1926 Morphologisches Jahrbuch 56

Die orbitalen Venensinusse der niederen Wirbeltiere.

Von

D. Tretjakoff,
Odessa.

Mit Tafel VIII und 6 Textfiguren.

Einleitung.

Seit Untersuchungen von ROBIN (28, 1846) weiß man, daß die mediale Augenhälfte des Neunauges sich in einem retrobulbären Blutraume befindet. Diese Beobachtung von ROBIN hat später MOŽEJKO (21, 1910) bestätigt und etwas vervollständigt. Ich konnte aber im Jahre 1915 die Angaben von beiden erwähnten Untersuchern nachprüfen und fand, daß der orbitale Blutsinus eigentlich aus einzelnen sinusartigen, gewöhnlich nur wenig Blutkörperchen enthaltenden Räumen zusammengesetzt (35) ist. Dabei zog ich die vergleichend-anatomischen Hinweisungen über das Vorkommen ähnlicher Sinusräume in der Augenhöhle anderer Wirbeltiere in Betracht. Die entsprechenden Angaben sind aber so unvollständig, daß ich schon damals ihre Nachprüfung geplant hatte. Einige Ergebnisse meiner Untersuchungen über die orbitalen sinusartigen Gefäße und Räume bei Zyklostomen und Fischen will ich hier mitteilen.

Die auffallend weiten und in gewöhnlichen Schnitten durch das Orbitalgebiet des Neunauges immer gut sichtbaren Sinusse sind jedenfalls bis in die letzte Zeit nur wenig von den Forschern berücksichtigt worden. So spricht z. B. R. KRAUSE (14) in seinem übrigens so inhaltsreichen Buche: »Mikroskopische Anatomie der Wirbeltiere in Einzeldarstellungen« kein Wort über die orbitalen Sinusse beim Neunauge, obgleich er dieselben in der Abbildung

(402, S. 770) naturgetreu aber nicht vollständig wiedergibt. Nur DÜCKER (3) hat neulich den orbitalen Sinusräumen des Neunauges mehr Aufmerksamkeit geschenkt und ohne Kenntnis meiner Arbeit richtig vier einzelne konstante Sinusse unterschieden. Die gegenseitigen Beziehungen orbitaler Venensinusse hat DÜCKER nicht berücksichtigt und nur die temporal sich befindende Verbindung derselben mit den Venen angegeben. Er hat auch die Vermutung ausgesprochen, daß die sinusartigen Räume zur Ernährung des Auges dienen sollen.

ULBRICH (39) und MARKOWSKI (18) haben gleichzeitig im Jahre 1910 die sinusartigen Venen im retrobulbären Raum beim Kaninchen beschrieben. Diese Venensinusse haben eine auffallende Ähnlichkeit mit denen des Neunauges. Es entsteht natürlich die Frage, ob wir es in diesen beiden Gruppen der Wirbeltiere mit homologen Gebilden zu tun haben oder nur vor einer Konvergenzerscheinung stehen. Solche Fragestellung liefert das unbestreitbare Interesse der vergleichend-anatomischen Untersuchung der orbitalen Sinusräume. Die Anordnung und die Bedeutung orbitaler Blutgefäße beim *Petromyzon fluviatilis* hatte ich in meiner russisch geschriebenen Arbeit (35) vollständig beleuchtet. Die Beziehungen derselben zu anderen Blutgefäßen des Kopfes sind aber von mir nur auf Grund der Angaben von MOŽEJKO (21) geschildert worden. Ich hatte seinerzeit Gelegenheit, die schönen Präparate von MOŽEJKO persönlich nachzusehen und keine Veranlassung, die Angaben von MOŽEJKO zu bezweifeln. Jetzt aber ist mir bekannt geworden, daß die Arbeit von MOŽEJKO nicht für zuverlässig gehalten wird. Wahrscheinlich bleiben aus diesem Grunde die Untersuchungen von MOŽEJKO in dem Artikel von DÜCKER unerwähnt und im Buche von R. KRAUSE spiegelt sich die Bekanntschaft mit denselben auch nicht. Bei dieser Lage der Dinge war es für mich notwendig, die Angaben von MOŽEJKO über die Kopfgefäße nachzuprüfen. Bei der Nachprüfung überzeugte ich mich, daß die Injektionspräparate allein für sich noch lange kein richtiges Bild der fraglichen Sinusräume liefern können, da dieselben durch die Injektionsflüssigkeit sehr stark ausgedehnt werden und ihre normale Anordnung verlieren.

Die Ergebnisse der Injektion muß man an der Hand gut fixierter und gefärbter Serienschnitte kontrollieren. Für die Untersuchung der Kopf- und Augengefäße der Zyklostomen und der Fische bediente ich mich außer der Injektion mit löslichem Ber-

linerblau auch der Schnittserien durch die Köpfe der Tiere, welche durch die Injektion der Fixierungsflüssigkeiten in die Blutgefäße fixiert waren. Als Material hatte ich zu meiner Verfügung das Neunauge aus der Newa (*Petromyzon fluviatilis*), *Mustelus laevis* und *Acanthias vulgaris*, *Raja clavata* und *Trygon pastinaca*, *Acipenser stellatus*, *Gobius* (verschiedene Arten aus dem Schwarzen Meer), *Mugil cephalus*, *Atherina pontica pontica*, *Bothus maeoticus*, *Pleuronectes*, *Esox lucius*, *Syngnathus acus*. Die nach der Fixierung, eventuell nach der Injektion halbierten Köpfe der Tiere wurden entkalkt und nach Zelloidineinbettung in die Serienschnitte zerlegt. Die Schnitte wurden in Glyzerin-Gelatine eingelegt, die wichtigsten Schnitte wurden nach Durchmusterung in Kanadabalsam eingebettet.

Petromyzon.

Neben den Arterien, Venen und Kapillargefäßen besitzt das Neunauge ein System von sinusartigen Gefäßen und Räumen, deren Bedeutung noch lange nicht genügend klar ist. Einige Forscher sind geneigt, sie als lymphatische zu betrachten. FAVARO (5, 6) äußerte über die genannten Gefäße im Kaudalgebiet des Neunauges die Meinung, daß sie in erster Linie Venen sind, sekundär aber auch als lymphatische Gefäße funktionieren können. MOŽEJKO behauptete dasselbe für das ganze System der sinusartigen Gefäße des Neunauges und nennt dieselben venös-lymphatische Gefäße. Die Schwierigkeit für die Bestimmung einer Bedeutung solcher Gefäße zeigt sich z. B. ganz deutlich bei der Betrachtung der Räume, welche die Speiseröhre und den Wassergang umgeben, die Sinus jugulaires antérieurs und die Sinus jugulaires postérieurs von MOŽEJKO. Die ersten, welche unter dem Wassergang liegen, sind immer voll von Blut — mit roten Blutkörperchen, die letzten aber enthalten meistens Flüssigkeit ohne rote Blutkörperchen.

Im Kopf ist das System der sinusartigen Gefäße, Räume und Spalten besonders auffallend und leicht an den Schnitten auch ohne Injektion bemerkbar. Einzelne Gefäße und Räume sind meistens groß und zahlreich. Am besten eignen sich zur Untersuchung dieser Sinusse die Köpfe der Tiere, welche vor der Fixation einige Zeit tot, mit Kopf nach unten, aufgehängt und nachher fixiert waren. Die sinusartigen Gefäße bleiben dabei durch die in

denselben angesammelte Flüssigkeit ausgedehnt und in den Schnitten gut sichtbar.

Die Fig. 1 Tafel VIII gibt den paramedianen Sagittalschnitt des Kopfes vom Neunauge wieder, welches mit Alkohol-Formol fixiert war. In diesem Schnitt sind fast überall zwischen den Muskeln des Kopfes geräumige Spalten sichtbar, welche mit einem zarten Endothel mit einer feinen unterliegenden bindegewebigen Lamelle begrenzt sind. Sie enthalten ein körniges Gerinnsel meistens ohne rote Blutkörperchen, die letzten sind aber massenhaft in den Spalten zwischen der pharyngealen Muskulatur vorhanden.

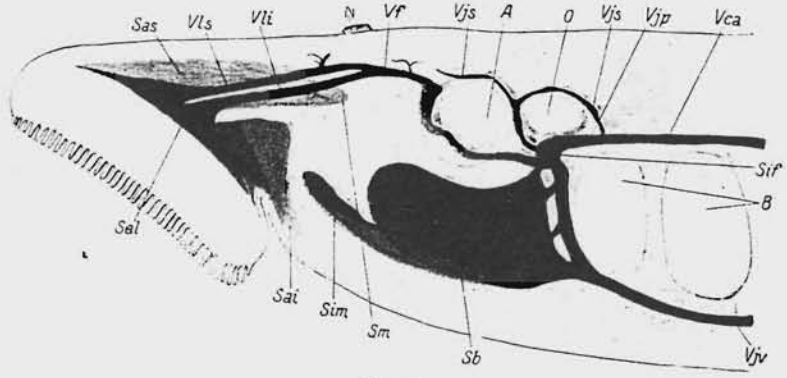

Fig. 1.

Die oberflächlichen Venensinusse des Kopfes des Neunauges.
Rekonstruktion nach den Injektionspräparaten. *A* = Umriß des Auges, *B* = Branchialsack, *N* = Nasengang mit Nasenkapsel, *O* = Ohrkapsel, *Sai* = sublabialer Teil des S. anularis, *Sal* = lateraler Teil, *Sas* = supralabialer Teil desselben, *Sb* = Sinus basilaris, *Sim* = S. intermuscularis, *Sm* = S. submarginalis, *Sif* = S. infracapsularis, *Vf* = Vena facialis, *Vca* = V. cardinalis anterior, *Vjp* = V. jugularis profunda, *Vjs* = V. jug. superficialis, *Vli* = V. labialis inferior, *Vls* = V. labialis superior, *Vjv* = V. jugularis inferior. Die Mündung der V. facialis in den S. pharyngeus post. ist durch den S. infracapsularis bedeckt.

An den Injektionspräparaten kann man feststellen, daß diese intermuskulären Spalten sich an bestimmten Stellen miteinander durch feine Kanälchen verbinden. Außerdem steht das ganze Spaltensystem in Verbindung mit den echten Venen. Die Arterien, welche die Blutflüssigkeit in die Spalten hineintreiben, verzweigen sich in den Muskeln, im Fettgewebe der Haut und in den intermuskulären Zwischenschichten. Die Arterien münden innerhalb der Muskeln, im Fettgewebe der Haut und in den intermuskulären Zwischenschichten in ein weitmaschiges Kapillarnetz, und nur dieses Netz verbindet sich direkt mit den Spalten und den sinusartigen Räumen. In der Hautfettschicht verzweigen sich die

Arterien unmittelbar unter der Schicht der Iridozyten und münden in ein System von Gefäßen, welche nur teilweise den Kapillaren ähnlich sind, meistens haben sie das Aussehen der Sinusse von einer sehr wechselnden Größe. Sie sammeln sich an der proximalen Grenze der Unterhautgewebe zu weiten Venensinusse, welche ein tiefes Netz in der Haut bilden. Ein ähnliches Netz befindet sich im Bindegewebe der Schleimhaut der Mundhöhle.

Am vorderen Kopfende schließt das System der intermuskulären Spalten und das Gefäßnetz der Haut mit einem ungefähr ringförmigen Spaltraum ab, welcher hauptsächlich dem labialen Ringmuskel, M. anularis von FÜRBRINGER (8), in seinem Verlauf folgt (Fig. 1 im Text, *Sai, Sas, Sal*, 2, *Sai, Sas*; Tafelfig. 1, *Sai, Sas*). Der vordere Rand des Ringraums entspricht ziemlich genau dem vorderen Rand des erwähnten Muskels, der hintere Rand hat eine sehr komplizierte Begrenzung im Zusammenhang mit den kaudalen Fortsetzungen des Ringsinus, welche sich dorsal und dorso-lateral finden. Den dorsalen Teil dieses Ringsinus hat ROBIN als „Sinus praemaxillaire", MOŽEJKO als „S. perimaxillaire superieur", den ventralen Teil als „S. soulabial" beschrieben.

Im Kopfskelett des Neunauges gibt es kein Maxillare (SEWERTZOFF [31]), der vordere Rand der Mundhöhle kann wohl als Labium bezeichnet werden. Ich nenne deswegen den erwähnten Ringsinus „Sinus anularis labialis". In diesem labialen Ringsinus kann man einen supralabialen, einen sublabialen und zwei laterale Abschnitte unterscheiden. Am größten ist der supralabiale Abschnitt. Er bedeckt die dorsale Seite des Ringmuskels und setzt sich, den dorsalen Rand des Ringknorpels überbrückend (Textfig. 1, *2 Sas*; Tafelfig. 1, *Sas*), auf dem vorderen und dem hinteren (trabekulären) Deckknorpel fort. Er endigt kaudal fast vor dem Nasengang, dabei wird der Raum des supralabialen Abschnittes durch die vom Knorpel zur Haut schräg aufsteigenden Lamellen in drei Abteilungen zerteilt. Die Lamellen grenzen den supralabialen Abschnitt von dem lateralen ab. Alle diese Lamellen sind nicht ohne Unterbrechung, sie lassen eine Verbindung einzelner Abteilungen untereinander frei.

Der supralabiale Teil des Ringsinus stellt also eine unpaare dorsale Spalte dar, welche zwischen dem Deckknorpel und dem Unterhautgewebe liegt und deren Breite etwas kleiner als die Breite der Deckknorpel ist. Das Unterhautgewebe verwandelt sich in der Wand der Spalte in eine derbe fibröse Lamelle ohne

die Fettzellen; der Deckknorpel ist durch eine dünne perichondrale Lamelle bedeckt. Die Grenzen der supralabialen und der lateralen Teile des Ringsinus sind nur vorn mehr oder weniger bestimmt, im kaudalen Verlauf der lateralen Teile verbinden sie sich mit dem supralabialen Teil durch eine weite Öffnung (Tafel VIII Fig. 2).

Der sublabiale Teil des Ringsinus umfaßt die sublabiale Hautfalte und bedeckt die kaudale Seite des Ringmuskels (Tafel VIII Fig. 1, *Sai*; Textfig. 1, *Sai*). Dieser Sinus stellt die bequemste Stelle für den Einstich der Kanüle bei der Injektion der sinusartigen Spalten und Gefäße des Kopfes dar. Die Injektionsmasse gelangt dabei direkt in das Spaltensystem, die sublabiale Hautfalte wird durch die Masse abgehoben und der sublabiale Sinus verwandelt sich in einen großen Behälter der Injektionsmasse, aus welchem sie gleichmäßig in die übrigen Venensinusse eindringt.

Kaudalwärts setzt sich der sublabiale Teil des Ringsinus nur bis zum hinteren Rande der Hautfalte fort und verbindet sich hier mit dem unter der Haut liegenden Gefäßnetz. Die Unterhautgefäße zeichnen sich unmittelbar neben der Hautfalte durch ihre Größe aus, weiter kaudalwärts werden sie kleiner (Textfig. 1, *Sc*; Tafel VIII Fig. 1, *Sc*). Dorsalwärts gelangt der sublabiale Sinus bis zum vorderen Querstab der Copula und bis zum dorsalen Rand der unteren Hälfte des Ringknorpels. Die latero-ventralen Abteilungen des sublabialen Sinus sind sehr geräumig, in denselben verlaufen die Sehnen des M. anuloglossus und der ventralen Portion der Parietalmuskulatur. Soweit die letzte Sehne noch die Muskelfasern enthält, ist sie mit der lateralen Wand des Sinus (Tafel VIII Fig. 4, *Agl*) verbunden, weiter rostralwärts liegen beide Sehnen ganz frei im Sinusraum.

Mit dem labialen Ringsinus verbindet sich ein kleineres Ringgefäß, welches nicht weniger beständig und regelmäßig ist, genau dem Verlauf des Ringknorpels folgt und denselben vom Ringmuskel abtrennt. Es ist der Sinus interanularis, mit ihm verbindet sich das Gefäßnetz der Schleimhaut der Mundhöhle, welche stellenweise ziemlich weite Gefäße enthält (Taf. VIII Fig. 1, *Sia*; Textfig. 1). Die Verbindung des S. interanularis mit dem labialen Ringsinus geschieht in der ventralen Hälfte der Mundhöhle, hier zeichnen sich einige Gefäße der Schleimhaut der Mundhöhle durch ihr sinusartiges Aussehen aus. Das Gefäß zwischen dem vorderen Stempelknorpelchen und der Ansatzfläche des unteren großen Zahnes, die Gefäße in den Papillen des Ganges der

Speicheldrüse sind wegen ihrer Größe am besten bemerkbar (Textfig. 3, *Sil*).

Der laterale Teil des labialen Sinus ist eine Ursprungsquelle für die beiden Venen, welche nach Možejko Venae faciales sind. Es gibt eine V. facialis und oberhalb derselben eine V. facialis superior. Die Beschreibung von Možejko lautet folgendermaßen: »La veine faciale naît . . . de la couche vasculaire qui se trouve sur la face latérale du cartilage et du muscle annulaire . . . Elle se dirige en arrière le long de la face latérale de la tête et s'unit non loin de l'orbite avec une autre veine . . . qui naît du sinus périmaxillaire supérieure et partiellement aussi des vaissaux de la même couche vasculaire.«

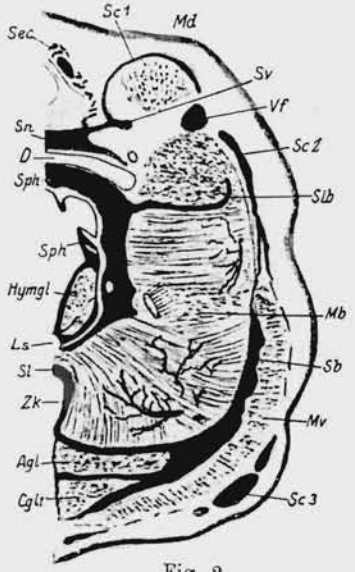

Fig. 2.

Querschnitt des injizierten Kopfes vom Neunauge im Gebiet des Riechorgans.

Agl = Musculus anuloglossus, *Cglr* = M. copuloglossus rectus, *D* = hinterer Deckknorpel, *Hymgl* = M. hyomandibulariglossus (mandibulari-apicalis), *S* = Sehne des M. longitudinalis linguae (cardio-apicalis), *Mb* = M. basilaris, *Md* = dorsaler Teil, der Parietalmuskulatur, *Mv* = ventraler Teil der Parietalmuskulatur, *Sb* = Sinus basilaris, *Sc* = (1, 2, 3) Hautsinus, *Sec* = extrakapsulärer Teil des S. nasalis, *Sib* = S. interbasilaris, *Sl* = S. lingualis, *Sn* = S. nasalis, *Sph* = S. pharyngeus, *Se* = Verbindungsast des S. nasalis zur V. facialis, *Vf* = Vena facialis, *Zk* = Stempelknorpel.

Ich kann das Vorhandensein beider Venen bestätigen, aber die Angaben über ihren Ursprung berichtigen. Beide Venen entstehen nämlich aus dem lateralen Teil des labialen Ringsinus und nur indirekt vermittels des Sinus sind sie in Verbindung mit dem Gefäßnetz der Unterhautschicht. Sie dienen also als Abflußwege der Flüssigkeit, welche den labialen Ringsinus anfüllt, und ich werde sie lieber als Vena labialis superior und V. l. inferior bezeichnen. An den injizierten und nichtinjizierten Schnitten durch die Mundhöhle des Neunauges (Tafel VIII Fig. 3, *Vli*, *Vls*; Textfig. 1) kann man die Anfangsstücke der Venen als Rinnen an der lateralen Wand des Sinus wahrnehmen, welche sich weiter kaudalwärts in die Venen fortsetzen (Tafel VIII Fig. 4). Gerade an der Ursprungsstelle der Venen gesellt sich zu denselben ein Arterienast, A. labialis,

welcher weiter kaudalwärts genau zwischen beiden Venen liegt, so daß letztere die echten Begleitvenen dieser Arterie sind. Beide Lippenvenen sind breiter, als man nach den Zeichnungen von Možejko denken kann, und verlaufen im fettzelligen Unterhautgewebe, indem sie zahlreiche sinusartige Gefäße aus der Haut aufnehmen. Die Stelle, an welcher beide Vv. labiales zusammenfließen, liegt rostral vom vorderen Rand des Nasenganges. Die A. labialis wendet sich dabei medialwärts zur Nasenkapsel, die Vene bleibt unter der Haut bis zur orbitalen

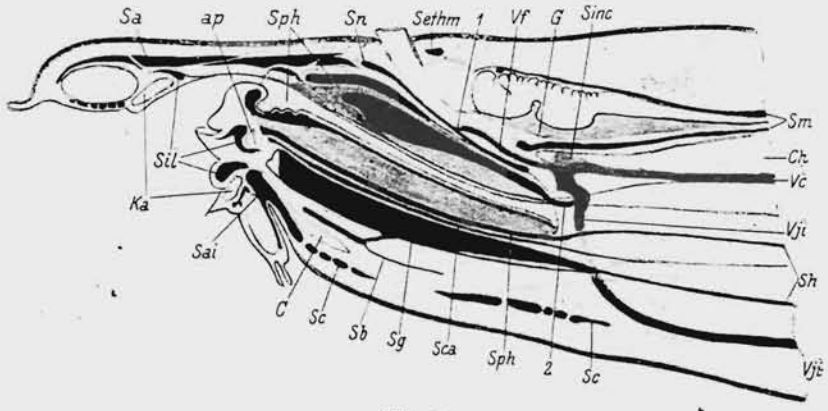

Fig. 3.

Medianschnitt des Kopfes vom Neunauge mit eingezeichneten tiefen Sinus.

C = Copula, *Ch* = Chorda, *G* = Gehirn, *Ka* = Ringknorpel, *Kl* = vorderes Stempelknorpelchen, *Sa* = labialer Ringsinus, dorsaler Teil, *Sai* = lab S, ventraler Teil, *Sc* = Sinus im Unterhautgewebe, *Sb* = S. basilaris, *Sn* = S. nasalis, *Sethm* = Sinus supraethmoidalis, *Sg* = S. glossa, *Sph* = S. pharyngeus, *Spp* = S. pharyngeus posterior, *Sil* = S. interanularis, *Sinf* = S. infracapsularis, *Vf* = facialis, *Vji* = V. jugularis inferior, *Sh* = Sinus hyoideus, *Sip* = Sinus jugularis ventralis, *Zk* = Stempelknorpel. 1 = Verbindungskanal zwischen dem S. nasalis und der V. facialis, 2 = Verbindungskanal zwischen dem S. pharyngeus und dem S. pharyngeus posterior.

Wand und nur unmittelbar vor derselben biegt sie scharf medialwärts ab und gelangt in die Ecke zwischen der Augenhöhle und der Nasenkapsel. Diese Vene, welche sich durch die Verbindung beider labialer Venen bildet, verdient wohl die Bezeichnung als Vena facialis.

Außer den labialen Venen entspringt vom lateralen Teil des labialen Ringsinus ein spaltförmiger Raum, welcher sich von der medialen Wand desselben abspaltet, sich zum Rand des Ringknorpels wendet und sich bis zum unteren Rand des vorderen Deckknorpels fortsetzt. Diese Spalte, S. submarginalis, ist von dem lateralen Teil des labialen Ringsinus durch eine Fett-

zellen enthaltende bindegewebige Platte abgetrennt. Die Platte hängt am Rande des Deckknorpels und hat im frontalen Querschnitt die Form eines Dreiecks. Im oberen Abschnitt der Platte liegt das vordere Ende des Musculus spinoso-semianularis anterior.[1] Kaudalwärts gelangt der Sinus submarginalis nur bis zur Mitte des M. spinoso-semianularis anterior an und bleibt immer in offener Verbindung mit dem lateralen und sublabialen Teil des labialen Ringsinus. Alle Teile des labialen Ringsinus verbinden sich mit den Gefäßen des Netzes desselben, welches in dem Unterhautgewebe neben dem Sinus gelegen ist.

Hinter dem supralabialen Teil des labialen Ringsinus beginnt der Sinus nasalis, welcher dem von Možejko angegebenen S. subethmoidalis entspricht. Der S. subethmoidalis von Možejko stellt aber nur einen Teil des S. nasalis vor, welcher nicht nur unter dem Nasengang, sondern auch neben demselben und oberhalb der Nasenkapsel sich verbreitet (Textfig. 2 u. 3; Tafel VIII Fig. 1).

Der subethmoidale Teil des S. nasalis liegt zwischen dem Boden des Geruchsorgans und dem hinteren (trabekulären) Deckknorpel. Er verbindet sich durch feine Kanälchen mit dem hinteren Rand des supralabialen Teils des labialen Ringsinus. Mit dem Nasengaumengang zusammen setzt sich der S. nasalis kaudalwärts fort, seine ventrale und lateralen Flächen umfassend. Unter dem Geruchsorgane entsendet der Nasensinus beiderseits zwei laterale Fortsätze, einen dorsalen und einen ventralen. Ersterer Fortsatz steigt dorsalwärts vor der Wand der Nasenkapsel empor und sendet auf der Höhe der Öffnung in der vorderen Wand derselben ein anderes Gefäß in das Innere des Geruchsorgans. Dieses Gefäß teilt sich innerhalb der Kapsel in die sinusartigen Gefäße, welche in jede Falte des Geruchsorgans eintreten und unterhalb des Riechepithels ein dichtes Netz bilden (35) (Tafel VIII Fig. 5). In diesem Netz ist das Gefäß am Rande der Falte am größten. Am Austritt des Sammelgefäßes aus der Kapsel ist es mit doppelter Klappe versehen, welche nur einen Abfluß der Flüssigkeit aus den Gefäßen des Riechorgans erlaubt. Die Flüssigkeit in dem Sinus der Riechfalten enthält nur sehr wenig Blutkörperchen, sie sind aber massenhaft in den ebenso sinusartigen Räumen vorhanden, welche die Follikel der Anhangsdrüse umgeben. Diese Räume sind durch das Blut so ausgedehnt, daß es kaum möglich ist, die dünnen Wände derselben innerhalb der Blutkörperchenmasse zu unterscheiden. Die ventralen Drüsenfollikel scheinen sogar einfach innerhalb der Blutmasse zu liegen und nur die schwarzen Pigmentzellen, welche das Blut durchsetzen, geben das Recht, auch hier nicht einen einheitlichen Raum, sondern mehrere zusammengepreßte Räume vorauszusetzen. Es scheint, daß das Blut aus Arterien erst zu den Sinusräumen der Drüse gelangt, die größte Menge roter Blutkörperchen in diesen Räumen bleibt und nur die Flüssigkeit mit wenigen Blutkörperchen in die Sinusse der Riechfalten sich ergießt. Die Blutkörperchen bleiben aber nicht nur in den Sinusräumen der Drüse, sondern gehen in das umgebende Bindegewebe hinein und zerfallen innerhalb desselben.

[1] Musculus tectospinosus anterior, Tretjakoff, 38.

In die Sinusse der Riechfalten ergießen das Blut noch die Kapillaren, welche von den Arterien entspringen, die an der Ansatzfläche jeder Falte verlaufen. Die Kapillaren liegen tiefer im Bindegewebe der Falte als die Venensinusse, und bilden ein regelmäßig gestaltetes Netz mit Maschen, welche senkrecht zum Ansatz der Falte ausgebreitet sind. Am Boden der Kammer, welche zwischen den nachbarlichen Falten liegt, fehlen schon die Venensinusse und sind nur die Kapillaren bemerkbar. Am vorderen Rand der Falte fließen alle Sinusse derselben miteinander zusammen und münden in einen größeren Raum, Cisterna ethmoidalis (35) (Tafel VIII Fig. 5, *Z*), welcher seinerseits mit dem Ast des Fortsatzes des S. nasalis sich verbindet, wie schon oben angegeben ist.

Der rechte und der linke ethmoidale intrakapsuläre Sinusraum liegen beiderseits lateral vor dem Nasengang unmittelbar hinter der vorderen Wand der Kapsel. In dieser Stelle gelangt der Knorpel nicht bis zur Wand des Nasenganges, die Kapsel bleibt bindegewebig und wird durch ein Gefäß durchbohrt, welches vom intrakapsulären Sinusraum entspringt. Die erwähnten Klappen befinden sich gerade an der Durchgangsstelle dieses Gefäßes. Der intrakapsuläre Raum hat die Höhe von 0,6 mm, der laterale Rand desselben gelangt bis zum Rande der Knorpelwand der Nasenkapsel und setzt sich noch etwas weiter lateralwärts fort.

Nach der Mündung des Gefäßes, welches aus der Nasenkapsel heraustritt, zerfällt der dorsale Fortsatz des Nasensinus in einen Gefäßknäuel, welcher die dorsale Seite des Nasengangs und der Kapsel erreicht und sich hier mit einem supranasalen Teil des Nasensinus verbindet. Dieser Teil ist neben dem Nasengang

erst paarig, weiter kaudal ist er unpaar und bedeckt die obere Seite der Nasenkapsel, indem er sich mit den umgebenden Venensinus des Unterhautgewebes verbindet. Ein anderer Fortsatz des subethmoidalen Teils des Nasensinus geht lateralwärts zur Verbindung mit der Vena facialis. Vor der Verbindungsstelle entspringt vom Fortsatz ein Gefäß, welches bogenförmig die dorsale Fläche der Parietalmuskulatur umkreist und an der äußeren Seite derselben sich mit den Hautgefäßen verbindet (Textfig. 2, *Sc*). Obgleich der ventrale Fortsatz des Nasensinus nur sehr kurz ist, verdient er wohl die Bezeichnung als Vena ethmoidalis, da er hauptsächlich zum Abfluß der Blutflüssigkeit aus dem System des Nasensinus und den angrenzenden Hautgefäßen in die V. facialis dient.

Es sei hier noch das Schicksal des Nasensinus in der Wand des Nasengaumenganges erwähnt. Wie oben gesagt wurde, umfaßt der Sinus, welcher eine schmale Spalte darstellt, erst die ventrale und laterale Seite des Ganges. Im weiteren Verlauf des Ganges schwellen die lateralen Teile des Sinus zu stattlichen Gefäßen an, welche dorsal und ventral durch ein Netz von kleineren Gefäßen verbunden sind. Im kaudalen Gebiet des Ganges, an der Endblase desselben ist der Venensinus wieder hauptsächlich an der ventralen Seite desselben entwickelt, die laterale und dorsale Wand des Ganges enthalten nur kleinere, netzartig angeordnete Gefäße, zu welchen noch die Gefäße aus der ventralen fibrösen Wand der Schädelkapsel sich hinzugesellen. Die Verbindungen des Nasengaumengangsinus mit anderen Venensinussen werden weiter unten angegeben werden. Nach der Verbindung der Vena facialis mit der V. ethmoidalis vergrößert die erste Vene ihren Umfang und bildet einen großen venösen Raum, Cisterna praeorbitalis, welcher unmittelbar dem dorsorostralen Gebiet der orbitalen Wand anliegt (Textfig. 1). In Querschnitten des Kopfes hat dieser Raum eine dreiseitige Form und ist mit dem spitzen Winkel nach unten ventralwärts gestellt. Dadurch senkt sich die V. facialis zum ventro-rostralen Gebiet der rostralen orbitalen Wand und verbindet sich unterhalb des präorbitalen Raums mit dem kleinen Kanälchen, welches dem Nasengaumengangsinus entstammt (Textfig. 3, *I*). Nach der Verbindung mit diesem Kanälchen wendet sich die V. facialis kaudalwärts in der medialen orbitalen Wand. Im Gebiet der Anheftung des vorderen geraden Augenmuskels an dieselbe ragt die V. facialis in den Orbitalraum hervor, dabei

besitzt die Vene ihre eigene Wand, welche von der orbitalen Wand durch eine Schicht von Fettzellen abgetrennt ist. Näher zum Sehnerven schmiegt sich die Vene dicht an die knorpelige Schädelkapsel an, die erwähnte Fettschicht verschwindet, und die Wand der Vene verschmilzt mit der fibrösen Lamelle, welche die orbitale Wand darstellt. Dabei senkt sich die Vene ventralwärts und liegt lateral und unterhalb der Arteria carotis dorsalis; neben dem Sehnerven steigt sie aber wieder nach oben, verläuft über den Nerven und dorsal von der A. carotis dorsalis. In der kaudalen Hälfte der Orbita senkt sich die Vene wieder ventralwärts und lagert sich in der Rinne der knorpeligen basalen Schädelwand neben dem Ramus supramaxillaris des Trigeminus. Sogar im Gebiet der Anheftung des hinteren geraden Muskels bleibt die V. facialis in unmittelbarer Nachbarschaft mit der orbitalen Wand und nur im hintersten Gebiet der Augenhöhle wird sie von der orbitalen Wand durch das untere Trigeminusganglion und den R. mandibularis V abgedrängt. In diesem Gebiet mündet in die V. facialis ein Gefäß, welches das Blut aus dem System der orbitalen Sinusse bringt (Textfig. 4, *VO*). Um den weiteren Verlauf der genannten Vene zu verstehen, muß man die Sinusse kennen, welche tief in der Kopfmuskulatur liegen. Der größte von denselben ist der Schlundsinus, S. pharyngeus (S. peripharyngeus nach Robin und Možejko). Er besteht aus den Spalten, welche die Schlundmuskeln von der Schleimhaut des Pharynx und die Muskeln voneinander abtrennen (Textfig. 2, 3, 4; Tafel VIII Fig. 1, 2, 3). Zur Orientierung über das Verhalten dieser Spalten dienen am besten die Querschnitte durch den injizierten Kopf des Neunauges.

Man sieht in solchem Querschnitt unterhalb des Deckknorpels eine weite Spalte, welche lateral sich etwas ventralwärts umbiegt und zwischen dem Musculus basilaris und dem M. pharyngeus bis zur Sehne des M. longitudinalis linguae[1] sich fortsetzt. Es ist möglich, an diesem Spaltraum einen dorsalen, zwei laterale und einen ventralen Teil zu unterscheiden. Vor dem Subokularbogen des Schädels verbreitet sich der pharyngeale Sinus dadurch, daß er beiderseits einen Vorsprung bildet, welcher bis zur orbitalen Wand gelangt. An der Übergangsstelle des dorsalen Teils des Sinus in den lateralen entspringt eine laterale Spalte,

[1] M. cardio-apicalis, Tretjakoff, 38.

welche tief in den Musculus basilaris hineindringt und seinen dorsalen, vor der Augenhöhle liegenden Abschnitt vom übrigen Muskel teilweise abtrennt. Diese Spalte ist der Sinus interbasilaris (Textfig. 2, *Sib*), sie gibt dem dorsalen präorbitalen Teil des M. basilaris die Bedeutung eines fast selbständigen Muskels, indem die Verbindung desselben mit dem ventral liegenden Teil des Muskels nur durch eine schmale laterale Muskellamelle stattfindet.

Zwischen der Schleimhaut des Schlundes und dem M. pharyngeus liegt ein Gefäßnetz, welches auch in die Falten der dorsalen Pharynxwand hineindringt, dem Rand der Falte entspricht das größte sinusartige Gefäß. In der ventralen Hälfte des Schlundes verwandelt sich das Schleimhautnetz in einen großen subepithelialen Sinusraum, in welchem der M. hyomandibulariglossus[1], M. hyomandibularis-semianularis[2] und die lange Sehne desselben verlaufen. Beide Muskeln liegen ganz frei inmitten des inneren Teils des pharyngealen Sinus, welcher von der Schleimhaut und dem M. pharyngeus begrenzt wird. Nach außen von letzterem Muskel befindet sich also der äußere Teil des pharyngealen Sinus (Textfig. 2, 3).

Die rechte und die linke Hälfte des inneren Teils des S. pharyngeus verbinden sich miteinander ventral über der Sehne des M. longitudinalis linguae, die Hälften des äußeren Teils sind aber durch diese Sehnen voneinander abgetrennt. Dorsal geschieht die gegenseitige Verbindung der beiden Hälften des äußeren und des inneren Teils des pharyngealen Sinus direkt ohne Unterbrechung. Im medianen Längsschnitt des Kopfes kann man im dorsalen Abschnitt des äußeren Teils des pharyngealen Sinus eine vordere kleinere Abteilung unterscheiden, welche vor dem vorderen Rand des hinteren Deckknorpels liegt (Textfig. 3), und eine größere hintere, welche die ganze untere Seite desselben Deckknorpels bedeckt und gleich hinter seinem hinteren Rande endigt. Die lateralen und der ventrale Abschnitt des äußeren Teils des pharyngealen Sinus setzen sich weiter kaudalwärts fort und ebenso lang sind die Abschnitte des inneren Teils. Dorsal geht aus dem inneren Teil ein paariges Kanälchen ab, welches auf die untere Seite des Musculus pharyngeus posterior übergeht und kaudal von diesem Muskel in den Sinus pharyngeus posterior mündet (Textfig. 3, 2).

[1] M. mandibulariglossus.

[2] M. tectomandibularis, TRETJAKOFF, 38.

Der hintere pharyngeale Sinus entspringt genau über dem M. pharyngeus posterior und ist wie dieser Muskel paarig; über der Raphe des Muskels sind beide Hälften des Sinus in der Medianebene des Kopfes vermittels einer Zwischenwand getrennt. Der Sinus liegt also quer im Kopfe und verbindet sich lateral mit dem Sinus, welcher sich unter der Gehörkapsel befindet, S. infracapsularis nach MOŽEJKO. Der hintere pharyngeale Sinus bedeckt also die dorsale Oberfläche des hinteren pharyngealen Muskels und ist etwas breiter als der Muskel. Durch den Sinus ist der Muskel vom Kontakt mit dem Nasengaumengang isoliert.

In den hinteren pharyngealen Sinus mündet an der Grenze desselben gegen den S. infracapsularis die V. facialis. Beiderseits ist der hintere pharyngeale Sinus durch feine Kanälchen mit dem Sinus, welcher in der Wand des Nasengaumengangs liegt, verbunden. Andererseits ist derselbe Sinus mit der paarigen V. jugularis inferior verbunden und sendet den Verbindungskanal zu dem den Nasengaumengang umfassenden spaltförmigen Venensinus. Der hintere pharyngeale Sinus ist also der wichtigste Punkt, an welchem viele venöse Bahnen des Kopfes zusammentreffen.

Ein anderer nicht minder umfangreicher, in der Tiefe des Kopfes liegender Spaltraum ist der S. infrapharyngeus von ROBIN und MOŽEJKO. Nach meinen Beobachtungen hat er zur pharyngealen Muskulatur wenig Beziehungen, entspricht aber in seinem Verlauf ganz genau dem M. basilaris, deswegen will ich ihn S. basilaris nennen (Textfig. 1, 2, 3, 5, *Sb*). Er bedeckt in erster Linie die ganze äußere Oberfläche des M. basilaris und setzt sich fort auch auf rostrale und kaudale Seiten des Muskels. Die äußere Begrenzung dieses Sinus ist durch die parietale Muskelschicht gebildet, im ventralen Gebiet des S. basilaris liegen kleinere Kopfmuskeln: M. anuloglossus, copuloglossus obliquus, copuloglossus rectus, spinoso-semianularis[1] anterior und posterior. Sie spalten den S. basilaris in einzelne Fächer, lassen aber gegenseitige Verbindungen der rechten und der linken Hälfte des Sinus in der Medianebene frei, außerdem ver-

[1] M. tectospinosus ant. und post.

bindet sich der S. basilaris durch einzelne Kanäle mit dem Sinus, welcher den großen Stempelknorpel umfaßt (Textfig. 2, *Sg*) und mit dem Hautnetz. Am weitesten ist die gegenseitige Verbindung der rechten und der linken Hälfte des S. basilaris vor dem rostralen Pol des M. basilaris. Dorsalwärts verbreitet sich der S. basilaris fast bis zum unteren Rande der Augenhöhle, geht aber nicht höher. Im rostralen Gebiet scheidet der M. semianularis posterior einen Teil des Sinus ab. Dieser S. intermuscularis befindet sich zwischen dem M. spinoso-semianularis anterior und dem M. sp.-semianularis[1] posterior und trennt beide Muskeln voneinander, der Stachelknorpel (Processus spinosus von FÜRBRINGER) ist in die laterale Wand des S. intermuscularis eingeschlossen und springt teilweise in den Raum dieses Sinus vor (Tafel VIII Fig. 2). Den größten Umfang hat der S. basilaris in seinem hinteren Abschnitt, wo er sich zwischen dem kaudalen Pol des M. basilaris und der Muskulatur des Hyoid- und Mandibularbogens befindet. Er verbindet sich hier durch kurze Kanäle mit dem submuskulären Gefäßsystem des Kiemengebietes, mit der paarigen V. jugularis inferior und mit dem Sinus infracapsularis. Die Lage und die Bedeutung des S. infracapsularis sind richtig von MOŽEJKO geschildert, die Angaben dieses Verfassers über die Verbindungen desselben Sinus mit anderen Gefäßen sind nicht vollständig.

Nach meinen Beobachtungen münden in den S. infracapsularis der S. basilaris, der S. pharyngeus posterior, die V. jugularis inferior. Kaudalwärts setzt sich der S. infracapsularis direkt in die Vena jugularis profunda fort, mit welcher sich die V. jugularis superficialis verbindet. Der Verlauf derselben ist in solcher Weise von MOŽEJKO angegeben: »La v. jugulaire superficielle prend naissance dans la partie anterieure du crâne, ou elle naît de sinus endocrânien. Puis elle prend une direction vers l'arrière en longeant la face latérale de la tête et en grandissant peu a peu en dimensions. Au niveau de la capsule auditive (laterallement de celle-ci) elle forme une petite dilatation, sinus qui a été mentionné par Mr. JULIN.«

Zu dieser Beschreibung kann ich bemerken, daß der rostrale Abschnitt der V. jugularis superficialis sich nicht nur auf Kosten des endokranialen Sinus bildet, sondern auch vom sinus-

[1] M. tectospinosus ant. und post., TRETJAKOFF, 38.

artigen Gefäß, welches vor der Augenhöhle unter dem dorsalen Teil der Parietalmuskulatur liegt und oberhalb der V. facialis verläuft. In seinem Verlauf über der Orbitalwand nimmt die Vene das Aussehen eines Gefäßes mit eigener Wand an und ist rund im Querschnitt, aber gleich hinter dem Auge verwandelt sich die Vene in einen Sinus (Cisterna postorbitalis), welcher sich mit dem S. infracapsularis verbindet. Vom dorsalen Ende des Cisterna postorbitalis entspringt, als direkte Fortsetzung der Vene, ein anderes Gefäß, welches sich lateral von der Ohrblase hinzieht und das Gebiet der Verbindung des ersten Kiemenbogens mit der Chorda erreicht. Hier mündet in die V. jugularis superficialis eine kurze Vene, welche vor dem ersten Neuralbogen der Wirbelsäule aus dem S. endoneuralis hervortritt; die V. jugularis superficialis verbindet sich hinter dem ersten Neuralbogen mit der V. jugularis profunda. Von diesem Punkt angefangen haben wir weiter kaudalwärts nur eine V. cardinalis anterior. Die V. jugularis profunda hat also nur einen sehr kurzen Verlauf, vom S. infracapsularis bis zur Verbindungsstelle mit der hinteren zerebralen Vene, dabei ist die Grenze zwischen dem Sinus und der Vene lange nicht scharf ausgeprägt. Die oberflächliche Jugularvene verbindet sich mit der tiefen Vene zweimal, durch die Cisterna postorbitalis mit dem S. infracapsularis und durch ihre postotische Fortsetzung. Nach meiner Beobachtung erhalten sich beim Neunauge dieselben Verhältnisse, welche CORI (2) beim 7 mm langen *Ammocoetes* fand, nämlich die Verbindung der V. jugularis dorsalis (V. jugularis superficialis) mit der V. jugularis (= profunda) durch zwei Mündungen, welche aber beim *Ammocoetes* beide hinter der Ohrblase liegen. Man muß über die oberflächliche Jugularvene noch bemerken, daß sie und besonders die Cisterna postorbitalis mehrmals mit den Gefäßen des Unterhautgewebes in Verbindung stehen.

Ich gehe jetzt zur Beschreibung der orbitalen Sinusse über. Vier Sinusse liegen außerhalb der Sklera und bilden die nebeneinander liegenden Räume. Ich unterscheide den supraskleralen, den submuskulären, den supramuskulären und den ringförmigen perikornealen Raum. Am kleinsten ist der suprasklerale Raum, er liegt der medialen Seite der Sklera an und verbreitet sich nicht weiter als 1,5 mm vom Sehnerven. In diesen Raum münden vier Venae vorticosae ein, sie durchbohren die Sklera und bringen

Blut aus der Chorioidea. Der suprasklerale Raum ist immer mit Blutkörperchen angefüllt. Eine sehr dünne pigmentierte Lamelle trennt diesen Raum vom submuskulären, die gegenseitige Verbindung beider Räume geschieht nur durch kleine Öffnungen in

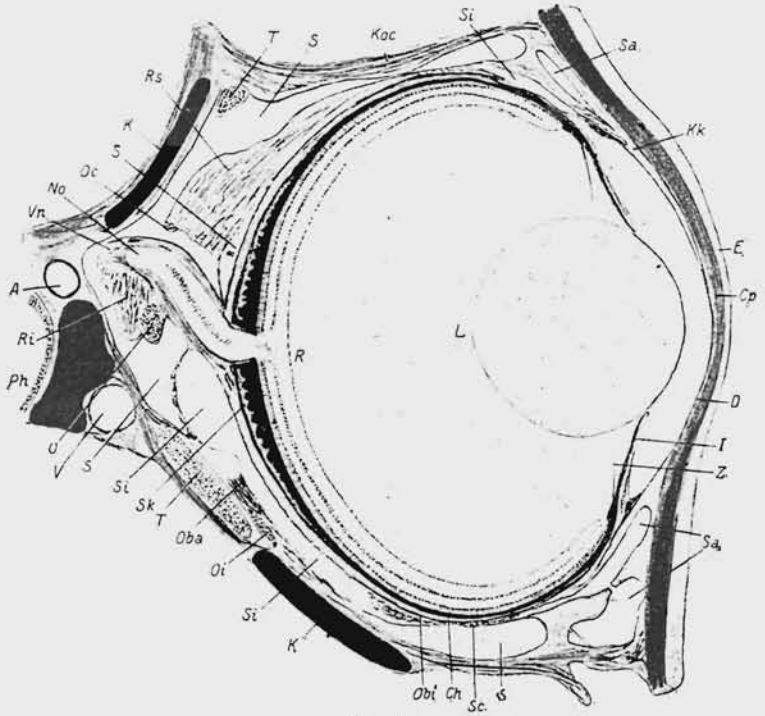

Fig. 4.

Meridionaler senkrechter Querschnitt des Auges vom Petromyzon fluv., nach der Fixierung im Gemisch von ZENCKER, welches vom Herzen aus in die Arterien injiziert war.
A = Arteria carotis dorsalis, *Cp* = Hornhaut, dichte Schicht, *Ch* = Chorioidea, *D* = Descemetsche Membran, *E* = äußeres Epithel der Hornhaut, *I* = Iris, *K* = Schädelknorpel, *Kk* = kamerales Kissen, *Koc* = orbitale Wand, *L* = Linse, *No* = Sehnerv, *O* = N. oculomotorius, *Oc* = oberer Ast, *Oi* = unterer Ast desselben, *Oba* = M. obliquus ant., *Pl* = Nasengaumengang, *R* = Netzhaut, *Ri* = M. rectus int., *Mzs* = M. rectus sup., *S* = supramuskulärer Sinus, *Sa* = perikornealer Ringsinus, *Sc* = Sklera, *Si* = submuskulärer Sinus, *Sk* = subskleraler Sinus, *S* = supraskleraler Sinus, *T* = Äste des N. V., *V* = V. facialis, *Vn* = Hüllen des Schnerven, *Z* = Lig. Zinni.

der pigmentierten Lamelle. Der submuskuläre Raum (Textfig. 4, *Si*) ist medial durch die geraden Muskeln und den M. obliquus anterior mit der bindegewebigen Membran, welche die Muskelränder miteinander verbindet, abgegrenzt. Das mediale Gebiet dieses Raumes liegt zwischen den Muskelansätzen an der Schädelkapsel. Die weiten Spalten in der Membran verbinden den sub-

muskulären Sinus mit dem supramuskulären. Der laterale Abschnitt des submuskulären Raums hat das Aussehen einer engen Spalte, welche zwischen der Sklera und den Muskeln und ihren Sehnen bis zur Anheftungsstelle derselben sich fortsetzt. Durch diese Spalte bleiben die Muskeln von der Sklera isoliert, in den intermuskulären Abschnitten vergrößert sich die Spalte und erreicht die Dicke der Muskelenden.

Genau in derselben Weise verbreitet sich der supramuskuläre Raum, welcher die ganze übrige Augenhöhle ausfüllt (Textfig. 5; Tafel VIII Fig. 2) und wird medial von der orbitalen Wand, lateral von Muskeln und die sie zusammenbindende Membran begrenzt. Durch diesen Raum sind die Muskeln vollständig von der orbitalen Wand isoliert. An der proximalen Wand des Sinus sind die Einbuchtungen vorhanden, welche sicher beim Zusammenziehen der Muskeln nicht von denselben ausgefüllt werden können. Die einzelnen Fettläppchen verengern aber den Raum an einigen Stellen, besonders im kaudalen Gebiet der Augenhöhle und gegenüber den Spalten, welche in den submuskulären Sinus führen.

Der distale Rand des supramuskulären Sinus gelangt bis zum Gebiet des Ziliarkörpers, aber die Lage des Randes hängt vom Umfang des perikornealen Ringsinus ab; je größer der letztere ist, desto länger ist der Abstand des Randes von der Hornhaut. Das Randgebiet des supramuskulären Sinus ist etwas erweitert, und zwar unterhalb des Augapfels mehr als dorsal.

Der supramuskuläre Raum ist sehr weit im rostralen Gebiet der Augenhöhle (Tafel VIII Fig. 2), hinter dem M. basilaris. Hinter dem hinteren geraden Muskel ist der Raum von feinen bindegewebigen Lamellen durchquert, welche von der hinteren orbitalen Wand sich zum proximalen Endstück des Muskels ziehen. Das kaudale Endstück des M. obliquus posterior ist bis zu seiner Anheftungsstelle an die hintere orbitale Wand mit einem von dem übrigen Raum abgesonderten Kanal begleitet. Der M. obliquus anterior ist mit der äußeren Oberfläche seiner proximalen Hälfte fest mit der orbitalen Wand verwachsen und an dieser Stelle bildet sich die Unterbrechung des supramuskulären Raums. Der Sehnerv muß auf seinem Wege durch die Augenhöhle alle drei obengenannten Räume durchsetzen. Die Augenmuskeln sind, mit Ausschluß eines Teils des M. obliquus anterior zwischen dem submuskulären und dem supramuskulären Raum eingeschlossen. Sie sind dabei an ihren äußeren und inneren Seiten mit dem Endo-

thel bedeckt, unter welchem nur ein dünnes Perimysium vorhanden ist. Der N. oculomotorius und der Ramus maxill. n. V. ragen teilweise bei ihrem Verlauf durch die Orbita in den supramuskulären Raum hinein.

Der perikorneale Ringraum begrenzt den äußeren Rand des kameralen Kissens (35, 37). An einigen Stellen hat dieser Raum das Aussehen eines dreikantigen Kanals, dessen eine Seite durch das Gewebe des kameralen Kissens, die andere aber durch das Unterhautgewebe gebildet wird. Die dritte Seite des Kanals stellt eine Zwischenwand zwischen dem Ringraum und dem supramuskulären Raum dar und ist fibrös. Ventral und rostral teilt sich (Textfig. 4) der Ringraum in zwei konzentrische Räume, welche miteinander durch enge Öffnungen verbunden sind. Die höchste Differenzierung hat der Ringraum im ventralen Gebiet, hier dringt er tief ins Gewebe des kameralen Kissens bis zur Höhe des Irisansatzes hinein.

Kleine Öffnungen verbinden den perikornealen Ringsinus mit dem supramuskulären. Sie sind aber selten zu treffen, und der Ringraum bleibt das am meisten selbständige Glied des ganzen Systems der orbitalen Venensinusse. Bei maximaler Ausdehnung des Ringraums berührt er die DESCEMETsche Membran. Von dem Unterhautgewebe wird er durch die fibröse orbitale Lamelle abgetrennt. Die Zwischenwand des Ringraums und des supramuskulären Raums besteht aus verhältnismäßig lockerem Gewebe mit einzelnen dicken kollagenen Bündeln, welche parallel der Wand des Ringsinus verlaufen. Meistenteils finde ich an den Präparaten den Ringraum mit roten Blutkörperchen vollgestopft, er ist deswegen schon am lebenden Tier in Gestalt des roten perikornealen Ringes gut sichtbar. Die von MOŽEJKO (21) angegebenen Verbindungen des orbitalen Sinussystems mit anderen sinusartigen Gefäßen konnte ich auch feststellen, sie sind aber nach meinen Beobachtungen lange nicht so zahlreich, wie der genannte Untersucher behauptet. Er sagt nämlich: »Ces communications sont très nombreuses, principalement dans la partie la plus antérieure de l'orbite.« Wenn »la partie la plus antérieure« den Ringsinus bedeuten soll, ist die Angabe nur teilweise richtig. Die Verbindung des Ringsinus mit den Gefäßen des Netzes in dem Unterhautgewebe finde ich in Gestalt kleiner Kanälchen, welche sich dorsal und ventral finden. Das Gefäßnetz des Unterhautgewebes in der Umgebung des Auges findet also den Abfluß in den Ringsinus. Ich finde noch, daß an der Stelle, wo der M. obliquus post. sich an der hinteren orbitalen Wand anheftet, kleine Gefäße den supramuskulären Raum mit der Erweiterung der V. jugularis superficialis, Cisterna postorbitalis, verbinden.

Die wichtigste Abflußstelle des ganzen orbitalen Systems der Räume befindet sich im medialen hinteren Gebiet der Orbita. Hier entsteht unter dem Ursprung des M. rectus post. von der Schädelkapsel ein kurzer Gang, Vena orbitalis, welcher das Blut aus dem supramuskulären Raum in die V. facialis abfließen läßt (Textfig. 5, *Vo*).

Die Füllung der orbitalen Räume mit Blut erfolgt durch die arteriellen Ästchen und aus denselben entstandene Kapillaren in den Muskeln statt. Die Arterien dringen in die Muskeln ausschließlich durch die Ansatzenden hinein. Aus den Kapillaren fließt das Blut direkt in die orbitalen Räume, welche auch das Blut aus dem Inneren des Auges aufnehmen. Ich will nicht verneinen, daß die geschilderten Räume zur Ernährung des Auges und speziell der Muskeln dienen können, wie DÜCKER voraussetzte. Ich glaube aber, daß die Ernährung nicht die Hauptaufgabe der orbitalen Sinus ist, sie dienen wahrscheinlich hauptsächlich als eine mechanische Vorrichtung für das leichtere Zustandekommen der Augenbewegungen.

Die Augenmuskeln sind beim Neunauge nach meinen Beobachtungen (35) nicht so unbedeutend wie KOHL (15) und MOŽEJKO behaupteten. Die geraden Muskeln verbinden sich mit der Sklera weit nach vorn vom Äquator des Augapfels, sie gelangen bis zur Linie des Übergangs der DESCEMETschen Membran in die Sklera. Alle Augenmuskeln des Neunauges bestehen aus den quergestreiften Muskelfasern, welche reich mit den motorischen Nervenendungen versehen sind.

JONSTON (13) hat über die Nervenendungen in den Muskeln beim Neunauge bemerkt, daß sie zu zwei Arten gehören. In der Parietalmuskulatur sind sie nur wenig differenziert, in den spezialisierten Muskeln des Kopfes sind sie kompakt und den motorischen Endplatten höherer Wirbeltiere ähnlich. Mit der Methylenblaumethode konnte ich beweisen (35), daß in den Augenmuskeln beim Neunauge die motorischen Nervenendungen zur zweiten Art gehören; sie sind kompakt und ähnlich den Endungen der Nervenfasern des Trigeminus in den spezialisierten Kopfmuskeln, hufeisenförmig oder handförmig. Das alles spricht für die volle

normale Wirksamkeit der Augenmuskeln beim Neunauge. Man kann am lebenden Tier die lebhaften Bewegungen des Auges leicht beobachten. Aber die Bewegungen des Auges werden beim Neunauge unter ganz anderen Bedingungen als bei höheren Wirbeltieren ausgeführt.

Die Hornhaut wird nicht mit dem Augapfel bewegt, weil sie eine direkte Fortsetzung der Haut darstellt. Im Bau des Hornhautrandes gibt es keine Spur der Vorrichtung zur leichteren Biegung des Randes. Ganz im Gegenteil ist am Rande der Hornhaut die dichte Schicht des Bindegewebes verdickt, sie zeichnet sich durch eine besonders feste und dichte Anordnung faseriger Lamellen aus und wird durch die Bestandteile der Wand des Ringraums verstärkt. Der von mir entdeckte Hornhautmuskel (35) beim Neunauge liefert einen Beweis, daß die Wölbung der Hornhaut unabhängig von der Bewegung des Augapfels hervorgerufen werden kann. Die Beobachtungen am lebenden Tier und die Untersuchung vieler Präparate überzeugen mich, daß bei der Wirkung der Augenmuskulatur nur der mit Sklera und der DESCEMETschen Membran umfaßte Teil des Auges beweglich ist. Die DESCEMETsche Membran ist mit der distalen dichten Schicht der Hornhaut nur am distalen Pol in ihrem Zentrum verbunden. Fester ist sie an ihrem Rande mit der Wand des Ringsinus verwachsen, derselbe kann aber die Bewegung der DESCEMETschen Membran zusammen mit dem übrigen Augapfel nicht hindern. Man kann den distalen Pol der Membran als unbeweglichen Punkt betrachten, um welchen die Bewegungen der Augenachse sich vollziehen. Der proximale Pol des Augapfels beschreibt bei Augenbewegungen den größten Bogen. Die in meinen Präparaten bemerkbaren verschiedenen, durch Behandlung fixierten Stellungen des Sehnerven beweisen ganz bestimmt seine Ortsveränderungen innerhalb der orbitalen Räume mit den Bewegungen des proximalen Pols des Augapfels. Der Sehnerv wird ausgestreckt bei der Zusammenziehung des oberen geraden Muskels, und nimmt den S-förmigen Verlauf, wenn der untere gerade Muskel wirkt. Es ist klar, daß das ganze System der orbitalen Räume, welche auch den Sehnerven umgeben, zur Verwirklichung möglichster Freiheit der Bewegungen des Augapfels dient. Die Räume dienen auch für die Muskeln als Bursae oder Vaginae, sie verringern bis zum Minimum die Reibung und bedingen die spezielle Wirkung einzelner Muskeln. Die Ausdehnung und das Zusammenpressen des Randgebietes der

Hornhaut können leicht vor sich gehen, da der Ringsinus kompressibel ist und ebenso ist es das kamerale Kissen, welches Annäherung und Abstehen der DESCEMETschen Membran vom Randgebiet der dichten Hornhautschicht zuläßt. Die faserige Struktur des kameralen Kissens kann für Gegenwirkung beim Gewinnen der Ruhelage des Augapfels dienen. Für die Rotationsbewegungen des Auges unter der Wirkung der schiefen Muskeln gibt die volle Möglichkeit auch das kamerale Kissen, in welchem die weitgehenden Verschiebungen stattfinden können, ohne die feste Schicht der Hornhaut zu berühren. Die Verdickung der DESCEMETschen Membran im Gebiet des Kammerdreiecks ist wahrscheinlich mit der Inanspruchungnahme desselben bei den Augenbewegungen verbunden. Von diesem Standpunkt aus ist die Anheftung distaler Muskelenden nicht am Äquator des Augapfels, sondern lateral von demselben sehr verständlich, da bei solchen Bedingungen die Schwingungen der proximo-distalen Augenachse größer sein können als bei äquatorialer Anheftung der Augenmuskelenden.

Zu den orbitalen sinusartigen Räumen muß man noch einen Raum hinzuzählen, welcher im Inneren des Augapfels sich befindet. Er liegt innerhalb der Chorioidea unter der Sklera, ist also der Sinus subscleralis. Er verbreitet sich vom Eintritt des Sehnerven bis zum äquatorialen Gebiet des Auges und stellt einen fast einheitlichen Spaltraum mit glatter äußerer und vielfach ausgebuchteter innerer Fläche dar. Die letztere ist von der Chorioidea begrenzt und enthält eine große Zahl von arteriellen Gefäßen, welche alle die Verästelungen der A. ophthalmica sind. Diese Arterie verläuft nämlich durch die orbitalen Räume an der kaudalen Seite des Sehnerven innerhalb der harten Haut desselben, aber nicht im Sehnerven selbst, wie KOHL glaubte. Die Augenarterie ist ein Endast der A. carotis von STERZI (32). Ich kann bestätigen, daß das von STERZI beim P. marinus beschriebene Verhalten des vorderen Endes der Aorta auch beim P. *fluviatilis* vorhanden ist. Als unmittelbare Fortsetzung der Aorta erscheint die Arteria carotis interna (= A. carotis dorsalis CORI). Im Gebiet des Gehörorgans zerfällt die A. carotis interna in die A. carotis dorsalis und in die A. carotis cerebralis. Beide Arterien bleiben innerhalb der Schädelwand, dabei stülpt sich die mediale Wand der Hirnarterie in die Schädelhöhle, die laterale Wand der dorsalen Arterie in die Augenhöhle hinein. Beim *P. fluviatilis* verdient die dorsale Arterie ihren Namen eigentlich

nicht, da sie in derselben Höhe wie die Hirnarterie liegt. Die letztere gibt dem Gehirn zwei arterielle Äste ab und wendet sich an ihrem Ende, einen fast rechten Winkel beschreibend, in die Augenhöhle, als die Augenarterie. Die dorsale Arterie verläuft weiter rostralwärts unterhalb des Sehnerven und der Augenarterie. Die letzte durchbohrt die Sklera, durchsetzt den subskleralen Sinus und teilt sich in der Chorioidea in vier chorioideale Arterien: superior nasalis, superior temporalis, inferior nasalis, inferior temporalis. Diese Arterien teilen sich wieder in eine Unmasse größerer und kleinerer Arterien, welche die Chorioidea ausfüllen und die spezielle arterielle Schicht derselben zusammensetzen. Die größeren Arterien liegen neben dem subskleralen Sinus und sogar in dem Sinus selber, welchen sie in einzelne Fächer zerteilen. Außer der Arterien, welche durch pigmentreiche Bindegewebe umhüllt sind, sind im Raume des subskleralen Sinus noch Läppchen von Fettzellen vorhanden, welche den Fettzellen des perimeningealen Raumes ähnlich sind.

Die großarterielle Schicht befindet sich nur unmittelbar neben dem Sehnerven, welcher innerhalb der Chorioidea noch mit einem engen Ringsinus begleitet ist, dieser Sinus ist nur ein Teil des subskleralen und verbindet sich mit demselben. Der Ringsinus des Sehnerven setzt sich auf eine kurze Strecke in die Hülle des Nerven außerhalb der Sklera fort. Der subsklerale Sinus bekommt das Blut durch die Kapillaren der Chorioidea und ergießt es in den supraskleralen Sinus vermittels vier enger Kanäle, welche in schräger Richtung zum Sehnerven konvergierend die Sklera durchsetzen. Ihre Öffnungen an der medialen Seite der Sklera sind 0,4 mm näher zum Sehnerven als an der inneren Seite. Diese Kanäle entsprechen den V. vorticosae, sie liegen dorsal, nasal, ventral und temporal und sind von Pigmentzellen begleitet.

Innerhalb der Augenhöhle und des Auges sind also im allgemeinen sechs Venensinusse vorhanden: supramuskulärer, submuskulärer, supraskleraler, subskleraler, Ringsinus des Sehnerven und perikornealer Ringsinus. Wenn es möglich ist, dem extraskleralen Sinus eine mechanische Bedeutung zuzuschreiben, so kann man die Bedeutung des subskleralen Sinus in anderer Richtung suchen; vielleicht wirkt er bei der Akkommodation, da sich bei seiner Füllung mit Blut die Netzhaut der Linse nähern mag. Die zwischen Muskeln liegenden venösen Sinusse dienen wahrscheinlich auch zur Beschleunigung des Kreislaufs; beim Wirken

der Muskeln erfahren die Sinusse Erweiterung oder Zusammenpressung, saugen das Blut aus dem Gefäßnetz der Haut oder befördern es in die Venen.

Das Vorhandensein der geräumigen Venensinusse innerhalb der Augenhöhle harmoniert also mit dem allgemeinen Plan des venösen Systems im Kopfe, wo die einzelnen Muskeln durch die Sinusse voneinander isoliert erscheinen. Die Venensinusse liefern also die günstigen mechanischen Bedingungen für die spezielle Wirkung einzelner Muskeln des Kopfes. Da die Sinusse nichts anderes als kolossal erweiterte Venenbahnen darstellen, ein Versuch ist zulässig, sie mit den Venen vom *Ammocoetes* zu vergleichen, was man an der Hand der Beschreibung derselben von Cori (2) ausführen kann.

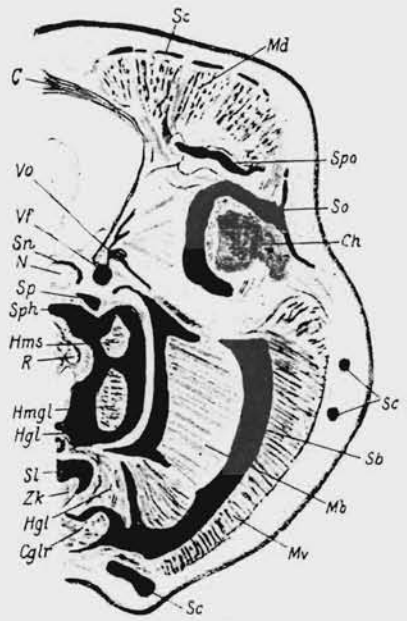

Fig. 5.

Frontaler Querschnitt des injizierten Kopfes des Neunauges hinter dem Augapfel.

C = Schädelkapsel, *Cglr* = M. copuloglossus rectus, *Ch* = kaudaler Teil der Chorioidea, *Hgl* = Musculus hyo-glossus (mandibulariglossus), *Hmgl* = M. hyomandibulariglossus (mandibulari-apicalis), *Hms* = M. hyomandibularisemianularis (tectomandibularis), *N* = Nasengaumengang, *Mb* = M. basilaris, *Md* = dorsaler Teil der Parietalmuskulatur, *Mrp* = M. rectus post., *Mv* = ventraler Teil der Parietalmuskulatur, *Sb* = Sinus basilaris, *Su* = Injektionsmasse in dem S. orbitalis submuskularis, welcher sich mit dem perikornealen Ringsinus durch den dorsalen Teil des supramuskulären Sinus verbindet. Mit dem Ringsinus stehen in Verbindung die Gefäße der Haut. *Sl* = S. glossa, *Sp* = Sinus des M. velopharyngeus (velo-cranialis), *Sph* = S. pharyngeus, *Sc* = Sinus in dem Unterhautgewebe, *Spo* = Sinus s. Cisterna postorbitalis, *Sn* = Sinus in der Wand des Nasengaumenganges, *V* = Vena facialis, *Vo* = V. orbitalis, *R* = Reusenapparat, *ZK* = Stempelknorpel.

Einen sicheren Ausgangspunkt für die Vergleichung bildet die V. jugularis profunda, welche Cori beim *Ammocoetes* als V. jugularis bezeichnet. Die V. jugularis dorsalis vom *Ammocoetes* entspricht der V. jugularis superficialis beim *Petromyzon*; die Homologie derselben erhellt aus den topographischen Verhältnissen ebenso wie aus der doppelten Verbindung dieser Vene mit der Jugularvene, wie es eben von mir gesagt worden ist.

Unter den Kollateralgefäßen der V. jugularis superficialis lassen sich die V. cerebri anterior und die V. c. posterior

beim *Petromyzon* wiederfinden. Erstere bewahrt ihren Ursprung im vorderen Gebiet der Schädelhöhle, die hintere Vene entspricht dem kurzen Gefäß, welches hinter dem Gehörorgan die Schädelhöhle verläßt und in die oberflächliche Jugularvene mündet. Was die V. cerebri media von CORI betrifft, so muß man sie beim erwachsenen Tier in dem kurzen Gefäß sehen, V. ophthalmica, welches aus dem supramuskulären orbitalen Raum in die V. facialis führt. Beim *Ammocoetes* zieht sich die V. cerebri media von der oberflächlichen Jugularvene bis zur V. facialis, beim *Petromyzon* ist die letzte Verbindung der V. cerebri media verloren und sie hat überhaupt keine Beziehung zum Gehirn.

Unter dem Auge beim *Ammocoetes* verlaufen zwei oberflächliche Venen, die V. facialis und die V. dorsalis. Sie münden in die V. jugularis profunda, die Verzweigungen derselben verlaufen in den Lippen und im Velum. Es ist sehr wahrscheinlich, daß die rostralen Abschnitte derselben Venen beim *Petromyzon* in die labialen Venen verwandelt sind, die V. labialis superior entspricht also der V. facialis beim *Ammocoetes* und die V. labialis inferior der V. veli dorsalis. Die kaudalen Abschnitte dieser Venen vom *Ammocoetes* verschmelzen beim *Petromyzon* zu einem Stamm der V. facialis. Die Veränderung in der Anordnung dieser Venen scheint durch die Vergrößerung des Umfangs des Auges und der Orbita hervorgerufen zu sein.

Vor dem Kiemengebiet verläuft beim *Ammocoetes* die große Mandibularvene, V. mandibularis. Sie verbindet sich dorsal mit der tiefen Jugularvene, ventral aber mit der paarigen ventralen Jugularvene von CORI, die letztere entspricht wahrscheinlich dem ventralen Abschnitt der paarigen V. jugularis inferior (ventralis) des erwachsenen Tieres. Die Mandibularvene und die mit derselben verbundene V. ventralis sind wahrscheinlich beim *Petromyzon* in den Basilarsinus verwandelt, welcher ebenso mit der paarigen ventralen Jugularvene sich verbindet und außerdem durch den S. infracapsularis mit der tiefen Jugularvene Verbindung hat. Der S. infracapsularis ist nichts anderes als der erweiterte Abschnitt der tiefen Jugularvene, welcher unterhalb der Ohrblase liegt. Der aufsteigende Abschnitt der ventralen Jugularvene entspricht beim *Petromyzon* wahrscheinlich nicht der Mandibularvene, sondern der vordersten Anastomose zwischen den oberflächlichen Branchialvenen. Die V. lingualis erweitert sich beim *Ammocoetes* zum S. glossa, die V. jugularis impar

embrionalis erweitert sich zu einem Netz großer Venensinusse in der Haut der ventralen Seite des Kiemengebietes.

Mustelus laevis.

Bei den Selachiern sind die orbitalen Venensinusse ebenso erst von ROBIN gefunden. Die Jugularvene erweitert sich nach der Angabe des Verfassers hinter der Augenhöhle zu einem mehr oder minder umfangreichen Sinus, welcher sich auch in die Augenhöhle fortsetzt. Am besten ist der orbitale Sinus bei den Haien ausgebildet. Denselben Sinus kannte auch GEGENBAUR, hielt ihn aber für einen lymphatischen Raum. Beide orbitale Räume sind, nach GEGENBAUR (10), durch einen Gang verbunden, welcher die knorpelige Schädelbasis durchbohrt. Dicht vor diesem Kanal, Canalis transversus s. interorbitalis, liegt die Eintrittsöffnung der Carotis, die geraden Augenmuskeln inserieren in nächster Umgebung der orbitalen Öffnung des interorbitalen Kanals. In einigen Fällen fand der Verfasser diese Öffnung durch eine Membran geschlossen.

T. J. PARKER, welcher im Jahre 1887 (25) speziell die Anordnung der Blutgefäße beim *Mustelus antarcticus* untersuchte, bestätigte das Vorhandensein des orbitalen Sinus und stellte seine Verbindung mit der Jugularvene fest. Er erwähnt aber nicht die Angaben von GEGENBAUR und berücksichtigt in keiner Weise das Vorhandensein des interorbitalen Kanals. Durch die mediale orbitale Wand gehen, nach seinen Beobachtungen, die vordere Zerebralvene, welche Blut aus dem Vorderhirn führt, und die zerebrale Arterie, welche hinter der Vene in die Schädelwand hineindringt, durch. Ich will die Verhältnisse des orbitalen Sinus beim *Mustelus laevis* beschreiben, bei welchem der orbitale Sinus sehr gut ausgebildet ist.

Nach der Beschreibung von PARKER zeigt das Venensystem im vorderen Abschnitt des Körpers von *Mustelus* gewisse Ähnlichkeit mit demjenigen des Neunauges darin, daß außer eigentlichen (tiefen) Jugularvenen noch eine paarige Jugularvene ventral vor den Kiemen verläuft, welche sich durch einen Sinus (Hyoidsinus) mit der tiefen Jugularvene der entsprechenden Seite verbindet. Diese ventrale Jugularvene bleibt beim *Mustelus* bis zum Herzen paarig, während beim Neunauge beide ventrale Jugularvenen im hinteren Kiemengebiet sich miteinander zu einer unpaaren Vene verbinden. Der Hyoidsinus vom *Mustelus* entspricht wahrschein-

lich nach seinen topographischen Beziehungen dem aufsteigenden paarigen Abschnitt der ventralen Jugularvene des Neunauges. Der orbitale Sinus stellt eine direkte Fortsetzung der tiefen Jugularvene in das Gebiet der Augenhöhle vor. In der Abbildung von PARKER hat der Sinus, von der Seite betrachtet, eine ovale Form, nach der Beschreibung im Text ist er »a large irregular sinus«. Beim frisch zerlegten Fisch enthält er, nach PARKERS Bemerkung, immer einige Mengen Blut. An seinem kaudalen Ende liegt die Mündung der Jugularvene, welche mit einer Klappe versehen ist; in das rostrale Ende mündet von der medialen Seite die V. facialis anterior, der Verfasser bemerkt aber, daß ihm die Injektion dieser letzten Vene niemals gut genug gelungen ist. Ich finde beim *M. laevis* den orbitalen Venensinus ebenso deutlich ausgeprägt wie bei der von PARKER untersuchten Art.

Er ist, nach meinen Beobachtungen, von der Seite der Schädelwand mit einer dünnen Schicht eines zarten Gewebes ausgekleidet. Medioventral verdichtet sich diese Schicht und in derselben sind die Arterien und die Trigeminusäste mit ihren Ganglien eingeschlossen (Tafel VIII Fig. 5). Der Sinus umgibt die ganze intraorbitale Oberfläche des Augapfels, aber in der Mitte der ventralen Seite desselben verwächst die Wand des Augapfels mit dem Boden der Augenhöhle. Eine andere Verwachsung gibt es längs des Verlaufs des Ramus ophthalmicus superficialis trigemini neben der medialen Wand des Augapfels. Außerdem gibt es noch eine bindegewebige Zwischenwand, welche im dorsokaudalen Gebiet des Sinus verläuft und von demselben einen dorsalen Teil abschneidet. In der Mitte der Augenhöhle verbindet sich aber dieser Teil mit dem übrigen Sinus. Im vorderen Teil hängt von der dorsalen Wand der Augenhöhle eine Falte des erwähnten zarten Gewebes in den Sinusraum hinein, sie verbindet sich mit der Wand des Augapfels nicht. Am breitesten ist der Sinus an seinem rostralen und kaudalen Ende.

Am rostralen Ende des Sinus mündet in denselben ein weites sinusartiges Gefäß, welches im bindegewebigen Polster innerhalb der Riechkapsel entsteht und mit den Venen des Riechorgans zusammenhängt. Es durchbohrt in einer fast geraden horizontalen Richtung die orbitale Knorpelwand, welche das Riechorgan von der Orbita abtrennt. Die weite Mündung dieser Vena olfactoria oder des S. olfactorius befindet sich im orbitalen Sinus medial von der Ursprungsstelle des proximalen Abschnittes des unteren

schiefen Augenmuskels etwas unterhalb desselben. Beide schiefe Muskeln liegen ganz frei im orbitalen Sinus nur von einem dünnen Perimysium mit dem Endothel bedeckt. Außer der knorpeligen Orbitalwand ist der Sinus von der rostro-ventralen Seite noch durch den M. levator labii superioris begrenzt; zwischen diesem Muskel und der knorpeligen unteren Wand der Augenhöhle senkt sich nach unten ein Fortsatz des orbitalen Sinus, welcher bis an den Rand des Palatoquadratums sich fortsetzt und hier die Venen aufnimmt, welche aus dem erwähnten Muskel herausgehen. Dieser Fortsatz des orbitalen Sinus, welcher also zwischen dem M. levator l. sup. und dem knorpeligen unteren Rande der Augenhöhle mit dem Palatoquadratum liegt, entspricht wahrscheinlich der Vena facialis anterior von PARKER. Da die Muskeläste dieser Vene sehr fein sind, ist es verständlich, daß PARKER sie nicht gut injizieren konnte; ich wundere mich aber darüber, daß er den olfaktorischen Sinus nicht gesehen hatte. Die Mündungen der beiden erwähnten Gefäße, des olfaktorischen Sinus und des palatinalen Fortsatzes des orbitalen Sinus, liegen sehr nahe beieinander und an den Injektionspräparaten können für die Äste desselben Gefäßes angenommen werden, wahrscheinlich hat PARKER in solcher Weise sich diese Verhältnisse vorgestellt.

Der Sehnerv liegt im Sinus auch ganz frei von seinen Hüllen umgeben, ebenso verlaufen im Sinus die proximalen Teile der geraden Augenmuskeln. Wenn sie sich an die Wand des Augapfels inserieren, legen sie sich dicht an dieselbe und werden durch eine derbe Membran umgeben, welche von FRANZ (7) TENONsche Kapsel genannt worden ist. In meinen Präparaten ist diese Membran zweischichtig und ziemlich derb. Ob sie der TENONschen Kapsel entspricht, ist eine offene Frage, welche noch vergleichend-anatomisch untersucht werden soll. Der orbitale Venensinus beim *Mustelus* blieb in der Arbeit von FRANZ unerwähnt und natürlich konnte dieser Untersucher die Besonderheiten des Inhalts der Augenhöhle nicht in richtiger Weise berücksichtigen. Die supraskleralen Abschnitte der geraden Augenmuskeln erheben sich innerhalb der fibrösen supraskleralen Schicht und verjüngen den Sinusraum. Der untere gerade Muskel liegt gleich hinter der Stelle der Verwachsung der ventralen Seite des Augapfels mit der orbitalen Wand. Das lockere Bindegewebe in der Verwachsungsstelle hindert kaum die Augenbewegungen beim Zusammenziehen des unteren geraden Muskels.

Franz vermißte beim *Mustelus* die Knorpelstütze des Auges und stellte ihre Abwesenheit mit dem Fehlen der suprachorioidealen Schicht in Zusammenhang. Ich finde aber die Bulbusstütze beim *M. laevis* in der Form eines sehr dünnen Knorpelstabes, welcher schräg durch den Sinusraum hindurchläuft. Das proximale Ende der Bulbusstütze liegt in einer Grube der Schädelwand und ist innerhalb der Grube mittels des Bindegewebes befestigt. Aus der Grube ausgehend, wendet sich der Stab nach unten und distalwärts bis zur Sklera, mit welcher er ohne eine Gelenkhöhle durch Bindegewebe der suprasklerealen fibrösen Membran verbunden ist. Bei der Wirkung gerader Augenmuskeln kann er eher als Puffer dienen.

An der medialen Wand des Sinus befinden sich zwei Mündungen der Zerebralvenen. Die vordere Vene hat ihre Öffnung ungefähr über dem Sehnerven und rostral von demselben. Sie entspricht in ihrem Ursprung an der Vorderhirnoberfläche der vorderen Zerebralvene von Parker. Die hintere Vene durchbohrt die Schädelbasis hinter dem Sehnerven und dem Kanal der vorderen Zerebralarterie von Parker. Hinter der Mündung dieser Vene liegt die Austrittsstelle des Trigeminus aus der Schädelwand. Dieser Venenkanal entspricht also dem intraorbitalen Kanal von Gegenbaur. Der auf der Tafel VIII Fig. 5 abgebildete Querschnitt durch eine Kopfhälfte von *Mustelus* zeigt die Begrenzung der orbitalen Sinus (*So*) im Gebiete der Austrittsstelle des Oculomotorius aus der Schädelwand, und gerade ventral von dieser Stelle liegt der Kanal der hinteren Zerebralvene (*cv*). Der Kanal durchbohrt die Schädelbasis in der Mitte derselben, erweitert sich hier, und dieser mittlere Teil öffnet sich in der Schädelhöhle etwas rostral von der Öffnung in der medialen Wand des orbitalen Sinus. In die innere Öffnung des intraorbitalen Kanals tritt beiderseits die hintere zerebrale Vene, welche sich aus ihren Wurzeln an der unteren Fläche des Vorderhirns bildet und unterhalb der A. cerebralis anterior neben der Schädelwand in die erwähnte innere Öffnung des intraorbitalen Kanals durchdringt.

Parker hat diese Vene nicht gesehen und als hintere Zerebralvene eine andere bezeichnet, welche an der dorsalen Oberfläche des Hinterhirns sich bildet und sich mit der Vene des Rückenmarks vereinigt. Diese Vene ist aber die unmittelbare Fortsetzung der Rückenmarksvene und verdient kaum besondere Benennung. An der Fig. 5 (Tafel VIII) ist weiter das proximale Stück des hinteren

geraden Muskels und der ganze längs angeschnittene gerade untere Muskel zu sehen. In der medialen Wand des orbitalen Sinus liegen innerhalb des lockeren Bindegewebes die Verästelungen des Ramus ophthalmicus inferior trigemini. Zwischen denselben und dem proximalen Stück des unteren geraden Muskels öffnet sich der interorbitale Kanal, aus welchem die hintere Zerebralvene direkt in den Sinus hervortritt (*cv*).

Der ventrale Teil des orbitalen Sinus stellt eine Spalte dar, welche über dem Palatoquadratum und noch weiter lateralwärts zum Ansatz des unteren Lids und der Nickhaut sich fortsetzt. Sie gelangt bis zur Schicht des Unterhautgewebes, in welcher die zahlreichen Lorenzinischen Ampullen und ihre langen Ausführungsgänge liegen. Solche ventrale Spalte findet sich nur an Schnitten, welche kaudal von der ventralen Verwachsungsstelle des Augapfels und der Augenhöhlenwand geführt worden sind.

Vom kaudalen Pol des Sinus senkt sich in den Zwischenraum zwischen dem Palatoquadratum und dem Knorpelrand der Augenhöhle ein Fortsatz, welcher die kleinen nachbarlichen Venen aufnimmt. Die entsprechenden Venen kommen aus dem M. levator maxillae superioris. Gleich nach der Austrittsöffnung des Trigeminus befindet sich in derselben Höhe eine Vertiefung der medialen Knorpelwand der Augenhöhle, welche weiter kaudalwärts unmittelbar in die Jugularvene übergeht. Eine Klappe habe ich an der Übergangsstelle nicht gefunden, von dem genannten Muskel ist sie durch eine Schicht lockeren Bindegewebes getrennt. Die im Querschnitt dreieckige Jugularvene verläuft kaudalwärts über dem hinteren Ende des Palatoquadratums. Damit sind alle Besonderheiten des orbitalen Sinus beim *Mustelus laevis* erschöpft.

Ähnlichen Bau hat der orbitale Sinus bei *Acanthias vulgaris*, nur ist die bindegewebige Umhüllung der proximalen Wand der Augenhöhle dorsal und ventral dick, proximal reicht die Sinushöhle bis an den Knorpel der Schädelkapsel und wird von derselben nur durch eine dünne fibröse Lamelle abgetrennt. Deswegen sind nicht nur die Muskeln und der Sehnerv, sondern auch die Verästelungen des N. trigeminus frei im Raume des Sinus gelagert. Einen ganz anderen Bau des orbitalen Sinus finde ich bei Rochen, speziell bei *Raja clavata*. Die Augenhöhle hat bei Rochen keine ventrale knorpelige Wand und ist von den viszeralen Muskeln nur durch eine dünne fibröse Lamelle abgegrenzt. Das retrobulbäre Gewebe stellt ein sehr lockeres Bindegewebe vor,

welches alle Zwischenräume zwischen den Augenmuskeln ausfüllt. Das Auge ist im Vergleich mit der Augenhöhle viel kleiner als bei den Haien, die Augenmuskeln sind sehr lang. Einige viszerale Muskeln, wie Levator lab. sup., verlaufen eigentlich in demselben lockeren Gewebe, welches die Augenhöhle ausfüllt, und in der vorderen Hälfte derselben verliert sich die ventrale Begrenzung, das lockere Gewebe gelangt bis zur Schleimhaut der Mundhöhle.

Im Gebiet zwischen dem vorderen rostralen Knorpel der Augenhöhle und dem Augapfel zeichnet sich das retrobulbäre Gewebe durch sein kavernöses Aussehen aus, es schließt in sich ein reichliches venöses Gefäßnetz, welches überall zwischen den Augen und viszeralen Muskeln sich verbreitet. Neben dem Augapfel bildet sich ein weiter Sinus, in welchem der distale Abschnitt des vorderen geraden Augenmuskels verläuft. Dieser Sinus erreicht ventralwärts die Oberfläche des unteren schiefen Augenmuskels. Mit dem Netz verbinden sich die Venen aus der Haut, der Mundschleimhaut und aus dem Riechorgan. Unterhalb des oberen schiefen Augenmuskels bildet sich aus dem Netz die Jugularvene, welche anfangs einen weiten Raum darstellt, und weiter kaudalwärts sich in eine Spalte verwandelt. Die Jugularvene verläuft unmittelbar im proximalen Winkel der Augenhöhle neben der Schädelwand. Neben der Vene erhält sich im retrobulbären Gewebe auch das Venennetz, welches sich vielfach mit der Vene verbindet. Um den Stiel der Knorpelstütze bildet sich wieder ein großer Sinus, welcher mit der Vene durch eine weite Öffnung verbunden ist. Hinter der Knorpelstütze verjüngt sich die Jugularvene, das Venennetz ist minder reichlich. An der kaudalen Grenze der Augenhöhle verjüngt sich die Jugularvene noch mehr und setzt sich weiter kaudalwärts zwischen den viszeralen Muskeln und unterhalb des Gehörorgans fort.

Man muß den orbitalen Abschnitt der Jugularvene mit dem Venennetz im retrobulbären Bindegewebe dem Orbitalvenensinus der Haie homolog halten. Dieses kavernöse Gewebe isoliert voneinander nicht nur die Augenmuskeln, sondern auch die viszeralen Muskeln, welche innerhalb der Augenhöhle verlaufen, es spielt also eine mechanische Rolle nicht nur für Augenmuskeln, sondern auch für viszerale Muskeln, indem es die Bewegungen der Muskeln erleichtert. Das Blut der Gefäße im retrobulbären Gewebe zeichnet sich, wie in den oben beschriebenen Fällen, durch Armut an roten Blutkörperchen aus. Die Knorpelstütze dient nicht nur, um den

festen Stützpunkt für das Auge bei der Augenmuskelwirkung zu schaffen, sondern auch um das Zusammenpressen des Venennetzes dabei zu verhindern. Die Gefäße des Netzes sind mit einer sehr dünnen Wand versehen und sehen sinusartig aus. Dasselbe kann man auch von dem orbitalen Abschnitt der Jugularvene sagen.

Außer dem rostralen Gebiet ist die Sklera vom kavernösen Gewebe durch ein dickes Polster aus lockerem Bindegewebe abgetrennt.

Acipenser stellatus.

Beim *Acipenser* ist die Augenhöhle dorsokaudal mit den Fasern des dorsalen Abschnitts des M. protractor mandibulae bedeckt, unterhalb derselben ist der retrobulbäre Raum mit einem im frischen Zustand gallertartigen Gewebe angefüllt. Dieses Gewebe gehört zur Modifikation des Bindegewebes, welches ich chondroides Gewebe nenne und mehrmals an verschiedenen Stellen des Wirbeltierkörpers (33—35) beschrieben habe. Beim *Acipenser* ist es demselben Gewebe ähnlich, welches ich bei den Plectognathen im retrobulbären Raum (37) gefunden habe.

Beim jungen *Acipenser stellatus* besteht das gallertartige chondroide Gewebe aus homogenen Schichten und Strängen, welche nach der neutralen Fixation basophil sind. Zwischen den Strängen liegen die langen spindelförmigen Zellen. Am Boden der Augenhöhle gewinnt dasselbe Gewebe einen dichteren Bau, ist sehr zellenreich und wird außerdem durch zahlreiche kollagene und elastische Fasern durchsetzt. Bei erwachsenen Fischen füllt sich mit solchen Fasern auch das übrige basophile chondroide Gewebe der Augenhöhle und nimmt einen gröberen Bau an.

Die Jugularvene erweitert sich beim Eintritt in das kaudale Gebiet der Augenhöhle und wandelt sich in einen umfangreichen Sinus um, welcher sich unter dem Augapfel lateralwärts fast bis zur Haut verbreitet. Die untere Wand dieses suborbitalen Sinus wird durch das erwähnte faserreiche Chondroidgewebe gebildet, in der oberen Sinuswand verläuft der untere gerade Augenmuskel. An seinem lateralen Rande wendet sich der Sinus unter der Haut ventralwärts bis zum dorsalen Rande des Konstriktors. Der Ramus ophthalm. prof. V verläuft im Hohlraum des proximalen Abschnittes des suborbitalen Sinus. Kaudal vom Sehnerven geht vom suborbitalen Sinus ein dorsaler Fortsatz aus, welcher zwischen der Sklera und den proximalen Abschnitten der

geraden Augenmuskeln hindurchdringt und den Sehnerven umgibt. Die proximale Umgrenzung dieses supraskleralen Sinus ist durch die Muskeln und die sie verbindende, aus dem Chondroidgewebe bestehende Lamelle zusammengesetzt. In den supraskleralen Sinus münden die Vv. vorticosae und die Zerebralvenen. Der obere gerade Muskel ist mit einem lockeren faserigen Bindegewebe bedeckt, welches denselben von M. protractor hyomandibularis abtrennt und keine Eigenschaften des chondroiden Gewebes mehr offenbart. In diesem Gewebe verläuft der Ramus ophthalm. V superficialis.

Im rostralen Teil der Augenhöhle erweitert sich der suborbitale Sinus und nimmt die Vene aus dem Riechorgan und aus dem nachbarlichen Kopfteil auf. Bei *Acipenser* bestehen also zwei orbitale Sinusse, der S. suborbitalis und der S. supra-scleralis. Sie lassen sich mit einigen Varianten auch bei anderen Stören finden. Sie scheinen ebenso wie beim Neunauge nicht nur eine nutritive, sondern auch eine mechanische Bedeutung zu besitzen, um die notwendigste Freiheit der Bewegungen des Auges und der Augenmuskeln zu bedingen. Die Stütze bei der Muskelwirkung findet das Auge beim *Acipenser* in dem Ramus ophthalm. prof. V, welcher dicht dem unteren geraden Augenmuskel anliegt.

Atherina pontica.

Bei Teleosteern sind die verschiedenartigsten Stufen der Differenzierung des orbitalen Venensinus vorhanden, von der Ausbildung nur eines suborbitalen Sinus bis zum Sinus, welcher die ganze intraorbitale Fläche der Sklera umfaßt. Beim Hecht z. B. teilt sich die Jugularvene innerhalb der Augenhöhle in die suborbitalen und die supraorbitalen Äste, welche nur wenig erweitert sind und keinen eigentlichen Sinus bilden. Andererseits besitzen die Gobiiden, die Plectognathen, die Pleuronectiden einen maximal ausgebildeten Sinus. Ich hatte schon die Gelegenheit, über den orbitalen Sinus bei den Plectognathen zu berichten (37). Die ganze Verschiedenartigkeit der Struktur desselben bei einzelnen Gattungen der Knorpelfische zu schildern, ist hier unmöglich, das werde ich in anderer Mitteilung tun. Ich wähle jetzt zur Vergleichung mit den schon geschilderten Formen des orbitalen Sinus *Atherina pontica pontica* Eichw. zur Beschreibung. Das Auge dieses Fisches ist verhältnismäßig groß und mit kleinen Lidern versehen (Textfig. 6). Der Augapfel ist durch den orbitalen Sinus

vollständig von der interorbitalen Membran abgetrennt. Er stellt hier wieder sich als eine Erweiterung der Jugularvene dar, welche in die Augenhöhle eindringt. In der Mitte der Augenhöhle ist der Sinus spaltförmig, die Spalte ist ventro-medial von der Schleimhaut der Mundhöhle und dorso-medial durch die interorbitale Membran begrenzt. Der letzteren Membran liegen dicht die im Sinus verlaufenden Verästelungen des N. trigeminus an.

Lateral setzt sich der suborbitale Teil des Sinus bis zur Konjunktiva fort und dringt sogar in das untere Lid. Es bleibt in demselben nur eine sehr dünne konjunktivale Lamelle, welche den Sinusrand lateral begrenzt und die Sklera mit dem Lidrand verbindet. Das Blut ist deshalb im Sinus unterhalb der Hornhaut als ein roter Streifen im Leben gut sichtbar.

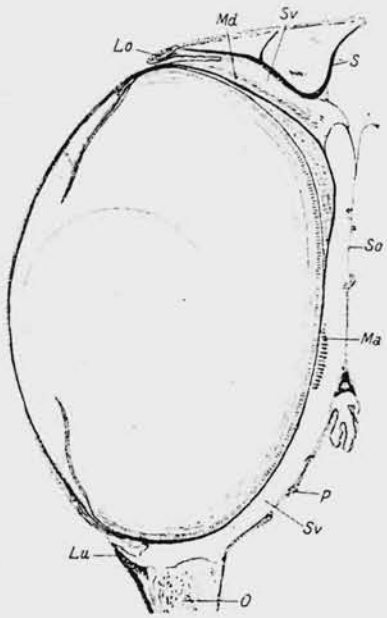

Fig. 6.
Senkrechter Querschnitt durch das Auge von Atherina p. pontica.
Lo = oberes Lid, *Lu* = unteres Lid, *Ma* = M. rectus anterior, *Md* = M. rectus dorsalis, *O* = Oberkiefer, *P* = Wand der Mundhöhle, *S* = Schädelknochen, *So* = Septum interorbitale, *Sv* = Sinus orbitalis.

Die Augenmuskeln müssen natürlich den Sinus durchqueren und ihre die Sklera bedeckenden Teile sind von der medialen Wand der Augenhöhle durch den Sinus abgetrennt. Der dorsale Sinusabschnitt erreicht über dem oberen geraden Muskel die Konjunktiva, dringt aber nicht in das Lid hinein. Auch hier ist der Sinusrand nur durch eine dünne konjunktivale Lamelle bedeckt. Dieser Sinusteil wird proximal neben dem oberen Rand der interorbitalen Membran durch eine bindegewebige Lamelle teilweise vom übrigen Sinusraum abgegrenzt, ebenso wie wir es beim *Mustelus* finden. In rostraler Richtung kommt die Verbindung beider Abschnitte des Sinus vor.

Die ventrale Wand der Schädelhöhle, welche an den orbitalen Sinus grenzt, stellt eine äußerst dünne Lamelle dar, ich konnte nicht den Durchgang zerebraler Venen durch diese Lamelle bemerken.

Der rostrale Teil des orbitalen Sinus stellt die weiteste Stelle desselben vor, er liegt hinter dem im knorpeligen Zustande bleibenden ethmoidalen Gebiet des Schädels. In den horizontalen Schnitten durch den Kopf stellt der orbitale Sinus einen dreieckigen Raum vor, in dessen dorsaler Wand sich eine Mündung der Vene, welche lateral vom Riechnerven aus dem Riechorgan heraustritt, findet. In dem kaudalen Gebiet des orbitalen Sinus verläuft der dicke Sehnerv, welcher den Sinusraum vor der Zusammenpressung bei Wirkung der Augenmuskeln stützen kann. Andererseits müssen die Augenbewegungen den Abfluß des Blutes aus dem Sinus in die Jugularvene begünstigen. Die Hauptaufgabe des Sinus in der Augenhöhle der Teleosteer muß man wieder in mechanischen Momenten suchen, er erleichtert freie Augenmuskelbewegungen, vermindert die Reibung der Sklera und der Muskeln bei diesen Bewegungen. Das Blut im orbitalen Sinus der Teleosteer zeichnet sich, wie bei anderen Fischen, durch seine Armut an roten Blutkörperchen aus.

Schlußbetrachtungen:

Das Vorhandensein der orbitalen Venensinusse bei den Fischen bietet die Möglichkeit, die Frage nach der Bedeutung nicht nur des orbitalen Sinus, sondern überhaupt des ganzen Sinussystems bei den Zyklostomen zu lösen. Das Fehlen roter Blutkörperchen in denselben war die Ursache der Behauptungen, daß die Zyklostomen ein Lymphgefäßsystem besitzen (J. Müller [23], Langerhans [16], Vogt [41], Cossar Ewart [4], Quatrefages [27], K. C. Schneider [30], Jackson [12], Giacomini [11], Sterzi [32], Plate [26], Favaro [5]). Man hat auch behauptet (Cossar Ewart [4], Favaro [5], Možejko [21, 22]), daß die entsprechenden Sinusse von einer gemischten Natur, venös und lymphatisch sind. Endlich war Neuville (22) der Meinung, daß sie nur venös sind.

Meine Untersuchungen bringen die Beweise, daß alle Sinusräume im Körper des Neunauges in erster Linie dem Venensystem angehören, mit den echten Venen im Zusammenhang stehen und zum Abfluß des Blutes aus den Unterhautgefäßen, aus dem Gefäßnetz der Schleimhäute und aus den Kapillaren der Muskeln dienen. Ein von den Venen abgesondertes Lymphgefäßsystem fehlt dem Neunauge absolut. Bei den Myxinoiden hat man das Vorhandensein echter lymphatischer Räume beschrieben (J. Müller, Giacomini [11], Favaro [5]). Ich besitze die Schnitte durch den Kopf von Myxine, welche dasselbe Aussehen der subkutanen Räume und der intermuskulären Spalten bieten wie beim Neunauge. Da dieselben ebenfalls mit den Venen sich verbinden, denke ich, daß auch den Myxinoiden das echte Lymphgefäßsystem fehlt. Ich finde dabei, daß die venösen Sinusräume bei der Myxine noch umfangreicher als beim Neunauge sind. Der von Plate bei *Geotria chilensis* als ein Lymphsack beschriebene Raum, welcher die Zungenmuskulatur umgibt, ist nach meiner Meinung nichts anderes als ein kolossal erweiterter sublabialer Teil des Sinus anularis. In demselben hat Plate kein Blut gefunden, auch beim Neunauge sind keine Blutkörperchen in den periösophagealen Räumen, Sinus jugularis posterior, und in vielen anderen intermuskulären Sinussen vorhanden. Es ist aber nicht richtig, vom Fehlen von Blut in denselben zu sprechen, sie enthalten keine Blutkörperchen, die Flüssigkeit dieser Räume ist aber jedenfalls keine Lymphe, sondern das Blutplasma, welches aus den Kapillaren und Arterien stammt. Nur die Blutzellen und hauptsächlich die Erythrozyten können nicht in diese Sinusse hineindringen oder sind nur in einer minimalen Anzahl in denselben zu finden.

Diese Tatsache läßt die eigentümlichen Vorrichtungen in Betracht ziehen, welche bei Selachiern gefunden und als turbanähnliche Organe schon längst bekannt sind. Sie sind von Leydig [17] im Jahre 1852 entdeckt worden, Sappey (29) und P. Mayer (19) hatten ihre muskulöse Natur festgestellt. Das turbanähnliche Organ ist ein Gefäßsphinkter, ein aus glatten Muskelzellen zusammengesetzter Ring. Innerhalb desselben verläuft ein dünnwandiges Gefäß. Leydig und Sappey betrachteten das Gefäß als ein lymphatisches, Mayer bemerkte, daß es in keiner Weise von der Vene verschieden ist. Dieser letztere Verfasser überzeugte sich, daß die turbanähnlichen Organe nur bei gewissen Rochenarten vorkommen und nur in späteren Entwicklungsstadien erscheinen. In neuester Zeit kehrte Mayer (20) zu dieser Frage zurück und bekräftigte seine Meinung über die Natur der Gefäße mit den Sphinkteren durch neue Beobachtungen.

Ich habe im Jahre 1921 in russischer Sprache eine Mitteilung (36) publiziert über die turbanähnlichen Organe bei beiden im Schwarzen Meer wohnenden Rochen, *Raja clavata* und *Trygon pastinaca*. Bei beiden Fischen lassen sich die turbanähnlichen

Organe massenhaft in einem Gebiete finden, in welchem sie bisher noch nicht beobachtet waren. Sie kommen nämlich im Bindegewebe neben der Wirbelsäule vor, welches den inneren verdickten Teil der senkrechten Myosepten ausfüllt. Dieses Gewebe nimmt den Raum zwischen beiden divergierenden Blättern der Myosepten ein und zeichnet sich durch eine leichte Basophilie aus. In demselben Gewebe kann man immer eine gewisse Menge von Erythrozyten sehen und es ist leicht, die verschiedenen Stadien ihres Zerfalls zu beobachten. Es sind hier auch sehr oft die Leukozyten mit großen Körnern — Körnchenzellen von LEYDIG und MAYER — vorhanden.

Das intraseptale basophile Gewebe schließt in sich die Spinalnerven mit Ganglien, Arterien, Venen und Kapillaren ein. Außerdem verlaufen hier eigentümliche Gefäße, welche rosenkranzförmig sind und aus ellipsoidalen und sphärischen Abschnitten bestehen. Die netzartig angeordneten rosenkranzförmigen Gefäße besitzen die Struktur der Wände, welche mit derjenigen der Venen und Kapillaren identisch ist, sie enthalten auch mitunter die Blutzellen. Diese äußerlich den lymphatischen Gefäßen gleichbedeutenden Bahnen sind mit den turbanähnlichen Organen versehen, welche ihre kurzen engen Verbindungsstücke umgeben. Die Organe sind in ihrer Größe sehr variabel, ihrer Anordnung fehlt jede Regelmäßigkeit. Bei der *Raja clavata* sind außer turbanähnlichen Organen die in Frage stehenden Gefäße mit keinen Muskelzellen bedeckt, was der Behauptung von MAYER widerspricht, welcher sogar die ganze Muskelschicht an diesen Gefäßen neben den Sphinkteren beschrieben hatte. Solche Schichten und einzelne Muskelzellen kann man an den hier verlaufenden Venen sehen, welche auch stellenweise erweitert sein können, aber keine Sphinkter haben.

In seiner zweiten Mitteilung (20) äußert sich P. MAYER weniger bestimmt über die Bedeutung rosenkranzförmiger Gefäße mit den Sphinkteren, als in der ersten, er betrachtet sie jedenfalls nicht als echte lymphatische Bahnen, aber ist geneigt, ihnen die physiologische Bedeutung des Lymphgefäßsystems zuzuschreiben. Er nennt sie Weißadern oder Nichtblutbahnen, welche für die Verteilung der nährenden Blutflüssigkeit dienen, nicht aber für Zwecke der geweblichen Atmung. Ob die Sphinkteren zum Verhindern des Durchgangs der Erythrozyten in die Weißadern dienen, bleibt unbestimmt. P. MAYER widmete dabei wenig Beachtung

den Angaben von MOŽEJKO (21, 22) und schloß die Erwähnung derselben mit den Worten: »Man wird die ausführlichen Beweise abzuwarten haben.« Meine Befunde beim Neunauge geben aber schon jetzt die Möglichkeit, das Venensinussystem dieses Tieres mit den Weißadern der Rochen zu vergleichen. Nach der Behauptung von MAYER ist das Weißadersystem überhaupt den Fischen eigen, deswegen haben wir eine zuverlässige Grundlage für die Lösung der Frage über seine morphologische Bedeutung.

Die mit Sphinkteren versehenen rosenkranzförmigen Gefäße bei den Rochen und das Sinussystem des Neunauges stellen eigentlich das Kollateralgefäßsystem dar, welches aus Arterien durch Kapillaren das an Erythrozyten verarmte Blut bekommen. An meinen Präparaten sind die Sphinkteren gewöhnlich zusammengezogen. Im Bau des Sphinkters lassen sich dabei zwei Zonen unterscheiden, die innere Zone ist sehr dicht und kernlos, die Zellgrenzen sind kaum sichtbar. In der äußeren Zone sind hingegen die Zellgrenzen ganz deutlich und die Kerne vorhanden. Die innere Zone besteht wahrscheinlich aus den zusammengezogenen inneren Abschnitten der Muskelzellen, das Gefäß ist aber nicht vollständig geschlossen, es bleibt immer eine feine Spalte, welche das Blutplasma durchlassen kann. Es ist merkwürdig, daß von den vielen Rochenarten nur die genannten Arten im Schwarzen Meer wohnen, welche durch das Gefäßsystem mit Sphinkteren ausgezeichnet sind. Da das Wasser im Schwarzen Meer große Schwankungen im Gehalt der Salze erfährt, kann man vermuten, daß die Sphinkteren mit der Regulierung osmotischen Druckes innerhalb der Gewebe etwas zu tun haben. P. MAYER hat die Voraussetzung ausgesprochen, daß vermittels der Sphinkteren die Gefäßstücke vom Kreislauf isoliert werden, in welchen die Verflüssigung der grobkörnigen Leukozyten vorkommt. Er stützt sich auf die Behauptung von WEINLAND (42), welcher beim *Torpedo* immer die sauere Reaktion des Magensaftes feststellte. *Torpedo* hat keine Gefäßsphinkteren. Bei den Rochen mit den Gefäßsphinkteren wird vielleicht beim Sistieren des Kreislaufs in den Gefäßstücken zwischen den geschlossenen Sphinkteren die basische Reaktion des Magensaftes hervorgerufen. Das könnte man denken, wenn die Sphinkteren hauptsächlich in der Wand der Verdauungsorgane bekannt wären. Ich stellte die Verbreitung der Sphinkteren gerade in einer Gegend fest, welche keine direkten Beziehungen zur Verdauung hat.

Außerdem finde ich nur sehr spärliche grobkörnige Leukozyten innerhalb der Gefäße mit turbanähnlichen Organen.

Beim *Trygon* sind die Gefäßsphinkteren neben der Wirbelsäule nur an den Übergangsstellen arterieller Kapillaren in das Netz der Weißadern zu finden, am häufigsten befinden sie sich unterhalb der intervertebralen Ringbänder der Wirbelsäule und innerhalb des Hämalkanals. Außer diesen Sphinkteren gibt es beim *Trygon* noch die größeren Sphinkteren, welche nicht das Gefäß umgeben, sondern ein kollagenes Bündel durchgehen lassen. Die Bedeutung solcher Vorrichtung ist für mich vorläufig ganz im Dunkeln geblieben.

Das Vorhandensein der turbanähnlichen Organe ist also an sich noch kein Beweis einer lymphatischen Natur des Gefäßes, soweit sie auch ohne Zusammenhang mit Gefäßen vorkommen. Andererseits haben wir keinen Grund zu behaupten, daß dieselben Organe immer die Weißadern begleiten. Nach dem Gesagten besitzen die Zyklostomen und die Selachier noch keine echten Lymphbahnen und es ist noch nicht bewiesen, daß das Lymphgefäßsystem der höheren Wirbeltiere aus dem Weißadersystem entstanden ist. Die Hinweise in dieser Beziehung muß man bei Ganoiden und Teleosteern suchen. P. Mayer (20) hat das Vorhandensein der Weißadern bei den Teleosteern angenommen, aber man kann das entsprechende Tatsachenmaterial in keiner Weise für ausreichend halten.

Die arterielle Versorgung und die Venenanordnung unterscheidet sich beim Zyklostomenauge sehr stark von den bei Fischen vorhandenen Einrichtungen. Das Auge der Selachier und Teleosteer besitzt zwei Arterien (A. ophthalmica magna s. externa und A. ophthalmica interna). Erstere Arterie entspringt vom ausführenden Gefäß der Opercularkieme und endigt in der Chorioidea. Die andere, die innere Augenarterie, entspringt von der A. carotis interna und endigt in der Regenbogenhaut. Es gibt zwei Augenvenen, eine dorsale und eine ventrale. Ihre Wurzeln wenden sich zum senkrechten Meridian des Augapfels neben dem Ziliarrand der Iris oder proximal von derselben. In einigen Fällen versorgen bei den Selachiern die Verästelungen der großen Augenarterie auch die Iris. Bei Teleosteern sind auch viele Varianten der Gefäßverteilung im Auge festgestellt, die große Augenarterie versorgt bei ihnen auch den chorioidealen Körper. Man hat auch angegeben, daß die chorioidealen Venen mit dem Chorioidealkörper verbunden sind und denselben mit Blut versorgen, ebenso wie sie zum Abfluß des Blutes aus diesem Körper dienen.

Nach seiner topographischen Lage entspricht der chorioideale Körper dem subskleralen Sinus des Neunauges, er erhält das Blut aus dem chorioidealen Arterienästen. Bei den Selachiern ist die Anordnung der Gefäße im subskleralen Gebiet der Chorioidea — in der Suprachorioidea — sehr variabel (Franz [7]). Gerade bei *Acanthias* und *Mustelus* sind in dieser Beziehung ganz verschiedene Zustände vorhanden. Bei *Acanthias* ist die Suprachorioidea aus einem dichten filzartigen Gewebe gebildet, welche die Pigmentzellen nur im Äquatorialgebiet des Augapfels hat. Das ganze Gewebe ist reichlich mit Gewebslymphe durchtränkt und an einigen Stellen mit großen interstitiellen Höhlen versehen. Nur sehr wenige dünne Gefäße, Arterien und Venen, dringen in die Suprachorioidea aus der Gefäßschicht hinein und bilden kein Kapillarnetz, sondern gehen direkt ineinander über. Die Gefäßschicht zeichnet sich durch starke Pigmentierung der Gefäße und die Dicke der Venen aus. Ganz anders sieht die Suprachorioidea bei *Mustelus* aus, sie schließt zahlreiche größere und kleinere dünnwandige Venen ein. Man kann manchmal die Zwischenwände derselben nur dadurch unterscheiden, daß sie pigmentiert sind. Die ganze Struktur ist dem subskleralen Sinus sehr ähnlich und kann als die weitere Differenzierung desselben gelten.

Bei *Acipenser stellatus* enthält die Suprachorioidea auch sehr zahlreiche Venen, welche eine subsklerale Schicht bilden. Sie sind in derselben sehr dicht angeordnet und sehen sinusartig aus. Die große Ähnlichkeit dieser suprachorioidealen Venenschicht mit dem subskleralen Sinus äußert sich in besonderer Weise dadurch, daß die größeren Venen fast regelmäßig mit den Arterien alternieren. Auch diese suprachorioideale Venenschicht bei *Acipenser* kann man als weitere Differenzierung des subskleralen Sinus des Neunauges betrachten.

Aus dieser Zusammenstellung kann man den Schluß ziehen, daß der Chorioidealkörper der Teleosteer nicht unvorbereitet entstanden ist, sondern aus den entsprechenden phylogenetisch älteren Gebilden hervorgegangen ist, welche in Gestalt des subskleralen Sinus der Zyklostomen und des venösen Netzes in der Suprachorioidea der Selachier und der Ganoiden existieren.

Außerhalb der Fische findet sich eine weitere Modifikation des subskleralen Sinus vielleicht beim Frosch. Nach der Be-

schreibung von ALTMANN (1), H. VIRCHOW (40) und GAUPP (9) zerfällt die Gefäßschicht der Chorioidea beim Frosch in zwei pigmentierte Lamellen, zwischen welchen sich ein umfangreicher Raum befindet. Die Zwischenwände teilen diesen Raum in kleinere sekundäre Räume, die nicht gleichmäßig angeordnet sind und manchmal Erythrozyten enthalten. GAUPP und ALTMANN betrachteten diese Räume als Venensinusse, welche ein engmaschiges Netz bilden. Über die Verbindung dieser Räume mit den Augengefäßen ist nichts Bestimmtes bekannt. H. VIRCHOW war nur einmal so glücklich, sie von der Seite der Kapillaren der Chorioka pillaris injizieren zu können. R. KRAUSE (14) hält sie einfach für Blutgefäße; wahrscheinlich stehen diese Räume in Verbindung mit den Venenwurzeln, stellen also das Kollateralsystem des venösen Kreislaufs vor, wie der subsklerale Venensinus des Neunauges und seine Modifikationen bei den Fischen. Schließlich muß man noch betonen, daß die extraskleralen Venensinusse in der Augenhöhle des Neunauges und der Fische homologe Gebilde sind. Alle diese Schlußfolgerungen harmonieren vollständig mit der von mir in meinem russisch geschriebenen Buch: »Die Sinnesorgane von Petromyzon fluviatilis« (35) geäußerten Meinung, daß das Auge dieses Tieres eher primitiv als rudimentär ist.

Literaturverzeichnis.

1. ALTMANN, Über die Verwertbarkeit der Korrosion in der mikr. Anatomie. Arch. f. mikr. Anatomie, Bd. 16, 1879.
2. CORI, C. I., Das Blutgefäßsystem des jungen Ammocoetes. Arbeiten des zoolog. Instituts Wien, Bd. 16, Heft 2, 1906.
3. DÜCKER, M., Über die Augen der Zyklostomen. Jen. Zeitschrift, Bd. 60, Heft 3, 1924.
4. EWART, J. C., On vascular peribranchial spaces in the lamprey. Journ. of Anat. a. Physiol., Vol. 12, 1878.
5. FAVARO, G., Ricerche intorno alla morphologia ed allo sviluppo dei vasi, seni e cuori candali nei Cyclostomi e nei Pesci. Atti R. Istituto Veneto di Sc. Lett. ed Arti. Venezia. T. 65, p. 2. Appendice alla disp. 10, 1906.
6. —— Cyclostomi. Bronn, Klassen und Ordnungen. Bd. 6.
7. FRANZ, V., Zur Anatomie, Histologie und funktionellen Gestaltung des Selachierauges. Jen. Zeitschr., Bd. 40, 1905.

8. FÜRBRINGER, P., Untersuchungen zur vergleichenden Anatomie der Muskulatur des Kopfskeletts der Zyklostomen. Jen. Zeitschrift, Bd. 9, 1875.
9. GAUPP, E. A., Anatomie des Frosches. Bd. 3, 2. Aufl., 1904.
10. GEGENBAUR, Untersuchungen zur vergleichenden Anatomie der Wirbeltiere. Heft III: Das Kopfskelett der Selachier, 1872.
11. GIACOMINI, E., Contributo alla conoscenza delle capsule surrenali dei Missinoidei. Rend. d. S. R. Accad. delle Scienze dell'Istituto di Bologna, 1904.
12. JACKSON, C. M., An investigation of the vascular System of Bdellostoma dombeyi. Journ. Cincinnati Soc. Nat. Hist., Bd. 20, 1901.
13. JOHNSTON, Additional Notes on the Cranial Nerves of Petromyzonts. Journ. of comp. Neurol. Vol. XVIII, N. 6, 1908.
14. KRAUSE, R., Mikroskopische Anatomie der Wirbeltiere in Einzeldarstellungen. 1921—1923.
15. KOHL, Rudimentäre Wirbeltieraugen. T. I: Bibliotheca zoologica, Heft 13, 1892. T. III 1895.
16. LANGERHANS, P., Untersuchungen über Petromyzon Planeri. Ber. Verh. Naturf. Ges. Freiburg i. B., Bd. 6, 1876.
17. LEYDIG, F., Beiträge zur mikroskopischen Anatomie und Entwicklungsgeschichte der Rochen und Haie. Leipzig 1852.
18. MARKOWSKI, Über den orbitalen Venensinus des Kaninchens. Anat. Anz., Bd. 38. 1910.
19. MAYER, P., Über Eigentümlichkeiten in den Kreislauforganen der Selachier. Mitt. Zool. Stat. Neapel, Bd. 8, 1888.
20. —— Über die Lymphgefäße der Fische und ihre mutmaßliche Rolle bei der Verdauung. Jen. Zeitschr. für Naturw., Bd. 55, Heft I, 1917.
21. MOŽEJKO, B., Etude sur la systeme circulatoire de la Lamproie. Anat. Anz., Bd. 36, No. 23/24, 1910.
22. —— Untersuchungen über das Vascularsystem von Petromyzon fluviatilis. Anat. Anz., Bd. 40, 1912.
23. MÜLLER, J., Vergleichende Anatomie der Myxinoiden. Über das Gefäßsystem. Abh. d. Kgl. Akad. Wiss., Berlin 1841.
24. NEUVILLE, H., Contribution a l'étude de la vascularisation intestinale chez les Zyclostomes et les Sélaciens. Ann. Sc. Nat. Paris, T. 13, 1901.
25. PARKER, T. J., On the Blood Vessels of Mustelus Antarcticus. Phyl. Trans. Vol. 177, Part. II, 1887.
26. PLATE, L., Studien über Zyklostomen. I. System. Revision der Petromyzonten der südlichen Halbkugel. Zool. Jahrb., Suppl. V., 1901.
27. QUATREFAGES, A. de, Sur L'anatomie de l'ammocoetes branchialis. Soc. Philom, Extr. Proces verb. 1849 (L'institut XVII, 1849).
28. ROBIN, Ch., Notes sur quelques particularites du systéme veineux du Petromyzon marinus. Ibidem. 1846 (L'institut XIV, 1846).
29. SAPPEY, C., Etude sur l'appareil mucipare et sur le systéme lymphatique des poissons. Paris, Delahaye, 1880.
30. SCHNEIDER, K. C., Lehrbuch der vergleichenden Histologie der Tiere. Jena 1902.

31. Séwertzov, A. N., Etude sur l'evolution des Vertébrés inférieurs. Archives russes d'Anatomie, d'Histologie et d'Embryologie. T. I, Fasc. I, 1916. F. 3. 1917, Petrograd.
32. Sterzi, G., Il sistema nervoso centrale dei Vertebrati. I. Ciclostomi. Padova 1907.
33. Tretjakoff, Das Gallertgewebe der Sinushaare. Anat. Anz., Bd. 37, 1910.
34. —— Die Haut der Schwarzmeerbutte. Berichte der wissensch. Forschungsinstitute in Odessa, Bd. I, Nr. 5, 1924.
35. —— Die Sinnesorgane vom Petromyzon fluviatilis. Russisch. Odessa 1915.
36. —— Die turbanähnlichen Organe der Rochen. Gelehrte Schriften der Hochschule in Odessa, Abt. f. Med. und Biologie, Bd. I, H. 1, Odessa 1921.
37. —— Das Auge der Plectognathen. Zeitschr. f. wiss. Zoologie, Bd. 147, 1926.
38. —— Das Skelett und die Muskulatur im Kopfe des Flußneunauges. Zeitschr. f. wiss. Zoologie, Bd. 128, 1926.
39. Ulbrich, H., Die venösen Blutsinusse in der Orbita des Kaninchens. Arch. f. Augenheilkunde, Bd. 65, 1910.
40. Virchow, H., Mikroskopische Anatomie der äußeren Augenhaut und des Lidapparates. Gräfe-Sämisch, Handb. d. ges. Augenheilkunde, Bd. I, Abt. I, 1910.
41. Weinland, E., Zur Magenverdauung der Haifische. Zeitschr. f. Biologie, Bd. 23, 1901.
42. Vogt, C., und Jung, E., Traité d'anatomie comparée pratique. Vol. II, 1894.

Erklärung der Tafelfiguren.

Tafel VIII.

Fig. 1—4 = Petromyzon fluv. Knorpel ist tief schwarz gezeichnet.
Fig. 5 = Mustelus laevis. Durchschnittlich 4-fache Vergrößerung.

Fig. 1. Paramedianer = sagittaler Schnitt des Kopfes. *Agl* = Musculus anuloglossus, *Hha* = M. hyohyoideus ant. (mandibularis infer.), *Hhp* = M. hyohyoideus post. (mandibularis post.), *Ka* = Ringknorpel, *Ll* = M. longitudinalis linguae (cardio-apicalis), *Ma* = M. anularis, *Phe* = M. pharyngeus, *R* = Reusenapparat, *Sas* = Sinus anularis, supralabialer Teil, *Sai* = Sinus anularis, sublabialer Teil, *Sb* = sinus basilaris, *Sethm* = S. nasalis, supraethmoidaler Teil, *Sil* = S. interanularis, *Sjp* = S. jugularis post., *Sph* = S. pharyngeus, innerhalb desselben sind M. hyomandibularisemianularis (tectomandibularis) und M. hyomandibulariglossus (mandibulari-apicalis) gelegen.

Fig. 2. Horizontaler Längsschnitt des Kopfes. *Ka* = Ringknorpel, *Mo* = Musculus anularis, *Mb* = M. basilaris, *Mc* = M. cornealis, *PM* = Parietalmuskulatur, *S* = M. semianularis (tectolateralis), *Sal* = Sinus anularis, lateraler Teil, *Sos* = S. orbitalis supramuscularis, *Sous* = S. orbitalis submuscularis, *Spsa* = M. spinosemianularis ant., *Spsp* = M. spinososemianularis (tectospinosus post., *Sph* = Sinus pharyngeus, *Spo* = S. (Cysterna) post. orbitalis, *Sr* = orbitaler Ringsinus, *T* = Schädelwand, *Vca* = V. cardinalis ant., *Vjs* = V. jugularis superficialis.

Fig. 3. Querschnitt des Kopfes durch die Mundhöhle. *D* = vorderer Deckknorpel, *Ka* = Ringknorpel, *Sai* = Sinus anularis, sublabialer Teil, *Sas* = S. an., supralabialer Teil, *Sm* = S. marginalis, *Vli* = Vena labialis inferior, *Vls* = V. labialis superior, als Rinnen an der lateralen Wand des lateralen Teils des Ringsinus.

Fig. 4. Querschnitt des Kopfes in der hinteren Gegend der Mundhöhle. *Agl* = vorderes Endstück der ventralen Parietalmuskulatur mit der Sehne des M. anuloglossus, *D* = vorderer Deckknorpel, *S* = M. semianularis (tectolateralis), *Sai* = Sinus anularis, sublabialer Teil, *Sas* = supralabialer Teil desselben; *Sim* = S. intermuscularis, *St* = stachelförmiger Knorpel, *Vli* = Vena labialis inferior, *Vls* = V. labialis superior.

Fig. 5. Querschnitt des Kopfes durch das kaudale Gebiet der Augenhöhle. *Am* = M. adductor mandibulae, *Cio* = interorbitaler Kanal mit der hinteren zerebralen Vene, *M* = Schlundhöhle, *O* = N. oculomotorius, *Pq* = Palatoquadratum, *So* = Sinus orbitalis, suborbitaler Teil, *Sos* = Sinus orbitalis, dorsaler Teil, *Sl* = Sinus im unteren Lid, *T* = Schädelwand.

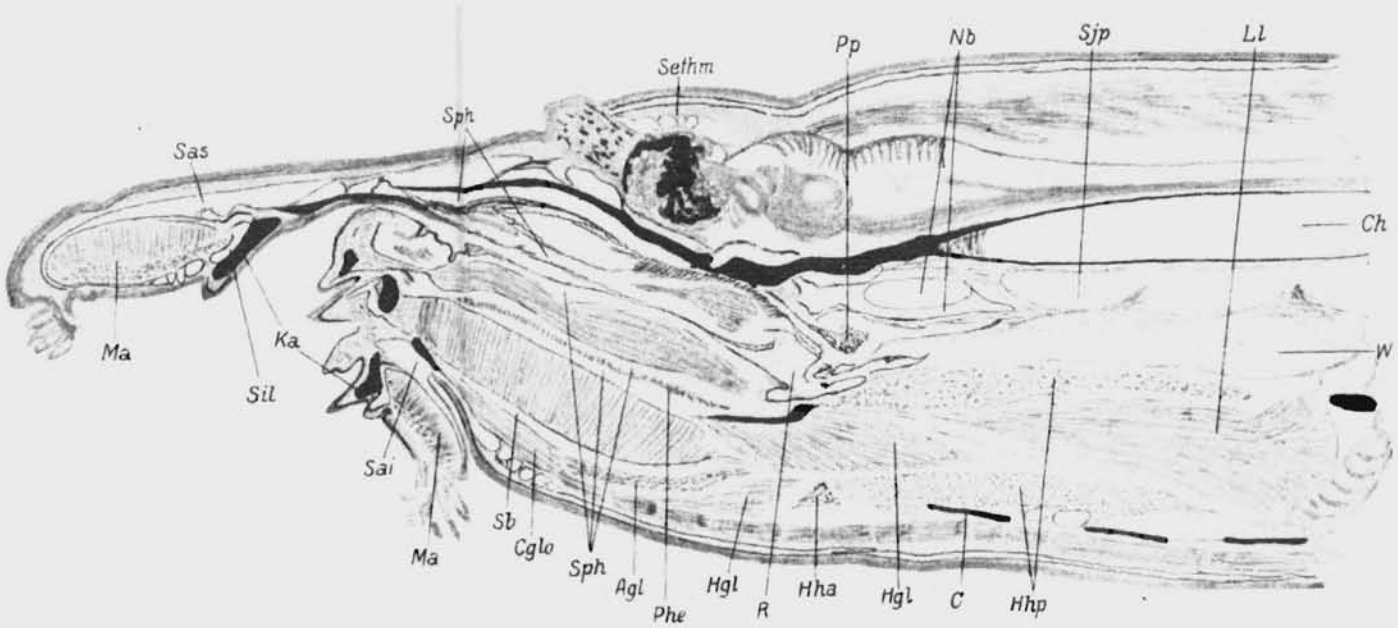

Fig. 1.

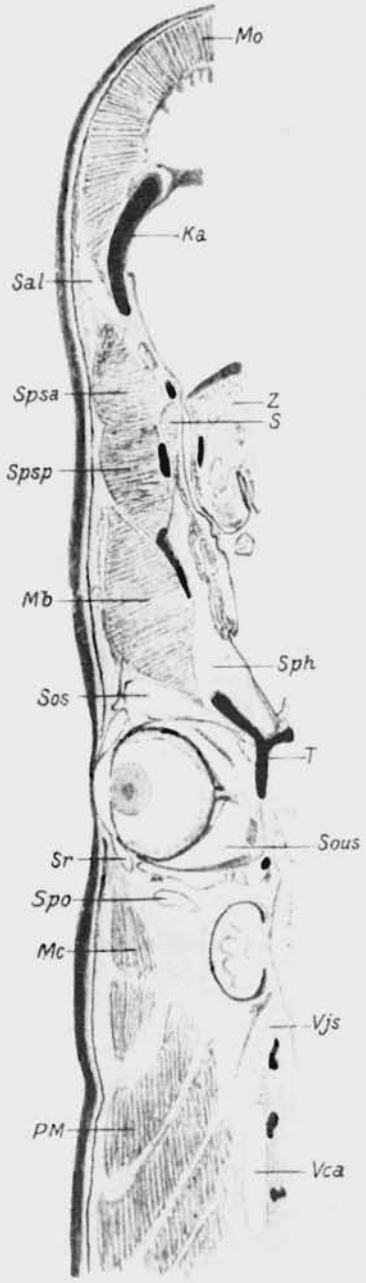

Fig. 2.

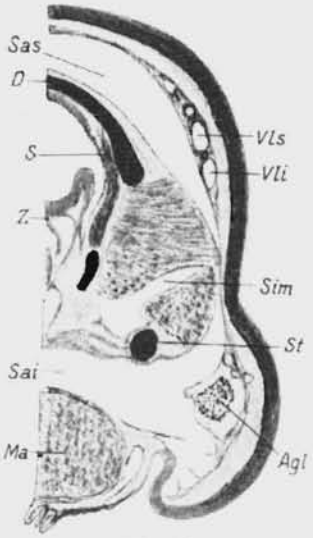

Fig. 4.

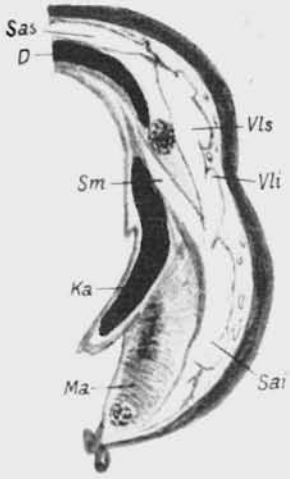

Fig. 3.

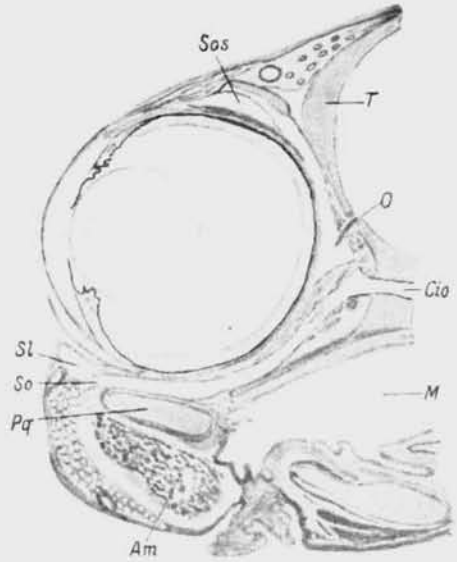

Fig. 5.