithin Miss PLATT mit dem Herbeiziehen morphologisch-phylogenetischer Gesichtspunkte oder NEAL mit deren Abweisung im Rechte sei, werden wir gleichfalls noch näher zu erörtern haben.

Zu dieser Erörterung bedarf es aber des Hereinziehens eines weiteren Factors, den auch NEAL in ausführlicher Weise benutzt hat: der Frage nach der Natur und Bedeutung der Neuro- oder Encephalomeren.

NEAL hat eingehend und scharf die Frage beleuchtet, ob die Neuromerenbildung als ein morphologisch-phylogenetisches Ereignis anzusehen sei, oder ob sie nur auf mechanisch-structurelle Einflüsse der Lagerung und Differenzirung der einzelnen Abschnitte des Gehirns zurückzuführen sei. NEAL erklärt sich mit Entschiedenheit für die erstere Alternative, wie es denn auch jetzt wohl ziemlich allgemein geschieht. In umfassender Erörterung (l. c. pag. 240—275) sucht NEAL seine Auffassung darauf zu stützen, dass er die Neuromeren in ihrem Zusammenhang sowohl mit den peripherischen Nerven und Ganglien als auch den Mesomeren und Branchiomeren erörtert und mehrfache Tabellen gibt, welche diese Zusammenhänge anschaulich machen sollen.

Auf diesem principiellen Boden sind ihm Andre vorangegangen und werden wahrscheinlich alle weiteren Erörterungen des »Kopfproblems« nachfolgen; Differenzen werden aber im Einzelnen nicht ausbleiben — und hier, wo es sich um die Deutung des Trochlearis und seiner Beziehungen zu seinem Neuromer und seinem Meso-

mer handelt, werde ich deshalb auch auf die Frage der Neuromeren ausführlich einzugehen haben.

Als zum Gebiet der Trigemiusplatte gehörig, deren vorderster Ursprung durch das spätere Chiasma bezeichnet wird, habe ich in meiner voraufgehenden Darstellung auch dasjenige Neuromer betrachtet, welches erst nachträglich in den Wurzelbezirk des G. Gasseri einbezogen wird, aber auffallenderweise bei allen Vertebraten an der Wucherung der Ganglienleiste keinen Antheil nimmt. Diese allbekannte Erscheinung deutet NEAL dahin, der Ausfall der Ganglienleistenwucherung hänge wahrscheinlich zusammen mit einem Ausfall eines Visceralbogens. »Since, however, the disappearance of the splanchnic portion of this segment may have been due simply to a union with the corresponding portion of the anterior (mandibular) segment, it is also possible that the dorsal nerve has fused with the nerve of the anterior segment, the trigeminus. This conclusion seems indeed supported by the evidence that at least some of the fibres of the trigeminus roots have their nucleus in the lateral horn of this (7th) encephalomere« (l. c. pag. 256).

Wie weit NEAL hiemit im Recht sei, lasse ich einstweilen dahingestellt: nur so viel möchte ich sagen, dass ich principiell mit dieser Erklärung einverstanden bin. Eine spätere Erörterung derselben behalte ich mir vor.

Wird aber dieses Neuromer IV NEAL's mit in den Bezirk der Trigemiusplatte eingerechnet, so ergeben sich zunächst 2 Neuromeren, die von mir als Trigemius-Neuromeren 1 und 2 bezeichnet werden, als dem Ganglion Gasseri zugehörig. Durch die ursprüngliche Ausdehnung der Trigemiusplatte bis zum Vorderende des späteren Kleinhirns, d. h. also bis zur hinteren Begrenzung des Mittelhirns, wird aber nach NEAL noch ein weiteres, sein Neuromer III, als Ursprungspartie dieses Theils der Ganglienleiste angesehen, und dieses Neuromer zeichnet sich vor den beiden andern durch bedeutendere Größe wesentlich aus. Aber es hat noch eine weitere bemerkenswerthe Eigenthümlichkeit: in einer späteren Differenzirung liefert es sehr wesentlich verschiedene Producte. Seine hintere Hälfte gleicht als Rautenlippe und Rautenohren (EDINGER) in seinem Bau im Wesentlichen den übrigen Neuromeren des Rautenhirns und schließt dasselbe nach vorn hin ab, während die vordere Hälfte eine ganz andre Entwicklung einschlägt und zum Kleinhirn wird. Grade an der Grenze zwischen diesen beiden so verschiedenartigen Gebilden beginnt die Hirnbeuge

schon in sehr frühen Stadien und bewirkt, dass die hintere Hälfte sich fast quer stellt — darum auch die Rautengrube nach vorn abschließt — die vordere aber durch die Knickung nahezu rechtwinklig zu der hinteren sich stellt. Wenn irgendwo, dürfte also hier von einer mechanisch bewirkten Zusammenpressung der Wandungen gesprochen werden, die vielleicht einen äußerlich wahrnehmbaren Ausdruck in dem Wegfall einer schärferen Abgrenzung der beiden Hälften dieses größten Neuromers findet, von denen ich, mit ZIMMERMANN, annehme, sie stellen zwei von Hause aus getrennte Neuromeren dar, deren jedes einzelne eine differente Entwicklung eingeschlagen habe.

Zur Unterstützung dieser Auffassung habe ich aber auf pag. 374 die Thatsache angeführt, dass bei *Raja*-Embryonen — auch bei *Acanthias* findet sie sich — eine leichte Einschnürung gefunden wird zwischen dem hinteren und vorderen Theil dieses langen Neuromers, eine Einschnürung, die sich auf Sagittalschnitten am besten constatiren lässt. Dass dieser Einschnürung keine innere Leiste entspricht, wie bei den andern Neuromeren, und noch weniger eine Kerbe, wie bei den *Torpedo*-Neuromeren, ist freilich nicht zu leugnen; darum fehlt auch ein essentieller Theil des Beweises für die Doppelnatur dieses Neuromers: aber, wie gesagt, suche ich in der durch die Hirnbeuge hervorgebrachten Zusammenpressung beider Abschnitte einen Grund für das Nichtauftreten dieser Leiste, durch welche die Zellmassen in andrer Weise geordnet sein könnten, als sie es bei den übrigen Neuromeren sind.

Diesem langen, von mir als aus zweien verschmolzen angesehenen Neuomer entspricht nun auch der lange vordere Theil der Trigemiusplatte, den wir mit Miss PLATT den primären Trochlearis genannt haben. Dass es sich bei ihm nicht um einen Auswuchs des G. Gasseri handelt, auch nicht um einen sog. Ramus dorsalis, wird jeder Leser dieser Studie ohne Weiteres begriffen haben: vielmehr ist der primäre Trochlearis nur ein Rest der gesamten Ganglienleiste, die von den Neuromeren des Rauten- und Kleinhirns geliefert ward. Durch diesen Umstand aber ist man nicht nur berechtigt, sondern ich möchte sagen, a priori verpflichtet, danach zu suchen, was aus dem diesem vorderen Theil der Trigemiusplatte zukommenden Ganglienmaterial geworden ist. Hat ursprünglich jedes Neuomer sein Ganglion und seine Seiten- und Vorderhirn-Nerven gehabt — und das nehmen wir als grundlegende Hypothese zunächst ohne Weiteres an —, so muss auch das große

Neuromer III (NEAL) sein Ganglion besessen haben: und wenn meine Interpretation zu Recht besteht, nach welcher dieses große Neuromer durch Verschmelzung zweier kleinerer Neuromeren (die immer noch ebenso groß oder größer als die übrigen Rautenhirn-Neuromeren auftreten) zu Stande kommt, so müssen die Spuren zweier Ganglien aufgesucht werden, welche einst zu diesen Neuromeren gehört haben.

Wer nun den Darstellungen gefolgt ist, die ich von der Entwicklung der Trigeminiplatte besonders bei den Torpedines gegeben habe, und wer die Abbildungen auf Taf. 12 u. 13 unbefangen mustert, dem wird es nicht schwer fallen, in dem häufigen Auftreten der beiden von mir als Ganglienleistenklümpchen beschriebenen und später als Trochlearis-Ganglien bezeichneten Gebilden die letzten Reste dieser Ganglien zu erkennen, die einstmals wahrscheinlich dauernd bestanden haben und erst durch ausgedehnte Umwandlungen, die der ganze Vorderkopf erlitten hat, auf den Aussterbeetat geriethen. Wir wissen, besonders durch FRONIEP'S Veröffentlichungen (»Über Anlagen von Sinnesorganen etc.« in: Arch. Anat. Phys. Anat. Abth. 1885), dass im Bereich des Hypoglossus der Säugethiere rudimentäre Ganglien in den verschiedensten Stadien der Ausbildung ein factisches, regelmäßiges Vorkommen sind, und ich habe diese Angaben für Selachier wesentlich erweitert (»Bemerk. üb. d. neuest. Versuch e. Lösung d. Kopfproblems« in: Anat. Anz. 5. Jahrg. 1890 pag. 82ff.). Nach diesen Untersuchungen findet man unter diesen vordersten Spinalganglien z. Th. noch solche, welche mit Wurzeln und peripherischen Fasern ausgestattet sind; diese Fasern aber sind an Zahl gegenüber den übrigen Spinalganglien sehr reducirt; andre aber haben keine Wurzeln mehr, sondern bilden bloße Zellhaufen. Es würde vielleicht nicht schwer sein, auch solche Stadien aufzufinden, in denen die Faserbildung noch begonnen wird, aber nicht zur Vollendung gelangt. Dass auch Ungleichheit der Ausbildung dieser rudimentären Hypoglossus-Ganglien auf den beiden Seiten desselben Embryo vorkommt, wie sie bei den Trochlearis-Ganglien fast Regel ist, habe ich l. c. Anm. ausdrücklich constatirt — wir haben also ein vollwichtiges Analogon in der spino-occipitalen Körper-Region für die Vorgänge, welche hier für die Neuromeren des Rautenhirns resp. für die Trigeminiplatte als Erklärung ihrer rudimentären Zustände resp. ihres völligen Verschwindens in Anspruch genommen werden.

Man würde nun auch schwerlich wesentliche Zweifel an einer

solchen Bedeutung der ganglienartigen Reste des primären Trochlearis haben, lägen sie »in Reih und Glied«, wie die rudimentären spino-occipitalen Ganglien. Aber die Trochlearis-Ganglien liegen in einer topographisch so verschiedenen Situation, dass es offenbar schwer fällt, sie sich als ursprünglich in Reih und Glied gelegen vorzustellen, wie ihre spino-occipitalen Collegen. Und dennoch ist, meiner Auffassung nach, dies das Richtige, und nur die sehr beträchtlichen Verschiebungen der Organe des Vorderkopfes, die ebenso beträchtlichen Ausschaltungen typischer Organe und die damit Hand in Hand gehenden Umbildungen anderer, haben die ursprüngliche seriale Gleichförmigkeit so gründlich verschoben, dass man große Mühe hat, sie sich doch vorzustellen.

Als Hauptfactor dieser Verschiebungen und Veränderungen muss wieder von vornherein die Hirn- und Kopfbeuge bezeichnet werden.

Wenn man sich die Entwicklung eines Selachier-Embryos, oder überhaupt eines Vertebraten-Embryos ohne den frühzeitig eintretenden Process der Hirnbeuge vorstellt, so würden die Neuromeren des Rautenhirns, des Kleinhirns, des Mittel-, Zwischen- und Vorderhirns in einer gestreckten Linie liegen, neben dem Vorderhirn würden sich die Augenblasen nach außen vorstülpen, die Chorda würde wahrscheinlich ebensoweit in grader Linie nach vorn reichen, und neben ihr würden Myotome und viscerale Seitenplatten sich vorfinden, auch würde das Ectoderm weiter nach vorn reichen.

Lässt man von einem so gestreckten Neuralrohr die Ganglienleiste sich entwickeln, so würden ihre Elemente zunächst gleichfalls in gestreckter Linie sich lagern, und es würde die Knickung der Trigeminiplatte, welche den primären Trochlearis wie einen Auswuchs dieser Platte erscheinen lässt, dann schwerlich in der jetzt erfolgenden Weise stattfinden; vielmehr würde der ursprüngliche obere Rand der Trigeminiplatte von der Spitze des Kleinhirn-Neuromers sich weiter nach vorn fortsetzen und das Ganglienleistenmaterial des Mittelhirns, aus welchem das *G. mesocephalicum* entsteht, als eine vor der Trigeminiplatte sich lagernde Mittelhirnplatte finden. Dadurch aber würden die Producte des vorderen Theils der Trigeminiplatte, also die in dieser Studie so ausführlich beschriebenen Trochlearis-Ganglien, sich zwischen das *G. Gasseri*, das Product der beiden Trigemini-Neuromeren des Rautenhirns, und das *G. mesocephalicum*, das Ganglienleistenproduct des oder der Mittelhirn-Neuromeren, einschieben, und wir hätten eine ähnliche seriale Aufeinanderfolge der Ganglien des Vorderkopfes, wie wir

sie, wie vorhin erwähnt, am spino-occipitalen Theil des Rückenmarks bei den Embryonen der Selachier noch vorfinden, die aber bei den Erwachsenen schon verschwunden ist.

Die Hirn- und Kopfbeuge haben aller Wahrscheinlichkeit nach diese seriale Regelmäßigkeit gründlich gestört und es dahin gebracht, dass der gestreckte Winkel, den — nach der hier ausgesprochenen Hypothese — das Rautenhirn mit Zwischen- und Vorderhirn ursprünglich bildete, im Embryo bald ein stumpfer, dann ein rechter und später ein spitzer Winkel ward, der schließlich beinahe auf 0° heruntersinkt, wenn der Process der Hirnbeuge vollendet ist. Diese außerordentliche Verlagerung und Umrollung der vorderen Hirn- und Kopfabschnitte gegenüber den hinteren musste nun auch ihre Wirkung auf alle übrigen Organe des Vorderkopfes haben und dieselben außerordentlich durch einander schieben und zusammenpressen, und so sehen wir schon in den jüngsten Embryonen die stärksten Umgestaltungen aller Organ-Anlagen — vgl. die 23. und 24. Studie! — und natürlich auch der Ganglienleisten-Producte. Lassen wir einstweilen, um die Auseinandersetzung nicht allzu sehr zu compliciren, außer Betracht, welche Abschnitte der letzteren überhaupt unterdrückt werden, darüber werden wir in einer spätern Studie sprechen; an der Hand der beobachtbaren Veränderungen der Trigemiusplatte und der Mittelhirn-Producte können wir erkennen, dass, wie zwei Schenkel eines sich stets verkleinern den Winkels sich schließlich einander mehr und mehr nähern, so allmählich die hinteren Theile der ersteren mit den letzteren in immer nähere räumliche Beziehung gerathen, wobei denn eben die vorderen Theile der Trigemiusplatte als der Scheitelpunkt dieses Winkels nach oben hinausgedrängt werden zur Bildung desjenigen Abschnittes, den Miss PLATT primären Trochlearis nannte. Und wenn wir nun beobachten können, wie aus diesem ursprünglich zwischen dem hinteren Theil der Trigemiusplatte, dem späteren G. Gasseri, und dem G. mesocephalicum gelegenen Abschnitt der Ganglienleiste bei vielen Embryonen — und nicht allein bei den Torpedines — rudimentäre, ganglienartige Bildungen hervorgehen, welche sogar bei den Torpedines oft genug noch deutliche Ansätze zu Ganglienzell- und sensibler Faserbildung machen, so dürfen wir daraus auf ein Vorfahrenstadium der Selachier schließen, in dem diese ganglienartigen Bildungen ausgebildete und active Ganglien waren und dann in ihrer serialen Einordnung in einer Linie zwischen G. Gasseri und G. mesocephalicum auftraten.

Betrachtet man in dieser Weise den Befund, welchen besonders die Embryonen von *Torpedo marmorata* liefern, so gewinnt die von FRORIEP, Miss PLATT, HOFFMANN und mir festgehaltene morphologisch-phylogenetische Auffassung der Beteiligung besonderer Ganglien an der Herstellung des Trochlearis einen nachdrücklichen Hintergrund und verpflichtet dazu, auch die weiteren Consequenzen zu ziehen, die aus solcher Auffassung für die Gesamtgeschichte des Vorderkopfes resultiren, zunächst wenigstens desjenigen Abschnittes, welcher zum Bereich der Trigeminusplatte gehört.

Wenn diese Trochlearisganglien einmal als normale Ganglien fungirt haben, so müssen auch die von ihnen ausgehenden sensiblen Nerven ihren eignen Verbreitungsbezirk gehabt haben. Wohin konnten die peripherischen und die Wurzelfasern derselben gegangen sein? Nach Analogie der hinteren Kopfnerven, also des eigentlichen Trigeminus, des Facialis, Glossopharyngeus und Vagus (soweit dieselben nicht auch wieder besondere Umwandlungen durchgemacht haben), würde es sich sowohl um sensible als auch um sog. sensorische Fasern gehandelt haben, d. h. solche, welche zu dem System der Seitenlinie resp. der Schleimcanäle gehörten. Ich habe oben pag. 255 bei Darstellung der Verhältnisse der *O. minor*-Entwicklung bei *Mustelus laevis* auseinandergesetzt, wie der Anfang derselben darauf zu deuten scheint, dass auch hier in der That sensorische Beziehungen angebahnt werden sollen, und habe auf den 14 mm langen Embryo eines *Scyllium canicula* (Taf. 22 Fig. 8) hingewiesen, der als Monstrosität factisch zwei Nerven producirt hat, welche das G. Gasseri mit zwei Seitenorgan-Anlagen verbinden, bei gleichzeitiger Abwesenheit eines normalen Ophthalm. superficialis major. Wenn also jetzt normaler Weise solche sensorischen Äste des G. Gasseri nur im Bereich des R. mandibularis, aber nicht mehr für den Ophthalm. minor existiren, so ist es nicht ausgeschlossen, dass sie ehemals existirten. Und dasselbe lässt sich von den allmählich völlig verdrängten Ganglien des Trochlearis annehmen auch sie mögen sensorische Fasern besessen haben, die aber nicht mehr existiren, und es bleibt nur übrig, anzunehmen, dass sie überflüssig wurden, als andre Nerven derselben Kategorie von vor oder hinter ihnen liegenden Metameren sie aus ihren Beziehungen zu den ihnen ursprünglich zugehörigen Endorganen verdrängten und so aus metamerisch aufeinanderfolgenden, selbständigen Sinnesorganen vielmehr Sinnesorgan-Ketten bildeten, welche durch Collectoren

innervirt wurden, wodurch eine Concentration dieser Organsphäre herbeigeführt und eine wesentliche Steigerung dieser Apparate und der durch ihn besorgten Function bewirkt wird. Dass dies keine in der Luft schwebende Vermuthung ist, wird erhärtet durch die beobachtbaren Verhältnisse des *G. mesocephalicum*, von welchem eine Zellwucherung an das benachbarte und eingestülpte Ectoderm geht, als sollte von hier aus ein besonderer sensorischer Nerv, ebenso wie vom Ganglion geniculi der *R. ophthalmicus major*, einen eigenen Schleimcanal innerviren. Wie wir aber besonders in der Darstellung der Verhältnisse von *Mustelus* gesehen haben (Genaueres über diese Verhältnisse wird die Arbeit Dr. GAST's über den Oculomotorius bringen), wird dieser Process zeitig unterbrochen, der Schleimcanal kommt nicht mehr zu Stande, der für ihn angelegte Vorrath von Ganglienleistenzellen löst sich sowohl vom *G. mesocephalicum* wie von dem bereits differenzirten Ectoderm ab und theilt sich in mehrere kleine Klümpehen, die als Placoden in der Nachbarschaft des späteren Trochlearis resp. des *Obliquus superior* fast mit Regelmäßigkeit gefunden werden. Wenn somit die hinter den Trochlearis-Ganglien folgenden Ganglien Gasseri, geniculi etc. und das ihm vorauf gehende *G. mesocephalicum* sensorische Zweige entwickeln, der des letzteren aber schon in der embryonalen Anlage sich wieder auflöst, so ist der Analogieschluss gewiss nicht unberechtigt, dass auch die Trochlearis-Ganglien einstmals solche sensorischen Zweige besaßen, die sie aber, wahrscheinlich zum Besten des *R. ophthalm. superficialis major*, einbüßten. Ebenso mag es ihren rein sensiblen Nerven gegangen sein, und dann natürlich auch den zugehörigen Wurzelfasern, welche in die beiden Neuromere, d. h. das Kleinhirn- und das zweite Trochlearis-Neuomer einstens wahrscheinlich einliefen.

Was dann die motorischen Nerven dieser beiden Neuromeren anlangt, so gelangen wir mit ihrer Discussion zu der bereits seit Jahrzehnten acut gewordenen Frage nach der morphologischen Bedeutung des eigentlichen Trochlearis. Die Erörterung derselben nimmt aber nach den voraufgehenden Darlegungen ein wesentlich andres Gesicht an, als bisher. Handelt es sich nämlich hauptsächlich darum, zu bestimmen, ob der Trochlearis ein Vorderhorn- oder ein Seitenhorn-Nerv sei, so gewinnt der Umstand, dass bei *Torpedo*-Embryonen rudimentäre centripetale Ganglienfasern sich den proximalen Trochlearisfasern beimischen (vergl. besonders Taf. 17 Fig. 5—7), ganz besonderes Gewicht für die Entscheidung zu Gunsten

der Natur des letzteren als Seitenhornnerv. Wir wissen, dass motorische Seitenhornfasern durch die dorsalen Nervenwurzeln an die Visceralmuskulatur laufen und dabei die Kopfganglien durchziehen, deren Wurzelstränge also absteigende motorische und aufsteigende, centripetale sensible Fasern enthalten. Ginge das Ganglion Gasseri als solches zu Grunde, und bildeten seine Ganglienzellen nur noch gelegentlich rudimentäre Fasern bei Embryonen von 20—21 mm Länge, bliebe aber der N. maxillaris inferior in Function, sei es auch nur für einen kleinen Theil der Muskulatur, die er heute versorgt, so würde ein solcher Zustand genau dem entsprechen, was wir bei einigen Embryonen von *Torpedo marmorata* gefunden haben. Und desshalb finde ich, dass der Befund bei *Torpedo* dazu ermächtigt, den Trochlearis als einen Seitenhorn-Nerven zu deuten.

Dieser Auffassung und ihrer Begründung steht gegenüber, was NEAL l. c. pag. 236 erklärt, und was ich für wichtig genug halte, um es wörtlich zu citiren.

»The following evidence leads me to conclude, that the mode of development of the trochlearis is the same as that of the oculomotorius and abducens, and that therefore it must be regarded, like them, as a ventral (medullary) nerve. I first find the trochlearis in sections of embryos of 19—20 mm. as a fibrillar nerve bundle extending from the dorsal constriction between encephalomerus II and III. Two roots are already present at this stage, but neither in these, nor in the nerve bundle as far as its fibres may be traced in the mesenchymatous tissue at the sides of the brain, are nuclei to be found. While proximally the nerve fibres are united in a compact bundle, they distally separate so as to form a loose brush of structureless fibres, which are lost in the mesenchym at a considerable distance dorsal to the muscle obliquus superior. While I am able to offer no direct evidence in favor of the view that the fibres of the trochlearis, as above described, are processes from neuroblast cells in the ventral horn of encephalomere III, I hold that they are such, since their well-known later histological relations support this conclusion. Dorso-ventral fibres in this region of the neural tube may indeed be traced in embryos of this stage, but their connection with the fibres of the trochlearis is not clear to me. The dorsal chiasma of fibres is present. Of a ganglion or of any grouping of cells which might receive the name of ganglion, there is no evidence at this or later stages. The last traces of

scattered groups of neural-crest cells, found in some (not all) embryos of earlier stages (17 mm.), have been lost.

In embryos of 21 mm some of the distal fibrils of the nerv appear to have united with migratory cells from the r. ophth. sup. trigemini, a process in my opinion comparable with that which takes place in the distal growth of the oculomotorius. At least, in embryos of 21 or 22 mm. the distal portion shows nuclei in relation with the nerve fibres, whereas proximally no nuclei are seen. In still later stages the nerve has a distinctly cellular appearance throughout its length. The nuclei are, however, seen in thin sections to be peripheral in relation to the nerve fibres as in the oculomotorius. The evidence of anastomosis of the fibres of the trochlearis and the r. ophth. sup. trigemini I consider very doubtful. During development the loose brush of fibres at the distal termination of the trochlearis becomes united into a compact nerve stem. It has therefore seemed to me, that the primary widely spread brush of nerve fibres may be explained on the ground of advantage gained in seeking the terminal organ, the m. obliquus superior.

The phenomena observed by me during the development of the Trochlearis are seen to correspond very closely with those observed by Miss PLATT. To her, as to me, the trochlearis first appears as a fibrillar process from the dorsal wall of the brain. But while she interprets the evidence of cellular growth toward the advancing end of the nerve as of morphological or phylogenetic significance, I am unwilling to give it such interpretation, since I find that these nuclei have nothing to do with the nerve proper. In my opinion it is probable that they become converted into the nuclei of SCHWANN'S sheath, an opinion which seems confirmed by their peripheral position in relation to the nerve fibres. When the only sections I possessed were of embryos killed with corrosive sublimate acetic and stained with carmine or hæmatoxylin, the evidence seemed to me confirmatory of the view of FRORIEP, viz. that the trochlearis is differentiated from mesenchymatous cells *in situ*. But better methods of preparation have taught me to distrust that evidence, and the results appeared to me too distinctly contradictory to the later histological structure of the trochlearis to be worthy of trust, or even of serious consideration.

Wie man sieht, hat NEAL seine Auffassungen im Wesentlichen auf den Befund bei *Acanthias* gegründet, und das bringt mich nun zur

Erörterung der Differenzen, welche in der Entstehung des Trochlearis bei Squaliden und *Torpedo* bestehen.

Nicht bloß für *Acanthias*, auch für die übrigen Squaliden, soweit ich sie untersucht habe, incl. *Heptanchus*, ist es richtig, dass kein Trochlearis-Ganglion in directem Zusammenhange mit dem definitiven Trochlearis-Strange gefunden wird. Nur bei zwei Embryonen von *Scyllium canicula* habe ich Anomalien angetroffen, die event. darauf deuten konnten, dass auch für Squaliden die Reste des primären Trochlearis einstmals ihre Aufgabe zu erfüllen hatten. Und ebenso wie bei *Acanthias* besteht auch bei *Mustelus*, *Scyllium*, *Pristiurus*, *Galcus* und *Heptanchus* ein Zusammenhang zwischen Trochlearis und Ram. ophthalmicus sup. trigemini seu minor, in dessen Deutung Miss PLATT und NEAL verschiedene Wege einschlagen. Bei allen Squaliden aber werden gelegentlich die beiden, aus dem primären Trochlearis resultirenden rudimentären Ganglien gefunden, deren Bedeutung oben auf Grund des Befundes bei *Torpedo* festzustellen gesucht ward.

Nun scheint eine besondere Coincidenz darin zu liegen, dass bei *Torpedo*, wo die Ganglien eine größere Rolle spielen, kein R. ophthalm. minor zur Ausbildung gelangt, während bei den Squaliden umgekehrt mit der Bildung des Ophthalm. minor und seiner aufsteigenden Zellketten ein früherer Verfall der Ganglien zusammenrifft. Mit dem Wegfall des ganzen Ophthalm. minor fallen aber auch die Zellketten weg, welche als aufsteigende Zweige von diesen Nerven an die im Mesenchym sich ausbreitenden nackten Trochlearisfasern gelangen, um ihnen die Ausrüstung mit Scheidenzellen zu liefern, und die SCHWANN'schen Zellen müssen aus andrer Quelle bezogen werden. NEAL legt nach seinen Äußerungen diesem Zusammenhange des Ophthalm. minor mit dem Trochlearis keinerlei morphologisch-phylogenetische Bedeutung bei, weil in den aufsteigenden Zellketten keine Fasern zu finden seien. Ob er aber mit dieser Auffassung durchaus Recht hat¹, will mir doch noch zweifel-

¹ Vielleicht ist es nicht unangebracht, an dieser Stelle eines Verhältnisses zu gedenken, das schon vielfach Unsicherheit und Widersprüche bei der Darstellung der Beziehungen des Trochlearis zu einem Zweige des Ophthalmicus des Menschen veranlasste. In seinem Handbuch d. systemat. Anatomie des Menschen III. 2. Abth. pag. 354 erwähnt HENLE vom R. recurrens ophthalmici: »er läuft in der Regel eine kürzere oder längere Strecke in der Scheide des N. trochlearis, ohne mit ihm zu anastomosiren, und spaltet sich, nach der Trennung von ihm, in mehrere sehr feine Fäden, die im Tentorium zu den Sinus tentorii, petrosus sup. und transversus verlaufen und in

haft erscheinen, denn selbst, wenn es als sicher gelten könnte, dass diese Zellketten nie Fasern enthielten, so bliebe doch noch fraglich, ob sie auch in früheren genealogischen Perioden ebenso enthaltsam gewesen seien — und es bleibt unter allen Umständen auffallend, dass immer nur Zellketten aus dem Vorrath des Ophthalm. minor, niemals aber z. B. aus dem dicht daneben liegenden Ophthalm. major zur Scheidenbildung des Trochlearis gebraucht werden. Daraus scheint doch gefolgert werden zu dürfen, dass ein Zusammenhang zwischen O. minor und trochlearis wenigstens so weit bestünde, als die Scheidenzellen des Einen immer aus dem Zellmaterial des Andern herstammen. Fragt man nun, woher denn die Scheidenzellen des O. minor in letzter Instanz stammen, so lautet die Antwort: aus dem Zellverbande des G. Gasseri! Woher aber stammt das G. Gasseri? Aus der Trigeminiplatte. Erinnerung man sich nun, wie bei *Mustelus* und bei *Scyllium*, ja auch bei *Heptanchus* der Bildung des eigentlichen O. minor-Stammes ein Netzwerk von Zellen vorangeht, das sich in ungleicher Ausdehnung von der äußersten oberen Spitze des Ganglions in den späteren Sattelraum sowohl, wie über den dorsalen Rand der Mandibularhöhle und ihres speciellen Productes, des Obliquus superior, ausdehnt und dabei in nächster Nachbarschaft mit den Resten des primären Trochlearis auf der Commissur zwischen G. Gasseri und G. mesocephalicum

deren Wandung endigen. Ein solches mehr oder weniger constantes Zusammentreffen eines Zweiges des Ophthalmicus mit dem Stamme des Trochlearis bei dem Menschen lässt den Zusammenhang beider Nerven doch auch bei den Selachiern in noch interessanterem Lichte erscheinen und erweckt den Verdacht, dass die aufsteigenden Kettenfasern des Ophthalmicus nicht ausschließlich dazu bestimmt seien, die Scheidenkerne für den Trochlearis zu liefern. Es lässt sich sehr wohl vermuthen, dass diese Fasern auch gelegentlich Fibrillen produciren oder leiteten, und dass diese, ohne mit den Fibrillen des eigentlichen Trochlearis zu verschmelzen, doch eine Zeitlang mit ihnen in derselben Scheide verliefen, um nachher ihre eigenen Verbreitungsgebiete aufzusuchen, ähnlich wie der oben erwähnte R. recurrens oder die von CURIE beschriebene (HENLE l. c. pag. 355, Verbindung des N. lacrymalis mit der Scheide des Trochlearis.

Ich möchte an dieser Stelle darauf hinweisen, dass es Dr. GAST gelungen ist, bei zwei Embryonen von *Lacerta muralis* unzweifelhafte Verbindungen eines fibrillen-führenden Zweiges des Ophthalmicus mit dem Trochlearis aufzufinden. Dieser Zweig geht noch dazu direct von dem G. Gasseri ab und verbindet sich mit dem Trochlearis, noch ehe derselbe in den Orbitalknorpel sich begibt, also innerhalb der späteren Schädelhöhle. Da es aber nur zwei Embryonen unter mehreren Dutzenden sind, die diese Verbindung aufweisen, so ist man wohl berechtigt, diese Beziehungen als variirend anzusehen, womit sich denn auch wohl die vielen Widersprüche der Autoren erklären.

gefunden wird, so scheint der Zusammenhang des Trochlearis mit den zelligen Elementen des O. minor doch sehr bestimmte morphologische Beziehungen zu besitzen, aus denen wohl phylogenetische Ereignisse erschlossen werden könnten.

Versuchen wir, diesen Schwierigkeiten durch eine Hypothese zu begegnen, welche um so weniger Bedenken finden dürfte, als sie bei dem Streit der Meinungen bereits häufig geäußert ist und dem Aut-Aut entspricht, das überhaupt bei Erörterung der morphologischen Bedeutung des Trochlearis in Frage kommen kann. Dass der Trochlearis ein motorischer Nerv sei, steht ein für alle Mal fest; zweifelhaft ist nur geblieben, ob er ein ventraler Vorderhorn-Nerv oder ein visceraler Seitenhorn-Nerv sei. NEAL sieht in dem Nachweis, dass der Trochlearis bei Squaliden als nackter, fibrillärer, kernloser Faserstrang entsteht, dem sich erst nachträglich Wanderzellen vom Ophth. minor anlegen, den Beweis, es handle sich um einen ventralen Nerv, den er mit Abducens und Oculomotorius auf eine Linie stellt. Aber NEAL fragt nicht, ob motorische Seitenhornnerven nicht gleichfalls als fibrilläre Faserstränge entstehen und, statt durch Mesenchym durchzuwachsen, vielmehr durch Ganglienleistenmaterial hindurchwachsen, aus dem ihnen unmittelbar das Material der Scheidenzellen geliefert wird, ohne erst durch Wanderzellen von irgend einer räumlich entfernten Stelle zum Nerven herangebracht zu werden.

Ich habe bereits in der 19. Studie auf pag. 103—109 und 119—121 Beobachtungen und Betrachtungen über Entstehung und Bildung der Seitenhornfasern des Trigemini- und Vagus-Complexes mitgeteilt, dabei aber nicht feststellen können, ob diese Fasern beim Austritt aus dem Medullarrohr durch die Ganglienleistenplatte hindurchwachsen oder ob sie aus derselben Zellmaterial angliedern, mit andern Worten, ob sie nach der Auswachstheorie sich entwickeln oder nach der Zellkettenhypothese. In der 20. Studie hatte ich dann meine Anschauungen über die verschiedenen Auffassungen der Nervenfasern-Entstehung zusammengefasst als Antwort auf einen gegen BEARD und mich gerichteten Angriff KÖLLIKER'S. Seitdem ist diese Frage mehr und mehr in den Mittelpunkt der schwebenden Streitfragen getreten, und der Kampf um das Neuron ist auf das Heftigste entbrannt. Es ist deshalb gewiss nicht unwichtig, dass es bei der Behandlung des Trochlearis als Problem morphologisch-phylogenetischer Natur zugleich auch gelingt, das histogenetische Problem der Nervenfasern-Bildung der Entscheidung näher zu bringen,

die schwerlich an einem andern Nerven so klar und bestimmt hätte gewonnen werden können. Und dazu führt der doppelte Entstehungsmodus, den wir einerseits bei *Torpedo*-Embryonen, andererseits bei Squaliden beobachten können.

Legen wir nämlich der Entstehung des Trochlearis die Auffassung zu Grunde, dass es sich bei ihm um einen Seitenhornnerv handelt, so lehrt uns der Vorgang seiner Bildung bei Squaliden, dass diese Seitenhornfasern sich frei und unabhängig von allen Kernen und Zellen bis zu ihrem Endorgan, dem *Obliquus superior*, als Auswüchse medullarer Zellen entwickeln, dass mithin bei Squaliden keine Kettenfaserbildung als Vorstadium einer leitenden, fibrillenführenden Faser vorhanden ist. Sehen wir dagegen die Entwicklung des Trochlearis bei *Torpedo*-Embryonen, so bleibt es zweifelhaft, ob die Ganglien-Reste der Trigeminusplatte in Gestalt der von mir Trochlearisganglion genannten Bildungen, deren Zellmaterial häufig bis auf das Dach des Kleinhirns hinauf erhalten bleibt, nicht auch das Material zur Bildung der Trochlearisfasern hergeben.

Da aber schwerlich angenommen werden kann, dass derselbe Nerv bei dem einen Selachier in fundamental verschiedener Weise von der des andern entsteht, so dürfen wir kaum zweifeln, dass auch bei *Torpedo* die leitenden Trochlearisfasern aus dem Neuralrohr auswachsen und sofort bei ihrem Erscheinen mit Zellen der Ganglienreste in Verbindung treten, so dass nackte Fasern im Mesenchym überhaupt nicht gefunden werden. Dann aber können wir auch weiter schließen, dass die Seitenhornfasern des Trigeminus- und Vagus-Complexes, die man niemals außerhalb des Verbandes der Ganglienleisten-Zellmassen antrifft, innerhalb derselben als Ausläufer von Medullarzellen weiter wachsen und von den Ganglienleistenzellen nur ihr scheiden-bildendes Material erhalten.

Es läge somit in der Bildungsweise der Nervenfasern des Trochlearis kein Grund, ihn eher für einen ventralen Vorderhorn-Nerven als für einen visceralen Seitenhorn-Nerven zu halten. Stellen wir uns dann aber vor, dass dem jetzigen Stadium der Trochlearisbildung, wie wir es bei den Squaliden finden, ursprünglich ein Stadium vorangegangen sei, wie wir es bei der Trigeminus- und Vagusgruppe finden, nämlich eine unverminderte Ganglienleistenbildung mit sensiblen Ganglien und Nerven, deren letzte Reste noch bei *Torpedo* in frühen embryonalen Stadien recapitulirt werden, so würden wir uns nicht wundern, wenn den sensibeln sowohl wie den motorischen Nerven dieser ehemaligen vollwerthigen Trochlearis-

gruppe die SCHWANN'schen Kerne aus demselben Material geliefert würden. Diese vordersten Partien der Trigeminusplatte liefern aber auf der einen Seite dem motorischen Trochlearis, auf der andern dem sensiblen Ophth. minor seine Kerne; wenn also auch jetzt, bei den stark veränderten und reducirten Verhältnissen der Trigeminusplatte, diese beiden Nerven nicht mehr durch eine gemeinsame Platte verbunden erscheinen, so bleiben doch ihre Producte in bestimmten Beziehungen zu einander und stellen die motorischen und sensiblen Attribute des- oder derselben Neuromeren dar, denen sie von Anfang an zugehört hatten.

Und so ließe sich aus morphologisch-phylogenetischen Zusammenhängen erklären, dass die nackten motorischen Fasern des Trochlearis ihre Kern- und Scheidenbesatzzellen vom Ophth. minor beziehen und nicht etwa von dem dicht daneben verlaufenden Ophth. major, dessen Ganglienleisten-Material von dem weiter zurückliegenden Facialis-Neuromer abstammt. Wenn aber bei *Torpedo* ein Ophth. minor nicht gebildet wird, und der Bedarf von Scheidenzellen für den Trochlearis direct von den Resten der Trochlearisganglien, d. h. also der Ganglienleiste selbst geliefert wird, so kann das schwerlich als ein abgeleiteter Process, vielmehr als ein Rest des ursprünglichen Modus angesehen werden, und man darf vermuthen, dass er ursprünglich auch für die Squaliden galt, deren primärer Trochlearis bei den Embryonen rascher zu Grunde geht als bei *Torpedo*. Sicherlich aber hat bei beiden einstmals eine gemeinsame Platte den primären Trochlearis mit dem G. Gasseri verbunden, so dass eine Trennung in so weit auseinander liegende Theile, wie sie jetzt bei dem proximalen Trochlearis und dem O. minor stattfindet, nicht bestand, die SCHWANN'schen Zellen also promiscue von den verschiedenen Abschnitten dieser verbindenden Platte herrühren konnten. Vielleicht ist das Maschen- oder Netzwerk, mittelst dessen der O. minor entsteht, das letzte Anzeichen einer solchen Plattenbildung; und vielleicht ist die Anomalie, welche auf Taf. 20 Fig. 8 von einem Embryo von *Scyllium canicula* dargestellt ist, ein Rückschlag in solche Zustände — ebenso wie die von *Torpedo ocellata* erwähnten Ansätze einer Ophth. minor-Bildung (siehe oben pag. 226) auf solche ursprünglichen Zusammenhänge zu deuten wären.

Man würde dann auf einen relativ ursprünglichen Zustand gerathen, bei dem die beiden Trochlearis-Neuromeren je ein Ganglion mit sensiblen Fasern besäßen, und Seitenhornfasern, welche aus den Neuromeren durch die Ganglien an metamerisch benachbarte

viseerale Muskeln sich begäben, grade wie die beiden eigentlichen Trigemini-Neuromeren durch das G. Gasseri ihre motorischen Seitenhornfasern im Strange des R. maxillaris inferior an die Kernmuskulatur entsenden.

Nun gibt es aber im 2. Trochlearis-Neuomer keinen besonderen Seitenhornnerven mehr, so dass die Frage entsteht, ob diese Hypothese nicht der ausreichenden Grundlage entbehrt. Wenn wir aber so und so oft sehen, dass bei Torpedo-Embryonen der Trochlearis-Strang nicht nur durch das eine Trochlearis-Ganglion hindurchzieht, sondern auch Fasern in das andre sendet, dass überhaupt der Trochlearisstrang fast immer in gewissen Anfangsstadien gegabelt verläuft und mit mindestens zwei Zweigen an den Obliquus gelangt, auch noch in späteren Stadien seine Endzweige zwei gesonderte Bezirke des Obliquus innerviren, so gewinnt die Vorstellung solidere Grundlagen, dass der Trochlearis überhaupt nicht bloß einem Metamer zugehörte, sondern mehreren, und dass erst allmählich sein Ursprung auf ein Neuomer eingeschränkt ward. Auf eine solche Polymerie ließe sich auch vielleicht der Umstand beziehen, dass nach dem Auswachsen des primären Trochlearis seine Fasern auseinander weichen und mittelst getrennter Knorpelcanäle durch den Orbitalknorpel treten, um dann wieder zu convergiren und in anderer Richtung zu dem Obliquus superior hinzuziehen.

Aber auch dabei dürfte die reconstruirende Phantasie nicht stehen bleiben. Fragen wir nämlich — und damit treten wir dem Hauptproblem immer näher — wie es denn kam, dass der Trochlearis in seiner Ausbreitung und in seiner Richtung sich so sonderbar verhält, wesshalb er nach Durchtritt durch den Orbitalknorpel sich fast in rechtem Winkel knickt, um an sein Endorgan, den Muskel, zu gelangen, dem er auf weitem Wege von hinten sich einfügt, so stoßen wir auf den wohlbekannten, aber morphologisch-phylogenetisch noch durchaus nicht begriffenen Umstand, dass dieses Endorgan, der Obliquus superior, sich im Laufe der ontogenetischen Entwicklung so weit von seinem Ursprungsort entfernt.

Diese Frage führt zurück auf die umfassendere Frage nach der morphologischen Bedeutung der Mandibularhöhle, deren oberstes, vorderstes Stück den Obliquus superior bildet, während ihre unteren Theile die Kaumuskulatur liefern. Ich habe dieselbe in ausführlichster Weise in der 23. und 24. Studie erörtert und setze die Resultate dieser Erörterung als bekannt voraus, so dass ich sie nicht von Neuem darzulegen brauche, so sehr auch einige später

erschienene Arbeiten, besonders die ausgezeichnete Arbeit von Rex (»Üb. d. Mesoderm d. Vorderkopfes d. Lachmöwe« in: Morph. Jahrb. 33. Bd. 1905) dazu einladen; dazu wird vielleicht in der nächsten Studie der geeignete Anlass geboten werden. Nur die Hauptzüge der Anlage und Umgestaltung der Mandibularhöhle möchte ich kurz noch mal betonen. In der Anlage trafen wir die Mandibularhöhle als vordere Partie des Mesoderms überhaupt, neben dem Vorderende der Chorda, unter dem Abschnitt des Neuralrohrs, aus welchem die Trigeminiplatte hervorgeht, welche sich zwischen sie und das Ectoderm schiebt. Nach vorn grenzt sie sich ab gegen das noch unvollständig differenzirte Vorder-Ende des Entoderms + Mesoderm und Chordaspitze, aus welchem allmählich die Prämandibularhöhle in der Weise sich herausbildet, die in der 24. Studie ausführlich dargelegt ward. An der Umgestaltung der Mandibularhöhle betheilt sich als ein Hauptfactor vor Allem wiederum die Hirn- und Kopfbeuge — was ich schon in der 23. Studie darzustellen bemüht gewesen bin —, indem sie ihrer weiteren Ausgestaltung räumliche Grenzen setzt und sie zusammenpresst, so dass sehr bald ihre äußere Gestalt die größten Veränderungen erfährt. Mit der Hirn- und Kopfbeuge schiebt sich nun als besonders wichtiger Factor die Augen-Anlage zuerst nach unten, und dann auch nach hinten — ja, es kommt allmählich fast zu einer Umrollung des Auges, wodurch die Seite, welche erst dorsal lag, frontal und beinahe ventral wird. Diese Gesamtbewegung des Vorderkopfes äußert auf die Gestaltung der Mandibularhöhle die doppelte Wirkung: sie drängt sie in der Mitte zusammen, so dass ihr ursprünglich breites Lumen fast völlig verstreicht — sie schiebt den oberen vorderen Theil nach vorn, so dass er wie ein lang ausgezogener Zipfel zwischen dem Mittelhirn und der Augenblase gelagert erscheint, und sie drängt durch die Einbuchtung, welche das ventrale Ectoderm erfährt, die ursprünglich ventralen Abschnitte in eine aufgerichtete Stellung, als gehörten dieselben von Hause aus zu den lateralen Abschnitten des visceralen Mesoderms. Danach verfällt die Mitte und der hintere obere Theil der Mandibularhöhle der Auflösung; von ersterer bleibt nur erhalten der vordere Abschnitt des Rectus externus, von letzterer der sich immer weiter um das Auge herumschiebende Obliquus superior (vergl. die Darstellung dieses Processes bei *Scyl. catulus* oben pag. 334).

Diese Verschiebungen in der Topographie der Mandibularhöhle ebenso wie der Ausfall der zu Grunde gehenden Abschnitte müssen natürlich in Rechnung gezogen werden, will man ihre Innervirung

richtig verstehen. Unterbliebe beides, und entwickelte sich die Muskulatur der Mandibularhöhle in der Weise ihrer ursprünglichen Anlage, so würden wir wahrscheinlich Seitenhornnerven aus den vier Neuromeren der Trigeminsplatte durch die letztere (ähnlich wie bei der Vagusplatte) zu den Visceralmuskeln der Mandibularhöhle sich begeben sehen und würden vielleicht die deutlichsten Spuren ihrer Composition aus einer Mehrheit von Mesomeren dauernd bewahrt finden, die ich aus ihrer ursprünglichen Anlage, besonders bei *Torpedo*-Embryonen, erschlossen habe.

Es ist freilich noch nicht gelungen, die Faservertheilung innerhalb des Rautenhirns vom ersten Auftreten sowohl der aus- wie der eintretenden Fasern mit Bezug auf die Neuomerie festzustellen und dabei zu ermitteln, in wie weit auch dabei schon Concentrationen und Reductionen einen ursprünglicheren Zustand verdeckt haben. Auch fehlt, wie ich schon in dieser Studie mehrfach hervorgehoben habe, noch eine genauere Darstellung der Differenzirung des eigentlichen G. Casseri — wenn es aber gelingen sollte, eine differenzirende Färbung für Nervenfasern und Fibrillen auch für Embryonen zu entdecken — und dafür besteht begründete Aussicht —, so wird die Folge sein, auch an der inneren Constitution des Gehirns und seiner Ganglien Forschungen vorzunehmen, durch welche vielleicht auf frühere, regelmäßige Vertheilung der Nervenbahnen geschlossen werden könnte. Einstweilen müssen wir uns mit den Resultaten der Beobachtungen begnügen, wie sie an Embryonen gewonnen werden, die noch nicht mit specifischen Methoden für Nerven-Differenzirung behandelt sind —, und da bleibt als bemerkenswerthester Umstand bestehen, dass die medullare Grundlage für die Innervirung der Mandibularhöhle und ihrer Derivate in vier Neuromeren besteht, von denen drei den Ursprungsort für die sog. Trigeminsplatte bilden — das vierte aber für die Wurzelbildung des G. Casseri von der größten Bedeutung wird, so dass man nichts Irriges behauptet, wenn man die beiden Trigemins- und die beiden Trochlearis-Neuromeren als diejenigen Abschnitte des Central-Nervensystems auffasst, denen als entsprechende Mesodermbildung die Mandibularhöhle zugehört.

Wie wir aber eine weitgehende Umgestaltung und Reduction der Mandibularhöhle frühzeitig im Embryo vor sich gehen sehen, so können wir auch von vornherein darauf gefasst sein, entsprechenden Reductionen und Umgestaltungen an dem peripherischen sowohl wie centralen Nervensystem zu begegnen. Einen Theil dieser

Umgestaltungen lehrt uns nun die vergl. ontogenetische Untersuchung der Trigeminiplatte der Selachier kennen, deren Phänomene vielleicht verständlich werden, wenn wir sie mit phylogenetischen Ereignissen in Zusammenhang bringen, die zugleich die Umwandlungen und Reductionen der Mandibularhöhle selbst verständlich machen. Der Darlegung solcher erschlossener phylogenetischer Ereignisse muss aber noch die Ausdehnung der vergl. ontogenetischen Untersuchungen auf die beobachtbaren Phänomene der Hirn- und Kopfbeuge vorangehen, in ihren Einzelheiten sowohl, wie in den sie begleitenden Umgestaltungen anderer Organe des Vorderkopfes, Untersuchungen, die indessen noch nicht abgeschlossen sind.

Fassen wir zusammen, was in den vorstehenden Erörterungen enthalten ist, so gewinnen wir als phylogenetische These für die Natur und Entstehung des Trochlearis das Folgende.

In früheren Vorfahrenstadien der Selachier bestand der Kopfabschnitt, welchem die jetzige Mandibularhöhle als Mesodermtheil entspricht, vermuthlich aus einer Anzahl — drei oder vier — Metameren. Dieselben scheinen am deutlichsten in den Neuromeren des Rautenhirns erhalten. Das vorderste dieser Neuromeren ist zu dem Kleinhirn umgewandelt worden, die drei andern gehören jetzt der eigentlichen Rautengrube an, wobei die Bildung, welche Rautenohr und Rautenlippe genannt wird, mit dem Neuomer des Kleinhirns anfänglich so eng verbunden auftritt, dass beide von den meisten Morphologen als ein, freilich ungewöhnlich großes Neuomer angesehen werden, auch der Kerben- und Pfeilerbildung entbehren, welche bei den übrigen als Kriterium gesonderter Neuomerenbildung angesehen werden darf. Das vierte dieser Neuomeren hat gleichfalls eine gewisse Sonderstellung, insofern es im Embryo nicht an der ursprünglichen Production der Trigeminiplatte Antheil nimmt und erst nachträglich in den Bereich der Wurzelbildung des *G. Gasseri* gezogen wird. Schon NEAL hat versucht, diese exceptionelle Erscheinung zu motiviren (vergl. l. c. pag. 256): es wird auch für die weiteren Betrachtungen nöthig werden, daran nicht achtlos vorbeizugehen, vor Allem danach zu suchen, ob für den *Maxillaris inferior* in diesem Neuomer Elemente zu seinem Kern Beiträge liefern, ob nicht.

Eine ähnliche Aufgabe erwächst für die beiden vorderen, von mir als Trochlearis-Neuomeren bezeichneten Abschnitte mit Bezug auf den Kern der Trochlearis-Fasern: ob in der Bildung der motorischen Ursprungszellen ein Zusammenarbeiten beider Neuomeren

zu constatiren, oder ob das zweite Trochlearis-Neuromer in dieser Richtung schon völlig rudimentär geworden ist. Wenn aber der Maxillaris inferior die motorischen Fasern für den gesammten centralen Theil der Mandibularhöhlen-Muskulatur liefert, und das ist keine geringe Leistung, da fast die gesammte Kaumuskulatur auf sein Konto kommt, so hat im Gegensatz dazu der motorische Nerv der beiden vorderen Neuromeren, der Trochlearis, nur den recht unbedeutenden Obliquus superior zu innerviren, den Rest der dorsalen Abschnitte der Mandibularhöhle.

Beide Thatsaehen verkörpern sichtlich einen complicirten Abschnitt der phylogenetischen Entwicklung des Vorderkopfes: der erstere eine immer weitere Kreise ziehende Steigerung ursprünglich weniger wichtiger Functionen, der zweite die Reduction ursprünglich allgemeinerer zu einer ganz beschränkten und wahrscheinlich erst allmählich erworbenen Specialfunction, der Umrollung des Auges. Die Entwicklungsweise des Obliquus superior gibt wohl hinreichende Anhaltspunkte dafür, dass der Theil der Mandibularhöhle, aus welcher er entsteht, von Hause aus gar nichts mit dem Auge und seiner Beweglichkeit zu thun hatte, ja dass die Zellen, aus welchen er hervorgeht, von Anfang an schwerlich etwas Anderes bedeuteten, als die Zellen aller übrigen Abschnitte der Mandibularhöhle, welche dazu dienten, die Kiemen- oder Visceralbogen, so viele ihrer vorhanden waren, in Bewegung zu setzen. Erst die Ereignisse, welche dazu führten, dass die Hirn- und Kopfbeuge Platz griff, haben wahrscheinlich auch dazu geführt, den dorsalsten Theil der Visceral-Muskulatur der Mandibularhöhle in unmittelbare Berührung mit dem Auge zu bringen, und während die hinteren dorsalen Theile der Mandibularhöhle dem Untergange verfielen, sind die vorderen durch einen Functionswechsel erhalten geblieben und zu einem Augenmuskel geworden, der bis zum Menschen hinauf seine Bedeutung behalten hat.

Wie weit die dorsalen Theile der Mandibularhöhle von Hause aus mit den ventralen ein und dieselbe Arbeit leisteten — also wahrscheinlich zur Kiemenbewegung dienten, wobei dorsale und ventrale Abschnitte nöthig waren —, das soll hier nicht untersucht oder erwogen werden: ich möchte nur betonen, dass in früheren phylogenetischen Perioden mit der größeren Gleichheit der Function auch die Innervation eine übereinstimmendere gewesen sein, und der Trochlearis mit dem Maxillaris inferior viel mehr Berührungspunkte gehabt haben wird, als diese beiden Nerven jetzt bei der so weit auseinander gerückten Lagerung und der so verschiedenen Thätigkeit

aufweisen. Es ist mir sehr wahrscheinlich, dass sich ehemals die Faser-Ausdehnung des Trochlearis auch auf die ventralen Abschnitte der Mandibularhöhle erstreckte, wie ich auch glaube, dass zu Grunde gegangene dorsale Abschnitte der Mandibularhöhle wahrscheinlich durch Zweige des Maxillaris inferior versorgt wurden, ja, eventuell sogar Reste und Zweige beider Nerven plexusartig mit einander verbunden waren. Ihre jetzige Geschiedenheit sehe ich nur als Endresultat der phylogenetischen Umgestaltung der ganzen Vorderkopfsphäre an.

Fassen wir so die Vorgeschichte des Trochlearis auf, so begreifen wir, dass die vorderen Abschnitte der Trigeminiplatte sich erst zu dem sog. primären Trochlearis reduciren, dann aber völlig zu Grunde gehen, wie bei den meisten Squaliden, wo sie nicht einmal mehr die SCHWANN'schen Zellen für den Trochlearis liefern — was sie noch bei *Torpedo* leisten. Weshalb andererseits bei *Torpedo* kein Ophthalm. minor mehr gebildet wird, bleibt zunächst räthselhaft, wie denn überhaupt die Feststellung des eigentlichen Warum? für all diese Dinge einstweilen ein unnabbares Gebiet bleibt, und Ursachenforschung, ja selbst die Ermittlung occasioneller Ursachen gänzlich ausgeschlossen bleiben muss. Nur Zusammenhänge wird man aufzudecken im Stande sein, damit aber auch schon eine hinreichende und in manchem Betracht aufklärende Arbeit leisten können.

Wie es zu dem vermutheten Zugrundegehen der sensiblen Nerven der vorderen Neuromeren resp. ihres Antheils an der Trigeminiplatte kam, das bleibt gleicherweise räthselhaft, und man muss glauben, dass auch dabei eine Concentration stattgefunden hat, die durch Verbreiterung der peripherischen Bezirke bei gleichzeitiger Vereinfachung und Localisation der ventralen Zusammenhänge höhere Organisationsmöglichkeiten und sparsamere Material-Verwerthung schuf. So ist wohl der Ophthalm. minor als ein Concentrationsproduct ursprünglich metamerisch getrennter Nerven aufzufassen, woraus sich auch der merkwürdige Zusammenhang mit dem Trochlearis, dessen Scheiden-Material er liefert, erklären würde.

Wie weit der O. minor einstmals auch als sensorischer Nerv fungirt und Seitenorgane (Schleimeanäle) innervirt habe, dabei aber von dem O. major aus seinem metamerischen Besitzstande verdrängt sein mag, soll hier nicht weiter erörtert werden, auch nicht, ob der R. mandibularis ehemals in näheren Beziehungen zu ihm gestanden habe, wie es der anomale Befund eines Embryo von *Scyll.*

canicula, der auf Taf. 20 Fig. 8 abgebildet ist, andeutet. Es bedarf erst weiterer Feststellungen über die vermutheten fundamentalen phylogenetischen Entwicklungsvorgänge des Kopfes, deren Darlegung ich mir für später vorbehalten habe, ehe mit einiger Aussicht auf Anschaulichkeit derlei Processe verwerthet werden können.

In den voranstehenden Erörterungen ist noch mit keinem Worte derjenigen Eigenthümlichkeit des Trochlearis gedacht worden, welche den Anlass zu den Debatten gab, die in den letzten Jahren zwischen FÜRBRINGER einerseits und RABL und mir andererseits stattgefunden haben: über das Chiasma.

Ich gestehe ohne Umschweife, dass mir die Existenz dieses Chiasmas heute noch genau so räthselhaft geblieben ist wie früher, und dass all meine Untersuchungen nichts geliefert haben, was zu einer Aufklärung hätte führen können.

Weshalb die Fasern des Trochlearis von der einen Seite auf die andre übertreten, aus morphologisch-phylogenetischen Gründen begreiflich zu machen, ist mir bis jetzt nicht gelungen. Die von HOFFMANN zuerst erdachte und nachher von FÜRBRINGER adoptirte Hypothese halte ich nach wie vor für undiscutirbar, zumal da sie das Problem nicht nur nicht vereinfacht, sondern auf Annahmen stützt, die, wie die behauptete uranfängliche embryonale Verbindung von Nerv und Muskelfaser, nachweislich nicht Stich halten, wie grade die genauere Erforschung der Entwicklungsweise des Trochlearis als Paradigma ergibt. Nichts kann für diese Auffassung abweisender sein, als der oben auf pag. 290 beschriebene Fall einer Trochlearisfaser, welche auf der Seite ihres Ursprungs aus dem Verbinde des Medullarrohres austritt und doch über den Isthmus hinüber, durch lauter Mesenchymgewebe hindurch auf die andre Seite des Embryo hinüberzieht, um in allmählichem Wachsthum den andersseitigen Obliquus superior zu erreichen. Jede Möglichkeit eines uranfänglichen Zusammenhangs zwischen Muskelzelle und Nervenzelle ist dabei ausgeschlossen.

Vielleicht gibt uns eine verfeinerte Methodik der Präparation Mittel an die Hand, über das erste Auswachsen der Trochlearisfasern innerhalb des Medullarrohres neue Einsichten zu gewinnen: andernfalls dürften wir um so weniger vorwärts dringen, als es wohl unzweifelhaft ist, dass das Chiasma erst entstand, nachdem das Medullarrohr als solches ins Leben trat, vorher also die Trochlearisfasern in demselben Antimer Ursprung und Ende finden mussten.

Dass die NEAL'sche Deutung des Trochlearis als ventralen motorischen Vorderhirnnerven keine Änderung für das Chiasma-Problem

bedeutet, liegt auf der Hand; im Gegentheil würde es die Lösung dieses Problems nur noch erschweren.

Ob eine Erklärung aus entwicklungs- mechanischen oder entwicklungs- physiologischen Gründen größere Erfolge verspricht, wage ich nicht zu beurtheilen: dass es einer Nervenfasers von vornherein leichter und bequemer sein wird, sich in der Richtung ihres anfänglichen Auswachsens weiter zu begeben, ist ja wohl ohne Weiteres klar; wenn wir aber dennoch die verwickeltsten Fasernetze finden, so werden eben doch noch andre Motive auf Richtung und Beziehung der einzelnen auswachsenden Faser einwirken, von deren bestimmender Bedeutung wir einstweilen wohl keine Vorstellung haben. Welche von diesen wirkenden Ursachen z. B. der eben erwähnten, isolirten Trochlearisfaser ihren Weg durch das Mesenchym über den Isthmus hinüber und auf dem andern Antimer hinab in die Nähe des andersseitigen Obliquus superior vorschrieb, ist völlig unerfindlich; lag doch der diesseitige gleichnamige Muskel so sehr viel näher und bequemer zu erreichen, wenn einmal die Faser doch schon von ihrem normalen Laufe im Innern des Medullarrohres und durch das Chiasma hindurch abwich.

V. Die Entwicklung des Trochlearis im Hinblick auf histogenetische Probleme der Nervenentstehung.

Neben den phylogenetischen Problemen, deren Behandlung den Haupttheil dieser Studie bilden, war es von Wichtigkeit, das zu beträchtlichem Theil neue Thatsachen-Material auch für die Fragen auszubeuten, welche heutzutage im Brennpunkt der Discussion auf dem Gebiete der Nerven-Bildung stehen, und denen im früheren Verlaufe dieser Studien bereits ein beträchtliches Interesse zugewendet ward.

Von welcher Bedeutung dabei für den Verfasser dieser Studien die Untersuchung der Trochlearis-Entstehung geworden ist, erhellt am klarsten aus dem Umstand, dass er durch diese Untersuchung von einem Anhänger der Zellkettentheorie zu einem Anhänger der Auswuchstheorie im Sinne His' geworden ist.

Solange die Untersuchung sich auf dem Gebiet der *Torpedo*-Ontogenese hielt, blieben meine Auffassungen über die Entstehung der Trochlearisfasern im Einklang mit meinen bisherigen Ansichten über Nervenfasers-Entstehung durch Zellketten; ja — ich brauche es nicht zu verschweigen — das Auffinden der Kettenfasern, welche

bei *Torpedo*-Embryonen über das Dach des Isthmus hinziehen, bestärkte mich um so mehr in dieser Auffassung, als ich zufolge des genaueren Studiums der von mir Trochlearisganglien genannten Gebilde daran festhielt, dass von Hause aus dem Trochlearis sensible Fasern zugekommen seien. Bei *Torpedo* gelingt es nicht oder wenigstens nicht leicht, nackte Trochlearisfasern im Mesenchym aufzufinden: sie gehen sofort in die Producte des primären Trochlearis resp. der Trochlearisganglien über, lassen also kein sicheres Bild ihrer Entstehung gewinnen.

Anders steht es mit den Squaliden, wo es fast immer gelingt, den auswachsenden Trochlearis bis auf die Hälfte seines definitiven Laufes als nackte, kernlose Fasern aufzufinden, die jederseits aus dem Chiasma hervortreten. Ein überzeugenderer Beweis für die kernlose Natur eines Nerven lässt sich schwerlich beschaffen, und da es zugleich gelang, bei *Pristiurus* einen Fall von Hemmungsbildung des Ophthalmicus minor zu constatiren, durch welche die Bildung aufsteigender Kettenfasern hintangehalten war, so erwies sich, dass der Trochlearis in seiner ganzen Länge vom Chiasma an bis zum Obliquus superior ohne einen einzigen Kern bestehen konnte — mit andern Worten, dass er ein ausschließliches Auswachsungsproduct seiner im Centralnervensystem liegenden Ganglienzellen sein musste.

Was also durch das Experiment HARRISON's bei Amphibien bewiesen war, dass nämlich der Belag der SCHWANN'schen Zellen für die motorischen Nervenfasern aus den Elementen der Ganglienleiste geliefert werde, gelang, durch ein quasi-natürliches Experiment der Ausschaltung des O. minor auch für den Trochlearis zu beweisen. Schwerlich gelingt es an einem andern Nerven und auch an einer andern Thiergruppe, dieses Verhältniss so klar und sicher festzustellen, da wohl nirgends das Mesenchym-Material zwischen Isthmus und Auge ein so spärliches ist, wie bei den Selachiern und ganz besonders bei *Pristiurus*. Hier kann der Lauf der nackten Nervenfasern inmitten des Mesenchyms auf weite Strecken verfolgt werden, zugleich werden aber auch die allmählich als Kettenfasern vom Ophth. minor aufsteigenden Scheidenzellen von Anfang an mit größter Sicherheit von allen übrigen Zell-Elementen unterscheidbar. Könnte es also noch zweifelhaft sein, ob die Scheidenzellen von den umliegenden Mesodermzellen geliefert werden, wie es besonders KÖLLIKER in früheren Zeiten festhielt, so lieferte die Trochlearis-

Entwicklung der Squaliden den Beweis 1) dass ein langer motorischer Nerv durch einen bedeutenden, mit Mesoderm-Elementen angefüllten Bezirk hindurchwachsen kann, ohne auch nur einen einzigen Kern aus dem umliegenden Mesoderm an sich zu fesseln, und 2) dass die Scheidenzellen von einem andern Nerven sensibler Natur, Abkömmling der Ganglienleiste, auf den Trochlearis übertragen werden.

Wenn aber das HARRISON'sche Experiment naturgemäß nichts über die Art und Weise dieses Übertragens der Scheidenzellen von einem sensiblen auf einen motorischen Nerven aussagen konnte, so liefert die directe Beobachtung dieses Processes bei dem Trochlearis der Selachier interessante Aufschlüsse.

Bei *Torpedo* bleibt es zweifelhaft, ob der Nerv die Scheidenzellen oder diese den Nerv aufsuchen: die verhältnismäßige Nähe der Trochlearisganglien am Austritt der Trochlearisfasern aus dem Chiasma macht es ungewiss, ob letztere in die Ganglienleistenreste hineinwachsen oder bereits von Wucherungen derselben beim Austritt aus dem Chiasma in Empfang genommen werden: für beide Modalitäten gibt es Anhaltspunkte der Beobachtung. Jedenfalls aber deutet das Vorkommen der über dem Isthmusdach hinwegziehenden Kettenfasern darauf hin, dass selbständiges Vorwandern von Scheidenzellen in der charakteristischen Gestalt von Kettenfasern auch bei *Torpedo* vorkommt. Bei den Squaliden aber gestaltet sich die Versorgung der Trochlearis-Fasern und Scheidenzellen in eigenthümlicher Weise. Hier handelt es sich nicht mehr um directen Übergang von Zellmaterial der Ganglienleiste auf den mit ihr in Contact tretenden motorischen Nervenstamm, sondern von einem bestimmten sensiblen Nerven, dem Ophthal. minor, der aus dem bereits localisirten Ganglion Gasseri hervorstößt und in weiter Entfernung vom Austritt des Trochlearis dicht am Ectoderm frontalwärts auswächst, zweigen sich dorsalwärts eine Anzahl von ein- oder mehrreihigen Kettenfasern ab und begeben sich mehr oder weniger convergirend nach innen zur Sattelhöhle, welche mit mesodermalen Elementen in je nach der Species geringerer (*Pristiurus*) oder größerer Dichte (*Mustelus*) angefüllt ist. Die Zellen dieser Kettenfasern zeigen durch ihre langgezogene Gestalt, dass sie stark dorsalwärts streben, ihre Kerne sind fast immer 4—5mal länger als breit, ihr verbindendes Plasma ist zwischen den Kernen lang ausgezogen und scheint bandförmig zusammengedrückt zu sein.

Da die Kettenfasern von den Hauptästen des Ophth. minor ausgehen, so lag es nahe, sie für Zweige dieser Nerven selbst anzu-

sehen, was sowohl Miss PLATT als ich selbst lange Zeit thaten; und noch heute bestehen bei mir Zweifel, ob nicht einige dieser »Kettenfasern« richtige Fibrillen führen. Miss PLATT gerieth dadurch auf die nicht ganz klare Vorstellung, der Trochlearis habe zwei Ursprungsstellen; ich meinerseits ward in der Auffassung bestärkt, dass ein besonderes sensibles Fasersystem des Trochlearis einstmals bestanden habe, und dass der O. minor mit diesem System ehemals verbunden gewesen wäre. NEAL dagegen hat von Anfang an, z. Th. durch andre Conservirungsmethoden dazu geführt, behauptet, die aufsteigenden Kettenfasern, welche sich mit den absteigenden Trochlearisfasern verbänden, sorgten nur für den Belag des Trochlearis mit Scheidenzellen. Wenn er, hierauf gestützt, aber behauptet, der O. minor habe morphologisch nichts mit dem Trochlearis zu schaffen, so habe ich schon oben betont, dass es auffallend ist, wenn Scheidenzellen immer nur aus dem O. minor-Verbande und nie aus dem O. major-Stamme, der doch dicht daneben verläuft, ihren Weg an die sich ausbreitenden Zweige des herabwachsenden Trochlearis suchen und finden; auch muss auf die deutlichen Reste eines sensiblen Fasersystems der nur noch bei den Embryonen von *Torpedo* vorhandenen Trochlearis-Ganglien hingewiesen werden, mit denen zugleich die Scheidenzellen an die Trochlearisfasern gelangen. Es hat desshalb nichts an sich Unwahrscheinliches, wenn bis auf Weiteres, d. h. bis auf genauere, mit fibrillen-führenden Methoden angestellte neuere Untersuchungen die Vermuthung bestehen bleibt, dass auch unter den aufsteigenden Kettenfasern des O. minor wirkliche fibrillen-führende Zweige zu finden seien, und dass vielleicht auf solche wirkliche O. minor-Zweige der Ramus recurrens ophthalmici phylogenetisch zurückzuführen sei, der sogar noch bei dem Menschen besteht und immer im Verdacht gestanden hat, Verbindungen mit dem Trochlearis einzugehen (siehe oben pag. 399 Anmerkung).

Dass aber die Mehrzahl dieser Kettenfasern dazu bestimmt ist, Scheidenkerne für die Trochlearisfasern zu liefern, scheint aus den in dieser Studie mitgetheilten Beobachtungen hervorzugehen, und dadurch gewinnen wir interessante Gesichtspunkte für die Art und Weise, wie in dem Falle des Squaliden-Trochlearis die Scheidenkerne sich den eigentlichen Nervenfasern anfügen. Wenn HELD in seinem Vortrage »zur Histogenese der Nervenleitung« (Verh. Anat. Ges. 20. Vers. 1906 pag. 195) z. B. sagt, er müsse O. SCHULTZE Recht geben, dass die SCHWANN'schen Zellen sich nicht rein äußer-

lich auf junge Nervenbahnen auflagern, so muss ich, nach mehrfachen Bildern bei Squaliden-Embryonen, diese Auffassung als allgemeingültig bezweifeln. So und so oft habe ich die absteigenden Trochlearisfasern und die aufsteigenden O. minor-Kettenfasern dicht aneinander gelagert gesehen, dabei bleiben oft genug kleine Spalten zwischen ihnen frei, welche beweisen, dass eine plasmatische Umhüllung der Trochlearisfaser durch die Kettenfaser noch nicht erfolgt war. Ebenso häufig freilich konnte ich die einzelne Trochlearisfaser in eine ebenso vereinzelte O. minor-Kettenfaser einmünden sehen, ohne dass es möglich gewesen wäre, proximal von der Berührungsstelle Scheidenzellen oder auch nur ihr Plasma, distal aber fibrillen-führendes Nervenplasma zu unterscheiden. Man muss annehmen, dass beide Gebilde aneinander gelagert in entgegengesetzter Richtung weiter wachsen. Ob dabei der distalwärts wachsende Fibrillenstrang bereits durch das Plasma der Kettenfaser hindurch seinen Weg findet, oder ob ihn das Plasma allmählich umschließt, bleibt zweifelhaft: es wäre aber vielleicht nicht unmöglich, grade an dem Material der Squaliden-Trochlearis-Entwicklung mehr Einblicke in diese Verhältnisse zu gewinnen, sobald diese Fragen besonders ins Auge gefasst werden. Dass die auswachsende Kettenfaser sich mitotisch vergrößert, wenn sie bereits der absteigenden Nervenfaser anliegt, habe ich mehrfach beobachtet, — letztere bleibt dabei unabhängig von ersterer. Es wird weiterer, mit complicirteren Methoden anzustellender Beobachtungen über die Frage bedürfen, wie sich bei der plasmatischen Umhüllung der Fibrillenbündel die beiden einander berührenden Plasmaschichten verhalten, und welche Producte der fertigen Nerven der einen, welche der andern zuzuschreiben seien.

Wenn aber die für den Trochlearis bestimmten Scheidenzellen bei den Squaliden nachweislich aus den O. minor-Zweigen hervorgehen und selbständig bis über das Dach des Isthmus hinüberwandern können, ohne dabei an einem richtigen Nerven-Ausläufer in die Höhe zu kriechen, so weist diese Thatsache darauf hin, dass auch diese Scheidenzellenfasern eine den auswachsenden Nervenfasern analoge Fähigkeit besitzen, durch größere, mit andersartigen Zellen angefüllte Zwischenräume an ihren Bestimmungsort hinzuwachsen, das Problem also, welches so viel Kopfzerbrechen verursacht hat, wie auswachsende Nervenfasern ihr entfernt liegendes Endorgan erreichen, in manchem Betracht auch für die Kettenfasern des Trochlearis gilt. Ob dabei dann auch auf die seit HENSEN'S

Vorgang so vielfach behandelten Plasmabrücken oder Plasmodesmata (HELD) Rücksicht genommen werden müsste, wäre wohl der Betrachtung aus dem Grunde werth, weil gar nicht abzusehen wäre, zu was diese Plasmabrücken dann nicht im Stande wären. Denn an uranfängliche Zusammenhänge dieser Kettenfasern mit den später erst aus dem Chiasma hervordwachsenden Trochlearisfasern, die ihren Ursprung in Neuroblasten des andern Antimeres haben, wird man doch ernstlich nicht glauben wollen; wenn aber doch solche Kettenfasern ihren richtigen Weg vom G. minor aus bis zum Chiasma finden, so müsste für sie eine eben solche Leitung angenommen werden, wie für die eigentlichen Trochlearisfasern selbst.

Aber grade die Entwicklung des Trochlearis bildet eine Crux für die HENSEN-GEGENBAUR-FÜRBRINGER-Theorie vom uranfänglichen Zusammenhang des Nerven mit seinem Endorgan. So lange es sich nur darum handelt, die Verbindung der motorischen Vorderhornnerven mit den Urwirbeln als vorgebildet hinzustellen, kann man an solche Plasmabrücken glauben und in ihnen wenigstens die Leitwege erkennen wollen, welche für den auswachsenden Nerven die Richtung geben; die Entfernung zwischen Vorderhornnerv und daneben liegendem Urwirbel ist minim, und wenig Zellelemente drängen sich dazwischen. Will man aber nun diese Anschauungsweise auch auf die drei Augenmuskelnerven ausdehnen, so wird sie sehr rasch unüberwindlichen Schwierigkeiten begegnen. Alle drei haben beträchtlich lange Strecken bis zu ihrem Endorgan zurückzulegen, und Abducens, Oculomotorius und Trochlearis lösen diese Aufgabe jeder auf seine eigne Weise. Ich habe schon früher (20. Studie pag. 174 ff.) darauf hingewiesen, dass nicht an den Vorderhorn-Nerven, sondern an den Augenmuskelnerven und an den Seitenhornnerven dies Theorem erprobt werden müsse, wenn es sich als haltbar erweisen solle, und muss nun die Frage an die Vertheidiger der HENSEN'schen Auffassung stellen, wie sie sich den uranfänglichen Zusammenhang des Trochlearis durch Plasmabrücken mit seinem im andern Antimer gelegenen Endorgan, dem Obliquus superior, vorstellen? Noch bei Embryonen von 12—18 mm Länge ruben die eigentlichen Trochlearisfasern entweder völlig im Innern der sie bilden sollenden Neuroblasten, oder sie haben höchstens den Weg durch die Medullarwand zum Chiasma durchgemacht, sind aber noch nicht aus demselben hervorgetreten. Der Obliquus superior seinerseits hat dann bereits die Entwicklung durchgemacht, die ihn von einem Theilstück der Mandibularhöhle zum

dorsalsten der Augenmuskeln werden lässt, und seine Muskelfasern haben bereits angefangen, sich zu differenziren. Welche und wie viel Plasmodesmen müssten angenommen werden, um den complicirtesten aller Wege, den ein motorischer Nerv zurückzulegen hat, für die Bahn des Trochlearis sich vorzustellen? Und wie sollte man sich vorstellen, dass erst Plasmodesmen des Medullarrohres, dann solehe des Mesenchyms, dann, da die Kettenfasern bereits vorhanden sind, ehe die Trochlearisfasern ihre distalen Bezirke durchlaufen, Plasmodesmen der Kettenfasern und schließlich die der Muskelfasern des Obliquus alle in gleicher Weise hergerichtet sind, um durch weitere Differenzirung Fibrillen zu erzeugen? Wäre das im Geringsten leichter vorstellbar, als das Auswachsen des Nerven von seinem Neuroblasten bis an sein Endorgan? Gewiss, dies Auswachsen weist uns auf räthselhafte Kräfte hin, — aber werden wir ein Räthsel los, wenn wir dafür ein andres an seine Stelle setzen, das noch dazu eine Anzahl unbegründeter Annahmen voraussetzt?

HELD, welcher auch die Plasmodesmen-Lehre für unzureichend ansieht (l. c. pag. 198), glaubt als direct bahnbestimmende Momente für die vordringenden Neurofibrillen das Princip der Achsenstellung eines Neuroblasten und das Princip der kleinsten Entfernung in Anspruch nehmen zu sollen; aber damit lässt sich im Falle des Trochlearis ebenso wenig auskommen, wie mit der Plasmodesmen-Annahme. Warum die Neuroblasten des Trochlearis des einen Antimeres aufsteigend über und durch das Dach des Isthmus in das andre Antimer hinüberwachsen und dort austreten, um absteigend bis zum Obliquus hinzuwachsen, das lässt sich ebenso wenig durch die Achsenstellung der Neuroblasten wie durch das Princip der kleinsten Entfernung begreiflich machen. Und wer die oben auf pag. 290 beschriebene, anomal austretende Trochlearisfaser von *Mustelus vulgaris* ins Auge fasst, welche ohne durch das Chiasma zu ziehen, doch in großem Bogen über das Dach des Isthmus hinweg auf die andre Seite des Embryo zieht und dort in der Richtung auf den Obliquus hinabsteigt, muss sich gewiss fragen, welcher Spiritus rector diese Faser zu ihrem Bogen über das Dach des Isthmus zwingt. Wenn die Plasmodesmenlehre etwas werth wäre, so könnte bei angenommener Präformation der Entwicklungsbahnen des Trochlearis diese Entwicklung nicht zu Stande kommen — und wenn das Princip der kleinsten Entfernung eine maßgebende Instanz wäre, so könnte es ebenso

wenig hier gewirkt haben, denn der Weg wäre der denkbar größte Umweg.

Wie wir uns auch stellen, ohne die Annahme eines unbekanntem und undefinirbaren Agens, das man nennen möge, wie man wolle, werden wir das richtige Zusammentreffen des auswachsenden Trochlearis mit dem andersseitigen Obliquus superior nicht vorstellbar machen — und da hindert uns nichts, dieses Agens in das allumfassende Wort Erbllichkeit mit einzubegreifen und dann danach zu forschen, ob wir nicht auf ontogenetisch-phylogenetischen Forschungswegen dazu beitragen können, das hier von der Erbllichkeit [uns vorgelegte Problem schrittweise zu verkleinern und in so und so viel Theilprobleme zu verwandeln.

Die topographischen Verhältnisse der Squaliden-Embryonen, besonders bei *Pristiurus*, erleichtern auch, über eine andre Frage Aufschluss zu gewinnen: ob nämlich der auswachsende Trochlearis mittelst einer so oder so geformten Wachstumskeule vorschreite? Nichts derart ist indess zu sehen. Grade die vorhin erwähnte, anomal laufende Faser hätte die beste Gelegenheit geboten, derartige von RAMÓN Y CAJAL beschriebene Bildungen zu constatiren; es hat sich aber weder an ihr, noch an normal verlaufenden Trochlearisfasern eine Spur einer terminalen Verbreiterung der vorschreitenden Fasern wahrnehmen lassen, im Gegentheil, meist zersplittert sich die Gesamtfaser in feinere Zweige, die im Mesenchym fast unsichtbar verschwinden. Gäbe es Wachstumskeulen, so müsste grade das Ende der fortschreitenden Fasern am besten zu unterscheiden sein.

Es ist mir nicht gelungen, festzustellen, ob Zellen und Kerne medullaren Ursprungs die Trochlearisfasern bei ihrem Austritt aus dem Chiasma für irgendwelche bestimmten Functionen begleiten. Wohl habe ich (vgl. pag. 286) hie und da Medullarkerne beobachtet, welche den austretenden Fasern sich beimischen — ob aber diese Fälle anomale sind, konnte ich nicht ermitteln. Dass Medullarzellen bei den Sclachier-Embryonen mit den Vorderhorn-Nerven austreten, halte ich nach wie vor aufrecht: was sie bedeuten, wenn sie nicht zu SCHWANN'schen Zellen werden sollten, lasse ich zunächst dahingestellt; weitere Forschung, besonders an dem Abducens, der ähnlich günstige Bedingungen für diese Frage, wie der Trochlearis für so manche andre, bietet, werden darüber bestimmte Aufklärung geben.

Die Squaliden-Entwicklung hat weiterhin eigenthümliche Verhältnisse aufgedeckt, die sich an dem Verbindungsstrang des Gangl.

mesocephalicum mit der vorübergehenden Ectoderm-Einstülpung zeigen, aus welcher ursprünglich offenbar ein Schleimcanal-Nervenstrang hervorgehen sollte. Während dieser Strang bei *Torpedo*-Embryonen sich auflöst, ohne Spuren zu hinterlassen, werden bei den Squaliden, ganz besonders bei *Mustelus* und bei *Scyllium*, Placoden daraus, welche sich aus der Verbindung mit dem G. mesocephalicum und dem Ectoderm loslösen, frei im Mesenchym herumwandern und sogar eigne Nervenfasern produciren, die sich gelegentlich an das Ectoderm zur Innervation von Sinnesorganen, gelegentlich auch mit andern Organen verbinden, jedenfalls aber ein regelloses Dasein führen. Denjenigen, welche, wie HENSEN, GEGENBAUR, FÜRBRINGER oder neuerdings auch VAN WILHE, der Auswachsstheorie als unübersteigliches Hindernis entgegenhalten, dass der auswachsende Nerv sich doch leicht verirren könnte, wenn er ohne präformirten Zusammenhang an sein Endorgan gelangen soll, sind diese Fälle der Mesocephalicum-Placoden ganz besonders zu empfehlen, um daran solche »sich verirrende« Nerven in Menge kennen zu lernen. Und dass es an Varianten auch sonst nicht fehlt, lehrt jedes Handbuch der Anatomie, sogar des Menschen, und würde an andern Vertebraten gewiss häufig bestätigt werden können, gäbe sich Jemand die Mühe, es festzustellen.

Der Fall dieser Mesocephalicum-Placoden ist aber noch in andrer Richtung interessant, insofern er lehrt, dass die von ihrer ursprünglichen functionellen Bestimmung entfernten Ganglienleitzellen doch nervenbildend sind, wenn sie auch in andre Verhältnisse versetzt werden. HELD erwähnt in seinem bereits mehrfach citirten Vortrage (pag. 189 ff.) seine Beobachtungen über die weite und frühzeitige Vertheilung neuroblastischen Zellmaterials im Körper des Embryos und spricht die Vermuthung aus, dass vielleicht auch in den transplantirten Extremitätenknospen von BRAUS bereits Neuroblasten vorhanden gewesen sein könnten, die dann eben der Anlass zur Bildung autochthoner Nerven gewesen wären. An solche Verhältnisse können die hier erwähnten Placoden mit ihren Nerven erinnern. Dass aber die Wanderung von Neuroblasten, wie HELD hervorhebt, in der That eine fast unumschränkte ist, möchte ich hier noch durch den Hinweis auf eine von mir festgestellte Thatsache erhärten, die mich anfänglich gradezu in Erstaunen versetzte. Ich fand nämlich bei der Untersuchung der Embryonen von *Trygon violaceus* im Nervus lateralis bis an seine äußerste Spitze im Schwanz des Embryos Ganglienzellen in so großer Zahl,

dass fast kein Querschnitt von Anfang des Lateralis bis dicht vor sein Ende gefunden wird, der nicht wenigstens eine durchschnittene Ganglienzelle enthielt. Anfänglich glaubte ich, annehmen zu müssen, dass es sich hier um einen Fall handle, in dem locale Wucherung von Ganglienzellen angenommen werden müsse, aber die Untersuchung anderer Nerven desselben Embryos bewies, dass auch in ihnen die Ausbreitung der Ganglienzellen eine sehr weitgehende war. Leider besitze ich nur Embryonen von *Trygon* in der Größe von 23 und 27 mm, keine kleineren, so dass ich nicht im Stande bin, zu beurtheilen, wie es zu dieser weiten Wanderung der Lateralis-Ganglienzellen gekommen ist. Dass bei dem Vorwachsen des Lateralis ebenso wie der Schleimcanalnerven des Kopfes bei andern Selachiern Zellen gleichzeitig mit den Nervenfasern am oder sogar im Ectoderm vordringen, ist sicher; wesshalb diese Beobachtungen denn auch die Auffassung stark unterstützten, dass die betreffenden Zellen und Kerne das Material der weiterwachsenden Nerven hergaben. In der That scheint es sich aber bei denselben nur um das gleichzeitige Vorwachsen sowohl der eigentlichen Nervenfaser wie ihres Scheidenzell-Materials zu handeln; bei *Trygon* aber müssen offenbar auch Neuroblasten mit dem weiter fortwachsenden Nerven vorwandern, und es würde von großem Interesse sein, diesen Process in seinen einzelnen Stadien genauer zu untersuchen und festzustellen, ob bei dem Vordringen des Lateralis die späteren Ganglienzellen bereits als solche unterscheidbar sind, oder ob sie erst an Ort und Stelle ihren Ganglienzell-Charakter annehmen.

Buchstabenbezeichnung.

<i>Acust.</i> Acusticus.	<i>Fac.Neur.</i> Facialis-Neuromer.
<i>Aufst.Ophth.min.</i> Aufsteigende Äste des Ophthalmicus minor.	<i>Fac.Pl.</i> Facialis-Ganglienleisten-Platte.
<i>Aug.</i> Auge.	<i>Fac.R.</i> Facialis-Rayon.
<i>C.Z.</i> Centrale Zellen.	<i>Fac.Sp.</i> Facialis-Spalte.
<i>Ch.</i> Chorda.	<i>G.Acust.</i> Acusticus-Ganglion.
<i>Comm.</i> Commissur zw. Trigeminus und Mesocephalicum.	<i>G.Fac.</i> Facialis-Ganglion.
<i>Ect.</i> Ectoderm.	<i>G.Gass.</i> Ganglion Gasseri.
<i>Ent.</i> Entoderm.	<i>G.Gl.</i> Glossopharyngeus-Ganglion.
<i>F.</i> Fasern.	<i>G.Mesoc.</i> Ganglion mesocephalicum.
<i>Fac.Acust.W.</i> Facialis-Acusticus-Wur- zeln.	<i>G.Ophth.min.</i> Ganglion des Ophthal- micus minor.
	<i>G.thalam.</i> Thalamicus-Ganglion.
	<i>G.Trig.</i> Trigeminus-Ganglion.

- G. Trochl.* Trochlearis-Ganglion.
Gef. Gefäß.
Gef. W. Gefäß-Wandung.
Ggl. Ganglienleiste.
Glo. R. Glossopharyngeus-Rayon.
H. H. Hinterhirn.
H. Pl. Hinterhirn-Ganglienplatte.
Hy. Hyoid-Kiemenspalte.
Kern. F. Kernhaltige Fasern.
Lat. R. Lateralis-Rayon.
M. H. Mittelhirn.
M. Pl. Mittelhirn-Ganglien-Platte.
M. Z. Mantelzellen.
Mand. H. Mandibularhöhle.
Med. Medulla.
Mes. Mesoderm.
Mesect. Mesectoderm.
Mesoc. Plac. Placode des Ganglion mesocephalicum.
Mesoc. R. Rayon des Ganglion mesocephalicum.
N. Nase.
N. H. Nachhirn.
Neurop. Neuroporus.
Obl. inf. Musc. obliquus inferior.
Obl. sup. Musc. obliquus superior.
Oculom. Oculomotorius.
Ohrbl. Ohrblase.
Ohrsp. Ohrspalte.
Ophth. maj. Ophthalmicus major.
Ophth. inf. - minor.
Ophth. prof. - profundus.
- Opt.* Opticus.
Orb. Orbita.
Plac. Placoden.
Praem. H. Prämandibular-Höhle.
Prim. Trochl. Primärer Trochlearis.
R. bucc. Ramus buccalis
R. hyoid. - hyoideus
R. mand. - mandibularis } des Facialis.
R. max. inf. Ramus maxillaris inferior des Trigemini.
Rect. sup. Musc. rectus superior.
S. Org. Sinnesorgan.
Sp. Spalte in der Medullarwand.
Spr. Spritzloch.
Stabf. Stabförmiger Rest der Hinterhirn-Platte.
Trig. Neur. Trigemini-Neuromer.
Trig. R. Trigemini-Rayon.
Trig. Sp. Trigemini-Spalte.
Trig. W. Trigemini-Wurzel.
Trochl. Trochlearis.
Trochl. Chi. Trochlearis-Chiasma.
Trochl. Neur. Trochlearis-Neuromer.
V. H. Vorderhirn.
V. W. G. Gass. Vordere Wurzel des Ganglion Gasseri.
Vag. R. Vagus-Rayon.
Vg. Pl. Vagus-Ganglien-Platte.
W. Quergeschnittene Wurzelbündel von Glossopharyngeus und Vagus.
Zw. Pl. Zwischenhirn-Ganglien-Platte.

Tafelerklärung.

Tafel 10.

Alle Figuren beziehen sich auf Embryonen von *Torpedo ocellata* und die bei diesen zwischen den Neuromeren des Rautenhirns vorkommenden Kerben und Spalten.

Fig. 1—3. Horizontalschnitte durch den 5 mm langen Embryo XXXVIII 103, I 22. Vergr. Fig. 1 n. 2 440, Fig. 3 55.

Fig. 1 und 2 zeigen die in der Medullarwandung vor der Ohrblase (*Ohrbl.*) liegende Spaltenbildung (*Ohr. Sp.*), die auf der linken Seite des Embryo (Fig. 1) nach innen zu weit klafft, auf der rechten Seite (Fig. 2) durch die Zell- resp. Kern-Gruppierung in der Medullarwandung angedeutet wird.

Fig. 4 u. 5. Embryo (XLI 449, IV 4) 8 mm lang, Horizontalschnitt. Vergr. Fig. 4 400, Fig. 5 35.

- Fig. 4. Zeigt die weitklaffende zwischen Trigemini 1- und Trochlearis-Neuroner liegende Spalte in der Medullarwandung, Fig. 5 giebt ein Übersichtsbild ihrer Lage.
- Fig. 6—8. Embryo XXXVIII 99, II 15, 5 mm lang, Horizontalschnitt. Vergr. Fig. 6 u. 7 440, Fig. 8 55.
- Fig. 6. Zeigt die Trigemini-gegend der Medullarwand der linken Embryoseite. Eine Spalte ist nicht ausgebildet, die Zellen sind aber so gruppiert, dass eine Trennungslinie besteht. Auf der rechten Embryoseite (Fig. 7) ist eine Spalte (*Trig.Sp.*) deutlich ausgebildet.
- Fig. 8. Übersichtsbild für Fig. 6 und 7.
- Fig. 9—16. Querschnitte durch Embryo (XL 837, V 1—V 6, V 8) 6—7 mm lang. Vergr. Fig. 9—15 440, Fig. 16 55. Die Figuren geben Schnitte durch die Trigemini-Trochlearis-Spalte wieder, die nicht bis auf die Außenfläche der Medullarwandung reicht, durch lockeres Zellgefüge aber sehr deutlich markiert ist.
- Fig. 17 u. 18. Horizontalschnitte durch Embryo (XLI 455, III 9) 9 mm lang. Vergr. Fig. 17 440, Fig. 18 35.
- Fig. 17. Zeigt die Facialisspalte (*Fac.Sp.*) der linken Embryoseite; die Spaltenränder sind lippenförmig emporgewulstet.
- Fig. 18. Übersichtsbild.

Tafel 11.

- Die stärker punktierten Linien durch das Medullarrohr bezeichnen die Grenzen der Trigemini 1 u. 2- und Trochlearis 1 u. 2-Neuroner.
- Fig. 1. *Torp. marmorata* (XXXIII 80). Embryo von 3 mm Länge. Total-Ansicht des Kopfes, Beginn der Ganglienleiste in der Gegend des Mittel- und Hinterhirns. Neuroporus noch weit offen. Vergr. 55.
- Fig. 2. *Torp. ocellata* (XXXIX 610). Embryo von 2,3 mm Länge. Total-Ansicht des Kopfes. Die Ganglienleiste hat sich weiter entwickelt, sowohl am Zwischenhirn, wie auch am Nachhirn ist sie in Entfaltung begriffen. Vergr. 55.
- Fig. 3. *Torp. marmorata* (XXI 565). Embryo von 3 mm Länge. Totalansicht des Kopfes. Weitere Fortschritte in der Ausbildung der Ganglienleiste. Vergr. 55.
- Fig. 3a u. b (am Ende der Tafel!). *Torp. marmorata*. Zwei Querschnitte durch einen Embryo derselben Entwicklungsstufe auf den Linien, die mit *a* und *b* in Fig. 3 bezeichnet sind. Auf Schnitt *b* sieht man, wie das Ectoderm sich verdickt und damit den Anfang zur Ohrblase bildet. Vergr. 95.
- Fig. 4. *Torp. marmorata* (XXI 556). Länge 3 mm. Die Trigeminiplatte schiebt eine lappenförmige Verlängerung — das spätere Ganglion mesocephalicum — nach vorn vor, die Zwischenhirnplatte dehnt sich entsprechend nach hinten aus, durch den Zusammenschluß beider, der auf Fig. 5 erfolgt ist, gestaltet sich die Bahn, welche nachher von der Wurzel des G. Gasseri bis an die vordersten Zellen des Ophthalmicus profundus eingenommen wird. Diese beiden von der Trigemini- und Zwischenhirnplatte ausgehenden Zipfel repräsentieren die eigentliche Mittelhirnplatte, welche der seitlichen Vorwölbung des Mittelhirns halber vor und hinter derselben ventralwärts gleiten und erst darunter

sich wieder begegnen. Aus ihr entsteht, wie gesagt, das *G. mesocephalicum* und seine Derivate. Vergr. 55.

Es ist aber wohl im Sinne zu behalten, dass die auf den Fig. 1—7 dargestellten Ausgestaltungen der Ganglienleistenplatten auch die Elemente des späteren Mesectoderms in sich enthalten, so dass nicht die ganzen gelb gefärbten Partien Nervenbildner sind.

- Fig. 5. *Torp. ocellata* (GAST's Sammlung 2b). Länge 3 mm. Da die Embryonen von *T. ocellata* kleiner sind als die von *T. marmorata*, so haben wir hier ein weiter entwickeltes Stadium vor uns, was sich auch in der das Auge und die Mandibular- und Hyoidbogen umgreifenden Mesectodermwucherung zu erkennen giebt. Zwischenhirn- und Trigeminasplatte sind auf breiter Fläche miteinander verschmolzen. Vergr. 55.
- Fig. 6. *Torp. marmorata* (XXI 640). Länge 4 mm. Das gleiche Stadium, wie die vorige Figur. Die Ganglienleistenzellen auf der Rückennaht des Mittelhirns sind verschwunden, ein Zellrest ist an der Stelle übrig geblieben, wo später der N. thalamicus von Miss PLATT in die Erscheinung tritt. Vergr. 55.
- Fig. 7. *Torp. marmorata* (XXI 566). Länge 5 mm. Vergr. 45. Das Ectoderm (*Ect.*) ist dorsal und am Vorderhirn bis zur Medianebene abgeschält gedacht, ebenso das Ectoderm der Visceralbögen. Die Ohrblase (*Ohrbl.*) mit dem sich differenzirenden Acusticus-Ganglion ist angeschnitten. Durch die Hinterhirn- oder Trigeminasplatte sieht man schwach durchscheinend die Prämandibular- und die Mandibularhöhle mit dem Mandibularschlauch, unter der Facialisplatte den Hyoidschlauch. Die Conturen des Neuralrohres sind unter den Ganglienplatten punktirt angedeutet. Die Chorda ist nicht eingezeichnet. Das ganze Bild ist etwas schematisirt. Bei *x* ist noch ein breiter Zusammenhang zwischen den beiden Wurzelpartien der Trigeminasplatte zu constatiren, bei *y* ein ähnlich breiter Zusammenhang der Trigeminasplatte mit dem Theil des Gesammtgebildes, aus welchem das *G. mesocephalicum* hervorgehen soll. Vergleicht man damit
- Fig. 8. *Torp. marmorata* (XXXIII 262), Embryo von 6,5 mm, Vergr. 35, so sieht man, wie der Zusammenhang der Trigeminasplatte bei *x* gelöst ist und ein Zerfall eintritt, den die Abbildung verdeutlicht. Bei *y* hat sich aus dem noch bei Fig. 7 ziemlich breiten Zusammenhang der Hinterhirnplatte mit dem *G. mesocephalicum* eine schmalere Brücke hergestellt, welche sich zu der im Text häufig erwähnten Commissur zwischen *G. Gasseri* und *G. ciliare* umgestaltet, die in der Vergl. Anatomie als *Radix longa* des *G. mesocephalicum* bekannt ist.
- Fig. 9. *Torp. marmorata* (XXXIII 260). Embryo von 8 mm Länge. Vergr. 35. Zeigt dieselben Verhältnisse mit einigen Varianten.
- Fig. 10. *Torp. marmorata* (XXXIII 256). Embryo von 8 mm Länge. Vergr. 35. Eine weitere Variante oder Phase des Gliederungsprocesses der Trigeminasplatte.
- Fig. 11. *Torp. marmorata* (XXI 645). Embryo von 9,5 mm Länge. Vergr. 35. Dieser Embryo zeigt eine weitere Gliederung der Trigeminasplatte in einzelne Klümpchen, welche als primäre Trochlearisreste (*G. Trochl. 1, 2, 3*) bezeichnet sind. Die Abbildung bringt auch das Lagerungsverhältnis des Facialis-Complexes (*G. Fac.*) zur Anschauung, ferner das *G. Gasseri* mit seinem vorderen Wurzelfortsatz (*T. W. G. G.*) und dem

R. maxillaris inferior (*R. max. inf.*), dem G. mesocephalicum und der beide Ganglien verbindenden Commissur, sowie dem N. ophthalmicus profundus (*R. ophth. prof.*), welcher in einen ganglienartigen Klumpen (*w*) von Ganglienleistenzellen ausläuft. Ein isolirtes Klümpehen von Ganglienleistenzellen (*v*) liegt seitlich vom Zwischenhirn, oberhalb und vor der Wurzel des Oculomotorius (*Oculom.*).

- Fig. 12. *Torp. ocellata* (GAST'sche Sammlung 16). Embryo von 7 mm Länge. Vergr. 35. Auf dieser Abbildung sind die hauptsächlichsten mesectodermatischen Theile der Ganglienleistenproducte gelb punktirt (*Mesect.*) angegeben. Bei *x* sieht man noch den sehr verschmälerten (traditionell für den Ramus dorsalis des Trigemini angesehenen) primären Trochlearis, der erst später in einzelne Klumpen zerfällt; bei *y* die Commissur zwischen G. Gasseri und G. mesocephalicum, bei *v*, u. *v*„ Reste der Zwischenhirnplatte.
- Fig. 13. *Torp. marmorata* (XXII 844). Embryo von 14 mm Länge. Vergr. 30. Diese Abbildung zeigt die topographischen Beziehungen der Ganglienleisten-Producte des Vorderkopfes bei etwas fortgeschrittener Größe des Embryo und stärkerer Betonung der Hirn- und Kopfbenge. Die Ganglien und Nerven des Facialis-Complexes haben sich dem G. Gasseri sehr genähert, der R. ophthalmicus major (*N. ophth. major*) greift über die Producte der Hinter- und Mittelhirnplatte im Bogen hinweg, der Oculomotorius (*Oculom.*) zieht vom Boden des Mittelhirns am G. mesocephalicum vorbei an die Muskel-Producte der Prämandibularhöhle hinab, zwei Reste des primären Trochlearis (*G. Trochl.*, u. *G. Trochl.*„) liegen noch unverbunden an den Seiten des Rautenhirns, und der N. ophthalmicus profundus, das Product der Zwischenhirnplatte, gestaltet sich zu einem Schleimcanalnerven inner- und unterhalb des Ophthalmicus superficialis major aus.
- Fig. 14. *Torp. marmorata* (XXII 846). Embryo von 14 mm Länge. Ein ähnliches Stadium mit noch vollständigerer Darstellung der Producte des Facialis-Complexes und der von ihm ausgehenden Nerven. Vergr. 30.
- Fig. 15. *Torp. marmorata*. Embryo von 2,5 mm Länge. Vergr. 45. Totalbild der Oberfläche bei kräftiger, einseitiger Beleuchtung bei Lampenlicht mittelst einer Belichtungslinse gezeichnet, um die seitlichen Ectoderm-Vertiefungen darzustellen, welche zur Ausbildung der Seitenlinie und der Schleimcanäle des Kopfes führen. Bei diesem Embryo ist noch keine gesonderte Andeutung der Ohrblasen-Vertiefung wahrzunehmen. (Siehe Text pag. 180.)
- Fig. 16. *Torp. ocellata*. Embryo von 3,5 mm Länge. Vergr. 45. In derselben Weise wie Fig. 15 gezeichneter Embryo, die Ohrblase ist bereits in leichter Vertiefung angedeutet. (Siehe Text pag. 181.)
- Fig. 17. *Torp. ocellata*. Embryo von 5 mm Länge. Vergr. 45. Die Ohrblase ist sehr scharf begrenzt und vertieft, hinter ihr beginnt die Seitenlinie mit der schräg dorso-caudalwärts laufenden Furche für den R. lateralis des Glossopharyngeus und des 1. Vagus-Astes. Vor der Ohrblase sieht man die Vertiefungen und Furchen für die Seitenorgane im Rayon der Facialis-, Trigemini- und Mesocephalicum-Placoden, die indessen allmählich fast völlig von den Ästen des Facialis aufgesogen werden. (Siehe Text pag. 181.)

Tafel 12.

Varianten in der Anlage des Trochlearis in seinen Beziehungen zu den Resten der Trigemiusplatte bei Embryonen.

- Fig. 1. *Torp. ocellata* (XL 738). Länge des Embryo 17,5 mm. Vergr. 60.
 Fig. 2. *Torp. ocellata*. Derselbe Embryo auf der andern Seite. Vergr. 60. (Siehe Text pag. 231.)
 Fig. 3. *Torp. marmorata* (XXXIII 321). Länge des Embryo 16 mm. Vergr. 60. Die Ganglien des Facialis, das G. Gasseri und G. mesocephalicum sind durchschnitten wiedergegeben. (Siehe Text pag. 205.)
 Fig. 4. *Torp. ocellata* (Samml. des Prof. MAYER). Länge des Embryo 22 mm. Vergr. 60. (Siehe Text pag. 232.)
 Fig. 5. *Torp. marmorata* (XXI 469). Länge des Embryo 17 mm. Vergr. 60. (Siehe Text pag. 210.)
 Fig. 6. *Torp. marmorata* (XXII 784). Länge des Embryo 18 mm. Vergr. 45. Vom Gehirn ist die Ebene des Oculomotorius-Austrittes wiedergegeben, und darauf der Trochlearis mit seinen Ganglienresten und Maschenbildungen, der Obliquus superior, der Obliquus inferior und der Umfang des Bulbus projicirt. (Siehe Text pag. 211.)
 Fig. 7. *Torp. ocellata* (XXXIX 693). Länge des Embryo 17 mm. Vergr. 60. (Siehe Text pag. 229.)
 Fig. 8. *Torp. ocellata* (XXXIX 698). Die andre Seite desselben Embryo. *a* u. *b* zwei Fortsätze des G. Gasseri, welche zu dem Plexus des Trochlearis (Rest des Ophthalm. minor?) zu gehören scheinen. (Siehe Text pag. 230.)
 Fig. 9. *Torp. ocellata* (XXXIX 684). Länge des Embryo 16 mm. Vergr. 60. (Siehe Text pag. 227.)
 Fig. 10. *Torp. ocellata* (XXXIX 681). Die andre Seite desselben Embryo. *a* Klumpen von Ganglienleistenzellen, welcher durch faserbildende Zellen zur Maschenbildung des Trochlearis beiträgt, *b* u. *c* Ausläufer eben dieses Klumpens. (Siehe Text pag. 228.)

Tafel 13.

Weitere Darstellung der Differenzirung der Trigemiusplatte zur Bildung des Trochlearis.

- Fig. 1. *Torp. ocellata* (XXXVIII 22). Länge des Embryo 6 mm. Vergr. 30. Noch bestehender Zusammenhang der Hinterhirnplatte mit ihrem Ursprungsort in der Mitte der Rückennaht des Medullarrohrs in der Gegend des späteren Isthmus, resp. des Chiasma des Trochlearis. (Siehe Text pag. 221.)
 Fig. 2. *Torp. ocellata* (XXXVIII 32). Länge des Embryo 5 mm. Vergr. 30. Dasselbe an einem andern Embryo, bei welchem noch am Hinter- und auf der Grenze des Mittel- und Zwischenhirns kleine Ganglienleistenreste erhalten sind. (Siehe auch Tafel 20 Fig. 12 und Text pag. 189.)
 Fig. 3. *Torp. marmorata* (XXXIII 264). Länge des Embryo 7 mm. Vergr. 30. Dasselbe wie die beiden vorigen Figuren, aber mit weiter vorgeschrittenem Zerfall der Trigemiusplatte (primärer Trochlearis) und einigen isolirten Resten derselben und der Mittel- und Zwischenhirnplatte, letztere über dem Dache des Medullarrohrs. (Siehe Text pag. 193.)

- Fig. 4. *Torp. marmorata* (XXXIII 265). Die andre Seite desselben Embryos, wodurch wiederum die fast regelmäßige Ungleichheit der beiden Antimeren demonstriert wird. (Siehe Text pag. 193.)
- Fig. 5. *Torp. ocellata* (XXXIX 646). Länge des Embryo 12 mm. Vergr. 30. In den drei Klümpchen des primären Trochlearis macht sich bereits das Auswachsen einzelner Zellen behufs Faserbildung geltend. (Siehe Text pag. 223.)
- Fig. 6. *Torp. ocellata* (XXXIX 644). Die andre Seite desselben Embryo, auf welcher die beginnende Faserbildung noch deutlicher zu erkennen ist in dem Zusammenhang der kleineren oberen mit dem größeren unteren Klümpchen, welches noch einen Anhang einer peripherischen Faserbildung ventro-frontalwärts zeigt, der aber gleich im Mesenchym aufhört. (Siehe Text pag. 224.)
- Fig. 7. *Torp. ocellata* (XXXVIII 63). Länge des Embryo 11 mm. Vergr. 30. Wiederum eine andre Realisation des allmählichen Zugrundegehens der Trigeminiplatte mit längerer Erhaltung des stabförmigen Fortsatzes auf dem G. Gasseri. (Siehe Text pag. 223.)
- Fig. 8. *Torp. ocellata* (XXXVIII 196). Länge des Embryo 16 mm. Vergr. 60. Weitere Ausbildung der Reste der Trigeminiplatte zu wirklichem Nervenfasernstränge. (Siehe Text pag. 229.)
- Fig. 9. *Torp. ocellata* (XXXVIII 200). Derselbe Embryo von der andern Seite, wodurch wiederum die antimerische Ungleichheit bestätigt wird. (Siehe Text pag. 229.)
- Fig. 10. *Torp. marmorata* (XXII 823). Länge des Embryo 19 mm. Vergr. 30. Weitere Darstellung der Concentration und Differenzirung der Reste der Trigeminiplatte zu dem Maschenwerk des Trochlearis. (Siehe Text pag. 212.)
- Fig. 11. *Torp. marmorata*. Derselbe Embryo von der andern Seite. Die Ungleichheiten in der Anlage und Ausbildung der Trigeminiplatte sind hier sehr klar dargestellt, worüber Text pag. 214 zu vergleichen ist. Bemerkenswerth ist besonders ein Verbindungsstück zwischen Trochlearis und Oculomotorius bei *a*.
- Fig. 12. *Torp. marmorata* (XXI 405). Länge des Embryo 15,5 mm. Vergr. 200. Ein besonders complicirt gegliederter, mit vielfältigen faserartigen Ausläufern verschener Ganglienleisten-Zellklumpen, dessen Querschnitt auf Taf. 17 Fig. 13 dargestellt ist. (Siehe Text pag. 204.)
- Fig. 13. *Torp. marmorata*. Derselbe Embryo auf der andern Seite, wo der Stamm des Trochlearis viel verästelter als auf Fig. 12, aber ohne jede Verbindung mit dem isolirten Ganglienleisten-Zellklumpen gefunden wird. (Siehe Text pag. 204.)
- Fig. 14. Zeigt das Situationsbild von Fig. 12 bei 30facher Vergrößerung.

Tafel 14.

Zur Chiasma-Bildung.

- Fig. 1. *Torp. ocellata* (XL 12). Länge des Embryo 12 mm. Vergr. 360. Querschnitt durch den Isthmus. *a, b, c, d* Theile der auf resp. über das Medullardach sich erstreckenden Elemente der Trochlearis-Anlage. (Siehe Text pag. 238.)

- Fig. 2—4. *Torp. ocellata* (XL 55). Länge des Embryo 13 mm. Vergr. 360. Drei aufeinander folgende Querschnitte durch den Isthmus. Das Chiasma ist im allerersten Anfang seiner Bildung begriffen. Auf Fig. 2 sieht man bei *a* auf beiden Seiten eine Kettenfaser mit den charakteristischen langen cylindrischen Kernen; diejenige der rechten Seite ist auf Fig. 3 sehr viel deutlicher, während erst Fig. 4 kernlose Fasern (*b*) quer durch² das Dach des Medullarrohres gehend erkennen lässt, und bei *a* eine feine plasmatische, wellenförmig gebogene Faser über dem Medullardach zu sehen ist. Auf dem folgenden Schnitt, der deshalb nicht abgebildet ist, findet man keine Spur von Chiasmafasern mehr. (Siehe Text pag. 240.)
- Fig. 5. *Torp. ocellata* (XL 17). Länge des Embryo 15 mm. Vergr. 360. Querschnitt durch den Isthmus, in welchem noch keine das Medullardach selbst durchsetzende Chiasmafaser zu erkennen ist, wohl aber die mit *a* bezeichnete, ober- und außerhalb des Medullardachs sich von der Trochlearis-Anlage (*b*) der einen zur andern Seite hinüberziehende, mit mehrfachen cylindrischen Kernen (*c*) versehene Kettenfaser. (Siehe Text pag. 242.)
- Fig. 6. *Torp. ocellata* (XL 5). Länge des Embryo 13 mm. Vergr. 360. Querschnitt durch den Isthmus. Obwohl dieser Embryo — ebenso wie die auf Fig. 1—4 dargestellten — kleiner ist, als der von Fig. 5, ist das Chiasma doch schon mehrfaserig. Bei *a* sieht man die constituirenden, in vielfachen Schichten übereinander liegenden Medullarzellen, bei *b* die Ausläufer der Trochlearis-Kettenfaserzellen, bei *c* die Chiasmafasern. (Siehe Text pag. 241.)
- Fig. 7. *Torp. ocellata* (XL 978). Länge des Embryo 14 mm. Vergr. 360. Horizontalschnitt durch den Embryo, wodurch der Isthmus als Schrägschnitt erscheint, und die Chiasmafasern in größerer Zahl nebeneinander erscheinen. Bei *b* die Trochlearis-Kettenfasern. (S. Text pag. 241.)
- Fig. 8. *Torp. ocellata* (XL 994). Länge des Embryo 12 mm. Vergr. 360. Horizontalschnitt durch den Isthmus, um die auf der linken Seite außerhalb und über dem Dach laufende, isolirte Faser *b* zu illustriren. (Siehe Text pag. 238.)
- Fig. 9. Derselbe Embryo. Ein kurzes Stück (auf der Figur 10 mit *a* bezeichnet!) des Trochlearisstranges. Vergr. 780. *a* u. *b* bezeichnen zwei der charakteristischen langen cylindrischen Kerne, die im Plasma liegen, welches bereits eine Differenzirung begonnen hat, wie der hellere Innencylinder anzeigt. Die Faser zeigt deutlich ihre Gestalt als handförmige Kettenfaser.
- Fig. 10. Derselbe Embryo. Situationsbild. Vergr. 45. Zeigt das Medullarrohr mit dem Beginn des Chiasma und des Trochlearisstranges; bei *a* die auf Fig. 9 in starker Vergrößerung gegebene Kettenfaser. (Siehe Text pag. 238.)
- Fig. 11. *Torp. ocellata* (XLI 220). Länge des Embryo 22 mm. Vergr. 450. Schrägschnitt parallel der Ebene des Trochlearisstranges, welcher einen Theil des Isthmus darstellt, in welchem neben den Fasern des eintretenden Trochlearis (*b*) auch intramedulläre Fasern (*a*) zu erkennen sind, welche sich aus dem seitlich gelegenen Bezirk des Isthmus dorsalwärts den Fasern des Chiasma zuwenden und vielleicht die »Wurzelfasern« des andersseitigen Trochlearis darstellen.

- Fig. 12. Situationsbild der vorhergehenden Figur. Der durch Punkte eingeschlossene Raum entspricht der Figur 11.
- Fig. 13. *Torp. ocellata* (XLI 107). Länge des Embryo 13 mm. Vergr. 160. Schrägschnitt parallel der Ebene des Trochlearis-Stranges, dessen zahlreiche Kettenfaser-Kerne bemerkenswerth sind.
- Fig. 14 u. 15. Derselbe Embryo. Die Einmündungsstellen des Trochlearis auf beiden Seiten, auf Fig. 14 eine in den Lauf des Trochlearis eingeschaltete Mitose zeigend.

Tafel 15. 16.

- Fig. 1. *Torp. ocellata* (XL 87). Länge des Embryo 13 mm. Vergr. 440. Zeigt das Stück einer Bandfaser eines der distalen Trochlearis-Zweige, mit drei Kernen (*b*, *b*, *b*).
- Fig. 2. Derselbe Embryo. Einer der Zellklumpen der Trigeminiplatte, der bei *a* histolytische Zerfallproducte aufweist.
- Fig. 3. *Torp. ocellata* (XLI 127). Länge des Embryo 13,5 mm. Vergr. 440. Stellt ein Stück des proximalen Trochlearis-Stranges dar, welcher bei *a* und *b* die deutliche Scheidung zweier nebeneinander laufenden Fasern erkennen lässt. Bei *c* sieht man eine einzelne Kettenfaser mit zwei Kernen.
- Fig. 4—9. *Torp. ocellata* (XL 70). Länge des Embryo 16 mm. Vergr. 360. Diese fünf Schnitte zeigen ein Trochlearis-Ganglion (*a*) (Ganglienleistenklumpen der Trigeminiplatte), an welches der proximale Strang des Trochlearis (*c*) sich anlagert, ohne von ihm Fasern oder Zellen aufzunehmen. Die drei Schnitte Fig. 4—6 folgen aufeinander, dann fallen bei Fig. 7 zwei Schnitte aus, und es zeigt sich auf den weiteren Schnitten histolytische Auflösung, zugleich aber bei den äußersten Schnitten (Fig. 8 u. 9) Fortsetzung des Ganglions in zwei abrupt im Mesenchym endigende Versuche zu Faserbildungen (Fig. 9 *a* u. *b*).
- Fig. 10. *Torp. ocellata* (XLI 107). Länge des Embryo 16 mm. Vergr. 440. Dieser Embryo zeigt eine Monstrosität, insofern aus einem Zellhaufen (*b*), welcher dem proximalen Trochlearisstrang anlagert, ein dicker, gewundener plasmatischer Strang ausgeht und in den benachbarten Randschleier des Isthmus eindringt.
- Fig. 11 u. 12. *Torp. ocellata* (XLI 116). (Derselbe Embryo wie Fig. 10.) Vergr. 780. Zwei Schnitte, welche die den Trochlearisstrang bildenden Fibrillen (*a*) deutlich erkennen lassen, denen die ursprünglichen Kerne der aus der Trigeminiplatte hervorgegangenen Ganglienleistenzellen noch anliegen u. z. R. bei *c* als Scheidenzellen angesprochen werden können.
- Fig. 13. *Torp. ocellata* (XLI 151). Länge des Embryo 17,5 mm. (Vermuthungsweise halte ich diesen Embryo trotz seiner Größe nicht für älter, als andere, die nur 16 mm Länge erreicht haben.) Vergr. 440. Isolierte Kettenfasern, welche im Mesenchym neben Ganglien- und Fasersträngen gefunden werden und keinen Zusammenhang mit ihnen erkennen lassen.
- Fig. 14. Derselbe Embryo. Vergr. 360. Aus einem der Trochlearisganglien hervortretender distaler Ast (*f*), der sich über dem sich verdichtenden bindegewebigen Orbitalwulst (*e*) in zwei Zweige (*d* und *b*) spaltet. Der eine Zweig (*b*) geht über und außen von dem Muskelbanch des Obliquus superior (*Obl. sup.*) weiter, der andere *d* endet abrupt im Mesenchym.

- Fig. 15. *Torp. ocellata* (XLI 161). Länge des Embryo 17 mm. Vergr. 470. Darstellung des zweiten distalen Astes. Aus einem Zellklumpen der Trigeminiplatte geht ein bereits Fibrillen (*d*) aufweisender Ast hervor, verbindet sich mit einem andern ähulichen Faserstrange des Trochlearis und geht nach dem Augenball zu, wo er sich aber plötzlich bei *a* stark verschmälert und nur mit wenigen, fibrillenlosen rein plasmatischen Zellen (*b*) fortsetzt, um schließlich in einer einzigen Faser mit Kern (*c*) zu enden.
- Fig. 16. *Torp. ocellata* (XLI 201). Länge des Embryo 16 mm. Vergr. 780. In einem schon mit Fibrillen ausgestatteten Stücke des Trochlearis sieht man bei *a* eine Mitose, welche mit zwei Fibrillen in directem Zusammenhange zu stehen scheint. Bei *b* Scheidenzellen.
- Fig. 17. Derselbe Embryo. Vergr. 480. Diese Abbildung soll die Anlage eines Zweiges veranschaulichen, wie sie durch senkrecht auf die Längsachse gestellte, in Form einer Pyramide geordnete Scheidenzellen (*a*) herbeigeführt wird. Daneben läuft der fibrilläre Theil des Trochlearis (*b*) weiter.
- Fig. 18. Derselbe Embryo. Vergr. 480. Ein vielzelliger Ausläufer desselben Trochlearisstranges, der als solcher abrupt im Mesenchym endet, aber mehrfache Mitosen aufweist.

Tafel 17.

- Fig. 1—4. *Torp. ocellata* (XLI 151). Länge des Embryo 17,5 mm. Vergr. 440. Schnitte durch einen der Trochlearis-Ganglienklumpen, um die Beziehungen der durchlaufenden Faser- und Fibrillenbahnen zu dem Klumpen zu illustriren. Die durchlaufende Faserbahn ist mit *a* bezeichnet; man sieht sie auf Fig. 1 oberhalb des Ganglienklumpens eintreten, auf Fig. 2 u. 3 daneben verlaufen, d. h. durch die Rindenzellen des Klumpens, und bei Fig. 4 wiederum austreten. Bei *b* dagegen sieht man plasmatische Fortsätze aus dem Ganglienklumpen austreten, und zwar auf Fig. 1 centralwärts, auf Fig. 4 peripheriewärts gerichtet.
- Fig. 5. *Torp. marmorata* (XXI 459). Länge des Embryo 17,5. Vergr. 440. Sagittalschnitt aus fünf Schnitten combinirt. zum Beweise, dass aus dem Ganglion herstammende, dort autochthon gebildete Fasern (*a*) sich den Fasern und Fibrillen des eigentlichen Trochlearisstranges (*Trochl.*) beimischen. (Siehe Text pag. 210.)
- Fig. 6—8. Derselbe Embryo auf der andern Seite. (Vergl. auch Taf. 22 Fig. 5.) Fig. 8 (Vergr. 88) zeigt die Lage der Ganglien zu einander und zum Trochlearisstrange; Fig. 6 (Vergr. 175) beweist, dass Fasern aus dem Ganglion (*a*) sich dem Faserstrange des Trochlearis (*b*) beimischen; Fig. 7 (Vergr. 175) zeigt dasselbe. (Siehe Text pag. 210.)
- Fig. 9 u. 10. *Torp. marmorata* (XXII 791). Länge des Embryo 18 mm. Vergr. 440. Stellt Ansätze (*a*) zur Zweigbildung auf dem Trochlearis-Strange dar. (Siehe Text pag. 211.)
- Fig. 11 u. 12. *Torp. marmorata* (XXII 851). Länge des Embryo 17 mm. Vergr. 440. Zweig- und Maschenbildung durch Plasma-Ausläufer von Kettenfasern und isolirten Ganglienleitzellen (*a*).
- Fig. 13 u. 14. *Torp. marmorata* (XXI 405). Länge des Embryo 15,5 mm. Vergr. 360. Zwei Schnitte durch das auf Taf. 13 Fig. 12 u. 14 abgebildete Trochlearis-Ganglion, um die Scheidung der Rinden- und Central-

zellen-Bezirke und den Zusammenhang (*a*) der ersteren mit der Faserbahn des Trochlearis (*Trochl.*) zu zeigen. Bei *b* geht ein Ausläufer dorsalwärts ab, endet aber blind im Mesenchym, bei *c* geht ein peripherischer Ausläufer ab, der gleichfalls nach mehrfacher Verzweigung blind endet. *C.Z* centrale Zellmasse. Fig. 13 (405 II 4) liegt der Peripherie näher und ist bei geringerer Vergrößerung (250) gezeichnet als Fig. 14 (406 I 1), welche durch den Mittelpunkt des Ganglion geht und 360mal vergrößert ist. (Siehe Text pag. 204.)

Fig. 15. *Torp. marmorata* (XXI 357 I 9). Länge des Embryo 17 mm. Vergr. 780. Zeigt die im Innern des Trochlearis verlaufenden Fasern oder Fibrillen, über welchen bei *a* eine zur Mitosenbildung sich anschickende Scheidenzelle liegt.

Fig. 16 u. 17. *Torp. marmorata* (XXII 847 III 10). Länge des Embryo 14 mm. Zeigt den stabförmigen Rest der Hinterhirnplatte auf der Commissur zwischen G. Gasseri und G. mesocephalicum, der sich in zwei Ganglien des Trochlearis fortsetzt, die indess hier nicht gezeichnet sind. Man sieht im Innern der Commissur die Faserstränge (*a*) bereits angelegt, während die Randzellen (*b*) noch keine Faserung erkennen lassen, aber mit dem stabförmigen Gebilde (*c*) in Zusammenhang stehen, welches bereits autochthone Faserung erkennen läßt, die nicht mit der der Commissur in Zusammenhang steht. Fig. 17 Vergr. 330, Fig. 16 Situationsbild, Vergr. 30. (Siehe Text S. 202.)

Tafel 18.

Alle Figuren beziehen sich auf *Torpedo marmorata*. Die Figuren 1, 2, 3a, 4a, 5a, 6a, 7a, 8a, 9a stellen Projectionen von Sagittalschnitten dar, um daran die gegenseitige Lagerung der Ganglien des Facialis, Gasseri und der Trochlearis-Ganglien zu erläutern. Die hellgraue Schnittebene durch das Hirn entspricht der Sagittalebene der Oculomotoriuswurzeln, die dunklere etwa der der Trigemini- und Facialiswurzeln. Die Trochlearisganglien sind aus den verschiedenen Schnitten reconstruirt. Die entsprechenden Figuren 3b, 4b, 5b, 6b, 7b, 8b, 9b und c stellen die 440mal vergrößerten Trochlearis-Ganglien und die von ihnen ausgehenden, wahrscheinlich sensiblen Faserstränge dar.

Fig. 1. Zeigt die Reste des primären Trochlearis, wie er sich vom G. Gasseri (Trigemini-Neuromeren) an den Trochlearis-Neuromeren entlang darstellt. Embryo 12 mm. XXXIII 200. Vergr. 20.

Fig. 2. Zeigt dasselbe, aber mit dem G. Gasseri ist auch das G. mesocephalicum in Zusammenhang, an welchem der Oculomotorius vorbeizieht, dem es Scheidenzellen liefert; von der beide Ganglien verbindenden Commissur geht der primäre Trochlearis ab. Embryo XXXIII 223. 11 mm lang. Vergr. 30.

Fig. 3a. Zeigt bereits den eigentlichen Trochlearis, daneben den Rest eines Trochlearis-Ganglion. Embryo XXI 355–359. 17 mm lang. Vergr. 20.

Fig. 3b. 440malige Vergrößerung des Trochlearis mit deutlichen von Ganglienzellen ausgehenden sensiblen Fibrillen. Vergr. 440.

Fig. 4a. Läßt erkennen, dass der Rest des Trochlearis-Ganglion in homologer Lage zu den vorhergehenden G. Gasseri und Facialis liegt. Embryo XXII 854–857. 17 mm lang. Vergr. 20.

- Fig. 4b. 440mal vergrößertes Trochlearis-Ganglion mit sensiblen Fibrillen im Innern.
- Fig. 5a. Zeigt den Trochlearis im Zusammenhang mit einem hinter ihm gelegenen Trochlearis-Ganglion, wie er im Text pag. 212 beschrieben ist. Embryo XXII 826—828. 19 mm lang. Vergr. 20.
- Fig. 5b. 440mal vergrößertes Trochlearis-Ganglion mit dem von ihm abgehenden sensiblen Nervenstrang.
- Fig. 6a. Zeigt den Trochlearis eines 17 mm langen Embryos (XXI 363—367) mit einem Ganglion, welches er durchzieht, wobei er sich in zwei Zweige theilt (Vergr. 20). Zwischen ihm und dem G. Gasseri liegt ein isolirtes Ganglion mit sensiblem Faserstrang, das auf
- Fig. 6b. 440mal vergrößert ist mit seinem distalen Faserstrang, während
- Fig. 6c. den proximalen Faserstrang zeigt. Da beide völlig vom eigentlichen Trochlearis getrennt sind, können die Fibrillen nur sensibler Natur sein. Vergr. 440.
- Fig. 7a. Zeigt den Trochlearis eines 20 mm langen Embryo (XXII 867—869) mit dem seriatim dem Ganglion des Facialis und Trigemini zu homologisirenden Trochlearisganglion, welches eigne Fasern bildet, die im Mesenchym fortschreiten, aber plötzlich aufhören, wie im Text pag. 216 dargestellt ist. Vergr. 20.
- Fig. 7b. Zeigt diesen aus dem Trochlearisganglion abgehenden Strang bei 440-facher Vergrößerung.
- Fig. 8a. Zeigt die Verhältnisse auf der andern Seite desselben Embryos, wie sie im Text pag. 215 beschrieben sind.
- Fig. 8b. Zeigt die aus dem betr. Trochlearisganglion abgehenden Fasern 440 vergr.
- Fig. 9a. Bildet die Verhältnisse des 18 mm langen Embryo (XXII 787—788) ab, welche Lage und sensible Faserbahnen des Trochlearis-Ganglions am deutlichsten zeigen. Text pag. 211.
- Fig. 9b u. c sind 440fache Vergrößerung des auf 9a dargestellten Verhältnisses; Fig. 9b ist das Ganglion; Fig. 9c der von ihm ausgehende sensible Faserstrang, der sich dem eigentlichen Trochlearis beimischt.

Tafel 19.

Die Abbildungen beziehen sich sämmtlich auf Embryonen von *Mustelus laevis* und sollen die Entwicklung des Ophthalmicus minor erläutern.

- Fig. 1. Embryo von 4 mm (XXVIII 620). Vergr. 55. Reconstruction der Vorderkopf-Ganglienleistenplatte nach Sagittalschnitten, auf die Medianebene des Gehirns projectirt. Vom Auge ist der Schnitt eingezeichnet, welcher der größten Ausdehnung der periophthalmen Ganglienleistenpartie entspricht.

Die folgenden Fig. 2—13 geben Reconstructions nach Sagittalschnitten wieder, welche, in eine Ebene projectirt, die Bildung des Ophthalmicus minor erläutern sollen, von dessen Kettenfasern der Trochlearis seine Scheidenzellen empfängt. In diesen Figuren sind das Ganglion des Facialis mit dem von ihm ausgehenden Ophthalmicus superficialis major, ferner die laterale Partie des Ganglion Gasseri mit dem von ihr ausgehenden Ophthalm. superficialis minor dunkelgelb, dagegen die innere Partie des G. Gasseri mit der von ihr ausgehenden

Commissur, dem Gangl. mesocephalicum und dem Ophthalmicus profundus mattgelb gefärbt.

- Fig. 2. Embryo von 7 mm (XXIX 964). Vergr. 95. Zeigt über den punktierten Conturen der Mandibularhöhle die Trigeninusplatte mit dem primären Trochlearis, der Commissur und dem G. mesocephalicum, von welchem ein Zellstrang an die Ectoderm-Einsenkung geht, aus welchem später die Placoden entstehen.
- Fig. 3. Embryo (XXIX 982) 11 mm. Vergr. 95. Zeigt den Beginn des Ophth. minor, der an das Ectoderm geht, als wollte er zu einem Schleimcanalnerven werden. Der Verbindungsstrang vom G. mesocephalicum an das Ectoderm hat sich sehr vergrößert.
- Fig. 4. Embryo (XXIX 987, IV und 988 I) 12,5 mm. Vergr. 60. Zeigt das ganze Ganglion des Facialis mit dem Acusticus und Ophth. major; es hat sich dem G. Gasseri bereits sehr genähert. Von dem äußeren Theile des letzteren sieht man zwei Ausläufer, Ophth. minor, ausgehen.
- Fig. 5. Embryo (XXIX 769, IV und 770 I) 14 mm. Vergr. 60. Weitere Entwicklung des Ophth. minor, netzartige Verbindung seiner Basis.
- Fig. 6. Embryo (XXIX 1016, I) 14,5 mm. Vergr. 60. Weitere Entwicklung des Ophthalmicus minor und seiner Äste.
- Fig. 7. Embryo (XXIX 1019 u. 1020) 14,5 mm. Vergr. 60.
- Fig. 8. Embryo (XXVIII 722 u. 723) 18 mm. Vergr. 60.
- Fig. 9. Embryo (XXIX 776) 18 mm. Vergr. 60.
- Fig. 10. Embryo (XXIX 804 u. 805) 18 mm. Vergr. 60. Zeigt den absteigenden Trochlearis und lässt erkennen, wie die Commissur zwischen G. Gasseri und mesocephalicum sich immer mehr verdickt und verkürzt, während zugleich der Zellstrang zur Ectodermeinstülpung sich verlängert.
- Fig. 11. Embryo (XXIX 861 u. 862) 18 mm. Vergr. 60. Zeigt den Ophth. minor, wie er sich dem Obliquus superior nähert, dabei aber aufsteigende Äste dem absteigenden Trochlearis entgegenschickt. Der Zellstrang vom G. mesocephalicum zur Ectoderm-Einstülpung ist zerrissen, so dass nun die Bildung der Placoden beginnt.
- Fig. 12. Embryo (XXIX 786 u. 787) 20 mm. Vergr. 60. Zeigt die verschiedenen Äste des Ophth. minor. Der Zellstrang vom G. mesocephalicum ist noch nicht zerrissen, löst sich aber vom Ectoderm ab.
- Fig. 13. Embryo (XXIX 849 u. 850) 21,5 mm. Vergr. 60. Zeigt, wie der Ophth. major den Ophth. minor fast verdeckt; dem letzteren sieht man eine Placode des G. mesocephalicum anliegen.
- Fig. 14. Embryo (XXVIII 738 u. 739) 20 mm. Vergr. 95. Horizontal-Querschnitt, um die Verbindungen des Trochlearis mit dem Ophth. minor zu illustriren, zu denen sich noch die mit einem Nerven einer Placode gesellt. Zwischen Ectoderm und dem Placodennerven sind Ophth. major- und Ophth. minor-Stämme durchschnitten.

Tafel 20.

Fig. 1—4 gehören zu *Mustelus vulgaris* und zeigen die Metamerie des Rautenhirns.

Fig. 1. Embryo (XXVII 776) 3,5 mm. Vergr. 95. Horizontalschnitt durch die Gegend der Ohrblase mit dem Facialis-Ganglion.

- Fig. 2. Embryo (XXVII 523) 4 mm. Vergr. 60. 2a Sagittalschnitt durch die Median-Ebene des Embryos. 2b Sagittalschnitt durch eine Seitenebene, um die Wölbungen der Rautenhirn-Neuromere zu demonstrieren.
- Fig. 3. Embryo (XXVII 773) 5 mm. Vergr. 60. Horizontalschuitte. 3a dorsaler (773 I, 11), 3b etwas tiefer geführt (773 II, 1). Zeigt die Ohrblase und die Ganglien des Glossopharyngeus, Facialis und Gasseri neben den entsprechenden Neuromeren.
- Fig. 4. Embryo (XXVII 771, II 7) 6 mm. Vergr. 60. Zeigt, wie die Ohrblase sich ausdehnt und allmählich zwei Neuromeren anliegt, deren Ganglien (Fac. u. Glossoph.) nach vorn und hinten weggedrängt werden.
- Fig. 5a. Embryo von *Scyllium canicula* (XXXVII 761). Vergr. etwa 130. Zeigt eine Anomalie, insofern an der Bildung des Ophth. minor sich ein Rest der Trigeminiplatte beteiligt, der mit einem Trochlearis-Ganglion, wie sie bei *Torpedo* existiren, homolog sein dürfte und seiner Lagerung nach mit einem solchen übereinstimmt. Er theiligt sich an derg Netzbildung der Ophth. minor-Zweige, die den Ophth. major umfassen. Zwei Placoden des G. mesocephalicum liegen darunter.
- Fig. 5b. Zeigt dies Ganglion bei 440facher Vergrößerung, wie es von Nervenfasern durchzogen ist.
- Fig. 5c. Zeigt, wie sich diese Fasern spalten zu dem Netz. Vergr. 440.
- Fig. 6a u. 6b. Embryo von *Heptanchus griseus* (XXV 79 u. 83 II) ca. 14 mm. Vergr. 60. Zeigt das Netzwerk des Ophth. minor auf beiden Seiten des Embryo.
- Fig. 7. Embryo von *Pristiurus* (XXXIV 748 u. 749). Sagittalschnitt-Reconstruction, um die Verästelung des Ophth. minor-Ursprungs zu zeigen. Vergr. 90.
- Fig. 8. Embryo von *Scyllium canicula* (XVI 928). Vergr. etwa 130. Zeigt eine 2. Anomalie. Die Ausbildung eines normalen Ophth. major ist unterblieben, dagegen haben sich besondere Schleimcanaläste vom G. Gasseri entwickelt, welche an ectodermale Sinnesorgane gehen, wodurch angedeutet wird, dass vielleicht ehemals der Ophth. minor selber Schleimcanaläste erzeugte.
- Fig. 9. Embryo von *Mustelus laevis* (XXIX 940) 23 mm. a. (940 I, 2—4.) Vergr. 360. Zeigt eine nach außen abgehende Kettenfaser, die sich vom Trochlearisstrang abzweigt und parallel demselben läuft. (Siehe Text pag. 271.) 9b. (940 I, 7—9.) Vergr. 360. Eine zweite rücklaufende Kettenfaser von demselben Trochlearis näher dem Chiasma. (Siehe Text S. 270.) 9c. Situationsbild der beiden vorstehenden Figuren. Vergr. 36.
- Fig. 10. Derselbe Embryo. Vergr. 95. Schrägquerschnitt, um den Zusammenhang des Trochlearis, der sich in zwei Äste getheilt hat, mit dem Ophth. minor zu zeigen.
- Fig. 11. Embryo von *Mustelus laevis* (XXIX 928, III 1—3) 23 mm. Vergr. 95. Schrägquerschnitt, um einen Nervenaufläufner einer der G. mesocephalicum-Placoden zu zeigen, der über den Obliquus superior hinwegzieht.

Tafel 21.

Alle Figuren beziehen sich auf *Mustelus vulgaris*.

- Fig. 1. Embryo (XXVII 512, I 4—7) 10 mm lang. Vergr. 95. Projection von 4 Horizontalschnitten in eine Ebene, zeigt das G. Gasseri, vorn auf seiner

Außenseite die Anlage des Ophthalmicus minor, innen davon nach vorn verlaufend den strangförmigen Rest einer Verbindung mit dem Medullarrohr. (Siehe Text pag. 280.)

- Fig. 2–6. Flächen-Projectionen nach Sagittalschnitten, welche die verschiedenen Verästelungen des Ophthalmicus minor zeigen. Zur Orientierung sind das Ganglion Facialis (*G.Fac.*) und mesocephalicum (*G.mesoc.*) und dessen Beziehungen zum Ectoderm ebenfalls in Projection angegeben. Als Projectionsebene des Facialis ist etwa die Schnittebene angenommen, auf der der Ophthalmicus major (*Ophth.maj.*) frontal abgeht; vom Ganglion Gasseri ist (dunkelgelb) die Schnittebene, in der die Ophthalmicus minor-Äste das Ganglion verlassen, auf den Schnitt (hellgelb) projicirt, in dem die Trigeminus-Mesocephalicum-Commissur liegt.
- Fig. 2. (XXVII 553 III + 554 I + II) 14 mm. Vergr. 60. (Siehe Text pag. 281.)
- Fig. 3. (XXVII 561 I + II) 15 mm. Vergr. 60. (Siehe Text pag. 281.)
- Fig. 4. (XXVII 572 III + IV + 573 I + II) 16 mm. Vergr. 60. Vorbereitung zur Placodenbildung des *G. mesocephalicum*.
- Fig. 5. (XXVII 580 I + II + III + IV) 17 mm. Vergr. 60. Ablösung des Verbindungsstranges der *G. mesocephalicum* von dem Ectoderm.
- Fig. 6. (XXVII 604 III + IV + 605 I + II) 20 mm. Vergr. 60. Zwei Placoden sind bereits aus dem Verbindungsstrange gebildet, der sich vom Ectoderm zurückzieht. (Siehe Text pag. 283.)
- Fig. 7. [XXVII 654–660] 23 mm. Vergr. 45. Giebt eine Projection verschiedener Horizontal-Schnitte wieder, in denen Trochlearisfasern der linken Seite und die Austrittsstelle von Trochlearisfasern auf der rechten Seite liegen. Rechts treten unterhalb des austretenden rechten Trochlearis (*Troch.*) aus dem Randschleier 2 Fasern, *a* und *b*, die dorsalwärts verlaufen. *b* scheint bald zu endigen, *a* lässt sich über dem Dach des Isthmus und auf der linken Seite bis auf die untere Hälfte der Medulla verfolgen; *a* und *b* sind kernlos. Der linke kernlose Trochlearis fasert sich seitlich von der Mitte der Medulla auf, seine Fasern treffen auf kernhaltige Kettenfasern. Im unteren Teil der Figur liegen die Querschnitte des *Ophth. maj.*, der Äste des *Ophth. min.* und des *Oculom.* (Siehe pag. 289.)
- Fig. 8a u. 8b. (XXVII 687, III 8 und III 9) 24 mm. Vergr. 440. Beide Schnitte zeigen Kerne, die offenbar aus dem Medullarrohr zwischen die Trochlearisfasern getreten sind. (Siehe Text pag. 293.)
- Fig. 9a, b, c. (XXVII 688, I 2 u. 688 I 6 + 7) 24 mm. Vergr. 360. (Siehe Text pag. 294.)
- Fig. 9a zeigt kernlose Trochlearisfasern zwischen Mesenchymzellen (*Mes.*).
- Fig. 9b. Eine kernlose Trochlearisfaser (*Troch.*) geht in einen aufsteigenden kernhaltigen *Ophth. min.*-Zweig über.
- Fig. 9c. Aufsteigende *Ophth. min.*-Zweige, die ihrem Volumen nach den absteigenden Trochlearis (Fig. 9a) weit übertreffen.
- Fig. 10. *a* XXVII 701, IV 9) 25 mm. Vergr. 440. *b* (701, IV 9) Vergr. 95. *c* (701, IV 3) Vergr. 95. (Siehe Text pag. 296.)
- Fig. 10a zeigt einen dicken kernhaltigen *Ophth. min.*-Zweig, der in den oberen Teil des Medullarrohrs eindringt und seine plasmatischen Fasern ausbreitet.

- Fig. 10b. Übersichtsbild. Fig. 10c. Übersichtsbild über das Chiasma, das 10 Schnitte vor dem in Fig. 10a abgebildeten Schnitt liegt.
- Fig. 11a u. 11b. (XXVII 702, II 2, III) 25 mm. Vergr. 95. Horizontalschnitte, die Querschnitte durch den Opth. major und minor und von dem letzteren abgehende aufsteigende Dorsaläste zeigen. In Fig. 11b ein Rest der Mesocephalicum-Placode (*Plac.*) zwischen Ectoderm und *Oblivus superior*. (Siehe Text pag. 297.)

Tafel 22.

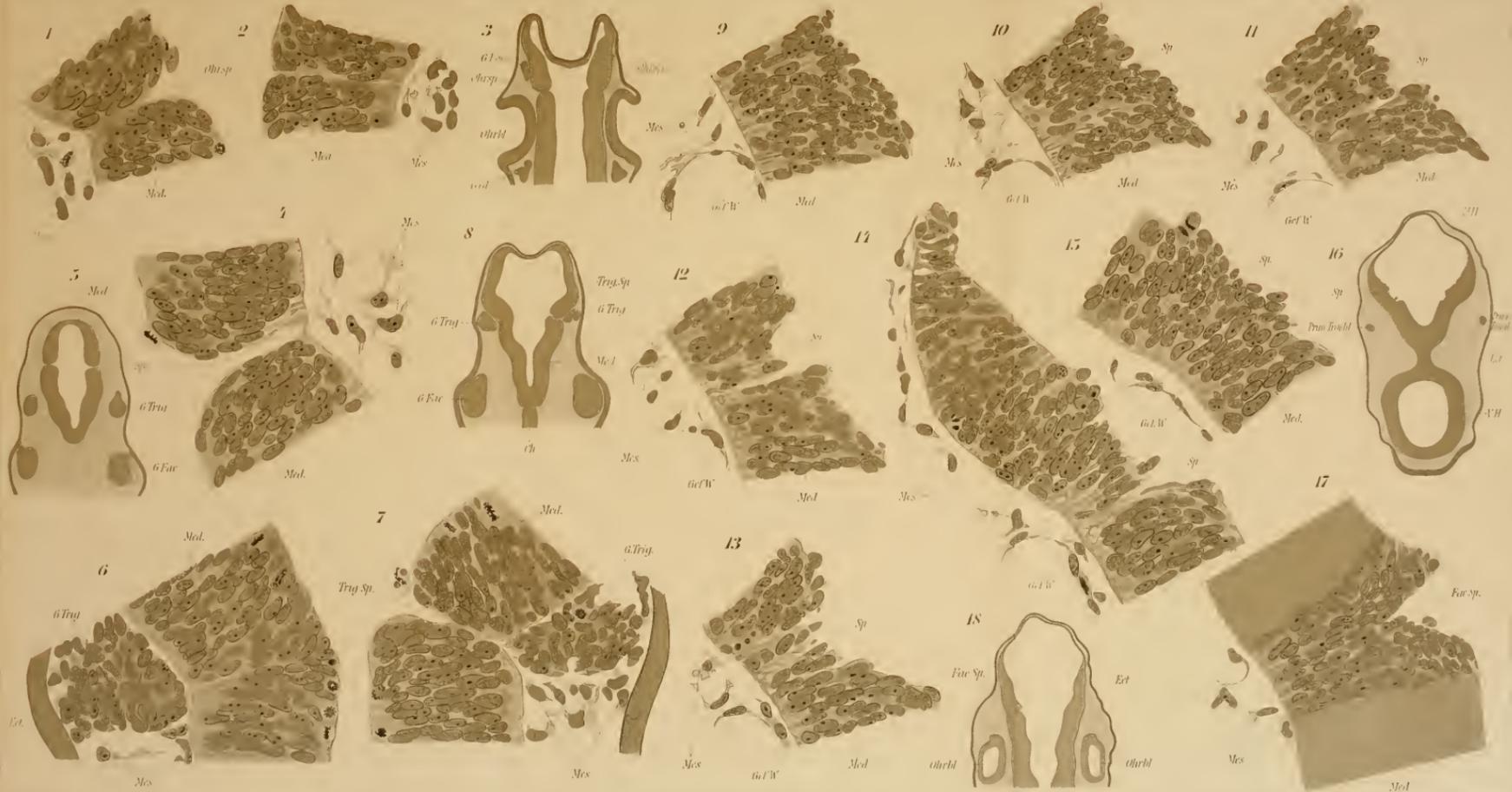
- Fig. 1. *Raja batis* (IV 215) 4,5 mm lang. Sagittalschnitte. Vergr. 60. (Siehe Text pag. 371.) 1a (215, I + II). Die Vorderkopf-Ganglienleiste ist auf den Medianschnitt projicirt. 1b (215, II 5). Seitlicher Schnitt durch die Vorderkopf-Ganglienleiste und das Neuralrohr, das die Neuromeren durch Ausbuchtungen zeigt.
- Fig. 2. *Raja batis* (IV 188, I 9—16) 4,5 mm lang. Combinirte Sagittalschnitte. Vergr. 60. Wie Fig. 1b. (Siehe Text pag. 372.)
- Fig. 3. *Raja batis* (IV 187, III 8—19) 4,5 mm lang. Combinirte Sagittalschnitte. Vergr. 60. Wie Fig. 1b. (Siehe Text pag. 372.)
- Fig. 4. *Raja batis* (IV 190) 5 mm lang. Combinirte Sagittalschnitte. Vergr. 60. (Siehe Text pag. 373.) 4a (190 I). Reconstruction der Vorderkopf-Ganglienleiste, projicirt auf einen Schnitt durch das Hirn, der die Neuomerenausbuchtungen zeigt. — 4b (190, II 3). Seitlicher Schnitt durch das Hirn, die Neuomeren zeigend.
- Fig. 5. *Raja batis* (IV 189, I + II 1—3) 6 mm lang. Combinirte Sagittalschnitte. Vergr. 60. Projection der reconstruirten Vorderkopf-Ganglienleiste auf einen seitlichen Schnitt durch das Hirn. (Siehe Text pag. 374.)
- Fig. 6. *Raja batis* (VI 317, I + II comb.) 8,1 mm lang. Combinirte Sagittalschnitte. Vergr. 60. Reconstruction der Vorderkopf-Ganglienleiste, die Beziehungen der Trigeminiwurzel zu den beiden Trigemini-neuromeren zeigend. (Siehe Text pag. 375.)
- Fig. 7. *Raja batis* (VI, 375) 11 mm lang. Sagittalschnitte. Vergr. 60. (Siehe Text pag. 375.) 7a (375, I 13). Der Schnitt zeigt die netzförmig aufgelöste Trigeminiplatte, Ganglion Gasseri, Anlage des Ganglion mesocephalicum und den vorderen Theil der zu Mesectoderm werdenden Kopfganglienleiste. — 7b (375, II 2). Zeigt Ganglion Gasseri und die netzförmig aufgelöste Hinterhirnplatte. — 7c (375, II 10). Schnitt in der Ebene der Trigemini-Wurzeln, deren Beziehungen zu den beiden Trigemini-neuromeren zeigend. (Siehe Text pag. 161.) — 7d (375, IV 4). Seitlicher Schnitt durch das Hirn, der die einzelnen Neuomeren zeigt. (Siehe Text pag. 161.)
- Fig. 8. *Raja batis* (VI 385) etwa 16 mm lang (?). Sagittalschnitte. Vergr. 35. (Siehe Text pag. 161.) 8a (385, I 4). Schnitt durch das Hirn, zeigt die Neuomeren. 8b (385, II 8). Schnitt durch das Hirn, zeigt die Neuomeren.
- Fig. 9. *Raja batis* (VI 302) 21 mm lang. Sagittalschnitte. 9a (302, I 3—5). Vergr. 60. Beziehung der Trigemini-Wurzeln zu den Trigemini-neuromeren. — 9b (305, II 6). Vergr. 35. Zeigt den netzförmigen Rest der Hinterhirnplatte.
- Fig. 10. *Galeus canis* (VII 2, III + IV) 8 mm. Vergr. 60. Auf einen Schnitt durch das Hirn sind Trochlearis-Ganglion 1 und 2, Ganglion Gasseri mit

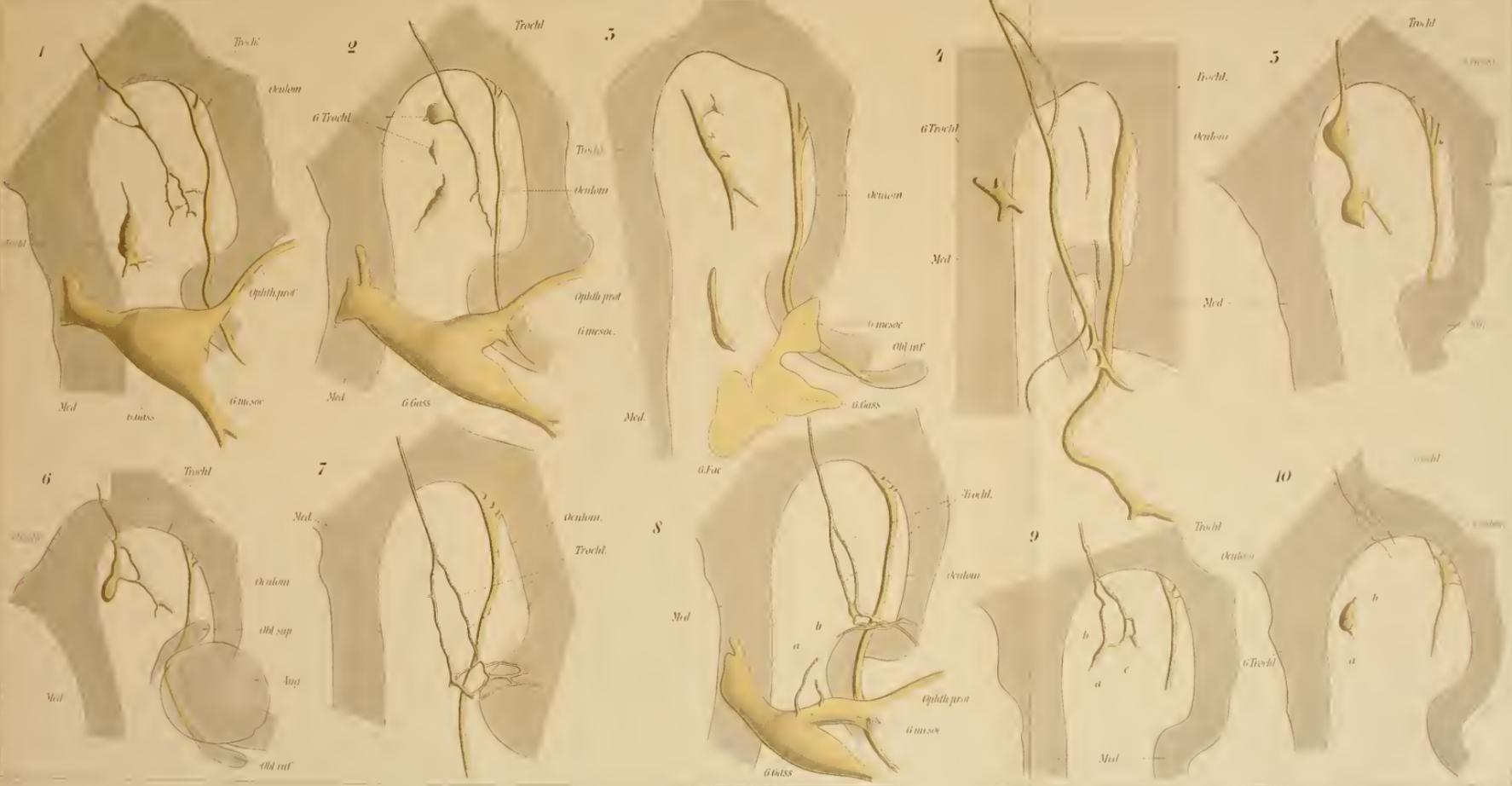
G. mesocephalicum und ein Schnitt durch das Facialis-Acusticus-Ganglion projicirt. Außerdem ist der etwa in der Ebene der Trigeminus-Wurzel liegende Schnitt durch das Hirn (dunkel gehalten) wiedergegeben. (Siehe Text pag. 369.)

- Fig. 11. *Torpedo marmorata* (XXI 483) 21 mm. Combinirte Horizontalschnitte. Vergr. 30. Zeigt den Trochlearisstamm und ein Trochlearisganglion, von dem aus Fasern proximal in den Trochlearisstamm übergehen; distale Fasern entsendet das Ganglion nicht.
- Fig. 12. *Torpedo marmorata* (XXI 378) 14 mm. Combinirte Horizontalschnitte. Vergr. 30. Der Schnitt zeigt das Facialis-Acusticus-Ganglion, Trigeminus-Ganglion und auf der linken Seite 1, rechts 2 Trochlearisganglien. (Vergl. Textfigur pag. 196.)

Inhalts-Verzeichnis.

	Seite
I. Über Neuromerie im Bereich des Rauten- und Kleinhirns	143
1. <i>Torpedo ocellata</i>	145
2. <i>Mustelus vulgaris</i>	157
3. Bei <i>Raja</i> -Embryonen	160
Zusammenfassung	169
II. Der Trochlearis bei <i>Torpedo</i>	170
1. <i>Torpedo marmorata</i>	172
Zusammenfassung	219
2. <i>Torpedo ocellata</i>	220
Zusammenfassung	232
3. Über die Chiasmabildung bei <i>Torpedo</i> -Embryonen.	233
III. Der Trochlearis bei Squaliden.	243
1. <i>Mustelus laevis</i>	243
Zusammenfassung	278
2. <i>Mustelus vulgaris</i>	280
Zusammenfassung	299
3. <i>Pristiurus</i>	301
Zusammenfassung	328
4. <i>Scyllium catulus</i>	330
Zusammenfassung	367
5. <i>Galeus canis</i>	368
<i>Raja batis</i>	370
Einige Stadien von <i>Raja asterias</i>	381
Zusammenfassung	382
IV. Über die morphologische Bedeutung des Trochlearis	383
V. Die Entwicklung des Trochlearis im Hinblick auf histogenetische Probleme der Nervenentstehung	411
Tafel-Erklärung	420





© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at



