



Der Saccus vasculosus der Fische ein Tiefeorgan

<https://hdl.handle.net/1874/256063>

A^{no} 292

Phys 27 Jun 1910

K. W. DAMMERMAN. *

DER SACCUS VASCU-
LOSUS DER FISCHE
EIN TIEFEORGAN. *

Diss.
Utrecht

1910

Der Saccus vasculosus der
Fische ein Tiefeorgan. - -

RIJKSUNIVERSITEIT UTRECHT



0746 9137

Diss. Utrecht 1910.

**DER SACCUS VASCULOSUS DER
FISCHE EIN TIEFEORGAN - - -**

PROEFSCHRIFT TER VERKRIJGING VAN DEN GRAAD
VAN **DOCTOR IN DE PLANT- EN DIERKUNDE**
AAN DE RIJKS-UNIVERSITEIT TE UTRECHT OP GE-
ZAG VAN DEN RECTOR-MAGNIFICUS DR. H. ZWAAR-
DEMAKER HOOGLEERAAR IN DE FACULTEIT DER
GENEESKUNDE VOLGENS BESLUIT VAN DEN SENAAAT
DER UNIVERSITEIT TEGEN DE BEDENKINGEN VAN
DE FACULTEIT DER WIS- EN NATUURKUNDE TE VER-
DEDIGEN OP VRIJDAG 17 JUNI 1910 DES NAMIDDAGS
TE 1 UUR DOOR **KAREL WILLEM DAMMERMAN**
GEBOREN TE ARNHEM - - - - -



Bij het vervaardigen van een proefschrift, het begin van meer zelfstandig wetenschappelijk werk, past een woord van dank aan allen, die aan onze wetenschappelijke vorming deel gehad hebben. Ik denk hier in de eerste plaats aan U, hooggeleerde Heeren, Professoren der Philosophische Faculteit, in 't bijzonder aan U hooggeleerden WICHMANN en WENT. Door Uw onderwijs en leiding, hooggeachte WENT, hebt U mijne belangstelling in plantkundige studien steeds levendig gehouden en nog vermeerderd. Maar vooral U, hooggeleerde HUBRECHT, hooggeschatte promotor, ben ik dank verschuldigd voor al hetgeen ik van U mocht leeren, en voor al hetgeen U voor mij gedaan hebt. Den korten tijd, dat ik het voorrecht had Uw assistent te zijn, mocht ik van meer nabij, in kleinen kring, op Uw studeervertrek, kennis maken met vele Uwer, dikwijls zoo bijzondere inzichten in allerlei belangrijke vraagstukken der dierkunde. Dien aangename tijd zal ik nimmer vergeten. Ook Uw onderwijs en veelzijdige kennis, hooggeleerde NIERSTRASZ, hebben mij niet weinig aangespoord tot ernstige studie. Het zoo aantrekkelijke gebied der weefselleer, hebben Uw lessen en voorlichting, hooggeleerde PEKELHARING voor mij ontsloten, een gebied, waarop deze onderzoekingen zich voornamelijk bewegen.

Uit mijnen Leidschen tijd, blijft eene onvergetelijke herinnering aan de wijze, waarop U, hooggeleerde BOEKE, Uw eigen

werkkamer voor mijne verdere studiën openstelde, voortdurend mijn werk leidde, en bij de vervaardiging van mijn proefschrift, mij steeds met raad en daad bijstond en elk mijner wenschen inwilligde. Gedurende dien tijd van bijna dagelijkschen omgang, heb ik U ten zeerste leeren hoogschatten, en om Uw groote kennis en om Uw voortreffelijke eigenschappen als leidsman bij wetenschappelijke onderzoekingen. Ten slotte mag een woord van dank hier niet achterwege blijven aan U, Dr. JENTINK, die mij gedurende mijn assistentschap aan het Rijks Museum van Nat. Historie, zoo ruimschoots de gelegenheid liet ter voltooiing van dit werk.

Inhalt.

	Seite
Einleitung	1
I. Morphologie und Histologie des Saccus vasculosus	2
Teleostier	3
Selachier	18
Petromyzonten	25
Amphibien	27
Zusammenfassung	28
II. Nerven des Saccus vasculosus	37
Teleostier	38
Selachier	47
Petromyzonten und Amphibien	51
Zusammenfassung	52
III. Blutgefäße des Saccus vasculosus	57
Schluß	61
Literaturverzeichnis	67
Erklärung der Abbildungen	71

Einleitung.

In neuester Zeit ist schon von mehreren Seiten die Meinung ausgesprochen, der Saccus vasculosus der Fische sei keine Drüse, sondern ein Sinnesorgan. Zuerst hat BOEKE (1901 und 1902¹) bei eben ausgeschlüpften Larven von Muränoiden eigenartige Sinneszellen in dem Saccus beschrieben, und auf Grund der Entwicklung und der Struktur dieser Zellen die Drüsennatur verneint. Im Jahre 1902 hat auch JOHNSTON in seiner schönen Arbeit "The Brain of *Acipenser*" die

¹ Siehe Literaturverzeichnis.

Saccuszellen als Sinneszellen gedeutet und abgebildet und die Nerven des Organs eingehend beschrieben. Zuletzt sprach sich auch KAPPERS (1906) für die Sinnesfunktion aus, obgleich nur wegen der reichen Nervenversorgung des Saccus vasculosus bei den Haifischen.

Aber doch ist noch immer der Name »Infundibulardrüse« von RABL-RÜCKHARDT (1883) und seine Meinung »wir haben es somit offenbar mit einem ausgesprochenen drüsigen Organ zu tun«, sehr verbreitet, so daß neue Untersuchungen geboten schienen, um über die Sache endgültig zu entscheiden. Und ich glaube die Frage bestimmt gelöst zu haben: der Saccus vasculosus ist keine Drüse, sondern ein Sinnesorgan.

Daß man die richtige Natur dieses Organs so lange verkannt hat, kommt daher, daß die älteren Autoren nicht genügend auf den histologischen Bau eingegangen sind, andernteils hatte man Untersuchungen mit den neueren Nervenfarbmethoden speziell für den Saccus noch nicht unternommen.

Auf dieses alles werde ich aber noch eingehender im Texte zurückkommen.

Es sei mir an dieser Stelle gestattet, Herrn Prof. Dr. BOEKE, dem Direktor des hiesigen anatomischen Institutes, für manchen Rat, für das fortwährende Interesse an meiner Arbeit und für die weitgehendste Bereitwilligkeit, mit welcher mir die Hilfsmittel des anatomischen Laboratoriums und das ausgiebige Material immer zur Verfügung standen, meinen aufrichtigsten Dank auszusprechen.

I. Morphologie und Histologie des Saccus vasculosus.

Es wurden außer *Petromyzon* und zwei Amphibien, *Molge* und *Rana*, nur Selachier und Teleostier untersucht. Dipnoi und Chondrostei standen mir nicht zur Verfügung, aber den Dipnoi fehlt wahrscheinlich allen ein Saccus vasculosus, und durch die Arbeit JOHNSTONS über das *Acipenser*-Gehirn wird die zweite Lücke gut ausgefüllt.

Das Gehirn wurde in Schnittreihen, meist in zwei Ebenen, frontal und sagittal, zerlegt, von einigen außerdem Horizontalschnittserien angefertigt, ebenso wurden die Embryonen, welche hauptsächlich mit einer Mischung von gleichen Teilen HERMANNscher Flüssigkeit und Sublimat gehärtet wurden, in frontaler und sagittaler Richtung geschnitten.

Zur Härtung der Gehirne habe ich Sublimat-Formol und Sublimat-Eisessig angewandt. Beide Gemische ergeben sehr gute Resultate,

letzteres hat den Vorteil, daß man hier auch die Molybdänhämatoxylinfärbung nach HELD (1909) anwenden kann, womit sehr schöne histologische Bilder erzielt und zugleich die Nerven intensiv gefärbt werden.

Auch wurden einige Gehirne samt Schädelbasis mittels Trichloressigsäure-Uranylacetat nach FRIEDENTAL gehärtet¹, aber die Entkalkung geht zu stürmisch vor sich, man sieht sogleich die Kohlen säurebläschen emporsteigen, und diese deformieren die nahe am Knochen liegenden Gewebe in nicht unbeträchtlicher Weise, die Fixation ist übrigens ganz vorzüglich, und die nach diesem Verfahren behandelten Schnitte lassen sich mit Hämatoxylin schön färben.

Zur Darstellung der Neurofibrillen wurde Kaliumbichromicum-Osmiumsäure nach GOLGI-CAJAL, die Silberimpregnierung nach CAJAL und nach BIELSCHOWSKY-POLLACK angewandt. Die Nervenfärbung besprechen wir im nächsten Kapitel aber eingehender.

Ich will nun anfangen mit der Schilderung des Saccus vasculosus der

Teleostier

und zunächst den Saccus der Bachforelle, *Trutta fario* L. und *iridea*, genau beschreiben. Es lagen mir im ganzen 24 Gehirnschnittserien vor und 21 Schnittserien von Embryonen. Und dieses vollständige Material gestattete, die Verhältnisse hier sehr eingehend zu studieren, und die übrigen Befunde werden sich besser an diese Beschreibung anreihen.

Der Saccus vasculosus der Forelle liegt bekanntlich zwischen den Lobi laterales des Hypothalamus, hinter der Hypophyse, und ist eine caudale Aussackung des Infundibularraumes oder besser Hypothalamusraumes.

Dieser dünnwandige Sack steht also in offener Verbindung mit dem Hypothalamus und also mit dem dritten Gehirnventrikel.

Die Seitenwände sind vielfach durch außen eindringende Blutgefäße gefaltet, und diese Falten stehen horizontal im Lumen des Saccus hervor, und werden daher auf Längsschnitten nahe der Mitte als lang ausgezogene Schläuche gesehen (Fig. 4, Taf. XXIX).

Das Wandepithel nun ist bisher noch nicht genau geschildert. Bei starker Vergrößerung und genügend dünnen Schnitten erkennen wir zwei Zellarten, es gibt große bauchige Zellen mit schönen runden Kernen im unteren Ende und dazwischen sehr schmale Zellen mit

¹ 1 Teil 50 %ige wässrige Trichloressigsäurelösung, 1 Teil gesättigte wässrige Uranylacetatlösung und 1 Teil destilliertes Wasser. Nach 2 Tagen im Wasser auswaschen und dann durch Alkohol weiter führen.

dreieckigen Kernen, im oberen oder unteren Ende, bisweilen sind diese Kerne auch hantelförmig. Der ganze Zelleib wird bis auf einen feinen Plasmafaden durch die größeren Zellen zusammengedrückt. Die bauchigen Zellen sind 27μ lang und erheben ihr Plasma als ein rundliches Köpfchen über die Epithelfläche, auf dem Köpfchen stehen 25—30 Haare, welche an ihrem Ende verdickt sind.

Diese geknöpften Haare sind je auf ein Basalkörperchen eingepflanzt. Ein feiner Faden zieht von jedem Basalkörperchen zum Kerne hin. Die Zwischenzellen tragen, soweit sich erkennen ließ, keine Flimmer; ihr eigentlich nur aus Kern zusammengesetzter Leib läßt ihre Funktion wohl vermuten: es sind nur Stützzellen. Die größeren Zellen sind es, welche das eigentliche Saccusepithel darstellen.

Was sind nun die geknöpften Haare? Keiner hat sie noch als solche bei der Forelle gesehen.

Wohl hat LUNDBORG (1894) beide Zellarten schon unterschieden und ziemlich genau geschildert, aber er erwähnt mit keinem Worte die Haare, sagt nur: »Ich glaube, daß die Glandula infundibuli schon in späteren Larvenstadien in Wirksamkeit tritt, denn ich habe immer bei diesen Larven beobachtet, daß hie und da im Lumen des Organs ein geronnener Inhalt mit körnigen Körperchen vorhanden ist.« Aus der Abbildung geht hervor, daß diese körnigen Körperchen wohl die Knöpfchen der Haare sind.

Viel weniger genau hat BELA HALLER (1896) beobachtet, es heißt bei ihm S. 62: »Was die Histologie der Drüsenwände betrifft, so werden dieselben von einem hoch kubischen bis stellenweise ganz niedrig cylindrischen Epithel gebildet, dem weder ein cuticularer Saum noch Wimpern aufsitzen. Hierauf folgt eine dünne Membrana propria und dann die Gefäße, beziehungsweise die Gefäßhaut des Hirns. Die Epithelzellen besitzen einen schönen, großen runden Kern mit deutlichen Kernkörperchen. Um den Kern herum liegt gekörntes Protoplasma, und an dem freien Ende der Zellen ist eine sehr deutliche Strichelung zu erkennen.« Mit dieser Strichelung ist wohl der Cuticularsaum gemeint, die Zeichnung entspricht jedoch den Verhältnissen nicht.

Was ist nun das Secret der Infundibulardrüse? Es gibt keines, und das Epithel ist kein Drüsenepithel, denn lebend untersucht, gibt dieses kein andres Bild als das eben geschilderte. Auch hier Stützzellen mit dreieckigen Kernen und größere Zellen mit deutlich geknöpften Haaren. Selbst wenn das Saccusepithel in roher Weise zerrissen und dann untersucht wird, sind immer noch die Köpfchen mit ihren

Haaren und an diesen die Anschwellungen zu sehen. Niemals sah ich diese Körperchen zusammenfließen, niemals Zwischenstadien, wie sie doch eben vorkommen müssen, wenn die Knöpfchen Secrettropfen darstellen.

Vorbei und herangleitende Blutkörperchen verklebten nicht mit diesem vermeintlichen Secret, immer waren die Krönchenzellen, wie ich sie nennen will, ganz deutlich zu erkennen, mit ausgebreiteter Haarkrone auf dem Plasmaköpfchen. Diese Krönchen sah ich niemals sich bewegen, aber ihre Form wird stets beibehalten. Mittels Methylenblau färben sich bald die Stützzellkerne, die der Krönchenzellen viel später und weniger dunkel, die Krönchen gar nicht. Ich muß es also ganz abweisen, daß diese Körperchen Secrettropfen sind.

Färben wir intensiv mittels Eisenhämatoxylin und Eosin, so werden die Kerne, die Basalkörperchen, die von diesen abgehenden Fäden und die Haarknöpfchen ganz schwarz tingiert, und nun kann man diese schwarzen Körperchen inmitten des rosa tingierten geronnenen Inhalts des Saccus sehen, welcher immer nur dürftig vorhanden ist, während es im Infundibulum und den übrigen Ventrikeln viel mehr Secret gibt.

Das im Lumen des Saccus vasculosus sich befindende Gerinnsel ist somit etwas ganz anderes als diese Haarknöpfchen.

Ganz nackt ragen die Plasmaköpfchen der Krönchenzellen im Lumen hervor, während die ganze Oberfläche der Stützzellen von einem dunkel gefärbten Saume vom Lumen abgeschlossen wird. Wie durch die Löcher eines Siebes, so stecken die großen Zellen ihre zierlichen Köpfchen durch die durchbohrte Cuticularplatte der Stützzellen. Unter dem Epithel liegt eine körnige Schicht Gliagewebes und unter diesem Pflasterepithel, die Begrenzung der Blutgefäße.

Wenn also diese eigenartigen Zellen keine Drüsenzellen sind, so müssen es Sinneszellen sein und die an die Basalkörperchen herantretenden Fäden Neurofibrillen. Dies wird auch glänzend bestätigt, wenn man das Epithel mittels einer Silberimprägnationsmethode behandelt, wie sich aus Fig. 14, Taf. XXX ergibt, wo Saccuszellen nach CAJAL imprägniert worden sind. Auch mittels der Silbermethode nach BIELSCHOWSKY-POLLACK habe ich ganz dieselben Bilder bekommen. Die Zellen schrumpfen etwas und sind dadurch besser zu beobachten; die Kerne bleiben ganz blaß, die Haarknöpfchen aber, die Basalkörperchen und die Fäden werden ganz schwarz imprägniert. Von jedem Basalkörperchen geht eine feine Neurofibrille nach unten,

durchläuft wellenförmig den Zelleib, biegt sich um den Kern herum, um am unteren Ende der Zelle mit den übrigen Fäden zusammen als einheitliche Fibrille weiter ihren Weg unter das Epithel zu nehmen.

Ich glaube das Wellige der Fäden wird nur bedingt durch Schrumpfung, durch Härtung mittels Formol hervorgerufen. In mit Eisenhämatoxylin oder Molybdänhämatoxylin nach HELD gefärbten Schnitten sind sie gerade bis an die Kerne, aber nicht weiter nach unten zu verfolgen, da hier auch die Kerne schwarz mitgefärbt werden.

Um die Kerne herum wird wohl kein fibrilläres Netz ausgebildet, die welligen Fäden rücken vielleicht nur aneinander, aber verschmelzen wohl nicht miteinander, jedenfalls liegen sie in einiger Entfernung des Kernes; wo ein Kern aufgeschnitten ist, erkennen wir, daß die Fäden mit einem Fibrillenconus den Kern umfassen, aber immer bleibt ein freier Raum zwischen beiden.

Es ist mir auch gelungen, die ganzen Zellen mittels Kaliumbichromicum-Osmiumsäure nach GOLGI-CAJAL zu tingieren und vielfach mit einem sehr großen Stück der unterm Epithel verlaufenden Fibrille. Nur spärlich und stellenweise werden Zellen gefärbt. Viele ganze Schnittserien habe ich angefertigt, ohne daß eine einzige Zelle imprägniert war, und gelingt die Färbung, dann ist meist nur der Zelleib und nicht das Köpfchen mit dem Krönchen zu erkennen (Fig. 23, Taf. XXXI). In Fig. 21 sieht man zwei Krönchenzellen ganz schwarz imprägniert; deutlich erkennt man die Haarknöpfchen, den großen Kern, etwas weniger schwarz, mehr bräunlich, und die darüber hinziehenden schwarzen Fibrillen, und eine kurze Strecke des Zellausläufers, welche nicht weit zu verfolgen waren, weil hier anliegendes Gewebe ganz schwarz mitgefärbt war. In Fig. 23 ist ein Stück des Cuticularsaumes der Stützzellen mitgefärbt, wie dies auch bei Ependymzellen beobachtet wird (Fig. 36, Taf. XXXII), und bei *a* mag eine imprägnierte Zellgrenze vorliegen. Fig. 22 gibt eine andre Sinneszelle mit abgehender varicöser Fibrille, welche weiter vielfach verästelt scheint; aber dies sind wohl Fasern anderer Zellen, welche nur eine Strecke weit zusammen gehen. Nun ist es mir nicht bei der Forelle, aber wohl beim *Gadus* gelungen, die Zellausläufer bis außerhalb des Saccus zu tingieren, bis sie mit andern Fasern zusammen ein stattliches Bündel formen (Fig. 24, Taf. XXXI), und damit war es mir auch gelungen den Zusammenhang dieser Zellen mit einem, von ihren Ausläufern zusammengesetzten Tractus und mit der Endstätte dieser Bahnen in dem Gehirn darzustellen.

Wo also die Saccuszellen sich ganz vorzüglich mittels Nervenfarbmethoden imprägnieren lassen, wo sie ihren Ausläufer bis an eine bestimmte Stelle in dem Gehirn senden, und dieser also nur als Nervenfasern gedeutet werden kann, und also die Fädchenstruktur innerhalb des Protoplasmas der Krönchenzellen, welche ununterbrochen in diesen Ausläufer zu verfolgen war, nur neurofibrillärer Natur sein kann; wo die Krönchenzellen eine ganz bestimmte Form besitzen, welche sie lebend oder fixiert immer beibehalten, wo sie auch bei Maceration mittels 30 %igen Alkohols immer ihre Krönchen behalten, wo niemals eine Absonderung dieses Epithels beobachtet wurde, und wo es sich herausstellt, daß man früher nur durch ungenügende Fixation die Knöpfchen der Haare für Secrettropfen gehalten hat und also auch früher niemals wirklich das Epithel in absondernder Tätigkeit gefunden wurde, da glaube ich, daß man die Sinnesnatur der Saccuszellen nun wohl nicht mehr anzweifeln kann. Das Epithel des Saccus vasculosus ist ein Sinnesepithel und besitzt seine eigne Zellart, die Krönchenzellen.

Sehen wir uns nach diesen eigenartigen Zellen in andern Gehirn-epithelien um, so finde ich sie nirgends, auch die Zellen des Plexus chorioideus sind ganz verschieden, tragen weder Köpfchen noch Krönchen.

Die Anlage des Saccus habe ich nur bei 1 Tag alten oder älteren Forellen untersuchen können. Bei 1 Tag alten Tieren ist das Organ schon als kleine Aussackung des Infundibularraumes ausgebildet, mit sehr engem Lumen und noch ohne Faltenbildung. Das Epithel hat schon zwei Zellarten, die Stützzellen und größeren Zellen mit runden großen Kernen, aber das Plasma hebt sich noch nicht mit einem Köpfchen hervor, und auf seiner nur rund gewölbten Fläche stehen viele Haare, welche aber keine Verdickung an ihren Enden tragen.

Allmählich werden aber die Falten angelegt, und bei 22 mm langen Forellen ist der Saccus auf Sagittalschnitten nahe der Mitte herzförmig, die Spitze des Herzens nach hinten gerichtet, am Vorderende drängt ein Blutgefäß die Wandung vor sich her und stellt eine erste Falte dar. Die Sinneszellen haben sich jetzt besser ausgebildet, ihre Köpfchen erheben sich über das Niveau der inneren Epitheloberfläche, und die Haare haben schon hier und da Anschwellungen bekommen, aber man erkennt noch alle Zwischenstadien, Haare ganz unverdickt, mit zarten, eben nachweisbaren Knöpfchen, Köpfchen, welche nur ganz flach hervorgewölbt sind, und schon ganz ausgebildete Krönchen.

Sind die jungen Fische 25—30 mm lang, so zeigt uns der Saccus noch wesentlich dasselbe Bild, aber hier sehe ich besser, daß überall die Krönchenzellen schon vorhanden sind, nur im Hinterende des Organs und am Außenende der Falten, da wo die Epithelzellen sich noch fortwährend teilen, erkennen wir Sinneszellen, welche auf ihren Köpfchen lange, keulenförmig angeschwollene Haare tragen (Fig. 15, Taf. XXX). Da diese Keulen viel länger sind als später die geknöpften Haare, so zieht sich wohl das Plasma auf seiner Spitze zusammen, und wir haben in den Krönchen nur umgewandelte Haarschöpfe zu sehen, wie das noch besser aus der ganzen Entwicklung des Saccus hervorgeht, wie wir sie bei den Muränoiden schildern werden.

LUNDBORG (1894) hat ebenso die Körperchen, welche er für Secretropfen hielt, bei 26—28 mm langen Larven auftreten sehen, und bei *Salmo salar* L. sah er den Saccus am 65. Tage, also lange Zeit vor dem Ausschlüpfen, erwähnt aber nicht die Natur der Zellen.

Vergleichen wir jetzt eine andre Salmonide mit der Forelle.

Beim *Coregonus oxyrhynchus* L. finden wir ganz gleiche Verhältnisse (Fig. 1, Taf. XXIX). Der Saccus, hier etwas größer, liegt zwischen den Lobi laterales wie ein langer, hinten etwas breiterer Sack und reicht über das Ende der Lobi laterales hinaus. Auch hier große Faltenbildung der Wandungen, und die in das weite Lumen hervorragenden Schläuche sind vielfach wieder mit kleineren Aussackungen versehen, welche alle von Blut strotzend gefüllt sind. Die Wand besitzt die beschriebenen Stützzellen und schöne Krönchenzellen, welche bis 30 μ lang sind, mit den geknöpften Haaren auf Basalkörperchen eingepflanzt, Haare, welche sich in den Zelleib als zarte Neurofibrillen fortsetzen (Molybdänhämatoxylinfärbung nach HELD). Ganz besonders hebt sich hier der Cuticularsaum der Stützzellen hervor.

Bei 4 Tage alten Coregonen sind alle Hirnventrikel ganz eng, der caudale Abschnitt des Infundibulums hat als Saccus auch ein sehr enges Lumen, und die Falten werden eben angelegt. Die Wandung trägt große Zellen mit keulenförmig angeschwollenen Haaren, wie sie bei jungen Forellen beschrieben und abgebildet wurden. Wie bei der Forelle werden sich hier also auch die Krönchen aus den Haaren entwickeln.

Ganz etwas andres finden wir bei den Cypriniden; der Saccus vasculosus ist hier viel weniger ausgebildet. Beim Karpfen, *Cyprinus carpio* L., zeigt er nur eine ganz kleine Ausbauchung des Infundibularraumes, und erhebt sich nicht über die Lobi laterales, sondern bleibt ganz unter ihrer Mittellinie verborgen (Fig. 6, Taf. XXIX). Hier ist

der Saccus eines kleinen einjährigen Karpfens abgebildet, aber sofort fällt der große Unterschied mit dem einer ebenfalls einjährigen Forelle (Fig. 4) ins Auge. Der kleine Sack ist ungefalted, ist eigentlich nur eine kleine fingerförmige, nach hinten ausgewachsene Ausbuchtung. Es gibt keine Schlauchbildung, nur sehr flache Hervorwölbungen besitzt die Seitenwand, an welche sich Capillarschlingen legen. Große hindringende Blutgefäße, wie bei der Forelle und *Coregonus*, gibt es nicht.

Das ganze Organ ist äußerst reduziert, und es fehlt ihm die mächtige Blutversorgung, welche sonst den Saccus vasculosus kennzeichnet. Das Epithel hat aber seine Sinneszellen beibehalten, auch hier sind es Krönchenzellen, gut ausgebildete, aber etwas kleiner, nur bis $19\ \mu$, die Knöpfchen der Haare bis $2\ \mu$ groß. Das Organ ist also wohl funktionsfähig, aber seine Bedeutung muß ganz in den Hintergrund treten, wenn wir es mit dem Saccus der beiden schon beschriebenen Arten vergleichen.

Auch die Entwicklung ist sehr verspätet, bei jungen Karpfen, 3 Tage alt, ist noch keine Spur eines Saccus zu finden. Alle Gehirnvventrikel sind so eng, und die Zellen liegen an der Medianlinie so dicht aneinander, daß es nicht möglich ist, auf einem Medianschnitte die Räume aufzuschneiden, auch auf Querschnitten erkennt man die Zugänge zu dem Infundibulum und dem Recessus opticus nur als feine Spalten, die zwischen den Zellen sichtbar sind. Fig. 7, Taf. XXIX, ist ein Medianschnitt durch das Gehirn eines 3 Tage alten Karpfens. Das hier wie überall gegen die Chordaspitze gerichtete Infundibulum ist ein kleiner Sack, ohne eine Ausstülpung nach hinten. Das umgrenzende Epithel läßt weder Kopf noch Krone auf den Zellen erkennen, nur viele kurze Haare, wie das embryonale Ependym sie trägt. Es gibt in der Wandung wohl größere und sich teilende Zellen, aber dies mag kein wundernehmen bei einem Organ, welches noch so viele Ausstülpungen zu bekommen hat. In der Höhlung ist ein dickes und reichliches Gerinnsel vorhanden. Die in die Plica ventralis eindringenden Blutgefäße haben nur capillare Weite.

Ist das Tier nur erst einen Tag alt, so sind die Ventrikelhöhlen viel geräumiger, auch Infundibulum und Recessus opticus haben eine große Lichtung und weite Verbindungen mit dem dritten Ventrikelraum. In der nur wenige Zellen dicken Hinterwand des Infundibulums befinden sich noch keine Krönchenzellen, nur mehrere kurze Haare stehen auf der geraden Zelloberfläche, und das Secret in der Höhlung ist dünn und spärlich vorhanden.

Wenn am dritten Tage also die Ventrikel sich ganz verengert haben, und die heranwachsenden Zellen sich dicht aneinander legen, hat das Infundibulum gar keinen Ausweg mehr. Später aber lockert der Zugang sich wieder und hat sich indessen auch das kleine Infundibularorgan angelegt, so bei einem 5,5 cm großen Karpfen. Es ist ein kleiner Sack, auf Querschnitten immer rund, ohne Falten und liegt ganz zwischen den Lobi laterales eingesenkt.

Ein großer Karpfen, 44 cm lang, hat verhältnismäßig keinen größeren Saccus, die Ausbuchtungen der Wandungen haben sich aber etwas mehr vertieft, und außer den Capillaren erkennt man hier auch größere Gefäße, welche in die kleinen Falten eindringen, vornehmlich an dem dorsalen Teile des Organs. Gleiche Verhältnisse wie der Karpfen zeigen uns zwei andre Cypriniden, nämlich *Leuciscus rutilus* L. und *Blicca björkna* L., wo der Saccus ebenfalls ganz zwischen den Lobi laterales eingepreßt sitzt und nur eine kleine Strecke nach hinten sich fortsetzt, und bei der erwachsenen Plötze nur 0,5 mm groß ist. Die Wandungen sind ohne Faltenbildung, auf Querschnitten hat das Organ eine runde, etwas dreieckige Gestalt, mit der Spitze des Dreiecks zwischen den Lobi eingesenkt. Aber auch hier sind Krönchenzellen deutlichst zu erkennen, und damit kann man diesem Saccus eine Funktionsfähigkeit auch nicht ganz absprechen, wie gering diese auch sei. Beim Hechte, *Esox lucius* L., habe ich gar keinen Saccus auffinden können, auch Krönchenzellen waren an der Stelle nicht zu sehen.

Bereits STIEDA (1868) erwähnt dieses Fehlen, und auch GENTES (1907 b) sagt von diesem Organ des *Esox* «il n'existe qu'à l'état de vestige». Da ich zur Revision dieser Angaben nur ein einziges Gehirn zerschnitten habe, ist es nicht unmöglich, daß bei andern Exemplaren noch eine Spur eines Saccus wiedergefunden wird.

Jetzt wollen wir wieder schön entwickelte Infundibularorgane beschreiben, und zwar bei den Anguilliformen.

Beim erwachsenen Aal, *Anguilla anguilla* L., ist das Organ gut ausgebildet, rundlich, ein wenig breiter als lang, mit einigen großen, aber wenig verästelten Schläuchen, welche hier aber besonders von Blut strotzend sind, so daß die Epithelien so nahe aneinander schließen, daß man selten eine Lichtung zwischen ihnen sehen kann. Wie aus der Fig. 8 ersichtlich ist, ist dieser Saccus doch kleiner als derjenige der Forelle, da die ganzen Gehirne beider Tiere nahezu gleich groß waren. Der Eingang zu dem Infundibulum ist ein sehr enger, und auch der Infundibularraum mit seinen übrigen Höhlungen ist ganz eingengt.

Alle Wandungen, auch der Falten, sind mit Krönchenzellen dicht

besetzt, welche bis 15μ groß sind, mit ungefähr 20 Knöpfchen, das Epithel ist beträchtlich niedriger als bei der Forelle und dem *Coregonus*. Die Sinneszellen sind aber überaus schön hier, und beim Aal hat STUDNICKA (1900) genauer als irgend einer vorher diese Zellen beschrieben und abgebildet, aber falsch gedeutet. S. 416 heißt es: »Das eigentliche Ende dieser Zellen ragt fast immer etwas in das Innere der Drüse, und auf demselben sitzen ganz kleine Körperchen einer, wie es scheint, von den Zellen ausgeschiedenen Substanz. Einige dieser Körperchen haben sich wahrscheinlich schon von dem Zellenende abgetrennt und liegen frei in dem Lumen der Drüse«, auch hat er Secretion wahrgenommen an den Ependymzellen der Epiphyse, Paraphyse und Plexus chorioideus auch da, wo Flimmern auf den Zellen vorhanden sind, aber er spricht nicht von Flimmern bei den Saccuszellen, hat also Haare und Knöpfchen zusammen für Secrettropfen gehalten.

Aus den Abbildungen geht hervor, wie gut er beobachtet hat, aber für ein Secret sind diese Körperchen doch zu eigentümlich. Es ist dies doch ein gar sonderbares Secret, da aus einer Zelle bis 20 gestielte Tropfen kommen, ohne einander zu berühren und ohne miteinander zu verkleben, und zuletzt sollen alle diese Körperchen wie abgesonderte Perlen in das Saccusinnere fallen, um da wieder aufgelöst zu werden, denn außer einem Belag dieser Körperchen genau über den Zellen sind sie weiter nirgends zu finden.

Aber an der Sinnesfunktion dieser Zellen ist nicht zu zweifeln; außerdem hat STUDNICKA keine Silberimprägnationsmethoden angewendet, nur wegen der vielen Nerven, welche im Saccus verlaufen, spricht er von einer nervösen Rolle der Drüse und erklärt nun gerade die Stützzellen für das Sinnesepithel, wofür es doch keinen einzigen Anhaltspunkt gibt. Auch beim erwachsenen Aal hat BOEKE schon angegeben, daß die Saccuszellen als Sinneszellen gedeutet werden müssen, und in Übereinstimmung damit konnte ich auch bei den Larven des Aales diese Krönchenzellen und ihre Imprägnationsfähigkeit für Silber nachweisen. Einige Leptocephali und junge Glas-aale, welche das Laboratorium der Liebenswürdigkeit des Herrn Dr. SCHMIDT in Kopenhagen verdankt, habe ich in Schnittserien zerlegt. Obgleich das Material nur in 2%iger Formollösung gehärtet war, ließen sich doch mittels BIELSCHOWKYS Methode gute Bilder erzielen, welche erlaubten, die wesentlichen Tatsachen zu erkennen.

Bei 7 cm großen Leptocephalen (*Leptocephalus brevirostris*) ist der Saccus schon ganz entwickelt, auch hier etwas breiter als lang, mit weitem Lumen und vielen Falten. Überall dringen große Blutgefäße

in diese Schläuche ein, deren Wandungen Krönchenzellen tragen. Sind die Tiere so weit nach der Metamorphose im Wachstum fortgeschritten, daß sie jetzt wieder dieselbe Größe haben wie die eben genannten Leptocephalen, also auch 7 cm¹, so hat das Gehirn ungefähr ein Viertel der Länge zugenommen, und der Saccus hat verhältnismäßig die gleiche Größe beibehalten, die Breite ist aber etwas mehr noch als die Länge angewachsen, die Faltenbildung ist weiter fortgeschritten, und auch die Blutgefäße haben sich dementsprechend vergrößert. Das niedrige Epithel trägt Krönchenzellen von gleicher Länge wie beim erwachsenen Tiere. Das Gehirn der untersuchten Aale war wenigstens dreimal größer als das dieser Glasaale, der Saccus hatte nur ein Drittel in der Länge zugenommen, woraus hervorgehen mag, daß die Bedeutung dieses Organs für die jungen Tiere größer ist, als für die Erwachsenen.

Die Präparate von Muränoidenembryonen, welche so schön die ganze Entwicklung des Saccus vasculosus und sein Sinnesepithel dar- tun, wurden mir von Herrn Prof. BOEKE freundlichst zur Beobachtung überlassen, und daher bin ich imstande, die Schilderung der Anlage des Organs und der Krönchenzellen, wie ich sie von der Forelle gegeben habe, noch weiter zu vervollständigen.

Wenn bei den Muränoiden (die Species waren nicht bekannt, da nur Eier und junge Larven aufgefunden wurden und diese nicht weiter zu erziehen waren) sich das Gehirn so weit entwickelt hat, daß überall schon eine Lichtung vorhanden ist, aber der Hypothalamus sich noch nicht vertieft hat und also die Kopfbeuge noch nicht angefangen hat, erkennt man, wie in der noch geraden, ventralen Gehirnwandung, die Zellen, welche vor der Chordaspitze liegen, schon erheblich größer sind als die angrenzenden Epithelzellen.

Ihre auffallend großen, runden Kerne sind ganz verschieden von den länglichen Kernen der schmalen Zellen, welche das übrige Epithel der Gehirnhöhle besitzt. Auf diesen größeren Zellen stehen mehrere lange Haare, jedes auf ein Basalkörperchen eingepflanzt. Durch Teilung dieser Basalkörperchen wird die Haaranzahl vermehrt. Gerade diese Stelle nun vertieft sich später und senkt sich als Infundibulum ein, wenn das Gehirn nur erst zweiteilig ist, durch die Einsenkung der Ventralfalte. Die Plica ventralis encephali dringt nun

¹ Bekanntlich werden die Leptocephalen viel größer, bis 85 mm, aber bei der Metamorphose, beim Übergang in Glasaale, verringert sich die Körperlänge so beträchtlich.

immer weiter ins Gehirn, so daß der anfangs muldenförmige Infundibularraum jetzt eine tiefe fingerhutförmige Aussackung zwischen dem Chiasma opticum und der genannten Plica ventralis darstellt. Einige Zeit vor dem Ausschlüpfen, im Anfange des dritten Tages der Entwicklung, erkennt man am unteren Ende dieser Aussackung dieselben großen Zellen wieder mit ihren schönen Kernen, jetzt aber sind sie wieder etwas weiter in der Entwicklung fortgeschritten (Fig. 16, Taf. XXX). Das Plasma erhebt sich schon mit einer kleinen Hervorwölbung im Innern des Infundibulums; man sieht die Haare, die Basalkörperchen und schon die von diesen abgehenden Fibrillen, welche zum Kerne hinweisen.

Zwischen den großen Zellen treten die Stützzellen an den Tag, deren Kerne hier meist im unteren Ende der Zellen liegen; oben, unter dem schon ausgebildeten Cuticularsaume, liegen die beiden Centralkörperchen.

Am 3. Tage und im Anfange des 4. Tages der Entwicklung der Muränoidenembryonen nimmt man wahr, wie die Haare schon an ihren Außenenden Verdickungen bekommen, die immer größer werden, und beim Ausschlüpfen des Tieres, was schon am selben Tage stattfindet, stehen die Krönchenzellen fertig da in der Tiefe des Organs¹ (Fig. 11, Taf. XXX).

Nun ist das Infundibulum ein langer Schlauch, welcher sich weit nach hinten biegt gegen und etwas unter die Chordaspitze. Sein unteres Ende ist der Saccus vasculosus, da es wohl nicht anzuzweifeln ist, daß dieses Organ, hier schon so früh angelegt, später den Saccus darstellen wird. Die Zellen sind ganz auffallend groß mit ihrem bauchigen Plasmaleib, rundem Kerne und deutlichen Krönchen. Die einzelnen gestielten Knöpfchen sind etwas kleiner als die Haare, aus welchen sie sich entwickelt haben, aber die Plasmamenge dieser Körperchen ist doch zu groß, um aus dem Haarplasma allein entstanden zu sein, und es mag also wohl Plasma zu ihrer Bildung vom Zelleib her zugeströmt sein.

Gleich beim Ausschlüpfen der Larven ist also das Organ funktionsfähig, da auch die Blutversorgung nicht fehlt, der große Sinus cephalicus legt sich ganz eng an das ganze Infundibulum. Aber speziell auf diese Tatsache komme ich noch im letzten Kapitel zurück.

BOEKE (1902) hat diese Zellen auch lebend gesehen bei den Muränoiden, da die junge Larve ganz durchsichtig und das Organ

¹ Vgl. BOEKE 1901.

also leicht zu beobachten ist. Er sah die Krönchen ganz ausgebildet und niemals ihre Gestalt ändern, und auch bei stundenlanger Beobachtung sah er nie die Knöpfchen sich vom Zelleib lostrennen, nur beobachtete er ein leichtes Zusammenziehen und wieder sich Ausdehnen der Zellknöpfchen mit ihrem Besatz, aber nicht die gestielten Knöpfchen flimmern. Inwieweit in dieser Bewegung des Zellplasmas etwas Normales vorliegt, oder eine Formänderung, welche nur infolge der für die Beobachtung notwendigen ungünstigen Lage des Tieres hervorgerufen wird, ist vorderhand nicht zu sagen. Etwas derartiges sah ich beim überlebenden Saccusepithel der Forelle nie.

Jedenfalls geht aus dieser Entwicklung des Saccus bei den Muränoiden auch wieder hervor, daß wir es hier also mit einem Sinnesepithel zu tun haben, und daß jede Ausscheidung ferne liegt.

Ich meine also mit gutem Rechte behaupten zu können, daß die Saccuszellen Sinneszellen darstellen von ganz besonderer Art, welche aus einfachen Gehirnwandzellen entstehen, deren Haare sich vermehren und sich später in gestielte Knöpfchen umwandeln, welche ebenfalls ihre Basalkörperchen haben.

Sehen wir uns jetzt wieder nach andern Arten um.

Die Gadiden ziehe ich zuerst in Betracht. *Gadus morrhua* L. hat einen größeren Saccus als alle oben beschriebenen Arten. Dieser reicht weit nach hinten und noch an den Lobi laterales vorbei. Im Innern ist eine große centrale Höhlung, in welcher überaus zahlreiche, vielfach verästelte Falten hervorragen. Blutgefäße drängen sich überall in die Falten ein, und Krönchenzellen drängen sich dicht aneinander auf den Wandungen.

Hier ist mir auch die schwierige Imprägnation dieser Sinneszellen mittels Kaliumbichromicum-Osmiumsäure nach GOLGI-CAJAL am schönsten gelungen (Taf. XXXI, Fig. 24). Man ersieht aus der Abbildung, welches großes Organ dieser Saccus hier darstellt, daß von den Elementen aber nur zwei Zellen gefärbt sind. Man erkennt sogleich ihre bauchige Gestalt und die Krönchen darüber. Beide haben einen Ausläufer, aber der der einen Zelle ist bis außerhalb des Saccus zu verfolgen, und damit ist das, was sich wohl vermuten ließ, auch tatsächlich dargetan, daß nämlich die aus dem Organ heraustretenden Nerven von den Fibrillen dieser Zellen herstammten.

In andern Zellen sieht man auch hier wieder wie vom Oberende der Zelle eine kleine Faser abgeht, wie es scheint, aber auch hier ist dies meistens aus einer Mitfärbung des Cuticularsaumes herzuleiten.

Außer den Krönchenzellen und Stützzellen erkennt man hier und da eigentümliche, schwarz tingierte Zellen zwischen oder unter dem Epithel, vieleckige Zellen mit drei bis vier meistens sich schlängelnden Ausläufern. Haben wir es hier mit Ganglienzellen zu tun, welche ein Assoziationssystem zwischen den Sinneszellen darstellen? Ich weiß es nicht zu sagen, für Kunsterzeugnisse sind diese Gebilde doch meist zu zellenartig.

Ein anderer Gadide, *Melanogrammus aeglefinus* L., der Schellfisch, hat einen weniger ausgesprochenen Saccus; dieser reicht noch nicht bis zum Außenende der Lobi laterales, aber er ist dennoch ansehnlich genug. Vergleichen wir weiter das Infundibularorgan des *Gasterosteus aculeatus* L., des Stichlings, mit dem des *Gasterosteus spinachia* L., des Seestichlings, so ergibt sich als wesentliches Merkmal, daß der Saccus des *Gasterosteus aculeatus* verhältnismäßig bedeutend kleiner ist, als bei *Spinachia*, deren Gehirn nur anderthalbmal größer, deren Saccus aber dreimal größer ist, und auch viel faltenreicher und weniger einfach gebaut, weit nach hinten reichend wie beim *Gadus*. Die Krönchenzellen sind bis 16μ groß, mit nahezu 25 Knöpfchen, bei *aculeatus* etwas kleiner, bis 13μ . Die Stichlinge entstammen Brackwasser.

Bei der großen Gruppe der Acanthopterygii habe ich überall wohl ausgebildete Sacci angetroffen, nur beim Flußbarsche, *Perca fluviatilis* L., ist er klein für ein so mächtiges Gehirn, aber sehr eigentümlich gebaut. Er setzt sich aus zwei Teilen zusammen, einem kleinen Vorderteil und einem zweiten etwas größeren Sack, welcher hinten zwischen den Außenenden der Lobi laterales liegt. Beide Teile stehen durch einen Stiel miteinander in Verbindung (Taf. XXIX, Fig. 2). Die große Hypophyse ist fortgelassen, da sie sonst teilweise das erste Säckchen verhüllen würde; man sieht die Öffnung des Recessus hypophyseos. Ein Längsschnitt, nahezu median, ist in Fig. 5 abgebildet. Beide Teile sind gut zu erkennen, und aus der Abbildung geht hervor, daß das Organ sich von dem vorderen Säcklein noch weiter ausdehnt; hier ist die Stelle, wo es mit dem Infundibulum zusammenhängt. Die Falten in dem vorderen Teil treten nur in der Seitenwandung auf, daher scheint dieser Teil ganz ohne Falten, ein schmales Rohr ist zwischen Vorder- und Hinterende des Organs ausgebildet, etwas weiter da, wo es den Zugang zu dem größeren Sack darstellt. Ganz eigentümlich sind dessen Schläuche, zwei sehr große dringen weit bis in die Mitte des Innern und sind überaus blutreich, dahinter trägt die Wand noch einige kleinere Falten, aber sonst ist sie glatt und ganz rundlich. Größere Gefäße liegen gar nicht an der ventralen Wandung. Kleine

Krönchenzellen, nur 10—12 μ groß, setzen überall das Epithel zusammen, auch im Stiele und in dem kleinen Sack.

Etwas eingehender will ich nun die Verhältnisse für die Aalmutter, *Zoarces viviparus* L., schildern, da mir hier außer Gehirnen auch Embryonen vorlagen. Fangen wir damit an, daß wir den Saccus des erwachsenen Tieres beschreiben. Er stellt einen großen, länglichen Sack dar, welcher weit nach hinten sich ausdehnt an den Lobi laterales vorbei, und hängt mittels eines langen Stieles mit dem Infundibulum zusammen (Fig. 9, Taf. XXIX). Dieser Stiel setzt sich ganz aus Nervenbündeln zusammen, wie aus Fig. 18 b, Taf. XXX, ersichtlich ist. Den Querschnitt durch das ganze Gehirn, nach der Linie a—b der Fig. 9 gibt Fig. 18 a wieder. Ganz frei verläuft hier der Saccusstiel zwischen den beiden Lobi laterales, stärker vergrößert ist er in Fig. 18 b zu sehen. Zwei Reihen stattlicher Faserbündel umgeben die etwas längliche Höhle, es ist hier also ein wirklicher Nerv vorhanden, welcher außerhalb des Gehirns zu verfolgen ist bis an das zu innervierende Gebiet.

Die Höhle des Stieles führt ins Innere des Saccus, welcher durch überall hineinragende Falten und Schläuche sehr verengert wird. Diese schlängeln sich so durcheinander oder liegen so dicht aneinander, daß ein schwammartiges Gewebe mit vielen größeren und kleineren Löchern entsteht, überall von Blutgefäßen durchwachsen. An der Seite liegen andre Gefäße, welche mit den ersteren zusammenhängen.

Dieser Saccus nun gehört einem Gehirn an, welches so groß ist wie das des Aales, dessen Infundibularorgan in Fig. 8 abgebildet ist. Jetzt erkennt man besser, wie ganz verschiedenartig diese beiden Organe gebaut sind.

Auch der Saccus der Forelle mit seiner regelmäßigen Faltenbildung und der *Perca* stehen in schroffem Gegensatz zu diesem, ein so fein verästeltes Epithel tragenden Saccus des *Zoarces* und dem Saccus des *Gadus* und *Spinachia*, welcher denselben Bau zeigt.

Das ganze Epithel wird auch hier wieder, auch in den kleinsten Falten, von den Krönchenzellen zusammengesetzt, hier bis 15 μ groß. Die Bekleidung mit diesem Epithel fängt erst im hinteren Ende des Stieles an. Einige dieser Sinneszellen sind auf Taf. XXX, Fig. 19, gezeichnet, von oben her gesehen. Ganz regelmäßig gruppieren sich die mit Eisenhämatoxylin dunkelschwarz gefärbten, gestielten Körperchen, meistens 25 auf jeder Zelle, um das Zellköpfchen; die Zellen sind gleichmäßig über das Epithel verbreitet, meistens zwischen je drei eine Stützzelle. Die Knöpfchen sind eiförmig, die Stielchen nicht viel

länger als diese. Schwarz tingiert haben sich auch die Basalkörperchen. Auch hier kann man oft diese schwarzen Körperchen sehen inmitten des rot tingierten Secretes des Saccus, welches sehr feinkörnig ist, sich mit Eosin stark färbt und dasselbe Vorkommen hat wie die in den Gehirnventrikeln sich befindende Cerebrospinalflüssigkeit, welche man in den Präparaten gefärbt findet. Diese Flüssigkeit füllt die Saccushöhle, nicht gießt der Saccus irgend ein Secret in die Hirnräume.

Werden die Knöpfchen mittels Molybdanhämatoxylin nach HELD gefärbt, so erscheinen sie nicht ganz gleichmäßig blau, sondern sind mehr oder weniger durchsichtig und blasig; eine weitere Struktur war sonst nicht zu erkennen, vielleicht daß in den Stielchen sich die Primitivfibrille fortsetzt und in den Bläschen dann ein äußerst feines Netz bildet; das Verhalten dem Molybdanhämatoxylin gegenüber und auch die Schwarzfärbung mittels Silbers läßt eben eine neurofibrillare Struktur vermuten.

Wenn die Embryonen im Mutterleibe bis 3 cm groß sind, so haben sie schon einen ganz ausgebildeten Saccus, mit vielen Falten, aber diese sind noch nicht so weit verästelt wie beim erwachsenen Tier; auch der Stiel ist noch kürzer. Große Blutgefäße dringen aber auch hier schon in die Falten hinein. Dieses Organ ist nun nahezu gleich groß wie dasjenige der jungen Aale (oben beschrieben), deren Gehirn aber nur wenig größer ist. Auch die Faltenbildung ist in beiden Fällen zur gleichen Höhe fortgeschritten; bei *Zoarces* vervollkommenet sie sich aber noch viel weiter, während sie bei dem Aal kaum mehr fortschreitet.

Ein nicht weniger schönes Bild als bei *Zoarces* läßt uns der Saccus des Flunders *Limanda flesus* L. erblicken; überaus falten- und blutreich, aber ohne Stiel, direkt dem Infundibularraum angewachsen. Die Krönchenzellen bekleiden hier weit die ventrale Wandung des Infundibulums und reichen sogar bis an die caudale Wand des Recessus hypophyseos herab. In Fig. 20, Taf. XXXI, sieht man einen Teil der Saccuswand dieses Fisches. Das Epithel ist ziemlich niedrig, die Zellen nur 12—15 μ , schön ausgebildet mit zierlichen Krönchen und deutlichen Stützzellen zwischen denselben, mit ihren dreieckigen Kernen am oberen Ende, einige auch am unteren Ende oder mehr länglich. Unter diesen Epithelien folgt die schmale Schicht des Nervengewebes, zusammengesetzt aus den Ausläufern der Sinneszellen, und darunter erblickt man weite, geräumige Blutgefäße und einige aufgeschnittene Capillaren.

Gleiche Ausbildung zeigen die Infundibularorgane des *Lophius piscatorius* L. und *Gobius minutus* L. Beim *Gobius* ist es erst zwischen den Lobi laterales eingesenkt, dehnt sich aber weiter dahinter aus und ist dann fast so breit wie das Kleinhirn, und auch bei nur 14 mm großen Tierchen hat es sich schon gut entwickelt.

Bevor ich nun zu den Befunden bei den Haifischen schreite, muß ich ein Ergebnis dieser vorangehenden Besprechungen besonders betonen:

Es gibt einen sehr großen falten- und blutreichen Saccus vasculosus bei den Seeteleostiern, weniger ausgebildet und weniger faltenreich wird er bei den Bewohnern der Flüsse, und er verschwindet nahezu bei den Fischen der Binnengewässer. Und so haben auch die nur das Meer bewohnenden

Selachier

alle einen großen ins Auge fallenden Saccus, wie sofort aus Fig. 3, Taf. XXIX erhellt, wo der Saccus des *Acanthias*, *Squalus acanthias* L., gezeichnet ist, ein Gebilde, welches den davor liegenden Lobi laterales wenig an Größe nachsteht. Über dem Organ (wirklich also darunter) liegt die nach vorn länglich ausgezogene Hypophyse, welche median durch ihre größere Ausdehnung nach oben den Saccusraum sehr verengt (Fig. 12, Taf. XXX). Seitlich breitet sich ihr Gewebe noch so weit aus, daß das Infundibularorgan von unten her nicht ersichtlich ist, außer nur ein kleiner Teil ganz am Vorderende. Durch diesen Teil ist auch der Querschnitt geführt worden, welcher auf Taf. XXX, Fig. 13, abgebildet ist. Man sieht den großen, fast viereckigen Sack über dem oben genannten Teil der Hypophyse, mit seiner Vorderwand liegt dieser Sack der caudalen Wandung der Lobi laterales sehr eng an. Im Innern hängen zu beiden Seiten zwei mächtige Schläuche herab. In Fig. 13 sind die Schläuche zu erblicken, aber das Organ war in stark zusammengezogenem Zustande, sonst drängen die von Blut strotzend gefüllten Gefäße die Falten viel weiter vor sich her, besonders die beiden großen. Auch das an die Hypophyse grenzende Epithel ist gefaltet, und trägt wie die ganze übrige Saccuswandung Krönchenzellen. Die Höhlung des Teiles der Hypophyse, welcher sich so weit nach vorn erstreckt, bis in die Nähe des Decussatio optica, ist ganz abgeschlossen und steht in keinem Verbands weder mit dem Saccus noch mit dem Infundibularraum, wie auch die ganze Hypophyse als ein hohler Sack sich entwicklungsgeschichtlich an das Infundibulum legt (siehe Fig. 10).

Einen eigentlichen Recessus hypophyseos gibt es hier nicht, vielmehr ist der ganze Saccus als solcher aufzufassen oder vielleicht nur ein vorderer Abschnitt desselben, welcher sich ventral zwischen das Hypophysengewebe einsenkt. Übrigens ist die Hypophyse geweblich etwas ganz anders als der Saccus, welcher sich nur aus Sinnesepithelien zusammensetzt, niemals sah ich die beiden Epithelarten ineinander übergehen, wie EDINGER angibt (1895, S. 16) für *Scyllium*:

»Das Epithel des hier dicht angrenzenden Saccus vasculosus ist wieder niedriger gedrungen. Ich habe wiederholt Bilder von genau median liegenden Schnitten gesehen, in denen eine Öffnung aus der Hypophyse in den Saccus vasculosus zu führen schien. Aber das Epithel der einen grenzt so dicht an das der andern, daß es nur des Ausfallens weniger Zellen bei der Schnittführung bedarf, um eine solche Kommunikation künstlich zu erzeugen.« Und später 1908, S. 198:

»Das äußere Ende der Infundibularsackes verzweigt sich oft da, wo es sich in das Hypophysengewebe eintaucht, am stärksten bei *Hexanchus*, wo Infundibularschläuche weithin zwischen die Hypophysenschläuche eindringen. Bei *Lepidosteus* ist es fast ebenso. Noch hat niemand die Bedeutung des durch die ganze Wirbeltierreihe durchgehenden Verhältnisses zwischen den beiden Hirnteilen erkannt. Man hat aber manchmal den Eindruck, daß an einer der Hypophysis nahe anliegenden Stelle das Epithel des Infundibulum fehlt, daß hier eine Art Öffnung zwischen den Hypophysenschläuchen in das Gehirn führt.«

Für *Acanthias* kann ich nun bestimmt angeben, daß nirgends die Epithelien einen Zusammenhang zeigen, viel weniger noch die Hypophysenschläuche in offenem Verband mit dem Gehirn stehen.

Nicht allein, daß überall das Sinnesepithel des Saccus mit seinen Krönchenzellen deutlich zu erkennen war, auch in allen Falten, welche in das Hypophysengewebe eintauchten, sondern auch eine Schicht Nervengewebes und Blutcapillaren trennen beide Organe (siehe Fig. 12 u. 13). Das Hypophysenrohr, wie ich es nennen möchte, der sich nach vorn erstreckende Organteil, hat ein glattes Epithel, welches nur Flimmern trägt, keine Krönchen. Die Krönchenzellen im Saccus sind groß, bis $20\ \mu$, die Anzahl der Knöpfchen beträgt nahezu 25, die Stützzellen tragen lange, $15\text{--}20\ \mu$ lange Flimmern, jede Zelle nur eine Flimmer, welche weit zwischen den Krönchen hervorragen.

Die Basalkörperchen der gestielten Knöpfchen sind deutlich zu erkennen, und die abgehende Fibrille habe ich außerhalb der Zellen

bis in die kleinen Faserbündelchen verfolgen können, welche in der Wandung fast an jeder Stelle zutage treten (Fig. 13).

Nach v. KUPFFER (1905), in HERTWIGS Handbuch der Entwicklungslehre, fängt bei *Acanthias*-Embryonen von 25 mm Länge der Saccus vasculosus schon an sich auszubuchten; ich habe nun Embryonen von 30 mm Länge (in gehärtetem Zustande) zur Untersuchung herangezogen. Einen Saccus gibt es bei den Embryonen noch gar nicht (Fig. 10). Die kleine Einsenkung der Infundibularwand, gleich über der sich eben vom Ectoderm lostrennenden Hypophyse, und unter der Chordaspitze ist eben die Stelle, welche später sich zu dem mächtigen Saccus ausdehnen wird, aber jetzt ist es noch kein Saccus, denn die ganze Infundibularwand trägt hier nur unverdickte Flimmern; auch war ich nicht imstande einen Unterschied zwischen den Zellen dieser flachen Einsenkung und derjenigen des übrigen Gehirnepithels aufzudecken.

Vergleichen wir nun einmal die Zeichnungen 10 und 11, die Gehirne des *Acanthias*-Embryo und das des Muränoidenembryos; so leuchtet es ein, wie verspätet die Saccusanlage des *Acanthias* den Muränoiden gegenüber ist. Hier ein langer Schlauch mit wohlausgebildeten Krönchenzellen und ein weites Blutgefäß, dem Sinus cephalicus dicht anliegend, da keine Spur von einer Aussackung, und nur ein einfaches embryonales Epithel an der Wandung. Kein einziges Blutgefäß legt sich noch an das Infundibulum, auch noch nicht bei 70 mm langen Embryonen des *Acanthias*, wie ebenfalls v. KUPFFER angibt (1905).

Es läßt sich nun vermuten, daß diese auffallende Verspätung mit dem Verbleiben im Mutterleibe der Embryonen zusammenhängt, da am Ende, wenn die jungen Tiere ins Wasser kommen, der Saccus schon ganz und gar fertig dasteht, wie ich am Gehirn 20 cm langer Embryonen feststellen konnte. Eine Bestätigung findet diese Meinung in zwei Angaben über *Torpedo*, welche viel weniger weit entwickelte Junge gebären.

Nach GENTES (1908) zeigen *Torpedo*-Embryonen, wenn sie nur erst 22 mm sind, schon einen Saccus infundibuli (siehe weiter unten) und darunter eine Infundibulardrüse, und auch die Falten treten früh auf, aber erst bei der Geburt erscheint »l'unistratification« der Drüse. Was mit dieser »unistratification« gemeint ist, weiß ich nicht zu sagen, da meines Erachtens das Saccusepithel niemals mehrere Zellen dick ist; von der ersten Anlage an setzt sich das Epithel nur aus einer Schicht von einigen Zellen zusammen. Jedenfalls scheint also auch der Saccus

des *Torpedo* bei der Geburt fertig da zu sein, und auch frühzeitig legen sich Gefäße an, wie RAFFAELE (1892) angibt; bei 5,5 mm großen Embryonen sah er schon einen Sinus cephalicus. Bei einem andern Rochen, *Raja clavata* L., wird auch der Saccus schon früh angelegt. Bei 80 mm langen Embryonen wenigstens, mit noch großem Dottersacke, finde ich das Organ wohl ausgebildet; es gibt zwei große, aber noch ungefaltete Säcke, einen an jeder Seite der Hypophyse, welche nach vorn zusammenhängen und gleich vor dem Übergang in das Infundibulum einen einzigen weiten Sack darstellen, wie wir es auch bei *Acanthias* gefunden haben.

Auch hier verläuft ein Hypophysenrohr weithin nach vorn bis an das Chiasma opticum, am hinteren Ende entfaltet sich aber das Gewebe so mächtig, daß da für den Saccus gar kein Raum übrig bleibt. Nur eine ganz kleine, kaum merkliche Einbiegung der Wandung über der Hypophyse zeigt auch Krönchenzellen und gehört somit schon zu dem eigentlichen Saccus. Diese Zellen sind auch in den beiden seitlichen Säcken aufzufinden.

Später, bei 110 mm langen Embryonen, sind diese beiden Gebilde noch bedeutend gewachsen und es ragen schon Falten darin hervor, median ist der Saccus schon etwas weiter über die Hypophyse ausgesackt (Taf. XXXII, Fig. 32), und beim erwachsenen Tiere wird es sich hier unter der Gehirnbasis so weit ausdehnen, bis das Ende der Hypophyse erreicht wird, und damit sind hier die Verhältnisse ähnliche, wie wir sie bei *Acanthias* gesehen haben, nur ist die Faltenbildung hier weit größer und mächtige Gefäße dringen hinein. Der über der Hypophyse befindliche Saccusraum ist aber bei *Raja clavata* viel enger als bei dem genannten Hai.

Auch hier läßt der Unterschied zwischen den Epithelien des Saccus vasculosus und der Hypophyse nirgends ein Verwechseln zu, und eine aus Capillaren und Nerven zusammengesetzte Schicht trennt überall beide Gewebsarten.

Die Krönchenzellen sind bei *Raja* vielfach außerordentlich lang, bis 50 μ ; die Köpfchen nur wenig hervorragend, 20 oder mehr eiförmige Knöpfchen tragend; die von den Basalkörperchen abgehenden Primitivfibrillen ziehen in mittels Goldchlorid gefärbten Zellen gerade durch das Plasma; die ganzen Bündelchen verlaufen meistens an einer bestimmten Seite der Zelle, ohne sich um die Kerne herum auszubreiten (Fig. 17, Taf. XXX). Da sie mittels Sublimatsalpetersäure fixiert waren, ist die Schrumpfung sehr gering, und daher meine ich auch, daß uns hier die normalen Verhältnisse vorliegen, daß also die

Fibrillenbündel überall gerade von oben bis unten durch die Zellen hindurchsetzen, ohne miteinander, auch nicht um die Kerne herum, in irgend einer Weise zusammenzuhängen oder sich zu verkleben und ein Netz zu bilden, wie man ohne weiteres aus Fig. 14 schließen würde. Die austretende Fibrille ist hier auch meistens eine Strecke weit unter das Epithel zu verfolgen.

Ich muß hier etwas weiter eingehen auf ein eigentümliches Gebilde der Selachier, den sogenannten *Saccus infundibuli*, und damit auch die sämtlichen Abschnitte des Infundibulums näher betrachten. Vorerst glaube ich, ist es unzweckmäßig, den Namen Infundibulum nur für die Aussackung über der Hypophyse anzuwenden; die ganze Höhlung des Hypothalamus ist damit zu benennen. Die Hypophysenhöhle wird verständlicher *Recessus hypophyseos* genannt, wie das auch schon vielfach geschieht. Weiter caudal gibt es nun in der Mitte die bekannten Höhlungen der *Lobi laterales*, welche als *Recessus laterales* einen entsprechenden Namen bekommen. Aber nun die Hinterwand des Infundibulums.

Es gibt hier wenigstens drei gut zu trennende Aussackungen. Erstens die zwei lateralen Höhlungen des Mammillarkörpers, die *Recessus mammillares*, ein Name, welcher zweckmäßiger ist als der von GOLDSTEIN (1905) angewendete »*Recessus laterales*«, welcher nur zu Verwirrung Anlaß gibt. Die Homologie dieser Gebilde mit der Mammillarhöhle der höheren Tiere, die Säuger und der Mensch nicht ausgenommen, ist vorderhand nicht anzuzweifeln.

Zwischen diesen beiden *Recessus* liegt der Zugang zu der zweiten Aussackung, dem *Saccus vasculosus* (dessen Hohlraum man *Recessus saccularis* nennen kann), ein alter Name und sehr zutreffend, weniger genau Infundibularorgan, und da er keine Drüse ist, keinenfalls Infundibulardrüse (RABL-RÜCKHARDT, 1883) zu nennen.

Über dem *Saccus vasculosus* nun liegt bei allen Fischen ein dritter caudaler *Recessus*, der *Recessus posterior*, welcher aber vielfach nicht berücksichtigt wird, wie ebenfalls die ganz eigentümliche Höhle, welche an dieser Stelle bei den Haifischen vorliegt und hier auch *Saccus infundibuli* genannt wird. Der Name *Saccus infundibuli* aber ist nun nicht zu gebrauchen, da hier vielleicht Verwechslung mit dem *Saccus vasculosus* stattfinden könnte.

Was ist nun dieser *Recessus posterior*?

Bei Teleostiern stellt er eine kleine mediane Aussackung dar. Bei *Zoarces* (Fig. 9, Taf. XXIX) ist er als eine fingerförmige Höhle über dem Eingang zu dem *Saccus* zu finden. Seine hintere und untere

Wandung, so weit man hier von einer unteren Wandung sprechen kann, sind epithelial. Bei der Forelle ist er ebenso vorhanden, aber noch viel deutlicher und setzt sich weit nach oben, über das Niveau der Mammillarräume (Fig. 4) fort. Wie schmal er ist, geht aus Fig. 29, Taf. XXXI hervor, wo man von oben hinein blickt, auch sieht man, daß die Hinterwand epithelartig ist. Einige Schnitte weiter nach oben verschwindet diese Höhlung. Auf Fig. 25 erblickt man diesen Recessus eben in seiner größten Ausdehnung nach oben, einige Schnitte weiter nach vorn, Fig. 26, ist noch der Zugang von dem Infundibularraum heraus zu sehen, und hier sind die Mammillarhöhlen bereits aufgeschnitten. Beide Querschnitte und der Horizontalschnitt sind leicht aus dem Längsschnitt in Fig. 4 herauszuholen; so wird man einsehen, daß wir es hier mit einem eignen Abschnitt des Infundibulums zu tun haben. Auf Fig. 4, ein gar wenig schiefer sagittaler Schnitt, wird er seitlich aufgeschnitten. Man kann sich leicht aus diesem Bilde den Medianchnitt herausdenken. Die dünne epitheliale Hinterwand läuft vor dem Saccus vasculosus fast senkrecht nach oben, die Spitze des Recessus ist ziemlich scharf, und die Vorderwand läuft dann wiederum schief nach unten und geht weiter in die hintere Infundibularwandung über. Ein ganz ähnliches Bild wie auf Fig. 29 habe ich im Horizontalschnitte von *Coregonus* bekommen, und auch bei *Gadus* und *Limanda* war dieser Recessus posterior sehr deutlich. Bei den Karpfen ist er auch aufzufinden, auf der Zeichnung weniger deutlich, aber es wird sofort begreiflich, wie weit diese Aussackung doch nach hinten fort-rückt, wenn bald einige Schnitte an jeder Seite der Medianlinie, die viel mehr nach vorn gelegenen Höhlen der Mammillaria ersichtlich werden. Wie bei den Teleostiern, so habe ich auch bei den Selachiern ein so charakteristisches Bild wie Fig. 4 auf Sagittalschnitten überall bekommen, wo die drei verschiedenen Höhlungen in einem Schnitte aufgedeckt werden, der Recessus posterior, der Recessus mammillaris und das Infundibulum.

Da man hier an einer Stelle den oberen Recessus posterior und den unteren Recessus mammillaris erblickt, müssen beide verschiedene Gebilde darstellen, und dennoch wird stets bei den Selachiern die obere Höhlung mit dem Namen Recessus mammillaris belegt. Die eigentliche Mammillarhöhle (siehe Fig. 34, Taf. XXXII) und auch die Corpora mammillaria sind bei dem Haifische nur winzige Gebilde und stehen noch im weiten Verbande mit dem Infundibulum. Sie buchten sich also seitlich noch wenig aus, und von der Medianlinie entfernt bekommt man sie auf Sagittalschnitten bald

gar nicht mehr zu sehen, nur nahe an der Mitte ist es möglich, alle drei Abschnitte, wie es für die Forelle abgebildet worden ist, mit einem Male aufzuschneiden. Dieser hintere mediane Recessus entfaltet sich nun bei den Haifischen und Rochen zu etwas ganz Eigenartigem. Von hinten schiebt sich diese breite Höhlung mit vielen Schläuchen nach vorn in das Hypothalamusgewebe, so etwa, als hätte man die gespreizten Finger beider Hände darein getaucht. Nach vorn endigen diese nebeneinander liegenden Schläuche blind, nach hinten hängen sie zusammen, und ihre ganze Höhlung steht mit dem Infundibulum in weitem Verbande. So kann man auf Querschnitten über dem Infundibulum bei *Acanthias* nicht weniger als zehn oder mehr runde Löcher in einem Bogen nebeneinander sehen, die Außenenden dieser genannten Schläuche (Fig. 35, Taf. XXXII). Eine dieser Höhlen ist auf Fig. 12, Taf. XXX aufgeschnitten, und auch auf Fig. 32, Taf. XXXII erkennt man in der dunklen Stelle, zwischen der *Plica ventralis encephali* und der *Commissura posterior infundibularis inferior*, die Zellschicht, welche eine dieser Höhlen begrenzt.

Ich finde neben diesen Befunden nun bei EDINGER (1895), S. 16, folgendes: »W. MÜLLER beschreibt in seiner Arbeit über die Hypophyse und den *Processus infundibuli cerebri* diese Organe bei *Mustelus laevis*. Wenn ich seine Schilderung richtig verstehe, ist ihm der *Saccus infundibuli* nicht entgangen. Er bezeichnet ihn als mittlere Abteilung des *Infundibulum*, dessen hinterste ihm der *Saccus vasculosus* ist, und dessen vordere von den Teilen dargestellt wird, die oben als *Infundibulum* bezeichnet sind. Seitdem hat, wie es scheint, niemand mehr das eigentümliche Gebilde studiert.« Und in der Bemerkung: »Der *Recessus posterior* wird neuerdings auch von GASTELL beim Hundshai, beim Schafe und bei *Ammocöten* beschrieben.« Weiter sagt er S. 21, daß aus dem *Recessus posterior* der Haie bei den Rochen »ein eigener, nicht unbedeutender Hirnteil geworden ist. Einem langen Schlauche gleich ragt er hinten aus dem *Infundibulum* heraus und liegt zwischen *Hirnbasis* und *Saccus vasculosus*«.

Dies stimmt aber nicht; unter der *Hirnbasis*, wenigstens bei *Raja*, liegt nur der *Saccus vasculosus* als langer Schlauch, und dieser liegt auf der Hypophyse. Und S. 22: »Der *Recessus posterior infundibuli* wird schon früh angelegt . . . Er bleibt aber, wie es scheint, länger als andre Hirnteile im Wachstum stehen, wenn anders mich mein beschränktes Material nicht täuscht. Denn bei dem 11 cm langen Embryo und bei dem von 18 cm ist er noch immer unbedeutend. Erst bei den reifen Rochen (*Torpedo*) ist er zu einem mächtigen Gebilde

geworden.« Nun finde ich dieses Organ bei den 11 cm langen Embryonen von *Raja* schon vorzüglich ausgebildet, weiß aber nicht zu sagen, inwieweit bei *Torpedo* andre Verhältnisse vorliegen.

Später, in seinen Vorlesungen (1908), ist die Abbildung der Trichterregion bei *Scyllium* wieder zu finden, aber der Recessus posterior ist jetzt in Recessus mammillaris umgetauft.

Aber die Recessus mammillares sind zwei seitliche Aussackungen, und will man die hier so genannten Gebilde den Mammillaria der Teleostier gleichstellen, so muß man das Bild der Selachier (Fig. 34) gerade auf dem Kopf sehen; erst dann kommen die Mammillarhöhlen unten an richtiger Stelle zu liegen. Auch gestatten die Verhältnisse zu den beiden Fasersystemen des Saccus vasculosus es nicht, die Säcke so umgekehrt zu sehen, nur wenn man die obere Höhlung als Recessus posterior und die kleinere untere als Recessus mammillaris auffaßt, kommen diese beiden Systeme in gleicher Lage bei den beiden Tiergruppen, und gehen die efferenten Fasern unter oder etwas neben dem Recessus posterior und die afferenten Fasern unter die Recessus mammillares (siehe zweites Kapitel und Fig. 4, 26, 34 u. 36). Es gibt also bei allen Fischen über dem Saccus vasculosus noch eine caudale Aussackung des Infundibulums, der Recessus posterior, bei den Selachiern ein weiter vielfach geteilter Sack, bei den Teleostiern ein viel kleinerer Abschnitt, dessen caudale Wand dünn und rein epithelial ist.

Denkt man sich in Fig. 34 die Höhlungen so weit eingengt, daß die Recessus laterales geschlossene Röhren bilden, der Recessus posterior nur eine enge Spalte und die Mammillaria etwas größer werden, so bekommt man in richtiger Lage Verhältnisse, wie die Teleostier sie uns zeigen. Tatsächlich sind bekanntlich alle Hirnräume bei dem Hai noch viel geräumiger, aber es sind vornehmlich die Fasersysteme, welche mit ihrem Verlauf die Sache entscheiden, und wie ich glaube, nur in der geschilderten Weise.

Dieser eben aufgestellte Satz ist von größter Bedeutung, und dieses leuchtet sofort ein, wenn wir jetzt die

Petromyzonten

untersuchen. Zwei entgegengesetzte Meinungen sind hier ausgesprochen. So sagt BELA HALLER (1896): »*Petromyzon* fehlt ein Saccus vasculosus vollständig.« Und JOHNSTON (1902) meint, der ganze dünne, epitheliale Boden des Hypothalamus ist der Saccus vasculosus, und wiederum SCHILLING (1907): »Nach unten und hinten setzt der Recessus

infundibularis sich in eine epitheliale Ausbuchtung fort, die sich noch in die knorpelige Schädelkapsel hinein erstreckt und als Vorstufe des Saccus vasculosus angesehen werden darf, obwohl der Name hier kaum am Platze ist, da die reiche Vascularisation, welche dieses Organ bei den höheren Fischen hat, hier noch, soweit ich sehe, fehlt.«

Nun ist der ganze Boden des Hypothalamus, wenigstens bei *Petromyzon fluviatilis* L., rein epithelial, die niedrigen Zellen tragen aber weder Köpfchen noch Krönchen, auch nicht an der hinteren Wand. Hier sind es nur lange Flimmern, welche ins Innere hineinhängen, die Oberfläche der Zellen ist aber platt. Zwischen diesem Teil des Infundibulum und der dicht anliegenden Hypophyse sind nur einige kleine Gefäße von capillarer Weite zu sehen. Ein Saccus vasculosus fehlt also *Petromyzon* ganz; es gibt hier keine Sinneszellen in der hinteren Infundibularwandung, und auch JOHNSTON (1902) erwähnt das Fehlen von Ausläufern der Zellen und von Flimmern, auch gelang es ihm nicht, eine einzige Zelle mittels der GOLGI-CAJALSchen Methode tingiert zu bekommen. Aber über dieser besprochenen Ausbuchtung kommt noch eine zweite Aussackung vor, diese hat also Recessus posterior zu heißen und der untere Recessus saccularis, wenn man hier überhaupt von einem Recessus reden kann; es ist die hintere Wand des Infundibulums, weiter nichts. Aber dennoch ist hier wirklich die Stelle, wo sonst der Saccus vasculosus anfängt. Auch könnte man sagen, es ist der Recessus hypophyseos, da die ganze Aussackung in das Hypophysengewebe eingetaucht ist. So tut es auch RETZIUS (1893), wenn er sagt, daß *Myxine* ein Saccus vasculosus fehlt, aber ein Recessus hypophyseos vorkommt. Schon oben habe ich für die Haifische auseinander gesetzt, daß man auch da eigentlich nicht einen Recessus hypophyseos ausfindig zu machen weiß, und so auch bei *Petromyzon*, wo die Verhältnisse noch viel einfacher liegen und die verschiedenen Abschnitte des Infundibulums sich noch viel weniger ausgebildet haben. Auch entwicklungsgeschichtlich wird kein Saccus angelegt; wir finden darüber bei v. KUPFFER in HERTWIGS Handbuch der Entwicklungslehre (1905), daß bei 3 mm langen *Ammocoetes* auch keine Infundibularaussackung zu sehen ist; erst bei 15 cm langen Exemplaren hat sich endlich eine kleine Aussackung entwickelt, von v. KUPFFER »Saccus infundibuli« genannt. Ist nun der Recessus posterior oder der Recessus saccularis damit gemeint? Jedenfalls ergibt sich, daß bei den Larven das Organ keine höhere Stufe erreicht als beim erwachsenen Tier. Es fehlt also den Petromyzonten ein Saccus vasculosus, die hintere Infundibularwand weist

aber zwei Ausbuchtungen auf, die obere ist der Recessus posterior infundibuli, die untere der Recessus saccularis und zugleich der Recessus hypophyseos.

Amphibien.

Früher war die Meinung, es käme auch den Amphibien ein Infundibularorgan zu, weit verbreitet. EDINGER (1895) sagt, daß man lateral und caudal, weiter nach hinten auch ventral von der Hypophyse einen Saccus vasculosus findet und daß dieser Sack entwicklungsgeschichtlich nichts anderes sein kann als eine Ausstülpung der caudalen Infundibularwand. Aber den Eingang in das Infundibulum gelang es ihm nicht zweifellos festzustellen; nun, einen solchen Eingang gibt es auch nicht. Was EDINGER mit dem Namen Saccus vasculosus belegt hat, ist nur ein Teil der Hypophyse, wie aus den Abbildungen hervorgeht, und teilweise vielleicht auch der Saccus endolymphaticus, wie GAUPP (1899) annimmt. Dann hat sich BELA HALLER (1896) ebenfalls geirrt, *Rana* einen Saccus zuzuschreiben; er sagt weiter, *Proteus* fehlt ein Saccus vollständig, bei *Triton taeniatus* sollte erst ein hohler Sack angelegt werden, welcher später aber zuwachsen würde; weniger entwickelt ist der Saccus bei *Triton alpestris*, wiederum weniger bei *Salamandra maculosa*. Der Saccus von *Rana* ist auch hier teilweise der mittlere Abschnitt der Hypophyse, teilweise der Saccus endolymphaticus; auf der Abbildung werden sogar diese beiden Gebilde zusammen und mit dem Infundibulum in offener Verbindung gezeichnet, was wirklich niemals der Fall ist. Auch habe ich junge Tritonen, *Molge vulgaris* L., untersucht, 1 und 2 Tage alt; das Infundibulum war nicht ausgesackt. Aber die Hypophyse und das Infundibular-epithel ist ganz niedrig, und keine Gefäße legen sich dicht heran oder zwischen diesen Gehirnteil und die Hypophyse, und auch bei Larven von 4 und 4,5 cm Länge finde ich nur einen Recessus hypophyseos, wie ebenfalls bei erwachsenen Tieren. Und die hintere Infundibularwand trägt niedriges Epithel ohne Köpfchen und ohne geknöpfte Haare. Ein Saccus vasculosus ist also gar nicht aufzufinden, und ein solcher wird auch bei *Rana esculenta* L. niemals angelegt. Bei 5 mm großen Fröschen sind keine Ausstülpungen an der hinteren Infundibularwand zu erblicken, das Epithel ist platt, keine größeren Zellen mit Flimmerköpfchen, die Hypophyse liegt nur unter dem Infundibulum; später wächst sie auch nach hinten und umgreift dann dieses ganze Gebilde mit ihrem Gewebe. Bei 7,7 mm langen Larven ist sie schon bis an die Chorda fortgeschritten, das Infundibulum ohne

caudale Ausbuchtung seines Epithels mit kubischen Zellen bekleidet, die Oberfläche platt mit Flimmern besetzt, und ähnliches finde ich bei 20 mm langen Tierchen.

Wie gesagt, gibt schon BELA HALLER (1896) an, daß auch *Proteus* ein Saccus vasculosus fehlt, und dieses finde ich bestätigt von HIRSCH-TABOR (1908), welcher S. 722 sagt: »Es fehlt ein gefalteter Saccus vasculosus, zwei kleine Blutgefäße treten an die hintere Seite des Recessus infundibularis heran,« und nach BURCKHARDT (1891) wird auch bei *Ichthyophis*, *Salamandra*, Axolotl und *Triton* niemals ein Saccus angelegt; die hintere Infundibularwand ist nur epithelial, auch LUNDBORG (1894) hat keine Anlage eines Saccus bei 25 mm langen *Siredon*-Larven auffinden können. Nur KINGSBURY (1895) spricht noch von einem Saccus vasculosus bei *Necturus*, wo sich über die Hypophysenausstülpung dorsal nach hinten die epitheliale hintere Infundibularwandung etwas aussackt. Inwieweit hier ein Recessus saccularis vorliegt, ist nicht zu sagen, eher glaube ich dieses Gebilde als Recessus posterior auffassen zu müssen, da es nur eine Aussackung hier gibt und diese auch hier wohl keine Sinneszellen trägt.

Bei den Amphibien gibt es also keinen Saccus, auch wird er nicht angelegt, eine sich in die Hypophyse eintauchende Ausstülpung des Infundibulums ist der Recessus hypophyseos; eine etwa vorhandene caudale Aussackung über demselben ist als Recessus posterior zu deuten.

Zusammenfassung.

Der Saccus vasculosus der Fische ist ein Gehirnteil, welcher sich entwickelt als Ausbuchtung der hinteren epithelialen Infundibularwand. Eine sackartige Ausstülpung schiebt sich hier nach hinten unter die Gehirnbasis gegen die Chordaspitze und über das Basisphenoid, um sich mit der Hypophyse in die Sattelgrube dieses Knochens, die Sella turcica, zu legen. Frühzeitig wandeln sich in diesem Organ die Gehirnwandzellen in eigenartige, für den Saccus vasculosus charakteristische Ganglienzellen, die Krönchenzellen, um. Die einfachen, mehr oder weniger kubischen oder platten Zellen des Epithels des Infundibulums, mit nur einigen wenigen Flimmern auf ihrer Oberfläche, werden dann zu runden bauchigen Sinneszellen mit großen Kernen. Zellen dieser Art sind schon bei Muränoidenembryonen zu erkennen, wenn sich die ventrale Gehirnwandung noch gar nicht zu einem Infundibulum herausgestülpt hat. Später vermehren diese großen Zellen sich fortwährend nach unten und hinten, indem andre zwischen ihnen als Stützzellen

nur eine dem Entwicklungsstadium der ersten angepaßte Form bekommen, und die großen Zellen bald ihr Plasma als kleine runde Köpfchen im Innern der Infundibularhöhlung hervorstecken; die Haare verdicken sich allmählich, werden erst keilförmig, wie ich es bei Muränoiden und bei der Forelle beobachtet habe, und zuletzt, wenn die Zellen vollständig ihre Form erreicht haben, steht auf jeder ein feines Krönchen von geknüpften Haaren, deren Anzahl je nach der Fischart zwischen 20 und 30 wechselt. Diese Knöpfchen sind meist nur wenig kürzer als die Stielchen, an welchen sie sitzen. Die Sinneszellen samt den Krönchen sind von $12\ \mu$ (bei *Limanda flesus* L.) bis $50\ \mu$ (bei *Raja clavata* L.) lang. Der Vermehrung der Haare ist eine Vermehrung der Basalkörperchen, auf welche sie eingepflanzt sind, vorausgegangen. Noch vor der Umwandlung der Haare sieht man von diesen Basalkörperchen feine Fäden durch das Zellplasma nach den Kernen ziehen, und als kurzer Ausläufer ist das Plasma unter der Zelle zu verfolgen. Beim erwachsenen Tiere setzen diese Fäden sich um die Kerne herum fort bis in diesen Ausläufer, welcher als einheitliche starke Nervenfasern von jeder Sinneszelle bis außerhalb des Saccus zu erkennen ist, wenn man mittels der Silberimprägnationsmethode und Kaliumbichromicum-Osmiumsäure nach GOLGI-CAJAL arbeitet.

Alle Zellen sind vom Saccusraum durch einen mittels Hämatoxylin stark färbbaren Cuticularsaum abgeschlossen, nur die Krönchenzellen stecken durch ebensoviele Löcher in diese Cuticularplatte ihre nackten Plasmaköpfchen und Haare ins Innere hervor. In vielen Hinsichten stimmen also diese Sinneszellen in Entwicklung sowie im Bau mit den Zellen des Riechepithels und der Retina überein. Auch diese Epithelien entstehen als Aussackungen der ersten Gehirnhöhle, und die Riechzellen und Ganglienzellen der Retina sind ebenfalls umgewandelte Zellen der inneren Gehirnwand. Auch vergleicht JOHNSTON die Zellen mit den Haarzellen des CORTISCHEN Organs. Aber vornehmlich mit dem Riechepithel ist die Übereinstimmung ganz zutreffend. Sehen wir die Bilder, welche BALLOWITZ (1905) vom Riechepithel des *Petromyzon* gegeben hat. Zwischen den Stützzellen stecken hier die Riechzellen auch Plasmaköpfchen mit Haaren besetzt hervor über eine Schlußleiste, nur sind die Härchen ganz unverdickt an ihrem Ende, aber auch hier sind von den Basalkörperchen abgehende Fäden vorhanden. Die Ähnlichkeit ist eine so große, daß man das Bild für ein Wandstück des Saccus vasculosus halten könnte, und dies ist wiederum ein Beweis, daß wir es hier mit Sinnesepithel zu tun haben und daß keine Drüse vorliegt. Niemals wurde ein Secret

gesehen, noch die Zellen in irgend einer absondernden Tätigkeit beobachtet. Da man bei weniger gut gelungener Härtung die Knöpfchen von den Stielchen getrennt im Saccusraume findet und auch die Form der Zellen und die Beschaffenheit des ganzen Organs mit seinen vielen Falten und der reichen Blutversorgung drüsenartig ist, ist die Meinung, daß man hier eine Drüse vor sich hat, weit verbreitet, aber aus der Entwicklung dieser Krönchenzellen, aus ihrer Form bei guter Fixation und wenn das Epithel lebend untersucht wird, geht hervor, daß es Sinneszellen sind, welche sich nicht nur mit Silber, Osmium und Goldchlorid färben, sondern auch vielfach die imprägnierten Krönchen, Basalkörperchen und die Primitivfibrillen erkennen lassen. Ich darf hier noch etwas weiter eingehen auf eine Sache, wodurch vielleicht die übereinstimmende Form dieser Zellen mit Drüsenzellen eine Erklärung findet. BOTEZAT (1909) hat nämlich die Ähnlichkeit der Tastzellen in der Hornpapille der Vögel mit serösen Drüsenzellen gezeigt und meint, diese Tastzellen wirken so, daß sie unter Druck ein Secret secernieren, welches auf die Nervenendungen einwirkt und hier eine Änderung hervorruft. Gleiche Wirkung sollte sich vorfinden bei den Geschmackszellen, den Stäbchen und Zapfenzellen der Retina, den Haarzellen des Gehörorgans, den Sinneszellen, der Endhügel und der Lateralorgane. Aber alle diese Zellen sind keine eigentlichen Ganglienzellen, keine echten Sinneszellen wie die Saccuszellen, die Riechzellen und Ganglienzellen der Retina, sondern die Nervenendungen legen sich nur an die Zellen, entstehen nicht als echte Neuriten als Ausläufer ihrer Plasmas. Doch mag auch bei den großen Plasmaleibern der Krönchenzellen eine Art chemischer Prozeß stattfinden, welcher sich wohl nur innerhalb der Zelle abspielt, und auf die darin verlaufenden Neurofibrillen einwirkt.

Da ich nun die gestielten Knöpfchen der Krönchenzellen sich niemals bewegen sah und auch die Primitivfibrillen sich bis an die Basalkörperchen fortsetzen, so sind diese Haare keine motorische, sondern receptorische. Schon oben habe ich die Vermutung geäußert, daß die Primitivfibrille bis in die Stielchen geht und in deren dickem Ende ein feines Fibrillarnetz bildet. Da nun PETER (1899) unzweideutig gezeigt hat, daß Flimmern sich nur bewegen, wenn die Basalkörperchen vorhanden bleiben, und Kern und Plasma und auch den herantretenden Fibrillen für die Bewegung keine Bedeutung zukommt, ist man wohl genötigt einen Unterschied anzunehmen zwischen Flimmern und den Krönchen, welche sich nicht bewegen; hier müssen die eintretenden Neurofibrillen wie bei den Riechzellen von größter Bedeutung sein,

und sind die Basalkörperchen hier sicher keine kinetischen Centren der Bewegung im Sinne PETERS.

Bisher waren die Krönchenzellen des Saccus vasculosus niemals genau beschrieben worden, nur BOEKE hat sie gesehen bei den eben ausgeschlüpften Muränoidenembryonen und später beim erwachsenen Aal. HERRICK (1891) sah ein Flimmerepithel bei *Carpiodes*, und JOHNSTON (1902) erwähnt die Anwesenheit von Sinneszellen in dem Saccus bei *Acipenser*, sah aber auf einer Erhabenheit des Plasmas nur "a great tuft of cilia", also nicht die Knöpfchen am Ende derselben. Gleiche Zellen hat er bei *Cottus* gefunden und in dem schmalen Saccus von *Amiurus*. Auch ihm ist die GOLGISCHE Imprägnation selten gelungen, und soweit ich erkenne, hat er keine andern Methoden für das Saccusepithel angewendet; so ist es erklärlich, daß er nur Flimmern sah, denn daß bei den drei untersuchten Formen keine Krönchen vorhanden seien, ist nicht glaublich. Außerdem sollten solche Sinneszellen, also auch mit "a great tuft of cilia" nach ihm in den größeren Blutgefäßen des Gehirns vorhanden sein. Nun habe ich dieser Angabe wegen in andern Gehirnteilen diese Krönchenzellen gesucht, aber war nicht imstande sie weder in der Wandung größerer Gefäße noch in dem Epithel des Plexus chorioideus aufzufinden und kann nun die Anwesenheit dieser Zellart außerhalb des Saccus vasculosus bestimmt verneinen.

STUDNICKA (1900) hat bei *Scyllium*, *Spinax*, *Raja*, *Acipenser*, *Anguilla*, *Lophius* und *Annarhichas* auch diese Sinneszellen beschrieben, genauer wie die älteren Autoren, beobachtete auch die gestielten Knöpfchen, aber deutete sie als austretende Secrettröpfchen. Damit wird es sehr wahrscheinlich, daß auch bei *Acipenser* die Cilia an ihrem Ende Verdickungen tragen. LUNDBORG glaubt an der Drüsennatur des Saccus aber so gewiß, daß er sogar den Namen »Saccus vasculosus« in hohem Grade unzweckmäßig findet; da er auch die reiche Blutversorgung des Organs verneint. Der alte Name GOTTSCHES (1835) nach CUVIERS »appendice membraneux vasculaire« aufgestellt, ist beizubehalten und nicht wiederum durch einen neuen Namen zu ersetzen.

Frühzeitig angelegt wird dieses Sinnesorgan bei den Muränoiden und den Anguilliden; und bei allen Fischen, wo das Organ eine beträchtliche Ausbildung bekommt, ist es wohl immer gleich bei der Geburt schon funktionsfähig. Verspätet finde ich die Anlage bei *Cyprinus*, wo auch beim erwachsenen Tiere nur ein ganz dürftiger Saccus zu finden ist, und bei *Acanthias* und vielleicht auch bei den übrigen lebendig

gebärenden Haien. Hier ist in Stadien, wo anders schon die Aussackung des Infundibulums und vollständig ausgebildete oder sich entwickelnde Krönchenzellen zu erblicken sind, noch gar keine Andeutung eines Saccus vasculosus vorhanden, und ebenfalls fehlen hier noch größere Blutgefäße, welche sich an das Infundibulum sonst anlegen. Viel früher wenigstens muß sich der Saccus bei *Raja* und *Torpedo* entwickeln, und auch bei 4 Wochen alten Stören ist die Infundibularaussackung schon weit nach hinten fortgeschritten und weist schon drei fingerförmige Ausstülpungen auf, wie v. KUPFFER in HERTWIGS Handbuch der Entwicklungslehre, angibt. Nicht nur die Anlage, sondern auch die Ausbildung des Saccus ist bei den verschiedenen Fischarten sehr ungleich. Schon oben habe ich den Satz aufgestellt, daß es bei den Seefischen einen großen falten- und blutreichen Saccus vasculosus gibt, daß er weniger faltenreich und kleiner war bei den Bewohnern der Flüsse und sogar verschwindet bei den Fischen der Binnengewässer. In der Literatur finde ich teilweise eine Bestätigung dieses Satzes, aber auch einige Befunden damit in Widerspruch. Daß *Myxine* und *Petromyzon fluviatilis* keinen Saccus vasculosus haben, ist wohl gewiß, aber ob er *Petromyzon marinus* fehlt? Angaben habe ich darüber nicht auffinden können, und leider sind mir auch keine Seelampreten zur Untersuchung gekommen. Die Haifische haben alle einen recht schönen Saccus und auch die meisten Seeteleostier. Ich finde bei MALME (1891), welcher eine große Anzahl Fischgehirne äußerlich untersucht und beschrieben und viele auch abgebildet hat, folgendes:

Einen wohl ausgebildeten Saccus vasculosus weisen die Percidae, Sparidae, Scorpaenidae, Trachinidae, Cottidae, Cataphracti, Gobiidae, Cepolidae, Blenniidae, Labridae, Gadidae, Scopelidae und Salmonidae auf. Für die Flüsse bewohnenden *Perca* und *Trutta* habe ich gezeigt, inwieweit hier der Bau des Saccus nicht übereinstimmt mit dem der Seeteleostier.

Kleiner ist er bei *Corvina nigra* C. V., den Carangidae, *Peristethus*, *Dactylopterus*, *Sphyaena jello* C. V., den Siluridae (*Ictalurus lophius* Cope und *Macrones gudio* Ham.), den Clupeidae und *Tetraodon lunaris* Bleck., und er soll fehlen den Atherinidae, Mugilidae, Cyprinidae (außer vielleicht *Cobitis taenia* L.), Esocidae und Scomberocidae. Er sagt bei *Acanthurus* gibt es keinen Saccus und auch nicht bei *Scomber*, wie auch bereits GOTTSCHKE (1835) betont hat; bei einer andern Scomberide, *Elacate nigra* Bl., ist er aber wiederum, groß wie aus der Abbildung hervorgeht; ebenso fehlt er *Agonostoma*, vielleicht *Lepadogaster candollei*, *Esox*, *Belone vulgaris* Flem.,

Hemirhamphus intermedius Cant, *Exocoetus* und *Erythrinus*. Man sieht, es gibt auch Seefische ohne Saccus; nun ist das Fehlen wohl nur ein äußerlich erkennbares Fehlen, da hier wie bei den Cypriniden der Saccus vasculosus vielleicht nicht ganz und gar verschwunden ist, sondern seiner Kleinheit wegen zwischen den Lobi laterales versteckt bleibt. Nur der Angabe über *Mugil* kann ich beistimmen, äußerlich ist hier kein Saccus aufzufinden, wenigstens bei *Mugil cephalus* Cuv. So hat es auch GENTES (1907 a) gefunden.

Merkwürdigerweise ist *Mugil* eine Art, welche meist nur im seichten Wasser der Meeresbuchten vorkommt. Andre Arten, bei welchen der Saccus fehlen sollte, wie *Scomber* z. B., kommen dennoch in beträchtlicher Tiefe vor. GENTES erwähnt auch noch (1907 b), daß das Organ bei *Mullus* reduziert ist. Nach GIERSE (1904) ist der Saccus aber bei dem Tiefseefisch *Cyclothone acclinidens* gut ausgebildet und ebenso bei den drei Tiefseefischgehirnen, welche von TROJAN (1906) beschrieben sind, bei zwei von diesen ist er sogar außerordentlich entwickelt. So sagt er S. 229 von *Leucicorus lusciosus*: »Unter allen Teilen des Hypothalamus ist der Saccus vasculosus der größte. Es ist der basale Teil des Infundibulums aufs reichlichste mit Blutgefäßen versorgt und in seinem mittleren Teile so breit wie der Thalamus. Die äußerst mannigfach verzweigten Hohlräume in seinem Innern hängen mit den Infundibularhöhlen und somit auch mit dem Ventriculus tertius zusammen.« Und S. 248 von *Bassozetus nasus*: »Der Hypothalamus steht an Volumen dem Thalamus nicht nach. Waren es jedoch bei *Mixonus* die Lobi inferiores, die an seiner Zusammensetzung den Hauptanteil hatten, so ist es hier der Saccus vasculosus«, nur bei diesen *Mixonus caudalis*, S. 241, heißt es: »Der Saccus vasculosus ist unbedeutend und scheint zwischen den mächtigen Lobi inferiores nahezu ganz unterdrückt. Das Lumen des Infundibulums findet in ihm central seine Fortsetzung, die Wände sind reich gefaltet und mit vielen Blutgefäßen versorgt«, aber diese Unbedeutendheit ist nur verhältnismäßig gering, was die riesenhafte Entwicklung des Saccus bei den zwei andern Arten betrifft, da man aus der Abbildung ersieht, daß er indessen auch bei *Mixonus* noch ansehnlich genug ist und dem Saccus von andern Seeteleostiern an Größe nicht nachsteht.

Die Dipnoi haben wohl kein oder ein ganz rudimentäres Infundibularorgan. BING und BURCKHARDT (1905) schreiben dem *Ceratodus* keines zu, nur eine riesenhafte Hypophyse und einen Infundibulartrichter, also ein Recessus hypophyseos werden geschildert. Caudal davon ist aber die hintere Infundibularwandung dünn und etwas

gefaltet; inwieweit in diesen Falten nun auch Sinneszellen vorhanden sind, ist nicht zu sagen, aber wahrscheinlich ist es nicht. Frühzeitig treten jedenfalls diese Faltungen der Hinterwand nicht auf. Aus einer Abbildung des Gehirns von *Protopterus* nach BURCKHARDT in GEGENBAURS vergleichender Anatomie der Wirbeltiere (1898) kann man ersehen, wie auch hier gleiche Verhältnisse wie bei *Ceratodus* vorliegen, auch hier zeigt die hintere Infundibularwandung über dem großen Recessus hypophyseos zwei kleine Falten; sind dies nun Falten eines Recessus posterior des Infundibulum oder haben wir hier wirklich einen Sinnesepithel tragenden kleinen Recessus saccularis?

Auch die Polypterinen haben keinen Saccus vasculosus, wenigstens gibt WALDSCHMIDT (1887) für *Polypterus bichir* an, daß er hier fehlt, aber auf einer Zeichnung nach KERR¹ in RAY LANKESTERS Treatise on Zoology, Part IX (1909), kommt ein mächtiger Saccus vor; die äußerst spärlichen Höhlungen und die Gewebsart lassen aber vermuten, daß die Hypophyse hier gemeint und ein Saccus nicht da ist, wie auch bei zwei andern Bewohnern von Binnengewässern, *Lepidosteus* und *Amia* das Organ ganz klein bleiben soll; dagegen ist er bei *Acipenser*, wie es besonders durch JOHNSTONS Arbeit klargelegt ist, vorzüglich ausgebildet.

Was weiter bei den Amphibien wohl als Saccus vasculosus gedeutet ist, hat sich herausgestellt nur Hypophyse zu sein, und ein sogenanntes Rudiment, nur ein Recessus posterior. Denn außerhalb des Saccus entwickelt sich aus der hinteren Infundibularwandung noch eine zweite dorsale und mediane kleine Ausbuchtung bei allen Fischen, welche sich bei den Haien und Rochen zu einem ganz eigenartigen System vieler nebeneinander liegender und miteinander zusammenhängender Höhlungen ausgebildet hat und hier auch Saccus infundibuli genannt wird, welche Höhlungen aber fälschlich als Recessus mammillares gedeutet werden. Die eigentlichen Recessus mammillares der Haifische sind nur sehr klein und können gleichzeitig mit den Recessus posterior, auf Sagittalschnitten angeschnitten werden, ganz wie es bei den Teleostiern möglich ist. Hier ist aber der genannte Recessus viel kleiner, hat eine ganz epithelartige Hinterwandung, gleich über dem Eingang zu dem Saccus. Mit diesem Recessus posterior nun kann man nur die hintere Infundibularaussackung bei den Amphibien vergleichen, denn Sinneszellen werden hier nirgends aufgefunden, und wenn v. KUPFFER sagt, daß sich bei Reptilien (*Anguis fragilis* und *Lacerta*)

¹ KERR, Budgett. Mem. Vol. London 1907. Die Arbeit habe ich nicht gesehen.

und Vögeln noch ein kleiner runder Saccus entwickelt (HERTWIGS Handbuch), so ist dies auch hier nur ein Recessus posterior, obgleich auch KAPPERS (1907) in seiner Arbeit über das Gehirn der Ganoiden, beiläufig sagt, daß ein Saccus vasculosus bei den wasserbewohnenden Reptilien vorhanden ist, was aber einstweilen nicht anzunehmen ist. Und gewiß ist die bei den Säugern und dem Menschen beschriebene Aussackung des Infundibulums zwischen den Mammillaria kein Homologon des Saccus, sondern nur ein Recessus posterior der hinteren Wandung. So spricht RETZIUS (1895) von einer Eminentia und Recessus saccularis, und auch GRÖNBERG (1902) meint, der Processus infundibuli bei *Erinaceus* sei homolog dem Saccus vasculosus oder wenigstens dem vorderen Teil desselben. Richtiger hat schon GASKELL einen Recessus posterior erwähnt bei *Ammocoetes*, Hundshai und Schafen.

Es sind also bei den Vertebraten nur die Fische, welche einen Saccus vasculosus aufweisen; bei den übrigen ist nur ein auch den Fischen zukommender Recessus posterior infundibuli vorhanden.

Aber gibt es bei den niederen Tieren noch ein Homologon?

Erstens *Amphioxus*. Hier ist es schon BOEKE (1902) gelungen, das Homologon aufzudecken; das Infundibularorgan liegt an derselben Stelle wie der Saccus vasculosus bei den höheren Tieren, und hat auch seine Sinneszellen, Neurofibrillen treten in jede Zelle ein und endigen am oberen Ende in den Basalkörperchen, worauf die Cilien, meist zwei, eingepflanzt stehen. Er sagt S. 404: »In der ventralen Wand des Hirnventrikels von *Amphioxus* von 15—48 mm Länge ist an einer bestimmten Stelle ein vollkommen scharf getrennter, organartig differenzierter Abschnitt des Ventrikelepitheles nachzuweisen; die Stelle, an der er vorkommt, entspricht der Infundibularregion der höheren Vertebraten. Ich bezeichne dieses differenzierte Epithel als das Homologon des Infundibularorgans der höheren Vertebraten. Das Infundibularorgan würde also älter sein als die Infundibularausstülpung, welche erst gleichzeitig mit den Hirnkrümmungen erscheint.« Und später (1908) heißt es S. 476: »Daß das Infundibularorgan eine bestimmte, wichtige Rolle spielen muß in der Entwicklung wie im Organismus des erwachsenen Tieres, geht schon daraus hervor, daß es sehr früh auftritt, bald zu einer bestimmten Entwicklung gelangt und während des ganzen Lebens sich auf der hohen, immer gleich bleibenden Entwicklungsstufe erhält. Schon bei Larven von 1,5 mm Länge und mit nur drei primären Kiemenspalten, ist das differenzierte Epithelium

deutlich in Quer- und Längsschnitten sichtbar.« Merkwürdigerweise ist bei diesen jungen Larven der Neuroporus noch offen, wenn die Sinneszellen schon ausgebildet sind. Es ist hier das Infundibularorgan noch in einem Stadium wie es auch bei ganz jungen Muränoidenembryonen aufgefunden wird. Hier ist auch schon, bevor die Infundibularaussackung auftritt, an den vorhandenen Sinneszellen in dem Ventrikelepithel, die Stelle zu erkennen, wo später der Saccus vasculosus auswachsen wird.

Zuletzt kommen auch noch die Tunicaten für eine Vergleichung in Betracht, und es sind hier Flimmergrube und Neuraldrüse, welche einstweilen für Homologa der Hypophyse und Infundibularorgane gehalten sind. V. KUPFFER (1894 a) stellt den vorderen neurenterischen Kanal der Tunicaten und die sich daran entwickelnden Drüsen nur mit dem cerebralen Anteil der Hypophyse, d. h. mit den Infundibularfortsätzen und den Infundibulardrüsen in Vergleich. Später hat METCALF (1900) diese Sache eingehender besprochen. Eine Flimmergrube ist bei allen Tunicaten vorhanden (bisweilen nicht bei *Phallusia mammillata*) und wird durch Gehirnfasern innerviert, daher auch von vielen Autoren als ein Sinnesorgan bezeichnet; unter diesen ist es HUNTER gelungen, diese Flimmerzellen und die abgehenden Fasern mittels Methylenblau zu färben und so ihre Sinnesnatur festzustellen. Bei den Larven wird nun die Flimmergrube frühzeitig als eine Ausstülpung des Gehirnepithels angelegt; später erst bricht sie in die Mundhöhle durch. Diese Stelle wird von einigen Autoren für den Neuroporus gehalten, und die Flimmergrube als Homologon der Riechgrube des *Amphioxus*, als Riechorgan gedeutet (VAN BENEDEN und JULIN). Aber wie SEELIGER (1898—1904) richtig betont hat, gibt es keinen einzigen Anhaltspunkt für die Meinung, daß hier wirklich der frühere Neuroporus vorliegt, und bevor die Flimmergrube durchbricht, ist die Übereinstimmung in Anlage und Bau mit dem Infundibularorgan des *Amphioxus* und dem Saccus vasculosus der Fische eine so große, daß wir hier eine Homologie wohl nicht verneinen können. Die Beziehungen zu der Neuraldrüse, welche mit gutem Rechte von JULIN und auch von METCALF als Homologon der Hypophyse bezeichnet wird, da sie, wie bei den höheren Tieren teilweise aus dem centralen Gehirnrohr, teilweise von der Pharynxwand herausgebildet wird, scheinen aber im Widerspruch mit dieser Homologie zu stehen, denn die Flimmergrube liegt vor der Neuraldrüse, der Saccus vasculosus hinter der Hypophyse. Aber die Lage der Hypophyse ist keine bestimmte. Bei den Haien reicht sie vielfach weiter

nach hinten als der Saccus, und da sie kein bestimmter Gehirnteil ist, sondern die Pharynxausstülpung sich nur dem Gehirn anlegt, so darf der Stellung der Neuraldrüse zu der Flimmergrube nicht zu große Bedeutung beigemessen werden. Die Homologie der Flimmergrube mit dem Infundibularorgan halte ich also nur aufrecht für das noch geschlossene Gehirn der Larven; der Durchbruch bei den älteren Tieren in den Pharynx ist wohl sekundär, und wie weit hiermit die Funktion sich auch ändert, ist nicht zu sagen, allein, bevor die Öffnung nach außen auftritt, hat die Flimmergrube wohl gleiche Bedeutung wie der Saccus vasculosus.

II. Die Nerven des Saccus vasculosus.

Die vielen Fasern, welche aus dem Saccus ziehen, sind auch den älteren Autoren nicht entgangen, aber nur JOHNSTON hat ihren Zusammenhang mit den Sinneszellen zeigen können. Zum direkten Nachweis dieses Zusammenhanges ist die Kaliumbichromicum-Osmiumsäureimprägnation nach GOLGI-CAJAL die geeignetste. Aber die Färbung der Zellen gelingt nur selten, und noch seltener sind die abgehenden Fasern bis außerhalb des Saccus tingiert, und sobald man den Faserzug weiter in den Hypothalamus zu verfolgen wünscht, werden hier so viel Bahnen, welche kreuz und quer durcheinander ziehen, mitgefärbt, so daß ich in den dicken Schnitten nicht imstande war, die Fibrillen bis an ihre Endstätten zu erkennen. Andre Methoden gestatten wohl dünnere Schnittserien anzufertigen, aber niemals gelang es, damit die Neuriten der Saccuszellen bis in den Hypothalamus zu beobachten. Eine ganze Strecke sind sie unter dem Epithel zu erblicken, aber dann entziehen sie sich der Beobachtung.

Für Embryonen wurde die Härtung mit Ammoniakalkohol nach RAMÓN Y CAJAL und Färbung mit $1\frac{1}{2}\%$ igem Silbernitrat angewendet, welches vorzügliches leistete. Ganze Gehirne erwachsener Tiere werden am besten mit Alkohol gehärtet, und nachher mit Silbernitrat behandelt oder direkt mit Silbernitrat fixiert, beide Methoden nach RAMÓN Y CAJAL, und auch nach der BIELSCHOWSKY-POLLACKSchen Methode. Überaus schöne Präparate bekam ich aber durch die neuere von BIELSCHOWSKY angegebene Modifikation seiner früheren Methode (1908), wobei die mit Formalin gehärteten Stücke einige Tage mit Pyridine behandelt werden; das weitere Verfahren ist nahezu ungeändert geblieben. Hiermit war es möglich, Stücke von 3—4 cm wie ganze Gehirne kleiner Dornhaie, durch und

durch zu imprägnieren und aufs glänzendste die verschiedenen Bahnen zu färben. Zum Vergleich wurden noch Schnittserien mit Sublimat-Formol oder Sublimat-Eisessig fixiert und gefärbt mit HEIDENHAINSCHEM Eisenhämotoxylin oder Molybdänhämotoxylin nach HELD, herangezogen. Letztere Methode hat sich neben der neueren BIELSCHOWSKYSCHEN am besten bewährt.

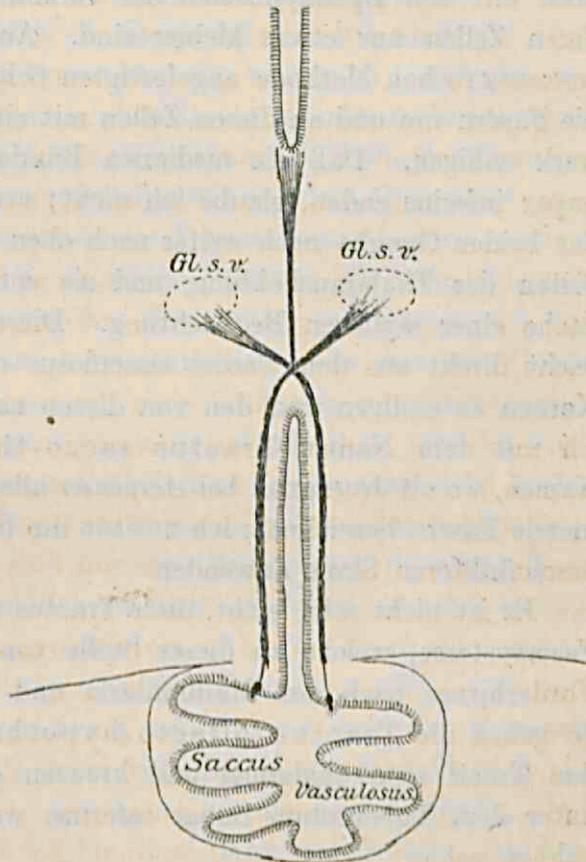
Leider ist mir niemals die Methylenblaumethode nach BETHE oder DOGIEL gelungen. Wochenlang habe ich fast jeden Tag Stücke gefärbt, aber immer ohne Resultat. Ob die benutzte Farbe nicht die richtige war oder die Methode mißverstanden wurde, weiß ich nicht zu sagen. Dem Saccus vasculosus darf man aber seinen sonderbaren Farbensinn nicht vorwerfen, denn JOHNSTON hat die Zellen mit Methylenblau gefärbt erhalten.

Auch hier werde ich mit der Schilderung der Verhältnisse, wie sie bei den

Teleostiern

vorliegen, anfangen, nicht nur weil mir hier so viel Material zur Verfügung stand, sondern auch, weil für die Forelle die Saccusbahnen am eingehendsten von GOLDSTEIN (1905) beschrieben sind, obgleich seine Schilderung im ganzen nicht richtig ist. Wie oben gesagt, sind die Ausläufer der Sinneszellen des Saccus vasculosus bei der Forelle weithin unterm Epithel zu verfolgen, und sie ziehen alle in einer Richtung, dem Zugang aus dem Infundibulum zu. Von allen Seiten strömen die marklosen Fasern aus dem Saccus, vereinigen sich zu kleinen Bündelchen, welche bald als zwei starke Bahnen an der linken und rechten Seite des Einganges des Saccus aus dem Infundibulum, hinter und über die Mammillarhöhlungen herum nach vorn und oben ziehen (Taf. XXIX, Fig. 4 u. Taf. XXXI, Fig. 25). Auf Fig. 25 erkennt man zwei Bündelchen, welche aus dem Organ kommen, über dem rechten noch ein drittes quer angeschnittenes; nachher ist die Richtung weniger nach oben, mehr nach vorn, an den Seiten des Recessus posterior infundibuli entlang (Fig. 4 u. 26). Sämtliche Bündelchen setzen dann zwei breite platte Bahnen zusammen, die Tracti sacci vasculosi, welche viel schmäler auf Querschnitt als auf Längsschnitt sind. Auf Fig. 26 (17 Schnitte von 10 μ weiter nach vorn, wie der auf Fig. 25 abgebildete Schnitt) sehen wir sie zur Seite und ein wenig über dem schmalen Spalt, welcher das Infundibulum mit dem Recessus posterior verbindet und unten mit den geräumigen Höhlen der Mammillaria zusammenhängt. Über diesem Spalt kreuzen

nun einander die zwei Tracti (Fig. 27, 14 Schnitte von $10\ \mu$ weiter nach vorn wie Fig. 26). Auf Fig. 4 ist die Stelle, wo die Bahn unterbrochen erscheint, diejenige wo die Kreuzung stattfindet; der obere Faserzug kommt also von der andern Seite her. Auf Fig. 29 ist diese Stelle auf einem Horizontalschnitt ersichtlich, zwischen dem Recessus posterior mit seiner epithelialen Hinterwand und der Infundibularhöhlung ist die Dekussation aufgeschnitten. Wenige Schnitte nur nach oben ist die Verbindung zwischen dem Infundibulum und dem Recessus lateralis schon aufgelockert. Nach der Kreuzung treten nun nicht wiederum zwei Bündel hervor, sondern vier (siehe Textfigur). Zwei, die äußersten, sind die mächtigsten, und endigen bei einer Zellengruppe, welche über dem Infundibulum etwas hinter der Stelle, wo der Eingang zu den Höhlungen der Lobi laterales sich befindet (Fig. 28, 12 Schnitte von $10\ \mu$ wiederum weiter nach vorn wie Fig. 27). Merkwürdigerweise ziehen nun noch zwei kleinere median ganz nahe aneinander gelegene Bündelchen aus der Kreuzungsstelle etwas weiter nach oben bis in das Tuberculum impar inferius Halleri (Taf. XXIX, Fig. 4), den kleinen Vorsprung des Haubenwulstes.



Sämtliche Abbildungen (Fig. 25—29) entstammen Präparaten, welche nach der BIELSCHOWSKY-POLLACKSchen Methode angefertigt worden sind, aber auch an mit Eisenhämatoxylin oder Molybdänhämatoxylin gefärbten Schnittserien finde ich vollständig gleiche Bilder, immer ein Zusammengehen aller Saccusfasern zu zwei ganz geschlossenen Bahnen, einander kreuzend, bevor die Ganglia erreicht

sind, und überall auch außer den zwei heraustretenden Hauptbündeln, die zwei einander berührenden medianen, kleinen Faserzüge.

Die Hauptbündel enden an der schon oben angedeuteten Stelle zwischen den Zellen der beiden Kerne, den *Ganglia sacci vasculosi*. Die Zellen haben vielfach einen starken nach hinten gerichteten Ausläufer, selten setzen die Ganglienzellen sich nach oben mit einem Neurit fort. Die Kerne sind nicht scharf begrenzt, hängen vielmehr noch mit den Ependymzellen der Infundibulumwandung zusammen, deren Zellen nur etwas kleiner sind. Auf nach der neueren BIELSCHOWSKYSCHEN Methode angefertigten Schnitten ist zu erkennen, wie die Fasern um und an diesen Zellen mit einem feinen fibrillären Netzwerk endigen. Daß die medianen Bündelchen in dem *Tuberculum impar inferius* enden, glaube ich nicht; man sieht sie mit Fasern aus den beiden *Ganglia* noch weiter nach oben und vorn ziehen, an beiden Seiten der Thalamushöhlung, und sie entziehen sich am Thalamusdache einer weiteren Beobachtung. Diese Fasern, welche also vielleicht direkt aus dem *Saccus vasculosus* stammen, ohne erst an den Kernen zu endigen und den von diesen nach oben ziehende Zug, will ich mit dem Namen *Tractus sacco-thalamicus* belegen, einem Namen, womit JOHNSTON bei *Acipenser* alle aus den Sinneszellen stammende Fasern bezeichnet; ich möchte ihn lieber in dem oben gezeigten beschränkteren Sinne anwenden.

Es ist nicht sehr leicht, diese *Tractus* zu erkennen inmitten vieler Fasersysteme, welche an dieser Stelle von dem *Corpus striatum* des Vorderhirnes nach den *Mammillaria* und den *Lobi laterales* ziehen. So gehen die *Tractus olfacto-hypothalamici* sehr dicht neben den *Tracti sacco-thalamicis* und kreuzen einander etwas hinter und unter dem *Tuberculum impar inferius*, wohin die medianen *Saccusbahnen* gehen.

GOLDSTEIN (1905) hat nun die Faserzüge, welche der *Saccus* in den Thalamus sendet, etwas anders beschrieben. Er läßt die Bündel aus dem *Saccus vasculosus* ungekreuzt an einen kleinen Kern, ein *Ganglion sacci vasculosi*, unter einem zweiten größeren *Nucleus* endigen, den er als *Nucleus posterior tuberis* bezeichnet, welcher an beiden Seiten der Medianlinie in dem Haubenwulst sich vorfindet, und wo gekreuzte und ungekreuzte Fasern des *Nervus hypophyseos* endigen sollten. Commissurenfasern verbinden die beiden Kerne, und er bezeichnet als *Tractus tubero-posterior* eine Bahn, welche über die *Commissura ansulata* von hinten herkommt und sich hier einsenkt; dazu kommt noch eine Bahn, der *Tractus tubero-posterior cruciatus* hinzu.

Nun habe ich niemals Hypophysenfasern gesehen, welche vor und hinter dem Recessus mammillaris her, nach dieser Gegend ziehen, wo der vermeintliche Nucleus posterior tuberis liegt, wie GOLDSTEIN sie zeichnet, aber er hat nur Längs- und Horizontalschnitte untersucht und keine Querschnitte zum Vergleich herangezogen, und ohne solche ist doch wohl ein guter Einblick in die so verwickelten Fasersysteme des Hypothalamus nicht möglich.

Meine Schnittserien lassen keine andre Deutung zu, wie die oben geschilderte. Es kreuzen sich die Saccusbahnen, wie auch auf Horizontalschnitten deutlich zu beobachten ist, und auch hier finden sich die medianen Bündelchen zurück, aber kreuzende oder nicht kreuzende Hypophysenfasern sind nirgendwo zu spüren. Die Stelle der Kreuzung am Horizontalschnitt ist genau dieselbe wie auf dem Querschnitt, und daß hier wirklich eine Dekussation der Tractus sacci vasculosi vorliegt, ist schon aus den Figuren zu erblicken. Soweit ich sehe, entsendet oder bekommt die Hypophyse ihre Nerven nur nach oder aus dem vorderen Teil des Thalamus; aufs deutlichste geht dies aus GOLGI-Präparaten hervor. Auch war ich nicht imstande einen bestimmten Nucleus über den Ganglia sacci vasculosi aufzudecken. An der Stelle finden sich wohl viele Zellen vor, aber diese liegen sehr dicht beiderseits der Höhle über dem Tuberculum impar inferius an, dem sogenannten Sulcus impar inferius, und sind nur ihre Begrenzung, denn auf Quer- und Horizontalschnitten finde ich sie nicht als eine bestimmte Gruppe wieder. Einen Nucleus posterior tuberis nach GOLDSTEIN, gibt es also im Hypothalamus der Forelle nicht. Der nach hinten ziehende Tractus tubero-posterior ist wohl der Faserzug, welchen ich von den Ganglia Sacci vasculosi in die Medulla sich einsenken sah, und dem ich nur eine kurze Strecke folgen konnte. Den GOLDSTEINschen Namen will ich für diese Bahn beibehalten. Ob diese Fasern sich noch kreuzen, darüber kann ich nicht entscheiden.

Es gibt nun noch ein zweites Fasersystem des Saccus vasculosus, den Tractus thalamo-saccularis (JOHNSTON), welcher unter den Mammillarhöhlungen herziehend in den Saccus eintaucht, und da er aus der Gegend kommt, wo die Hypophyse am Gehirn sitzt, hat er vielleicht GOLDSTEIN irreführt und wurde von ihm für einen Hypophysennerv gehalten. Die vielen hier durcheinander ziehenden Fasern in Schnitten nach GOLGI-CAJAL angefertigt, sind nahezu unentwirrbar, aber doch läßt es sich erkennen, wie einige in den Saccus entsendet werden und hier unter seinem Epithel endigen und, wie wir später noch besser sehen werden, die Blutgefäße umspinnen. Nimmer sah

ich eine solche Faser an einer Zelle endigen. Auch gehen sie alle unten durch den Boden der Mammillaria nach vorn und könnten bis in die Nähe der Decussatio optica beobachtet werden (siehe Fig. 36, Taf. XXXII).

Bei einem Tag alten Bachforellen konnte ich noch keinen Tractus aufdecken, bei jungen Tieren von 25—30 mm Länge war die Saccusbahn aber schon vorhanden und von den Kernen bis weit in das Organ zu verfolgen, wie auch v. KUPFFER (1894 a) bei 20 mm langen Forellen marklose Nervenfasern sich über den Saccus verbreiten sah.

Der nahverwandte *Coregonus oxyrhynchus* L. hat die bei der Forelle geschilderten Befunde völlig bestätigt, und erstere erwiesen sich damit richtig dargestellt zu sein. Auch hier kreuzen sich die beiden Tractus sacci vasculosi, welche schmal und platt sind, 70 μ auf Längsschnitten breit, und nur 36 μ auf Querschnitten, über dem Infundibulum; nur verbreiten sich nach der Dekussation vielmehr sämtliche Fasern nach den Ganglia hin und tauchen hier ein, nur auf Horizontalschnitten sind besser die zwei medianen Bündelchen wieder zu erkennen, wie wir sie bei der Forelle gefunden haben. Diese gehen nach dem Tuberculum impar inferius. Die Ganglienzellen der Kerne haben starke Ausläufer, welche einen nach hinten gerichteten Faserzug zusammensetzen. Also gibt es auch hier einen Tractus tubero-posterior, aber ein Nucleus posterior tuberis wurde nicht aufgefunden. An der Stelle erweist er auch hier sich nur als die Zellenbekleidung des Sulcus impar inferius, und hier enden denn auch keine bestimmten Fasersysteme. Auch einen Nervus hypophyseos sah ich nicht in dieser Gegend.

Der kleine Saccus von einjährigen Karpfen dürfte seine Funktion doch noch gut leisten können, da die gut ausgebildeten Sinneszellen wohl alle ihre Fasern in den Hypothalamus senden, denn eine für ein so kleines Organ noch beträchtliche Menge solcher Fasern ist über dem Saccus ersichtlich und setzt eine kleine Saccusbahn zusammen. Der Kleinheit wegen aber war er bald nicht weiter zu verfolgen. An der Stelle, wo sonst die Ganglia sacci vasculosi liegen, genau auf beiden Seiten der Medianlinie also, und etwas unter dem Tuberculum impar inferius, sah ich einige wenige Zellen, aber keine einzige Fibrille war zu ersehen, welche sich bis hierher fortsetzte. In seiner oben besprochenen Arbeit hat GOLDSTEIN auch einen Horizontalschnitt durch diese Gegend eines *Cyprinus*-Gehirns abgebildet und zeichnet sich kreuzende Hypophysennerven, welche in zwei Nuclei posteriores tuberis endigen: Hypophysenfasern nun, welche über oder unter den Recessus mammillares

herum nach oben sich bis an einen bestimmten Kern fortsetzen, waren in meinen Schnittserien nicht aufzufinden und mit den Saccusfasern mischten sich keine, welche von der Hypophyse herstammten. Auf Längsschnitten wird wohl ein Nucleus tuberis posterior vorgetäuscht, aber auf Querschnitten findet er sich nicht wieder. Beim *Leuciscus rutilus* L. sind es die Fasern des Tractus thalamo-saccularis, welche in BIELSCHOWSKY-Präparaten viel mehr wie die Fasern des Tractus sacci vasculosi hervortreten. Sie umspinnen reichlich die Gefäße des Saccus und stellen an der Wand des runden fingerhutförmigen Saccus einen förmlichen Nervenplexus dar. Der Tractus sacci vasculosi ist nur unbedeutend, auf Längsschnitten waren Fasern bis in das Tuberculum impar inferius zu verfolgen; auf Querschnitten aber das sehr schmale Bündel gar nicht aufzufinden.

Der Beschreibung von KAPPERS (1906) über Teleostiergehirne hat *Gadus* zugrunde gelegen, und daher darf ich auch etwas eingehender die Fasern des Saccus dieser Art hier schildern. Es heißt nun bei ihm S. 36:

“Such striped tissue strongly colored by paracarmin is found between the folds of the saccus, partly arising from the epithelium, which is distinguished by strong tufts. The fibers gather at the insertion of this sac upon the thalamus laterally of the connection with the third ventricle and then go under the floor of this ventricle for some distance forward. Where they terminate or what connections they make I cannot say. It seemed to me that they decussate in the median-line, but on this matter I shall be able to say more when I treat of the selachians merely pointing out here that it is an interesting fact in connection with the different origin of the hypophysis and saccus vasculosus that this kind of epithelium, as well as these nervous tracts are confined to the saccus.”

KAPPERS hat auch nur die Haare gesehen, nicht die Krönchen, und weiß nicht, ob die Tracti einander kreuzen. Er zeichnet nun in den Abbildungen neben den Tracti sacci vasculosi zwei andre Bahnen, welche er mit dem Namen Tracti olfacto-lobares-laterales bezeichnet, welche sich nach oben hin in der Medianlinie kreuzen. Aber auch die beiden Saccusbündel scheinen hier etwas weiter nach vorn und oben, genau in dem Tuberculum impar inferius zusammenzukommen; auch hier sind die Faserzüge platt, 70 μ auf Längsschnitten, 30 μ auf Querschnitten (Fig. 30 u. 31, Taf. XXXI).

Ob sie nun an dieser Stelle an den Zellen endigen oder direkt nach Dekussation sich weiter nach oben begeben, an den Seiten des

Thalamusraumes entlang, läßt sich nicht sagen. Ist nun in der Abbildung KAPPERS die Kreuzung der Saccusbahnen fälschlich als Kreuzung der Tractus olfacto-lobares laterales gedeutet, oder sind die neben den Tracti sacci vasculosi gezeichneten Bahnen diejenigen, welche ich auf Fig. 30 als nach den Mammillaria hinziehend abgebildet habe? Hier kommen bestimmt median, die auf Fig. 31 abgebildeten Tractus olfacto-lobares laterales zusammen, wie ich auch bei andern Arten diese Faserzüge unter und hinter dem Tuberculum impar inferius sich kreuzen sah.

Außer den Hauptbündeln gehen auch andre Saccusfasern mit diesen eine Strecke weit zusammen, scheinen sich aber dann ohne Kreuzung in zwei Ganglia aufzulösen, welche an gleicher Stelle wie bei der Forelle sich befinden (Fig. 28 und 31). Die Ganglia entsenden wiederum einige Bündelchen, welche mit der Hauptmenge der Saccusfasern nach dem Thalamusdache ziehen. Hier sind es also die größeren Bündel, welche mit den medianen Fasern des Forellentractus übereinstimmen; und es sind nur wenige, welche in die Kerne eintauchen. Der Tractus sacco-thalamaris ist also hier am mächtigsten, und hieraus läßt sich wohl schließen, daß auch die medianen kleinen Bündelchen bei der Forelle einfach durch die Kreuzung der Hauptzüge ziehen und sich erst im Tuberculum impar inferius kreuzen und weiter nach oben sich fortsetzen. Die Hauptbündel der Forelle sind nun bei *Gadus* wiederum viel unbedeutender, die Zellen der Ganglia sind aber groß und ihre Ausläufer meistens nach hinten gerichtet.

Die gestielte Hypophyse sendet ihre Fasern, soweit ich erkennen kann, nur nach vorn; in der Nähe der Saccusnerven konnte ich sie nicht auffinden. Auf Fig. 24 ist das Präparat abgebildet worden, an dem es mir gelungen ist, nicht nur einige Zellen, sondern auch den ganzen Tractus sacci vasculosi nach der Methode von GOLGI-CAJAL zu färben und den Übergang eines Zellneurites in den Tractus, welcher aber weiter wegen der vielen andern längs- und an ihm vorüberziehenden Systeme sich der genauen Verfolgung entzog.

Im Gegensatz zu dem des *Gadus* sind die Saccusnerven bei *Anguilla* nicht besonders entwickelt (Fig. 8, Taf. XXIX); auf Längsschnitten nur 18μ breit, treten sie in der Mitte des Saccus aus, biegen sich bald nach oben um den Mammillarrecessus herum, und beide Tractus setzen sich dann nahezu horizontal fort bis an die Ganglia, ohne einander zu kreuzen. Ein Teil aber geht weiter bis in den schon so oft genannten Vorsprung des Haubenwulstes, und hier findet dann

vielleicht die Kreuzung dieser Fasern statt. Mit Fasern aus den Ganglia gehen sie noch weiter nach oben; wohin ist aber nicht zu ermitteln. Die Ganglia befinden sich auch hier etwas über der Stelle, wo die Recessus laterales von dem Infundibulum abgehen.

Verhältnismäßig viel besser ausgebildet sind die Bahnen schon bei den Leptocephali und jungen Aalen. Leptocephalen von 7 cm Länge haben schon Tracti, welche $8\ \mu$ stark auf dem Querschnitt sind; beide Tractus treten weit voneinander entfernt aus dem innervierten Organ und ziehen ungekreuzt weiter. Bei Glasaalen von 7 cm Länge ist der Saccusfaserzug in der Breite nicht gewachsen, aber besser über das Infundibulum ohne Kreuzung zu verfolgen bis an die Zellen, wo eben die Höhlungen der Lobi laterales entspringen und bevor noch das Infundibulum mit dem übrigen Thalamusraum nach oben zusammenhängt. Die Verhältnisse sind schon die gleichen wie beim erwachsenen Tiere.

Die Ganglia sacci vasculosi erweisen sich mehr und mehr bei den Teleostiern als eine Zellengruppe, welche von dem Tuberculum impar inferius ab sich nach beiden Seiten nach unten erstreckt. Eine bestimmte Grenze zwischen den Ganglienzellen in den obengenannten Vorsprung und dem der beiderseitigen Kerne ist oft nicht aufzufinden. Dies ist auch der Fall bei *Gasterosteus spinachia* L. und *Gasterosteus aculeatus* L.; nur sind die Tractur und Ganglia bei dem Stichling viel weniger entwickelt als bei *Spinachia*, wo er $50\ \mu$ auf Längsschnitt und $20\ \mu$ auf Querschnitt ist. Ohne Kreuzung verbreiten sich wenige Fasern unter die Zellen der Kerne, welche auch hier einige Züge nach hinten senden; wohin? dies muß auch hier dahingestellt bleiben.

Die Hauptbündel kommen aber erst in dem Tuberculum impar inferius zusammen, kreuzen sich da wie es scheint, und sind dann noch eine Strecke nach oben weiter zu erblicken. Gleiche Bilder bekommt man von den Saccusbündeln des Flußbarsches, *Perca fluviatilis* L., zu sehen. Aus dem größeren hinteren Saccusabschnitt, wo er an die Stiele angeheftet ist, strömen die Fasern zusammen, ziehen diese Stiele entlang nach dem vorderen Sack, nehmen hier neue Bündel auf und senken sich dann in den Hypothalamus. Teilweise endigen sie an den Nuclei, teilweise setzen sie sich nach dem Haubenwulstvorsprung fort und noch weiter nach oben. Eine Kreuzung darf im Tuberculum impar inferius wohl vorliegen. Eine solche findet sich sicher bei *Gobius minutus*, wo die beiden Tractus sich bald vereinen und als einheitliches Bündel nach dem Tuberculum ziehend, sich da kreuzen und verbreiten,

weiter nach oben gehen, um in das Thalamusdach sich einzusenken, mit Bündelchen, welche von den beiden Ganglia sacci vasculosi herkommen. Große, nahezu viereckige Zellen setzen diese zusammen, welche bis an die Medianlinie sich ausbreiten; die Hauptbündel endigen hier aber nicht. Ein Tractus tubero-posterior war deutlich zu erkennen.

Bei jungen Tieren von 14 mm Länge ist die Kreuzung in dem Tuberculum impar inferius noch viel klarer zu beobachten als bei den Gehirnen der erwachsenen Tiere.

Embryonen von 3 cm Länge von *Zoarces viviparus* L. lassen den Tractus sacci vasculosi noch schwer erkennen inmitten anderer Bahnen und zwischen den zerstreuten Zellen des Hypothalamus.

Aber auch hier wurde eine Kreuzung, bevor die Ganglia erreicht sind, nicht aufgefunden. Die Bündel ziehen links und rechts beiderseits am Saccuseingang entlang und weiter neben dem Infundibularspalt nach oben. Daher wird auch die Meinung, daß beim erwachsenen Tiere auch in dem Saccusstiele keine Nervenkreuzung stattfindet, bestätigt. Die vielen mächtigen Nerven des Saccus vasculosus strömen alle nach dem Stiele, und darin sieht man nun zwei Nerven nebeneinander (Fig. 18) außerhalb des Gehirns und des Saccus laufen. Und so ist es sehr klar, daß dem neuen Sinnesorgan auch ein Paar neue Kopfnerven zukommen, welche, wie der Saccus vasculosus dem Riechorgan und den Augen in Anlage und Bau gleich zu stellen ist, auch als drittes Paar erste Kopfnerven neben den Nervus olfactorius und opticus kommen.

Sobald die Nerven ins Gehirn eintreten, wollen wir sie Tractus nennen. Die Tractus sind bei der Aalmutter platt, 50 μ auf Längsschnitten und 20 μ auf Querschnitten dick und, weit den Zugang von dem Infundibulum nach den Saccus umgreifend, tauchen sie ohne vorangegangene Dekussation in die Kerne ein. Die Ausläufer der Ganglienzellen verzweigen sich hier und da und gelangen dann nach hinten, aufs deutlichste in nach CAJAL behandelten Präparaten. Auch aus den Zellen im Tuberculum impar inferius gelegen, wohin ebenfalls Saccusbündel gelangen, stammen Fasern, welche ihren Weg hierhin nehmen, aber bald vermehren sich die Bahnen hier so sehr, daß ihr Verlauf nicht weiter aufzufinden ist.

Man bekommt hier aber den Eindruck, und deutlicher noch bei den Embryonen, daß die von den Ganglia nach oben ziehenden Fasern auch in dem Vorsprung des Haubenwulstes dekussieren und danach erst nach dem Thalamusdache rücken.

Auch ein Tractus thalamo-saccularis war auf Längsschnitten

sichtbar, konnte aber nur bis in die Gegend der Hypophyse verfolgt werden. Hier glaubte ich auch erst einen Nucleus posterior tubercis zu finden, welcher auf Längsschnitten, mit Hämatoyxlin nach HELD gefärbt, sehr trügerisch sich darstellte, aber auf Querschnitten, wie in CAJAL-Präparaten wurde er nicht wiedergefunden, und es stellte sich bald heraus, daß wir auch hier nur die Zellwandung des Sulcus impar inferior vor uns hatten. Die an den Kernen vermeintlich endigenden Bahnen waren nur Fasern des Tractus tubero-posterior und entlangziehende Fasern des Tractus olfacto-hypothalamicus.

Am schönsten ist das Ganglion sacci vasculosi bei *Limanda flesus* L. dem Flunder ausgebildet, ich finde hier eine hufeisenförmige Zellgruppe von wahrhaft riesigen Ganglienzellen; die Öffnung des Eisens nach unten gerichtet und das obere Ende sozusagen in das Tuberculum impar inferior aufgehängt. Die großen vieleckigen Zellen haben mächtige Ausläufer, welche nach der Medulla hin ihren Weg nehmen, einen starken Tractus tubero posterior bildend, welcher durch und um die nach unten ziehenden Tractus olfacto-hypothalamici gehen. Einige Zellen richten ihre Ausläufer nach oben, und wie es scheint, gelangen dahin auch direkt Saccusfasern, ohne erst an diesen Zellen zu endigen. Die Hauptbündel kreuzen einander nicht, bevor das Ganglion erreicht worden ist.

Selachier.

Die kräftigen Nerven, welche man in den Thalamus bis in die Falten des Saccus vasculosus bei den Haifischen verfolgen kann, sind auch früher den Autoren nicht entgangen, und so ist die Beschreibung, welche EDINGER (1895) von den Saccusbahnen bei *Scyllium* gibt, ziemlich genau, S. 17:

»Dem Zwischenhirn allein gehört noch eine Kreuzung an, welche ich als Decussatio infundibuli bezeichnen möchte. Sie stammt aus starken, nicht sicher markhaltigen Fasern, welche aus der dorsalen Gegend des Zwischenhirnes (oder schon aus dem Mittelhirn) beiderseits herabsteigen. An der Stelle, wo die beiden lateralen Säcke vom Mittelstück des Infundibulums abgehen, vereinen sich jederseits die bisher mehr zerstreuten Fasern zu zwei bis drei kleinen, nun dicht beisammen liegenden Bündelchen. Nun kreuzen sich der Zug von rechts und der von links in der Mittellinie, und es begeben sich die gekreuzten Schenkel jederseits in der Seitenwand nach hinten, wo sie bis in die Falten des Saccus vasculosus hinein verfolgt werden können. Es scheint, daß diese ‚Tractus sacci vasculosi‘ sich dort aufsplittern.«

Nur die Ganglia sacci vasculosi, welche in die Bahn eingeschaltet sind, hat er nicht gesehen. Diese Kerne liegen bei *Acanthias* dem Infundibulum beiderseits an, ziemlich dicht hinter der Stelle, wo dieser Raum mit dem dritten Gehirnventrikel zusammenhängt.

Die aus den Saccusfalten sich sammelnden Fasern, vornehmlich die mächtigen Bündel aus den beiden großen Schläuchen, welche hier ins Innere hineinragen, vereinigen sich zu zwei auf Querschnitten nahezu zirkelrunden Bahnen (Fig. 34, Taf. XXXII), welche auch noch Fasern aufnehmen, welche von dem an die Hypophyse grenzenden Epithel des Saccus vasculosus herkommen.

Beide Tractus ziehen da, wo eben die Lobi laterales angefangen haben, nach vorn fast horizontal laufend, an der Infundibularhöhlung links und rechts vorbei und verbreiten sich dann bald gegen die genannten Ganglia sacci vasculosi in den Haubenwulst.

Deren Zellen liegen noch zerstreut, bilden keine scharf begrenzte Gruppe, sind meistens vieleckig mit großem Kern. Zwei, drei und mehrere Fibrillen kommen in einer Zelle zusammen, umspinnen den ganzen Zelleib mit einem Netz von äußerst feinen Primitivfibrillen, welche hier und da ganz kleine Knoten zeigen (in Schnitten nach der Pyridinmethode von BIELSCHOWSKY angefertigt). Ob hier die Neurofibrillen des einen Ausläufers mit denen eines andern wirklich zusammenhängen oder ob sie einander nur mit Endfüßchen berühren, läßt sich nicht entscheiden.

Einige dieser Zellausläufer sind nach unten gerichtet, und Saccusfasern endigen also hier in dem Kerne der eignen Seite, die meisten aber sind über das Infundibulum bis an die anderseitigen Kerne zu verfolgen, und so bekommt man hier einen großen Faserzug, welcher die von EDINGER bezeichneten Decussatio infundibuli darstellt.

Die Frage, ob nun diese Fasern von dem einen Ganglion einfach nach dem andern gehen und ob hier eine wirkliche Commissura vorliegt, oder ob sie durch ihn hindurch ziehen und an der andern Seite in den Saccuszellen ihren Anfangspunkt finden, ist nicht sofort zu bejahen. Eine dritte Möglichkeit, welche KAPPERS (1906) verteidigt, daß nämlich hier eine Kreuzung von Fasern stattfindet, welche von den Kernen weiter nach oben ihren Weg gehen, halte ich für nicht wahrscheinlich, die meisten Fasern dieser Decussatio infundibuli sehe ich ja bestimmt in eine der beiden Ganglia eintauchen, welche sich dazu noch über diese Querverbindung nach oben verbreiten. KAPPERS sagt über diese Verhältnisse folgendes S. 50:

“The relations as they are found in *Galeus* are as follows. A

considerable quantity of clear unmedullated bundles gathers from the furrows of the saccus vasculosus in the dorsal caudal wall of the lobi inferiores from the saccus epithelium. This system (first neurone) runs upward and forward until it ends on the same side in two ganglia. These ganglia, which, as far as I know, are not described by other investigators, except GORONOWITSCH and JOHNSTON, who saw them in *Acipenser*, I shall call 'ganglia sacci vasculosi' as they receive their fibers from the saccus vasculosus. They consist partly of round cells and partly of middle-sized polygonal cells and they are abundantly provided with bloodvessels. From each of these ganglia fibers cross the median line, of which it is difficult to say whether they are a commissure between the ganglia or a crossing of fibers of the second neurone which go upward.

The latter interpretation seems to be the most probable. It seems to me that this commissure is also found in the teleosts, where these fibers decussate before passing upward. Neither they nor the saccus itself, however, are as large as in the selachians, nor could I find there a separate ganglion, but only small round cells dispersed between the fibers of the first neurone. The fibers of the second neurone of the saccus sense-organ, which are also unmedullated, end probably in the substantia grisea centralis. It is impossible to follow them any farther, at any rate, on account of the great quantity of fibers between which they run". Er nennt nun diese Querverbindung der Ganglia Commissura postinfundibularis inferior, da es nach ihm auch noch etwas mehr dorsal eine Commissura postinfundibularis superior gibt, welche aber zu den Saccuszügen keine Beziehungen zeigt.

Außer dieser Verbindung habe ich auch noch einen Tractus sacco-thalamicus beobachten können, dessen Fasern, wie es scheint, nicht allein von den Ganglia sacci vasculosi abgehen, sondern auch in großer Menge direkt aus dem Saccus vorüberziehend, ohne hier zu endigen, weiter nach oben im centralen Grau des Epithalamus sich verlieren. Auch ein Tractus tubero-posterior war vorhanden. In den nach der neueren BIELSCHOWSKYSCHEN Methode hergestellten Schnittserien ist ein scharfer Unterschied zwischen den bräunlichen Fasern des Tractus sacci vasculosi und den schwarzen des Tractus thalamo-saccularis zu erkennen. Überall umspinnen die tiefschwarzen Fäden der letzten Bahn die Blutgefäße (Fig. 13) und legen sich mit einem wahren Plexus an ihre Wände, bilden immer feiner werdende neurofibrillare Netze, bis am Ende auch die Endothelzellen der Gefäße von einem äußerst zarten Netze eingeschlossen sind.

Diese Fasern treten nun ganz median auf den Hypothalamus zu, da, wo Saccus vasculosus und Hypophyse aufeinander liegen. Sie sind auf Sagittal- und Medianschnitten dann weit zu verfolgen, einerseits unterm Saccusepithel über die Hypophyse, andernteils eine Strecke am Boden des Infundibulums, mitten und unter den Mammillarhöhlungen hindurchgehend (Fig. 12). Auf Querschnitten finden wir sie wieder als die schwarzen Bündelchen unterm Infundibularraum (Fig. 34 u. 35, Taf. XXXII). Man hat in diesen Schnitten auch den Eindruck als stellten feine Fibrillen eine Verbindung dar zwischen beiden Bahnen des Saccus, sich über den Tractus sacci vasculosi verbreitend mit zahlreichen Verzweigungen, welche kleine Knoten oder Netze zeigen und nach den unteren Bündeln hinziehend. Inwieweit hier wirklich eine sekundäre Verbindung vorliegt, weiß ich nicht zu sagen.

Gehen nun von dieser zweiten Bahn auch Fasern nach den Hypophysenzellen?

Dies muß einstweilen dahingestellt bleiben, aber gewiß hängen die Nerven der Blutgefäße des Saccus hier mit denjenigen, welche die Hypophysengefäße umspinnen zusammen. Einige von diesen nehmen ihren Weg noch sogar zwischen das Hypophysengewebe, gehen aber wohl nur nach andern Gefäßen. Von der Hypophyse geht aber kein einziges Bündel mit dem Tractus sacci vasculosi nach oben. Sind vielleicht zwischen den Fasern des Tractus thalamo-saccularis auch Hypophysenfäsern mit eingeschlossen, so haben diese jedenfalls ihre Endstätten nicht in der Gegend der Saccuskern, wie GOLDSTEIN für die Teleostier angibt.

Die weniger geschlossene Bahn verbreitet sich in der Nähe des Chiasma opticum, entzieht sich aber weiter der Beobachtung.

Für die Hypophysengefäße und die Gefäße des Saccus vasculosus gibt es also denselben Nervenzug, welcher wahrscheinlich von einer und derselben Endstätte her stammt, und hierdurch wird auch die funktionelle Zusammengehörigkeit dieser beiden Organe, wie sie auch schon morphologisch miteinander verknüpft sind, einleuchtend.

Viel deutlicher als bei *Acanthias* stellt es sich bei *Raja clavata* L. heraus, daß wir in der Commissura postinfundibularis inferior keine Kreuzung von nach oben ziehenden Fasern zu sehen haben, denn hier ist das ganze Bündel fast horizontal über das Infundibulum laufend von dem einen Kern nach dem andern ganz geschlossen, auf dem Querschnitt immer einen runden Zug darstellend. Daß nun die Saccusfasern von der einen Seite durch das eine Ganglion hindurch erst in

dem andern enden, wird hierdurch nicht wahrscheinlich. Die Commissur ist fast ebenso mächtig entwickelt als die Tractus sacci vasculosi selbst; diese sind nur ganz kurz. Die aus den beiden Seitensäcken kommenden Bündelchen vereinigen sich bald und endigen in den beiden weit voneinander entfernten Kernen. Die Ganglienzellen sind auch hier vieleckig und entsenden teilweise ihre Ausläufer nach hinten, teilweise einige nach vorn. Ein großer Faserzug entspringt ihnen aber und zieht als Tractus sacco-thalamicus nach oben, welcher ungekreuzt seinen Weg bis in den oberen vorderen Teil des Thalamus geht. Ventral kommen andre Nerven in den Saccus, der Tractus thalamo-saccularis; ob sie auch die Hypophyse innervieren war nicht zu ermitteln.

Bei den Embryonen werden sämtliche Systeme frühzeitig ausgebildet, und bei Tieren von 8 cm Länge sind die Bündel des Saccus schon bis an ihre Kerne zu verfolgen; später, wenn sie bis 11 cm gewachsen sind, erkennt man in den Saccuswandungen überall Faserbündel, welche sich zu den beiden Tractus ansammeln und an den Kernen, welche scharf umgrenzt und miteinander durch eine starke Commissur verbunden sind, enden (Fig. 33). Ein kleines Bündelchen kommt noch von den Sinneszellen der dorsalen Saccuswand her.

Median und ventral verbreitet sich der Tractus thalamo-saccularis zwischen das Hypophysengewebe und das Epithel des Saccus vasculosus (Fig. 32), und er ist auch da zu erkennen, wo die Hypophyse schon aufgehört hat sich an den Saccus zu legen.

Von dem Tractus sacco-thalamicus war von den Ganglia sacci vasculosi an nur ein kleines Stück zu beobachten.

Petromyzonten und Amphibien.

JOHNSTON (1902) erwähnt bei *Petromyzon* (Lamprete) einen Tractus thalamo-saccularis, welcher durch die Decussatio postoptica nach dem centralen Grau des ventralen Teiles des Thalamus zieht. Da es nun bei den Petromyzonten keinen Saccus vasculosus gibt und also auch keine Saccusgefäße, würde es sonderbar sein, wenn hier dennoch einer der Faserzüge, welche sonst dieses Organ innervieren, vorhanden wäre. Keine dieser Bahnen habe ich denn auch aufdecken können bei *Petromyzon fluviatilis* L. Und auch SCHILLING (1907) gibt an, daß er weder einen Tractus sacco-thalamicus noch einen Tractus thalamo-saccularis hier gefunden hat.

Vielleicht daß der JOHNSTONSche Tractus hier eine Hypophysenbahn

ist. Dies dürfte auch der Fall sein mit den von BOCHENEK¹ bei *Salamandra* beschriebenen Fasern, welche ebenfalls hinter dem Chiasma opticum ihren Ursprung nehmen. Aber weder bei *Rana* noch bei *Molge* war ich imstande etwas derartiges wiederzufinden; es gibt hier auch ebensowenig ein Sinnesepithel, unter welchem die Fasern nach JOHNSTON sich verbreiten sollten, als bei Petromyzonten. Unten werde ich hierauf noch weiter zurückkommen.

Zusammenfassung.

Das neue Sinnesorgan der Fische hat seine eignen Nerven, seine beiden Fasersysteme, ein efferentes und ein afferentes.

Die efferenten Bündel, welche in den Sinneszellen entspringen, werden als Nervus sacci vasculosi, soweit sie außerhalb des Gehirns nachzuweisen sind, und im Gehirn als Tractus sacci vasculosi gedeutet.

Da dieser Tractus sacci vasculosi sein eignes Endgebiet im Hypophthalmus hat und seine Fasern nicht als eine Abspaltung von Nachbarnerven, wie der Nervus terminalis vom olfactorius aufgefaßt werden können, haben wir hier also einen neuen Kopfnerv vor uns, welcher hinter dem Opticus und vor dem Oculomotorius aus dem Gehirn tritt.

Bei *Hexanchus* wird dieser Nerv sogar dicker als der Nervus oculomotorius und ist mit bloßem Auge leicht zu verfolgen (EDINGER, 1908). Und auch bei *Zoarces* finde ich ihn eine Strecke außerhalb des Hypophthalmus laufend, den Zugang vom Infundibulum zu dem Saccus einschließend.

Meistens liegt aber das Organ dem Gehirn so dicht an, daß man nur von einem Tractus sacci vasculosi reden kann, aber die Bahnen sind immer paarig, und wie das Sinnesepithel des Riechorgans und der Augen sich aus der embryonalen Gehirnwand entwickelt, so entstehen auch die Sinneszellen des Saccus vasculosus aus einfachen Gehirnwandzellen, nur ist die Anlage unpaarig, da der Saccus als eine mediane Ausstülpung des ventralen Bodens des Diencephalons entsteht. Die paarigen Nerven bestätigen nun die Meinung, daß die Unpaarigkeit eine scheinbare ist und das Organ aus paarigen Teilen, welche aneinander liegen, aufgebaut wird.

Und von welcher Bedeutung diese neuen Gehirnnerven

¹ BOCHENEK, Neue Beiträge zum Bau der Hypophysis cerebri bei Amphibien. Bull. internat. Akad. Sc. Cracovie 1902.

sind, darf daraus hervorgehen, daß auch bei *Amphioxus*, die von den Sinneszellen des Infundibularorgans entsprungenen Neurofibrillen, zwei Züge darstellen, welche sich in der Medianlinie kreuzen (BOEKE). Hier deutet auch die Entwicklung des Organs auf eine paarige Anlage hin (BOEKE, 1908).

Diese Kreuzung ist eine allgemeine, aber die Leitung der Bahnen, welche ihren Ursprung in den Krönchenzellen des Saccus finden, geht auf verschiedene Weise vor sich.

Bei der Forelle und *Coregonus* sammeln sich sämtliche Bündel zu zwei kräftigen Zügen, welche beiderseits den Eingang des Saccus umfassen und weiter unter den Recessus posterior und über die Mammillarhöhlungen nach vorn und oben ziehen, und dicht über dem Infundibulum einander kreuzen. Aus der Decussatio treten nun vier Züge hervor, die zwei äußersten gelangen in die beiden Ganglia sacci vasculosi, die zwei kleinen ganz dicht aneinander liegenden medianen Bündelchen gelangen in das Tuberculum impar inferius des Haubenwulstes.

Die Ganglia sind wenig deutlich, die Zellen noch klein und zerstreut. Sie liegen nahe an der Mittellinie über dem Infundibulum, etwas hinter der Stelle, wo die Recessus laterales in den dritten Ventrikel einmünden. Die medianen Züge bleiben vielleicht ungekreuzt, bis sie den genannten Vorsprung erreichen, überschreiten erst hier die Medianlinie und gehen weiter ihren Weg nach oben und vorn, bis sie in dem Dache des Thalamus sich verlieren.

Von den Kernen gelangen hierhin ebenso noch Fasern, die einander wahrscheinlich auch in dem Tuberculum impar inferius kreuzen.

Diese Fasern samt den medianen Bündeln fasse ich als Tractus sacco-thalamicus zusammen.

Die meisten Teleostier aber lassen eine andre Verlaufsweise erkennen. Hier ist es die Hauptmenge der Saccusfasern, welche, wie bei den beiden vorigen Arten nur die medianen Faserzüge, ungekreuzt nach oben an den Kernen vorbei in das Tuberculum impar inferius gelangen und da erst einander begegnen und kreuzen (am deutlichsten liegt eine Kreuzung an dieser Stelle bei *Gobius* vor). Weiter nach oben senken sie sich in den vorderen Teil des Thalamus ein. Hier ist es also der Tractus sacco-thalamicus, welcher im Gegensatz zu der Forelle und *Coregonus*, der bedeutendste ist. Zu den Ganglia sacci vasculosi gelangen dann vielfach wenige Bündel gekreuzt oder ungekreuzt. Ihre Zellen sind meistens größer, und wo

der Kern gut ausgebildet ist (am schönsten bei *Limanda flesus* L.), stellt er eine hufeisenförmige Gruppe dar von riesigen Ganglienzellen, welche sich vom Tuberculum impar inferius an auf beiden Seiten nach unten herab ein wenig ausbreiten.

Bei den Haifischen zuletzt, begeben sich die mächtigen Tractus sacci vasculosi nach den beiden hier deutlich entwickelten Kernen, welche über dem Infundibulum miteinander durch einen starken Faserquerschnitt verbunden sind, die Commissura postinfundibularis inferior. Viele Saccusbündel ziehen aber an den Ganglia vorüber weiter nach oben, wie es scheint ohne sich zu kreuzen, und suchen auch hier das Thalamusdach auf. Ihnen gesellen sich Fasern aus den beiden Endstationen der Tractus sacci vasculosi zu.

Vielleicht daß die bei allen Fischen vorn im Thalamus eintauchenden Tractus sacco-thalamicus nach den Centren des Riechapparates ziehen und so eine sekundäre Verbindung des Saccus vasculosus mit dem Vorderhirn darstellen, auch kommen allen Fischen noch zwei den Saccuskernen entspringende, nach hinten gerichtete Züge zu, die Tractus tubero-posteriores. Wohin sie gelangen ist nicht zu sagen, sie sind bis über die Commissura ansulata zu verfolgen; entziehen sich aber bald der weiteren Beobachtung, bringen aber wohl motorische Centren der Medulla mit dem Saccus in Verbindung.

Ich habe nun soviel als möglich alle diese Verhältnisse in ein Schema eingetragen (Fig. 38). Es zeigt einen Sagittalschnitt nahe an der Mitte durch das Fischgehirn, nur muß man sich für die Teleostier die Hypophyse viel mehr nach vorn und ganz von dem Saccus getrennt denken. Das Infundibulum, der Recessus posterior und der Recessus mammillaris sind aufgeschnitten, wie es auch tatsächlich der Fall sein kann bei Teleostiern ebenso wie bei Selachiern. Die Hypophyse legt sich nur dicht an den Saccus, steht aber in keiner Weise mit ihm in Verbindung, Blutgefäße und Nerven trennen beide Organe. Weiter sind die efferenten Fasern des Saccus vasculosus bräunlich, die afferenten schwarz gehalten. Die efferenten Fasern ziehen als breiter Tractus von den Sinneszellen im Saccusepithel unter den Recessus posterior und über den Recessus mammillaris nach dem Ganglion, welches sich unter und bis in das Tuberculum impar inferius verbreitet. Ein wenig über der Stelle, wo die gestrichelte Linie, welche die mediane Grenze der Ventrikelhöhlen vorstellt, den Tractus sacci vasculosi überschreitet, liegt die Kreuzung der Saccusbündel bei der Forelle und dem *Coregonus*. Bei den Ganglia angelangt, ziehen Fasern weiter nach oben als Tractus sacco-thalamicus, nach hinten geht der Tractus tubero-posterior.

GOLDSTEIN (1905) läßt diesen Tractus bei Forelle und *Cyprinus* von einem neuen Kern, dem Nucleus posterior tuberis, entsenden; hierhin gelangen nach ihm auch gekreuzte und ungekreuzte Fasern des Nervus hypophyseos.

Ich habe nirgends einen bestimmten Nucleus an dieser Stelle aufgefunden, vielfach wird wohl durch die Zellenbekleidung des Sulcus impar inferior der Höhlung über dem Tuberculum impar inferius ein solcher hier vorgetäuscht, und ebensowenig sah ich Hypophysennerven in dieser Gegend irgendwo endigen; sie ziehen immer nach vorn, und da ich auch bei den Haien diese Kerne nicht wiederfinde und hier auch die Bündel, welche der Hypophyse entspringen oder darin endigen, einen andern Weg gehen, so wird das Vorhandensein dieses Nucleus posterior tuberis im Hypothalamus nicht wahrscheinlich.

Es hat KAPPERS außer bei *Gadus* und *Galeus* auch bei Ganoiden (1907) einen Tractus sacci vasculosi aufdecken können; er war bei *Amia* weniger als bei *Lepidosteus* entwickelt, war bei beiden Arten aber nicht weit zu verfolgen. Bei *Acipenser* ist er am ersten von GORONOWITSCH (1888) gesehen, er nannte das Ganglion nucleus »Gli« und sagt, dieser liege auf beiden Seiten in dem ventralen Teil der Wandung des Kanals, welcher die Lobi infundibuli mit dem Mittelhirnventrikel verbindet. Ein Faserbündel zieht von jedem Kern distal, dorsal von den Lobi infundibuli, und war teilweise bis in den Saccus vasculosus zu verfolgen. Später hat dann JOHNSTON (1902) diese Bahn wiedergefunden und auch ihren Ursprung aus dem Saccusepithel klargestellt; dazu war er es, welcher das zweite Fasersystem des Saccus erwähnt, die afferenten Bündel des Tractus thalamo-saccularis; es kommt nach ihm von Zellen in der Nähe des Corpus geniculatum und wurde auch bei *Amiurus* aufgefunden.

Weder bei *Amia* noch bei *Lepidosteus* wurde er aber von KAPPERS (1907) gesehen und auch bei *Petromyzon*, wo JOHNSTON ihn erwähnt, von SCHILLING und mir nicht wiedergefunden.

Da nun *Petromyzon*, den Amphibien und den höheren Tieren allen ein Sinnesepithel in der hinteren Infundibularwandung fehlt, wie es auch von keinem da erkannt worden ist, so darf es nicht wundernehmen, daß auch hier kein Tractus sacci vasculosi gefunden wurde, aber da diesen Tieren auch die Blutgefäße fehlen, welche sonst einen so untrennbaren Teil des Saccus vasculosus darstellen, so darf man erwarten, auch den diese Gefäße innervierenden Tractus thalamo-saccularis hier nicht wiederzufinden. Dennoch ist hier ein solcher nach

JOHNSTON bei *Petromyzon* vorhanden und nach BOCHENEK bei *Salamandra*.

Weiter sagt JOHNSTON (1906) darüber S. 285:

“In mammals there is a sac with epithelial lining and dorsal to it a thick mass containing numerous cells of doubtful character and a rich plexus of nerve fibers (BERKELEY, CAJAL). From this plexus fibers pass into the epithelium to end freely among its cells (CAJAL, GEMELLI). The nerve plexus is connected with the brain by a large tract which runs along the raphe of the tuber cinereum. The tract takes origin from a nucleus situated directly over the optic chiasma. The tract and nucleus correspond in position to the afferent tract and its nucleus in fishes. The epithelial sense cells and the tractus sacco-thalamicus have not been described in mammals.

In all classes of vertebrates this outgrowth of the brain wall is present and is provided with nervous elements. Although the structure has been very incompletely studied, enough is known from fishes, amphibia and mammals to indicate that the relations of the saccus are fairly constant in the vertebrate series.”

Schon oben habe ich dargetan wie wenig deutlich dieser Tractus thalamo-saccularis bei den Teleostiern zu erkennen ist. Einen bestimmten Zug gibt es eigentlich nicht; nur in GOLGI-CAJAL-Präparaten sieht man Fasern, welche ihren Ursprung in der Nähe der Opticuskreuzung haben, in den Saccus unter dem Epithel enden, und bei den Selachiern können immer noch Hypophysenfaser in diesen Tractus gemischt sein, und tatsächlich sah ich auch die Fasern, welche die Saccusgefäße innervieren, in Verbindung mit denjenigen, welche zu der Hypophyse treten. Die Bündel sind im Boden des Hypothalamus immer mehr oder minder zerstreut; niemals bilden sie ein in sich gut geschlossenes Fasersystem, weder auf Längs- noch auf Querschnitten leicht zu verfolgen.

Daher glaube ich auch, daß der oben genannte, bei den Amphibien und Mammalia gefundene Tractus thalamo-saccularis, nicht als solcher vorhanden ist, da es hier kein Sinnesepithel und keine Saccusgefäße gibt. Vielleicht sind es hier Fasern, welche teilweise die Hypophyse innervieren, teilweise den dem Recessus posterior homologen Teil der Infundibularhinterwand. Dieser Recessus, wie er auch so eigenartig bei den Haifischen entwickelt ist, bedarf noch näherer Forschung und gibt zu weiterer Untersuchung wohl Anlaß.

III. Die Blutgefäße des Saccus vasculosus.

Dieses Kapitel muß leider sehr unvollständig bleiben, da ich keine Gefäßinjektionen vorgenommen habe, nur was sich aus den vorhandenen Schnittserien erkennen ließ, werde ich hier zusammenfassen.

Dennoch zeigt sich ein wichtiges Ergebnis.

Die Blutversorgung des Saccus vasculosus ist eine doppelte, ein Netzwerk feiner Capillaren legt sich dicht unter sein Epithel, große weite Bluträume aber füllen die Höhlungen der Falten und Schläuche vollständig aus.

Am schönsten erkennt man dies an nach der Methode von GOLGI-CAJAL gefärbten Schnitten. Aus Fig. 37, Taf. XXXII, ist ersichtlich, wie hier bei der Forelle aus dem Infundibulum und den Mammillaria die Capillaren in den Saccus sich fortsetzen, wie sie überall unter dem Epithel ein Netz bilden und die großen von außen eingestülpten Räume der Falten umschlingen. Diese Räume sind auch sämtlich von Blut erfüllt und hängen an allen Seiten des Saccus miteinander zusammen.

Auch RABL-RÜCKHARDT (1883) sagt schon, daß ein weiter cavernöser sackförmiger Blutsinus den Saccus umspült und daß dieser Sinus vornehmlich im vorderen Teil von Bindegewebssepta durchsetzt ist. Diese Septa dürften wohl die Wandungen der Capillaren sein, welche ihm entgangen sind.

Außer bei *Trutta* habe ich ganz gleiche Bilder mit der genannten Methode bekommen bei *Gadus*, bei *Anguilla* und bei *Zoarces*, überall ist der Blutsinus bräunlich gefärbt, die feinen Capillaren aber dunkel bis schwarz sich dagegen abhebend.

Die Bluträume in den Falten stimmen überein mit denjenigen, welche sich am Außenrande des Saccus vorfinden. Die Capillaren dringen vielfach ins Epithel vor und legen sich zwischen die Zellen, wie es auch nach STUDNICKA beim Ventrikelpendym stattfindet, wo sie sogar bis ins Innere der Gehirnräume frei hineinragen können.

Woher stammen nun diese Capillaren und woher der geräumige Blutplexus?

Nur die Herkunft der Capillaren habe ich sicher beobachten können, sie hängen mit den feinsten Gefäßen des Infundibulums zusammen und bilden mit diesen ein System.

Aber woher der Blutsinus sein Blut empfängt, konnte ich nicht mit genügender Gewißheit bestimmen.

Bei 1 Tag alten *Trutta fario* L. gibt es noch keinen Sinus cephalicus, auch legen sich hier noch keine Gefäße an den Saccus; erst bei 25—30 mm langen Tieren ist der Saccus vasculosus ganz von Blutgefäßen umschlossen und dringt von diesen auch eines in die eben gebildete Falte ein, welches mit den außen anliegenden zusammenhängt. Aus welcher Blutbahn des Gehirns nun diese ihren Ursprung nehmen, habe ich an den vorhandenen Schnitten nicht feststellen können.

Auch bei 4 Tage alten *Coregonus* hat sich das in die Plica ventralis encephali eindringende Gefäß nicht zu einem Kopfsinus erweitert, ebensowenig bei 1 und 3 Tage alten Karpfen, aber während bei dem erwachsenen *Coregonus* der Saccus sehr blutreich ist, bleiben die Saccusgefäße beim Karpfen und *Leuciscus* zeitlebens ganz eng, obgleich auch hier der Unterschied zwischen den an dem Epithel eindringenden Capillaren und einem Blutsinus darunter zu erkennen war.

Bei *Muraena* aber legt sich schon am 3. Tag ein großer Sinus cephalicus an das ganze Infundibulum und den Saccus vasculosus (Fig. 11). Dieser Sinus ist eine erweiterte Querverbindung zwischen den embryonalen Arteriae mandibulares.

Auch bei *Anguilla* ist der Blutreichtum des Saccus schon frühzeitig ein sehr großer, ebenso bei den 14 mm langen *Gobius minutus* L. und den Embryonen des *Zoarces* von 30 mm Länge.

Ich sah bei diesen Arten von der Arteria basilaris nur Seitengefäße dorsal in der Medulla ihren Weg nehmen, nicht aber zu dem Saccus hinantreten. Die Capillaren kamen auch hier aus dem Infundibulum.

Wie aus dem abgebildeten Wandstück des Saccus von *Limanda* (Fig. 20) ersichtlich ist, gibt es auch bei diesem Organ die beiden Gefäßarten unter dem Sinnesepithel, die engen Capillaren sah ich niemals, auch nicht in andern Schnittserien, sich in den Blutsinus öffnen oder auf andre Weise mit ihm zusammenhängen. Bei den Selachiern liegen die Verhältnisse etwas anders. Einen so deutlichen Unterschied zwischen beiden Gefäßarten, wie bei den Teleostiern gibt es hier nicht; größere und kleinere Gefäße legen sich hier neben- und übereinander an den Saccus vasculosus (Fig. 12 u. 13), aber ein wirklicher Blutsinus wurde hier nicht aufgefunden. Bei *Raja* ist es deutlicher als bei *Acanthias*, wie außer den ganz dicht unter das Epithel dringenden Gefäßen noch eine zweite Schicht darüber liegt. Die oberen Blutbahnen stehen bisweilen mit den unteren in Verbindung, und haben vielleicht die gleiche Bedeutung wie der Sinus bei den Teleostiern.

Während der Saccus vasculosus von 11 cm langen *Raja*-Embryonen schon von einem reichen Gefäßnetz umspinnen wird, welches, wie ich glaube, aus der am hinteren Ende der Hypophyse entlang laufenden Bahn entspringt, sind bei den Embryonen von 3 cm Länge des *Acanthias* noch gar keine Blutgefäße an dieser Stelle zu erkennen; nur die Hypophyse wird von einem großen Blutleiter, dem Sinus hypophyseos versorgt, einem Teil des Sinus cephalicus, welcher hier aber als solcher nicht entwickelt ist.

Die nach vorn hakenförmig umgebogenen Außenenden der Arteria basilaris endigen blind, und auch von dort aus sehe ich keine Zweige an das Infundibulum herantreten. Nun finde ich auch bei erwachsenen Tieren, daß sich im Vordergrunde des Quergefäßes, welches die Pseudo-branchialarterien vereinigt, an der Stelle wo die beiden Carotides internae einander kreuzen und miteinander und mit der genannten Bahn zusammenhängen (Fig. 3) einige Löcher befinden, zwei bei *Acanthias*, drei bei *Mustelus*. Diese Löcher scheinen Zugänge zu Bluträumen der Hypophyse zu sein, wenigstens sah ich (Fig. 12) an der Stelle, wo das Organ vom angrenzenden Gewebe abgeschnitten wurde, ein Gefäß sich frei öffnen.

Die Gefäße der Hypophyse und wahrscheinlich nun auch des Saccus vasculosus stammen dann von der Arteria communicans posterior. Die internen Carotiden begeben sich noch weiter nach vorn als Arteriae cerebri, welche in der Nähe des Nervus opticus umbiegen und auf beiden Seiten, den Seiten des Thalamus entlang nach hinten ziehend, sich über dem Saccusende zur Arteria basilaris vereinigen.

Aus dem Sinus cephalicus entstehen nun, nach RÜCKERT (1888) und PLATT (1891), die Carotidenkreuzung und die Arteriae cerebri, und da der Sinus cephalicus, wenn vorhanden, sich so frühzeitig an den Saccus anlegt, läßt es sich wohl vermuten, daß auch später die Saccusgefäße aus der Carotidenkreuzung hervorgehen, oder wenn eine solche fehlt, aus der Arteria communicans posterior oder den Arteriae cerebri.

In der Literatur finde ich nun spärliche Angaben über diese Sache. So sagt GOTTSCHÉ (1835), daß die Mitte des Saccus vasculosus von Gefäßen versehen wird, welche durch das Foramen über die mittleren Ansula kommen, das Ende aber von Seitenzweigen der Arteria spinalis anterior. Mit dem ersten Gefäße sind wohl die Carotiden gemeint (?), die Arteria spinalis anterior ist die Arteria basilaris.

DOHRN (1886) gibt an, daß die bei den Teleostiern von den Pseudo-branchien abgehenden Gefäße dieselben sind wie bei den Selachiern;

sie vereinigen sich bei den Embryonen mit der Carotis posterior (communis) und setzen sich als interne Carotiden ins Innere der Schädelhöhle fort; später aber löst sich die Verbindung mit der Carotis posterior und stellen die internen Carotiden eine Queranastomose dar, welche aber vor der Hypophyse liegt; bei den Selachiern liegt überdies noch eine hintere Verbindung in der Kreuzung vor, und hier ist denn auch der Circulus arteriosus Willisi vollständig.

Es ist nun wohl dieser Circulus arteriosus, aus dem der Saccus sein Blut bekommt; wo aber die Seitenzweige zu ihm sich abspalten, weiß ich nicht zu sagen.

Vielfach geht nun die Arteria basilaris einfach aus der Arteria communicans posterior hervor (bei *Rana* und dem Menschen z. B.).

BING und BURCKHARDT (1905) erwähnen dies auch für *Ceratodus*. Aus der Arteria communicans posterior geht auch ein Zweig nach der Hypophyse ab, wie wir es bei *Acanthias* und *Mustelus* gefunden haben.

Die meisten Autoren leiten die Blutgefäße des Saccus aber von dieser Arteria basilaris her, was ich niemals beobachtet habe.

So heißt es bei BELA HALLER (1896) S. 61:

»Es beginnen nun aus der Arteria basilaris (bei Forellenembryonen) auch Gefäße an die Drüsenwand heranzuwachsen, die dann allmählich in die vorgebildeten Räume zwischen den Faltensystemen einwuchern und somit nicht als die Ursache von deren Bildung zu betrachten sind. Der enge Ausführungsteil der Drüse bleibt stets frei von Gefäßen. Damit ist auch der Zustand, wie es die völlig entwickelte Drüse zeigt, erreicht.

Wie ich es bei Selachiern deutlich zu beobachten Gelegenheit hatte, tritt ein Ast aus der Basilararterie zur Anlage der Infundibulardrüse heran, und verästelt sich auf derselben. Bei der Forelle spricht schon die enge Anlagerung des Organs an die Basilararterie während der Entwicklung deutlich dafür, daß die Vascularisation der Drüse nur von dieser Arterie aus erfolgt. Nach all dem, was ich beobachtet habe, muß ich annehmen, daß das mächtige Gefäßsystem der Infundibulardrüse kein Capillarnetz, sondern ein wahres Wundernetz ist. Die Endäste des zuführenden Gefäßes erweitern sich dabei in immenser Weise, durchziehen so von vorn nach hinten das ganze Gebilde und setzen sich hinten in die abführenden Gefäßäste fort, die wieder ihrerseits in die Vene einmünden.«

Aber auch die abführenden Gefäße war ich nicht imstande aufzufinden.

Inwieweit also BELA HALLERS Vorstellung richtig ist, muß einstweilen noch dahingestellt bleiben.

Eine andere Frage ist, ob die Capillaren mit diesem Wundernetz, mit dem Blutsinus also, in Verbindung treten. So weit die vorhandenen Präparate eine Deutung gestatten, glaube ich, daß es sich hier um zwei vollkommen getrennte Systeme handelt, einen arteriellen Plexus, und ein sich unterm Epithel ausspinnendes Capillarnetz.

Jedenfalls genügen diese Capillaren ganz für die Stoffwechselbedürfnisse des Saccusepithels, und muß den weiten Bluträumen, welche in die Falten eindringen, eine andre Deutung beigemessen werden, und zwar eine in Zusammenhang mit der Sinnesfunktion des Saccus vasculosus.

Schluß.

Fassen wir die wichtigsten Befunde der drei Kapitel noch einmal zusammen, so ergibt sich, daß der Saccus vasculosus ein Sinnesorgan ist, dessen Epithel niemals in absondernder Tätigkeit beobachtet wurde und sich nur aus Sinneszellen und den zwischen sie eingelagerten Stützzellen aufbaut.

Die Sinneszellen sind Krönchenzellen, welche ihre Ausläufer in die Tractus sacci-vasculosi senden. Zwei solcher Tractus ziehen ins Gehirn und endigen teilweise gekreuzt oder ungekreuzt an den in der Nähe des Tuberculum impar inferius des Haubenwulstes beiderseits gelegenen Ganglia sacci vasculosi, teilweise steigen sie, wohl immer nach Kreuzung, noch weiter nach oben und werden bis ins vordere Thalamusdach beobachtet. Von den Kernen gehen die Tractus tubero-posteriores nach hinten in die Medulla. Die sekundären Beziehungen sind also noch unbekannt. Einstweilen mag der Tractus sacco-thalamicus eine Verbindung darstellen mit dem Vorderhirn und also mit den Geruchscentren, oder Beziehungen mit den Kleinhirnbahnen nach dem oberen Thalamus bewirken. Der Tractus tubero-posterior begibt sich wohl nach den motorischen Centren in der Medulla, wie auch JOHNSTON vermutet.

Weiter legen sich außer Capillaren, welche den Stoffwechsel des Saccusepithels besorgen, ein reiches Geflecht darunter bildend, bei den Teleostiern noch ein großer Blutsinus, bei den Selachiern größere Gefäße in den Falten des Saccus vasculosus an, und diese stehen in Beziehung mit seiner Sinnesfunktion.

☞ Schön ausgebildet, falten- und blutreich ist das Organ bei den Selachiern und den meisten Seeteleostiern, am größten bei den beiden

Tiefseefischen, *Leucicorus* und *Bassozetus*; weniger vollkommen bei den Flußbewohnern, verschwindet er fast ganz bei den im seichten Wasser lebenden Fischen. Bei den letzteren wird der winzige Rest auch am spätesten angelegt, und auch bei *Acanthias* ist die Entwicklung den Rochen gegenüber sehr verzögert, und zweifellos hängt dies mit dem spät ins Freie kommen der jungen Tiere zusammen. Äußerst früh steht der Saccus aber ganz fertig und funktionsfähig da bei den Muränoiden und Anguilliden und vielen andern pelagischen Larven.

Bei den Muränoiden sind am Tage des Ausschlüpfens, die Sinneszellen schon ganz ausgebildet und legt sich ein mächtiger Sinus cephalicus an das Organ und das ganze Infundibulum an. Bei Leptocephalen und Glasaalen ist der Saccus vasculosus bald reich gefaltet und von viel Blut umspült, bleibt auf gleicher Höhe stehen, wenn die jungen Aale die Flüsse hinaufzuschwimmen anfangen, und die alten Tiere zeigen dann wieder Verhältnisse wie wir sie auch sonst bei Flußbewohnern auffinden.

Ohne Zweifel kommt auch dem homologen Infundibularorgan des *Amphioxus*, wo es schon bei jungen Larven bei noch offenem Neuroporus tätig ist, eine gleiche Deutung wie der Saccus vasculosus zu und ist vielleicht auch die Flimmergrube der Tunicaten nicht bloß ein analoges, sondern auch ein homologes Sinnesorgan.

Wenn wir nun jetzt die mögliche Funktion des Saccus betrachten, so darf man all diese Ergebnisse nicht außer acht lassen.

Es gibt drei Möglichkeiten:

1) Da die Sinneszellen mit ihren Krönchen ins Innere des Saccusraumes hervorragen, und diese also von Cerebrospinalflüssigkeit umspült werden, können sie von etwaigen Veränderungen in Druck oder Zusammensetzung dieser Flüssigkeit gereizt werden.

2) Die mächtige Gefäßversorgung kann nicht die Bedeutung haben nur den Gaswechsel der Zellen zu besorgen, vielmehr muß die Funktion des Saccus aufs engste mit dieser reichen Blutversorgung verknüpft sein.

3) Es kann dem Saccus vasculosus nur eine Bedeutung beigemessen werden in Verbindung mit dem Wasserleben der ihn aufweisenden Tiere; kein einziges Landtier hat dieses Sinnesorgan, noch wurden irgendwo die charakteristischen Krönchenzellen aufgefunden.

1) JOHNSTON, welcher zuerst sich für eine Sinnesnatur der Saccuszellen ausgesprochen hat, sagt über ihre Funktion folgendes (1906) S. 285:

“The only suggestion regarding its function is that it serves as an organ for controlling the character of the cerebrospinal fluid. Its

plentiful bloodsupply and its thin wall adapt it for secreting fluid into the brain ventricle. The existence of a double nerve supply, both centripetal and centrifugal, indicates that it does more than simply secrete. The ciliated cells must be regarded as sense cells and it is conceivable that they may be stimulated by changes of either pressure, density or chemical character in the cerebrospinal fluid. In reponse to these stimuli the saccus may secrete some specific constituents of the ventricular fluid. The tract which ends in the saccusepithelium would arouse or control this secretive activity."

Eine Secretion findet sich aber in dem Saccus sicher nicht vor, und ich sah die afferenten Fasern nur die Blutgefäße innervieren; so bleibt nur die Reizung durch die Cerebrospinalflüssigkeit übrig. Aber eine solche Deutung ohne weiteres trägt einerseits keine Rechnung mit dem verschiedenartigen Vorkommen, der wechselnden Ausbildung und der ungleichen Entwicklung des Saccus vasculosus bei den verschiedenen Fischarten, anderseits darf ein so feines und verwickelt gebautes Sinnesorgan, wie es z. B. bei den Seefischen sich vorfindet, wohl nicht nur den Zweck haben, die den Saccus und die Gehirnventrikel ausfüllende Flüssigkeit in ihrer Wirkung zu prüfen, da die Cerebrospinalflüssigkeit wohl immer ganz gleichmäßig zusammengesetzt und wenig wechselnd auch ziemlich bedeutungslos ist. Und dann wird man sich auch fragen, ist die Wirkung dieses Saftes bei den keinen Saccus habenden Landtieren denn eine so ganz andre?

2) Zweifellos muß der Saccus vasculosus funktionelle Beziehungen zu seinen großen Bluträumen haben, und JOHNSTON hat dies früher in seiner Arbeit über das *Acipenser*-Gehirn (1902) auch gemeint. Er läßt den Apparat auch den Blutdruck in den Gehirngefäßen kontrollieren, und es sollte indirekt auch die Wirkung des Herzens und des ganzen Blutdruckes im Leibe beeinflussen auf dem Wege des Vagus. Der Tractus tubero-posterior zieht dann wohl nach vasomotorischen Centren in der Medulla.

Der Verfasser erwähnte damals auch das Vorkommen der Saccus-sinneszellen in den größeren Gehirngefäßen, und dieser Befund hat ihn vielleicht eher zu obiger Auffassung geführt als der Bau des Saccus selbst. Nun, Krönchenzellen in den Blutgefäßen gibt es wohl nicht; und nach HUBER wird ein regelmäßiger Druck des Blutes in den Gehirngefäßen, wenigstens bei den Säugern, durch Fasern in den Wänden der Piaarterien gesichert.

Und da auch die Herzwirkung nicht nur für die Fische von höchster Bedeutung ist, so ist auch diese zweite Auffassung nicht ganz

befriedigend, denn warum hat z. B. der Hecht keinen Saccus, ist denn hier das Gehirn für Ungleichmäßigkeiten in dem Kreislauf wieder auf andre Weise geschützt? Und warum ist das Organ bei den Muränoiden so frühzeitig funktionsfähig schon auf einer Entwicklungsstufe, wenn es noch gar keine Gehirngefäße gibt?

In dem Saccus vasculosus, wie wir seinen Bau erkannt haben, liegt aber wirklich ein schöner Apparat vor für die Messung des Blutdruckes oder vielleicht besser noch für die Zusammensetzung des Blutes.

Füllen sich die größeren Gefäße strotzend mit Blut, so dringen die Epithelien der Saccuswände nahe aufeinander, und der zusammengepreßte Inhalt des Saccus setzt die Krönchen in Bewegung, welche diese Reize auf die Neurofibrillen übertragen können. Tatsächlich ist denn auch der Saccus vasculosus sehr wechselnd von Blut ausgefüllt, bisweilen ist er fast ganz leer, bald nähern sich aber die Wandzellen so sehr, daß gar kein Raum zwischen ihnen übrig bleibt. So konnte also die Änderung des Blutdruckes mechanisch perzipiert werden. Aber auch ein osmotischer Apparat ließe sich in dem Saccus denken, und es findet vielleicht eine Reizung durch die osmotischen Druckverschiedenheiten des Blutes statt; auch diese Wirkung des Saccus vasculosus muß eine ganz spezielle sein, und verschiedenartig je nach der Ausbildung des Organs.

3) Zuletzt das Wasserleben. Hierfür kommen folgende Reize in Betracht. Es können die Strömungen und die Schwingungen im Wasser empfunden werden, die Richtung und das Gleichgewicht im Wasser, der Druck, die Temperatur, die Gaslösung, vornehmlich der Sauerstoffgehalt und die Salzlösungen des Wassers.

Strömungen und Schwingungen, die Temperatur und die Salzlösungen können wohl nur äußerliche Sinnesorgane reizen, welche in der Epidermis oder in der Darmwandung liegen, also nicht den Saccus vasculosus.

Es gibt nun schon ein Organ für die Perception der Wasserströmungen, die Sinneszellen der Endhügel des Lateralorgans (HOFER), und die Schwingungen werden von dem Gehörorgan aufgefangen. Nervenendigungen in der Epidermis werden wohl den Temperaturwechsel empfinden, und die im Wasser gelösten Stoffe werden nach JOHNSTON von den sogenannten »Endbuds«, Nervenendorganen in der Mundhöhle, in den Kiemenlöchern und in dem Darm unterschieden.

Dem Gleichgewicht dient bekanntlich der statische Apparat; um die Richtung im Wasser aufzufinden, hat man aber, wie ich glaube, noch kein bestimmtes Sinnesorgan bei den Fischen gefunden. Doch

müssen die Fische sicher ihren Weg unterscheiden können, wie einige flußbewohnende Arten einen bestimmten Ort im Meer zur Laichzeit aufsuchen. Doch wie die Fische Süd und Nord oder Ost und West unterscheiden können, ist vorläufig nicht begreiflich, und daß der *Saccus vasculosus* für eine solche Orientation dienen sollte, dafür gibt es auch keinen einzigen Anhaltspunkt. Allein für die Richtung von oben nach unten, also für die Tiefe des Wassers, kommen zugleich andre Sachen mit in Betracht. Mit der Tiefe nimmt ja der Wasserdruck zu, und der Druck, unter welchem die Gaslösungen stehen.

Mit je 10 m vermehrt sich der Wasserdruck um 1 Atmosphäre, so daß die Tiere hierfür wohl empfindlich sein müssen.

Bleibt also noch immer der Druck des Wassers und der seiner Gaslösungen übrig, welche den *Saccus* reizen können.

Nach FUCHS sollte auch der Druck auf den Endhügel der Lateralorgane einwirken, aber doch wohl nur, wenn zugleich hiermit Strömungen im Wasser hervorgerufen werden.

Für das Messen des Druckes kann also der *Saccus vasculosus* noch in Betracht kommen, aber dies könnte nur auf dem Wege der Blutgefäße stattfinden, und das ist gar nicht unmöglich, und auch der Sauerstoffdruck des Wassers wird hier wohl perzipiert.

Mit dem erhöhten Druck und der niedrigen Temperatur nimmt die Konzentration des Sauerstoffes zu, und dies ist von höchster Bedeutung für den Blutdruck und den ganzen Kreislauf. Der mechanische Wasserdruck ist aber an und für sich bedeutungslos, da das Wasser den ganzen Fischleib durchdringt und Innen- und Außendruck bald gleich sind, wenn die Tiere nicht zu schnell sich von einer Wasserschicht in die andre begeben.

Und so mag vielleicht der *Saccus vasculosus* ein Organ sein, welches die Sauerstoffkonzentration des Wassers zu prüfen weiß, und auf diese Weise könnte der Fisch auch imstande sein, die ihm zusagende Tiefe des Wassers aufzufinden. Daher will ich das neue Sinnesorgan ein Tieforgan nennen, oder wenn man ein Fremdwort will, ein benthisches Organ¹.

So ist jedenfalls der reichlichen Blutversorgung des *Saccus* Rechnung getragen und wird auch nur bei Wassertieren das Vorhandensein eines solchen berücksichtigt.

Daß der *Saccus* aber nicht die Tätigkeit der Hypophyse reguliert, erkennt man sogleich, wenn man bedenkt, wie groß dieser Hirnanhang

¹ βένθος, Meerestiefe.

bei den Amphibien und *Ceratodus* wird, wo ein *Saccus vasculosus* aber fehlt. Beziehungen zu der Schwimmblase sind, wie es mir scheint, ausgeschlossen, da die Selachier keine Schwimmblase haben und es auch Teleostier mit großem *Saccus* gibt, welchen dieses Organ ebenso fehlt, wie z. B. *Anarrhichas*.

Wenn nun der *Saccus* als Tiefeorgan gedeutet wird, glaube ich auch, daß die oben beschriebenen Tatsachen auf befriedigende und nicht allzu gezwungene Weise ihre Erklärung finden.

Nun wird es verständlich, daß ein *Saccus* viel besser bei den Meeresbewohnern ausgebildet wird, als bei den Fischen der Flüsse und Binnengewässer; daß er erst spät in die Erscheinung tritt bei den letzteren und bei dem lebendig gebärenden *Acanthias*, wo er erst zur vollkommenen Entwicklung kommt, wenn die jungen Tiere den Mutterleib verlassen und ins Freie schwimmen.

Und so sehen wir auch die jungen Muränoiden, sobald sie die Eihüllen verlassen haben und als kleine Vorlarven tiefere Wasserschichten aufsuchen, mit einem schönen Tiefeorgan ausgestattet, und ebenfalls kommt das Organ bei den in größerer Tiefe lebenden älteren Leptocephalen bald zur weiteren Entfaltung, erreicht eine große Entwicklung, bleibt aber auf dieser Stufe nahezu stehen bei den jungen Glasaalen, sobald sie die Flüsse hinaufzuschwimmen anfangen. So fehlt auch dem *Amphioxus* und den Tunicaten kein Tiefeorgan, welches doch wohl für alle Meeresbewohner von Bedeutung sein muß, und in irgend einer Form wohl bei allen auftreten wird.

So sind vielleicht die Seitenorgane der Nemertinen, wo auch die Sinneszellen groß und bauchig sind und die vielen Sinneshaare auf einem Köpfchen tragen, und die Wimperorgane auf der Scheitelplatte der *Tornaria* und *Trochophora* auch Tiefeorgane. Hier sind die vorhandenen Haare aktiv nicht beweglich.

Aber ich darf nicht zu weit gehen, sonst würde noch alles was Sinneshaare trägt, Tiefeorgan werden.

Ich bin mir nun ganz bewußt, wie spekulativ die obigen Auseinandersetzungen sind, und wie wenig man eigentlich die Funktion eines Organs nur aus dem anatomischen Bau, der Entwicklung und dem Vorkommen schließen darf, aber wenn dies alles zu neuen Forschungen und vornehmlich auch zu experimentellen Untersuchungen über dieses so schöne und eigenartige Sinnesorgan Anlaß geben würde, so hätte dieser Schluß doch seinen Zweck nicht ganz verfehlt.

Leyden, im April 1910.

Literaturverzeichnis.

1908. PHELPS ALLIS, The Pseudobranchial and Carotid Arteries in the Gnathostome Fishes. Zool. Jahrbücher, Abt. Anat. u. Ontog. Bd. XXVII.
1897. APÁTHY, Das leitende Element des Nervensystems und seine topographischen Beziehungen zu den Zellen. Mitt. aus der Zool. Station zu Neapel. Bd. XII. H. 4. 1897.
1889. AYERS, The Morphology of the Carotids, based on a Study of the Bloodvessels of *Chlamydoselachus anguineus* Garman. Bulletin of the Museum of Comp. Zoölogy at Harvard College in Cambridge. Vol. XVII. 1889.
1905. BALLOWITZ, Die Riechzellen des Flußneunauges (*Petromyzon fluviatilis* L.). Archiv für mikrosk. Anatomie und Entwicklungsgeschichte. Bd. LXV. 1905.
1908. BIELSCHOWSKY, Eine Modifikation meines Silberimprägnationsverfahrens zur Darstellung der Neurofibrillen. Journal für Psychologie und Neurologie. Bd. XII. 1908.
1905. BING und BURCKHARDT, Das Centralnervensystem von *Ceratodus fosteri*. Zool. Forschungsreisen in Australien und dem Malaiischen Archipel von SEMON. Lief. 24. Bd. I. *Ceratodus*.
1901. BOEKE, Die Bedeutung des Infundibulums in der Entwicklung der Knochenfische. Anat. Anzeiger. Bd. XX. Nr. 1. 1901.
- 1902a. — On the development of the entoderm, of KUPFFER's vesicle, of the mesoderm of the head and of the infundibulum in *Muraenoids*. Kon. Acad. van Wetensch. Amsterdam Proceedings 1902.
- 1902b. — Über das Homologon des Infundibularorgans bei *Amphioxus*. Anat. Anzeiger. Bd. XXI. Nr. 15. 1902.
1903. — Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der Teleostier. II. Die Segmentierung des Kopfmesoderms, die Genese der Kopfhöhlen, das Mesectoderm der Ganglienleisten und die Entwicklung der Hypophyse bei den Muränoiden. PETRUS CAMPER Dl. II. Afl. 4. 1903.
1908. — Das Infundibularorgan im Gehirn des *Amphioxus*. Anat. Anzeiger. Bd. XXXII. H. 19/20. 1908.
1908. BOTEZAT, Die sensiblen Nervenendapparate in den Hornpapillen der Vögel im Zusammenhang mit Studien zur vergleichenden Morphologie und Physiologie der Sinnesorgane. Anat. Anzeiger. Bd. XXXIV. Nr. 19. 1909.
1891. BURCKHARDT, Untersuchungen am Hirn und Geruchsorgan von Triton und *Ichthyophis*. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. LII. H. 3. 1891.
1890. BÜRGER, Untersuchungen über die Anatomie und Histologie der Nemertinen nebst Beiträgen zur Systematik. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. L. 1890.
1905. CARAZZI, Sul sistema arterioso di *Selache maxima* e di altri *Squalidi*. Anat. Anzeiger. Bd. XXVI. Nr. 25. 1905.
1902. CATOIS, Recherches sur l'histologie et l'anatomie microscopique de l'encephale chez les poissons. Bulletin Scientifique de la France et de la Belgique. T. XXXVI. 1902.

1901. E. VON CYON, Zur Physiologie der Hypophyse. PFLÜGERS Archiv für die gesamte Physiologie. Bd. LXXXVII. 1901.
1886. DOHRN, Studien zur Urgeschichte des Wirbeltierkörpers XI. Spritzlochkieme der Selachier, Kiemendeckelkieme der Ganoiden, Pseudobranchie der Teleostier. Mitt. aus der Zool. Station zu Neapel. Bd. VII. H. 1. 1886.
1899. ECKERS und WIEDERSHELMS Anatomie des Frosches. Neu bearbeitet von GAUPP. Abt. II. 2. Aufl. 1899.
1895. EDINGER, Untersuchungen über die vergleichende Anatomie des Gehirns. 2. Das Zwischenhirn. Abh. der SENCKENBERGischen naturforschenden Gesellschaft. Bd. XVIII. 1895.
- 1904—08. — Vorlesungen über den Bau der nervösen Centralorgane des Menschen und der Tiere. Bd. I. 1904. Bd. II. 1908.
- 1898—1901. GEGENBAUR, Vergleichende Anatomie der Wirbeltiere mit Berücksichtigung der Wirbellosen. Bd. I. 1898. Bd. II. 1901.
- 1907a. GENTES, Lobe nerveux de l'hypophyse et sac vasculaire. Compt. rend. hebdom. des séances et des mémoires de la Société de Biologie. 1907. T. I.
- 1907b. — La glande infundibulaire des Vertébrés. Réunion biologique de Bordeaux. Juillet 1907. Compt. rend. hebdom. des séances et des mémoires de la Société de Biologie. 1907. T. II.
1908. — Développement comparé de la glande infundibulaire et des plexus choroïdes dorsaux chez la Torpille. Compt. rend. hebdom. des séances et des mémoires de la Société de Biologie 1908. T. I.
1904. GIERSE, Untersuchungen über das Gehirn und die Kopfnerven von *Cyclothone acclinidens*. GEGENBAURS Morphologisches Jahrbuch. Bd. XXXII. H. 4. 1904.
1905. GOLDSTEIN, Untersuchungen über das Vorderhirn und Zwischenhirn einiger Knochenfische. Archiv für mikrosk. Anatomie und Entwicklungsgeschichte. Bd. LXVI. 1905.
1888. GORONOWITSCH, Das Gehirn und die Cranialnerven von *Acipenser ruthenus*. Morphologisches Jahrbuch. Bd. XIII. H. 3/4. 1888.
1835. GOTTSCHKE, Vergleichende Anatomie des Gehirns der Grätenfische. MÜLLERS Archiv für Anatomie, Physiologie und wiss. Medizin. 1835.
1902. GRÖNBERG, Die Ontogenese eines niedern Säugergehirns nach Untersuchungen an *Erinaceus europaeus*. Zool. Jahrbücher, Abt. für Anatomie. Bd. XV. 1902.
1896. B. HALLER, Untersuchungen über die Hypophyse und die Infundibularorgane. Morphologisches Jahrbuch. Bd. XXV. H. 1. 1896.
1909. HELD, Die Entwicklung des Nervengewebes bei den Wirbeltieren. 1909.
1892. HERRICK, Additional Notes on the Teleost. Brain. Anat. Anzeiger. Bd. VII. Nr. 13 u. 14. 1892.
1908. HIRSCH-TABOR, Über das Gehirn von *Proteus sanguineus*. Archiv mikrosk. Anat. und Entwicklungsgeschichte. Bd. LXXII. 1908.
- 1901—1903. HOCHSTETTER, Die Entwicklung des Blutgefäßsystems. HERTWIGS Handbuch der vergl. und exp. Entwicklungslehre der Wirbeltiere. Bd. III. 2. T. 1901—1903.
1901. HOLT, Observations on the Development of the Teleostean Brain. Zool. Jahrbücher. Abt. für Anatomie. Bd. IV. 1891.

1872. HYRTL, Die Kopfarterien der Haifische. Denkschriften der Kais. Akademie der Wissenschaften Wien. Math.-Naturw. Klasse. Bd. XXXII. Abt. I. 1872.
1906. IHLE, Bydragen tot de kennis van de Morphologie en Systematiek der Appendicularien. Proefschrift. 1906.
1905. JOHANSEN, Remarks on the life history of the young post-larval eel (*Anguilla vulgaris* Turt.). Meddelelser fra Kommissioner for Havundersøgelser. Serie Fiskerie. Bd. I. No. 6. 1905.
- 1902a. JOHNSTON, The Brain of Acipenser. A Contribution to the Morphology of the Vertebrate Brain. Zool. Jahrb. Abt. für Anat. Bd. XV. 1902.
- 1902b. — The brain of Petromyzon. The Journal of comp. Neurology. Vol. XII. Nr. 1. 1902.
1906. — The Nervous System of Vertebrates Philadelphia. 1906.
1887. JULIN, Des origines de l'aorte et des carotides chez les poissons Cyclostomes. Anat. Anzeiger. Bd. II. Nr. 8. 1887.
1906. ARIENS KAPPERS, The Structure of the Teleostean and Selachian Brain. Journ. of compar. Neurology and Psychology. Bd. XVI. 1. 1906.
1907. — Untersuchungen über das Gehirn der Ganoiden *Amia calva* und *Lepidosteus osseus*. Abh. der SENCKENBERGischen Naturforschenden Gesellschaft. Bd. XXX. H. 3. 1907.
1905. KELLICOT, The development of the Vascular System of *Ceratodus*. Anat. Anzeiger. Bd. XXVI. No. 7/8. 1905.
1895. KINGSBURY, Brain of *Necturus maculatus*. The Journal of Comp. Neurologie. Vol. V. 1895.
1893. C. v. KUPFFER, Studien zur vergleichenden Entwicklungsgeschichte des Kopfes der Cranioten. 1. Heft. Die Entwicklung des Kopfes von *Acipenser sturio*. 1893.
- 1894a. — 2. Heft. Die Entwicklung des Kopfes von *Ammocoetes planeri*. 1894.
1895. — 3. Heft. Die Entwicklung der Kopfnerven von *Ammocoetes planeri*. 1895.
1900. — 4. Heft. Zur Kopfentwicklung von *Bdellostoma*. 1900.
- 1894b. — Die Deutung des Hirnanhanges. Sitzungsberichte der Gesellschaft für Morphologie und Physiologie in München. 1894.
- 1903—1905. — Die Morphogenie des Centralnervensystems. HERTWIGS Handbuch der vergleichenden und experimentellen Entwicklungslehre der Wirbeltiere. Bd. II. T. 3. 1903—1905.
1909. RAY LANKESTER, A Treatise on Zoology. Part IX. Vertebrata craniata. First Fascicle: Cyclostomes and Fishes by E. S. GOODRICH. 1909.
1894. LUNDBORG, Die Entwicklung der Hypophysis und des Saccus vasculosus bei Knochenfischen und Amphibien. Zool. Jahrbücher. Abt. für Anatomie. Bd. VII. H. IV. 1894.
1891. MALME, Studien über das Gehirn der Knochenfische. Bihang till K. Svenska Vet. Akad. Handlingar. Bd. XVII. Afd. IV. Nr. 3. 1891.
1897. MAYER, Das Centralnervensystem von *Ammocoetes*. Anat. Anzeiger. Bd. XIII. Nr. 24. 1897.
1882. MAYSER, Vergl. anatomische Studien über das Gehirn der Knochenfische mit besonderer Berücksichtigung der Cyprinoiden. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. XXXVI. H. 2. 1882.

1900. METCALF, Notes on the Morphology of the Tunicata. Zool. Jahrbücher. Abt. Anat. u. Ontog. Bd. XIII. H. 4. 1900.
1871. WILHELM MÜLLER, Über Entwicklung und Bau der Hypophysis und des Processus infundibuli cerebri. Jenaische Zeitschrift für Medizin und Naturwissenschaft. Bd. VI. 1871.
1906. NEUMAYER, Histogenese und Morphogenese des peripheren Nervensystems der Spinalganglien und des Nervus sympathicus. HERTWIGS Handbuch der vergleichenden und experimentellen Entwicklungslehre der Wirbeltiere. Bd. II. T. 3. 1906.
1899. PETER, Das Centrum für die Flimmer- und Geißelbewegung. Anat. Anzeiger. Bd. XV. Nr. 14. 15. 1899.
1891. PLATT, A Contribution to the Morphology of the Vertebrate Head based on a study of *Acanthias vulgaris*. Journal of Morphology. Vol. V. 1891.
1883. RABL-RÜCKHARD, Das Großhirn der Knochenfische und seine Anhangsgebilde. Archiv für Anatomie und Entwicklungsgeschichte. 1883.
1892. RAFFAELE, Ricerche sullo sviluppo del sistema vascolare nei Selacei. Mitt. aus der Zool. Station zu Neapel. Bd. X, H. 3. 1892.
1893. RETZIUS, Studien über Ependym und Neuroglia. Das Gehirn und das Auge von *Myxine*. Biol. Untersuchungen. Neue Folge. 1893.
1895. — Über ein dem Saccus vasculosus entsprechendes Gebilde am Gehirn des Menschen und anderer Säugetiere. Biol. Untersuchungen. Neue Folge. VII. 1895.
1896. SAUERBECK, Beiträge zur Kenntnis vom feineren Bau des Selachierhirns. Anat. Anzeiger. Bd. XII. Nr. 2. 1896.
1907. SCHILLING, Über das Gehirn von *Petromyzon fluviatilis*. Abh. der SENCKENBERGischen Naturforschenden Gesellschaft. Bd. XXX. H. 3. 1907.
- 1898—1904. SEELIGER, Tunicata BRONNS Klassen und Ordnungen des Tierreichs. Bd. III, Suppl. 1898—1904.
1868. STIEDA, Studien über das centrale Nervensystem der Knochenfische. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. XVIII. H. 1. 1868.
- 1899a. STUDNĚKA, Über Flimmer- und Cuticularzellen mit besonderer Berücksichtigung der Centrosomenfrage. Sitzungsberichte der kön. böhm. Gesellschaft der Wissenschaften. Math. Naturw. Klasse. 1899.
- 1899b. — Über das Ependym des Centralnervensystems der Wirbeltiere. (Vorläufige Mitteilung.) Sitzungsberichte der königl. böhm. Gesellschaft der Wissenschaften. Math. Naturw. Klasse. 1899.
1900. — Untersuchungen über den Bau des Ependyms der nervösen Centralorgane. Anat. Hefte. Arbeiten aus Anat. Instituten. Heft XLVIII. 1900.
1901. — Einige Bemerkungen zur Histologie der Hypophysis cerebri. Sitzungsberichte der königl. böhm. Gesellschaft der Wissenschaften. Math. Naturw. Klasse. XXXII. 1901.
1906. TROJAN, Ein Beitrag zur Morphologie des Tiefseefischgehirns. Memoirs of the Museum of Comp. Zoölogy at Harvard College. Vol. XXX. Nr. 3.
1887. WALDSCHMIDT, Beitrag zur Anatomie des Centralnervensystems und des Geruchsorgans von *Polypterus bichir*. Anat. Anzeiger. Bd. II. Nr. 11. 1887.

1907. WALLENBERG, Beiträge zur Kenntnis des Gehirns der Teleostier und Selachier. Anat. Anz. Bd. XXXI. Nr. 15/16. 1907.
1905. ZIEHEN, Morphogenie des Centralnervensystems der Säugetiere. Die Histogenese von Hirn- und Rückenmark. Entwicklung der Leitungsbahnen und der Nervenkerne bei den Wirbeltieren. HERTWIGS Handbuch der vergleichenden und experimentellen Entwicklungslehre der Wirbeltiere. Bd. II. T. 3. 1905.

Erklärung der Abbildungen.

Allgemeine Bezeichnungen:

<i>Art.bas</i> , Arteria basilaris;	<i>Med</i> , medianes Bündel des Tractus sacco-thalamicus;
<i>Art.cer</i> , Arteria cerebri;	<i>N.sac.vasc</i> , Nervus sacci vasculosi;
<i>Art.ps</i> , Arteria pseudobranchialis;	<i>Opt</i> , Nervus opticus;
<i>Bl</i> , Blutgefäße;	<i>Ocul</i> , Nervus oculomotorius;
<i>Bl.sin</i> , Blutsinus;	<i>Rec.hyp</i> , Recessus hypophyseos;
<i>Car.comm</i> , Carotis communis;	<i>Rec.lat</i> , Recessus lateralis;
<i>Car.int</i> , Carotis interna;	<i>Rec.mam</i> , Recessus mammillaris;
<i>Ch</i> , Chorda;	<i>Rec.opt</i> , Recessus opticus;
<i>Comm.ant</i> , Commissura anterior;	<i>Rec.post</i> , Recessus posterior;
<i>Comm.cer</i> , Commissura cerebellaris;	<i>Sac.vasc</i> , Saccus vasculosus;
<i>Comm.hab</i> , Commissura habenularis;	<i>Sin.ceph</i> , Sinus cephalicus;
<i>Comm.inf</i> , Commissura postinfundibularis inferior;	<i>Spir</i> , Spiraculum;
<i>Comm.post</i> , Commissura posterior;	<i>Tr.olf.lob.lat</i> , Tractus olfacto-lobaris lateralis;
<i>Ep</i> , Epiphyse;	<i>Tr.sac.thal</i> , Tractus sacco-thalamicus;
<i>Gl.sac.vasc</i> , Ganglion sacci vasculosi;	<i>Tr.sac.vasc</i> , Tractus sacci-vasculosi;
<i>Hyp</i> , Hypophyse;	<i>Tr.thal.sac</i> , Tractus thalamo-saccularis;
<i>Inf</i> , Infundibulum;	<i>Tr.tub.post</i> , Tractus tubero-posterior;
<i>Kap</i> , Capillaren;	<i>Tub.imp</i> , Tuber impar inferius.
<i>Lob.lat</i> , Lobus lateralis;	

Tafel XXIX.

Fig. 1. *Coregonus oxyrhynchus* L. Ventrale Ansicht des Gehirns. Vergr. 2.

Fig. 2. *Perca fluviatilis* L. Dieselbe Vergr. 2.

Fig. 3. *Squalus acanthias* L. Ventrale Ansicht des Hypothalamus und der zutretenden Gehirnarterien. Nat. Gr.

Fig. 4. *Trutta iridea*. 1jährig. Sagittaler Schnitt nahe bei der Mittellinie durch den Saccus vasculosus und den Hypothalamus. BIELSCHOWSKY-POLLACK. 10 μ . Vergr. 26. Der Tractus sacci vasculosi bräunlich.

Fig. 5. *Perca fluviatilis* L. Sagittaler Schnitt nahe bei der Mittellinie durch den Saccus vasculosus. Sublimat-Eisessig. HELD. Molybdänhämatoxylin. 10 μ . Vergr. 26.

Fig. 6. *Cyprinus carpio* L. 9,5 cm. Medianer Längsschnitt durch das

Infundibulum. Sublimat-Eisessig. HEIDENHAINSCHEs Hämatoxylin, Eosin. 5 μ . Vergr. 26.

Fig. 7. *Cyprinus carpio* L. 3 Tage alt. Medianer Längsschnitt durch das Gehirn. HERMANN-Sublimat, HEIDENHAINSCHEs Hämatoxylin, Eosin. 5 μ . Vergr. ZEISS, Oc. 2, Obj. A.

Fig. 8. *Anguilla anguilla* L. Sagittaler Schnitt nahe der Mittellinie durch den Hypothalamus und den Saccus vasculosus. Sublimat-Eisessig. HEIDENHAINSCHEs Hämatoxylin, Eosin. 10 μ . Vergr. 26.

Fig. 9. *Zoarcus viviparus* L. Medianer Längsschnitt durch den Saccus vasculosus. Sublimat-Eisessig. HELD, Molybdänhämatoxylin. 5 μ . Vergr. 26.

Fig. 10. *Squalus acanthias* L. 3 cm. Medianer Längsschnitt durch den Kopf des Embryos. Sublimat-Formol, HEIDENHAINSCHEs Hämatoxylin, Eosin. 5 μ . Vergr. 17.

Tafel XXX.

Fig. 11. Muränoide, 4. Tag der Entwicklung, eben ausgeschlüpft. Medianer Längsschnitt durch den Kopf. Sublimat-Eisessig. HEIDENHAINSCHEs Hämatoxylin, Eosin. 5 μ . Vergr. ZEISS, Oc. 4, Obj. A.

Fig. 12. *Squalus acanthias* L. Medianer Längsschnitt durch den Saccus vasculosus. BIELSCHOWSKY-POLLACK. 15 μ . Vergr. 14.

Fig. 13. *Squalus acanthias* L. Querschnitt durch den vorderen Teil des Saccus vasculosus BIELSCHOWSKY. Pyridine-Vorbehandlung. 15 μ . Vergr. 26.

Fig. 14. *Trutta iridea*, 1jährig. Sinneszellen aus dem Saccus vasculosus. Cajal, 1%iges Silbernitrat. Vergr. ZEISS, Oc. 4, Hom. Imm. 1/12.

Fig. 15. *Trutta fario* L. 25—30 mm. Junge Sinneszellen aus dem Saccus vasculosus. Sublimat-Formol, HEIDENHAINSCHEs Hämatoxylin, Eosin. 5 μ . Vergr. ZEISS, Oc. 4, Hom. Imm. 1/12.

Fig. 16. *Muraenoide*. Anfang des 3. Tages der Entwicklung. Querschnitt durch vier junge Sinneszellen des Saccus vasculosus. Sublimat-Eisessig, HEIDENHAINSCHEs Hämatoxylin, Eosin. 5 μ . Vergr. ZEISS, Oc. 4, Hom. Imm. 2 mm.

Fig. 17. *Raja clavata* L. Sinneszelle aus dem Saccus vasculosus. Sublimat-Salpetersäure, Goldchlorid. 5 μ . Vergr. ZEISS, Oc. 4, Hom. Imm. 1/12.

Fig. 18. *Zoarcus viviparus* L. a, Querschnitt durch das Gehirn und den Saccusstiel nach der Linie a—b der Fig. 9. Sublimat-Formol, HEIDENHAINSCHEs Hämatoxylin, Eosin. 10 μ . Vergr. 11.

b, Der Saccusstiel mit dem Nervus sacci vasculosi. Vergr. Oc. 4, Obj. A.

Fig. 19. *Zoarcus viviparus* L. Drei Sinneszellen aus dem Saccus vasculosus von oben gesehen, zwei auf die Köpfchen eingestellt. Sublimat-Formol, HEIDENHAINSCHEs Hämatoxylin, Eosin. 10 μ . Vergr. ZEISS, Komp.-Oc. 12, Hom. Imm. 1/12.

Tafel XXXI.

Fig. 20. *Limanda flesus* L. Stück der Wandung des Saccus vasculosus. Sublimat-Eisessig, HEIDENHAINSCHEs Hämatoxylin, Eosin. 5 μ . Vergr. ZEISS, Oc. 4, Hom. Imm. 2 mm.

Fig. 21. *Trutta iridea*, 1jährig. Sinneszellen aus dem Saccus vasculosus. GOLGI-CAJAL 125 μ . Vergr. ZEISS Oc. 4, Obj. D.

Fig. 22. *Trutta iridea*. 1jährig. Dieselbe 100 μ . Vergr. ZEISS Oc. 4, Obj. D.

Fig. 23. *Trutta iridea*. 1 jährig. Dieselbe 150 μ . Vergr. ZEISS, Oc. 4 Obj. D.

Fig. 24. *Gadus morrhua* L. 20 cm. Saccus vasculosus und Tractus sacci vasculosi. GOLGI-CAJAL 150 μ . Vergr. ZEISS Oc. 1, Obj. A.

Fig. 25. *Trutta fario* L. 1 jährig. Querschnitt durch den Hypothalamus und den Tractus sacci vasculosi. BIELSCHOWSKY-POLLACK. 10 μ . Vergr. 26.

Fig. 26—28. *Trutta fario* L. Derselbe. Etwas weiter nach vorn.

Fig. 29. *Trutta iridea*. 1 jährig. Horizontalschnitt durch den Hypothalamus und die Kreuzung der Tractus sacci vasculosi. BIELSCHOWSKY. Pyridine-Vorbehandlung. 10 μ . Vergr. 26.

Fig. 30. *Gadus morrhua* L. 20 cm. Querschnitt durch den Hypothalamus. Sublimat-Eisessig. HELD, Molybdänhämatoxylin. 10 μ . Vergr. 26.

Fig. 31. *Gadus morrhua* L. Derselbe. Etwas weiter nach vorn.

Tafel XXXII.

Fig. 32. *Raja clavata* L. 11 cm. Medianer Längsschnitt durch den Hypothalamus. Formol-Alkohol. BIELSCHOWSKY-POLLACK. 10 μ . Vergr. 24.

Fig. 33. *Raja clavata* L. 11 cm. Querschnitt durch das Gehirn auf der Höhe der Commissura postinfundibularis inferior. BIELSCHOWSKY-POLLACK. 10 μ . Vergr. 17.

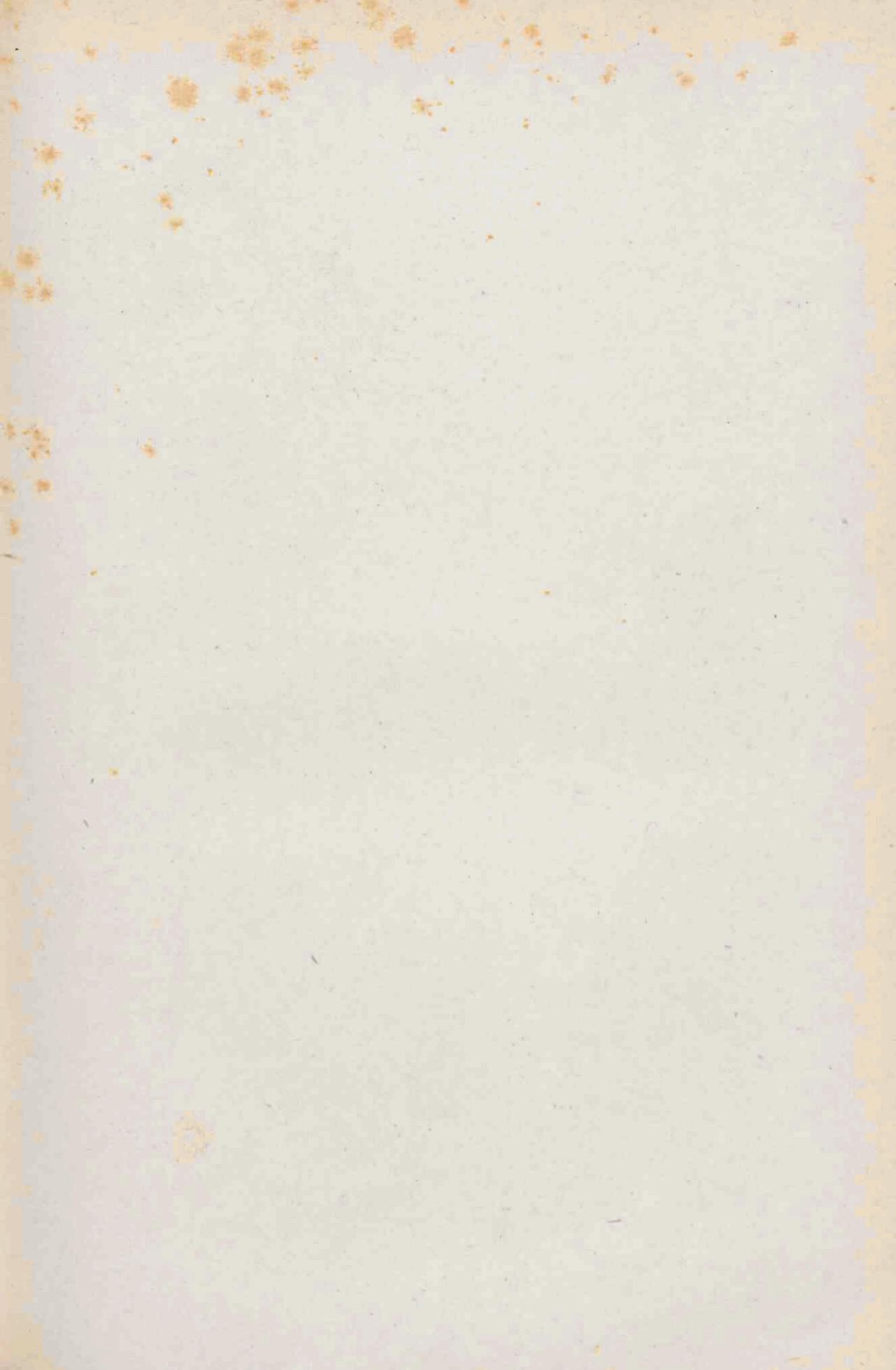
Fig. 34. *Squalus acanthias* L. Querschnitt durch den Hypothalamus und Recessus posterior. BIELSCHOWSKY. Pyridin-Vorbehandlung. 15 μ . Vergr. 17.

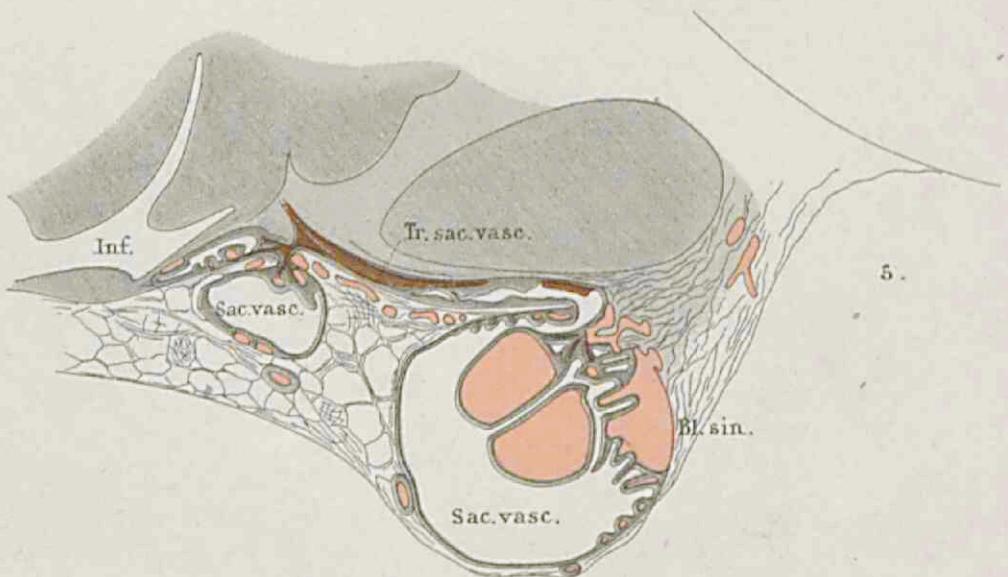
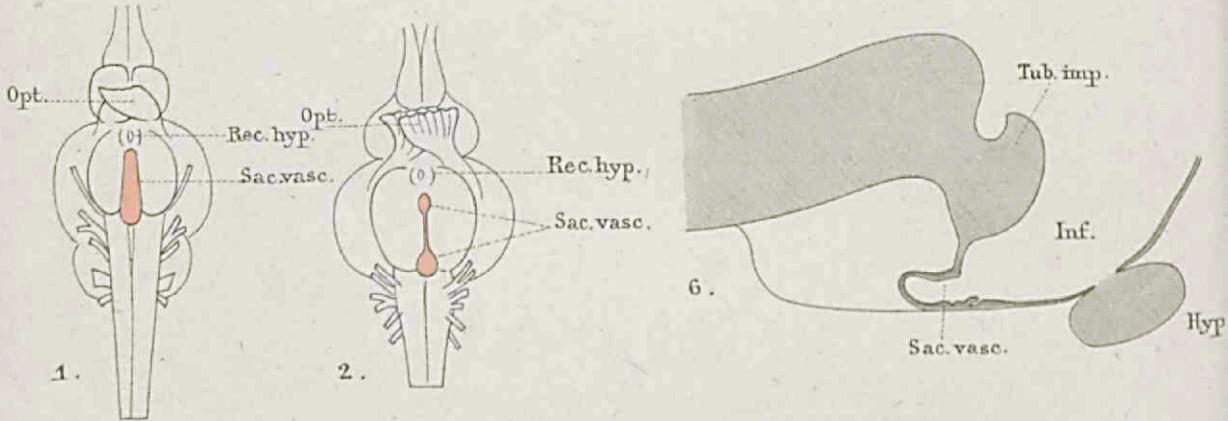
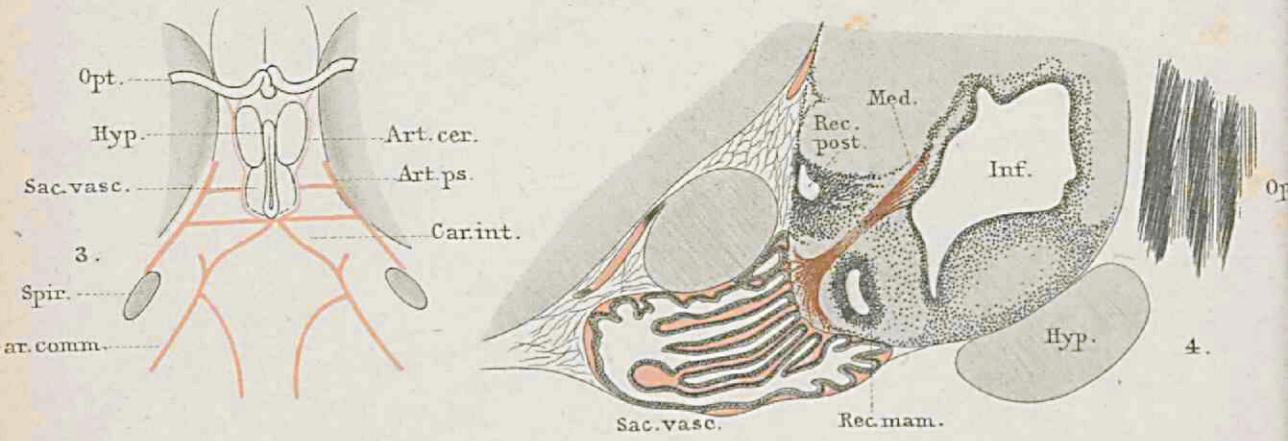
Fig. 35. *Squalus acanthias* L. Derselbe. Etwas weiter nach vorn.

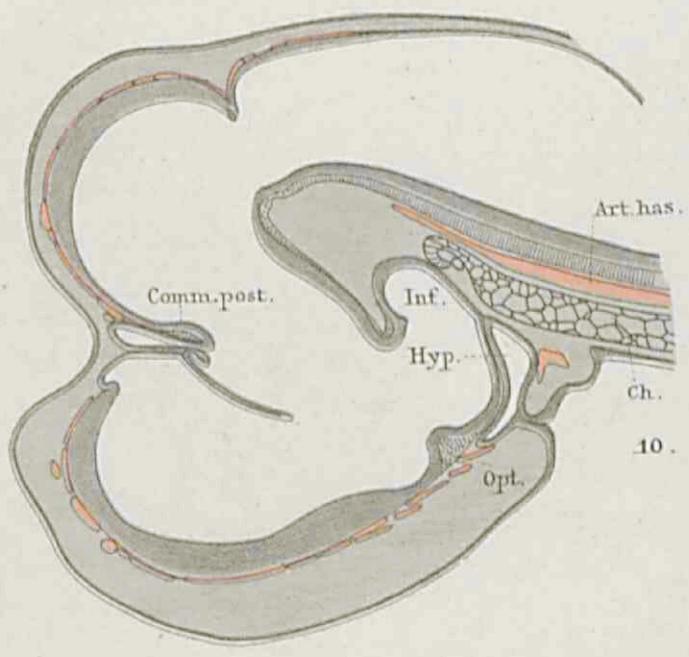
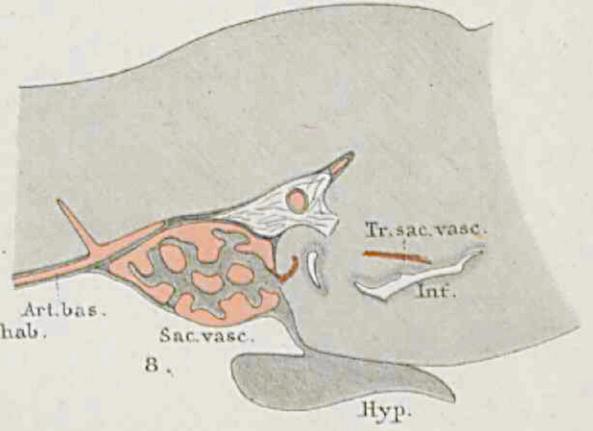
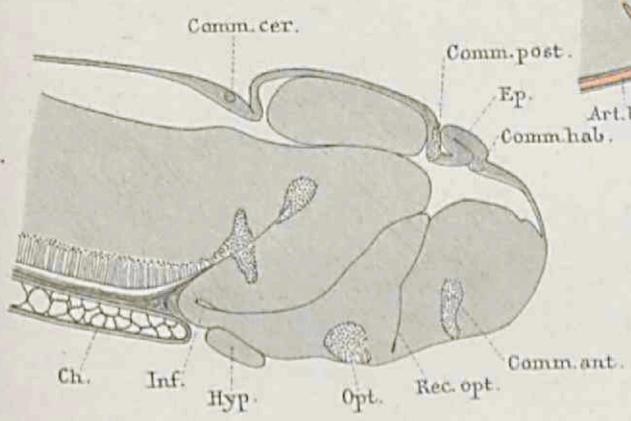
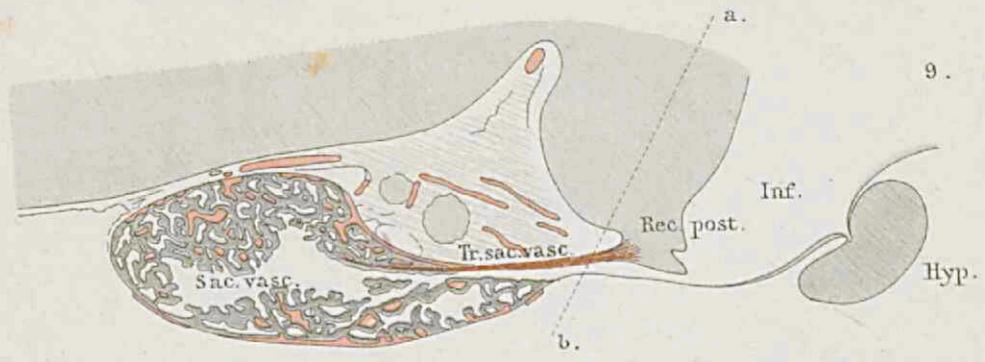
Fig. 36. *Trutta iridea*. 1 jährig. Sagittalschnitt durch den Saccus vasculosus und den Tractus thalamo-saccularis. GOLGI-CAJAL. 125 μ . Vergr. ZEISS Oc. 1. Obj. A.

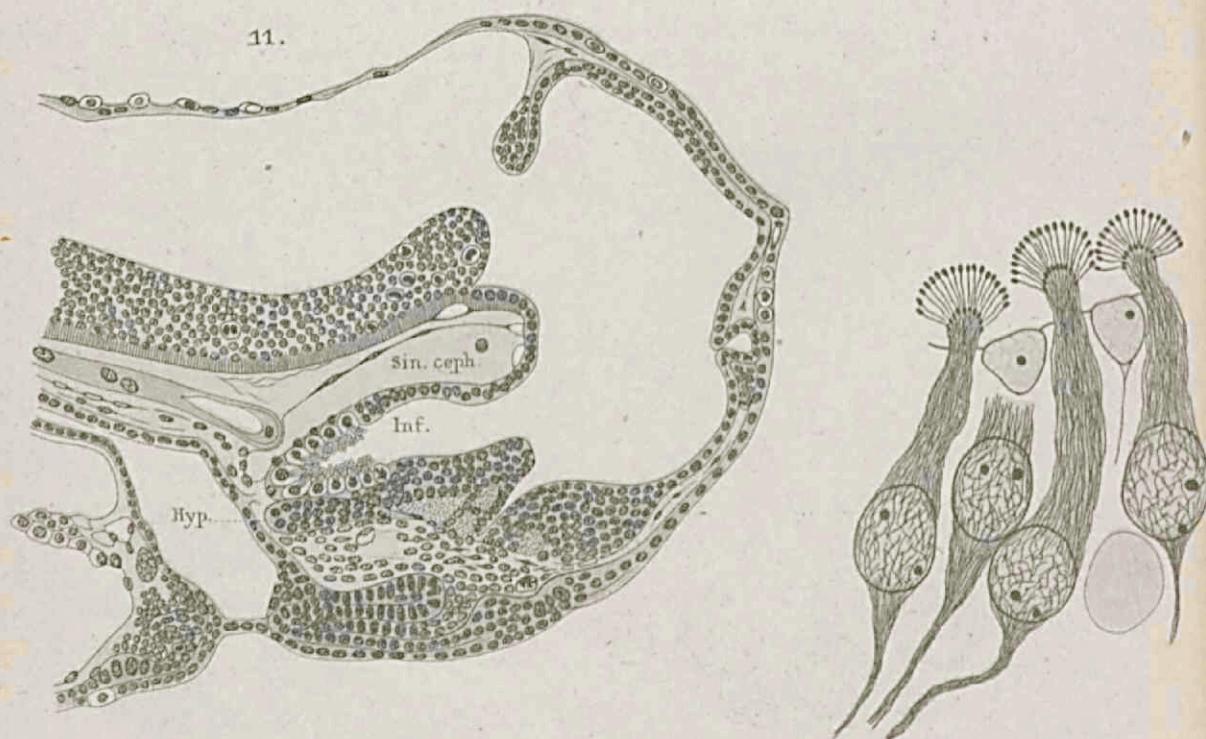
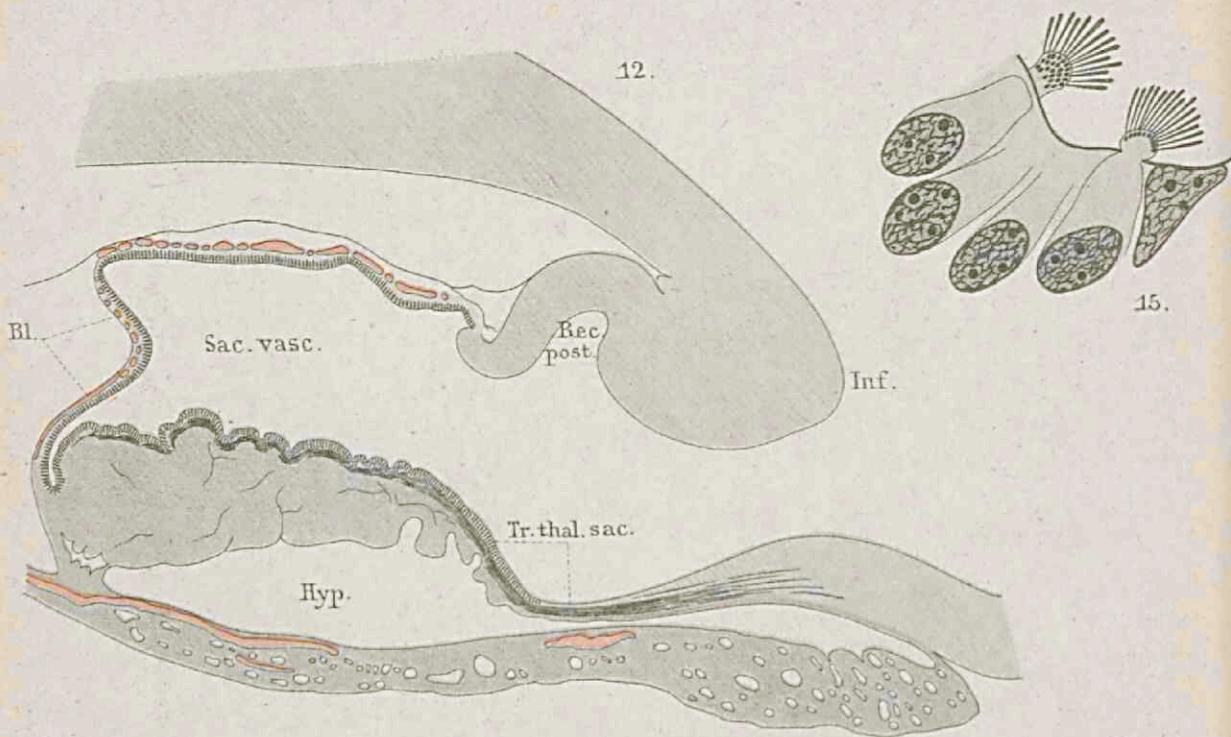
Fig. 37. *Trutta fario*. 1 jährig. Sagittalschnitt durch den Saccus vasculosus. GOLGI-CAJAL. 150 μ . Vergr. 51.

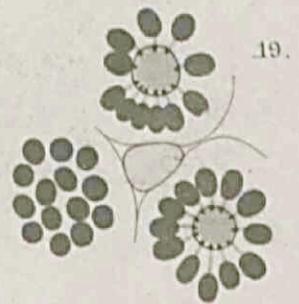
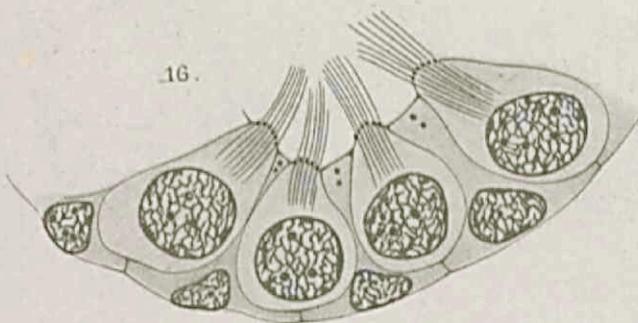
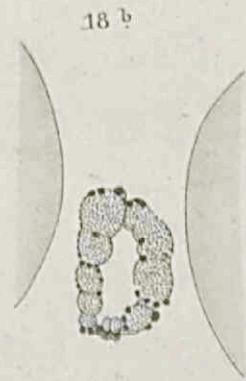
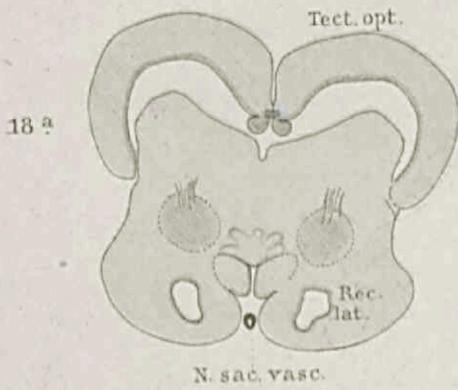
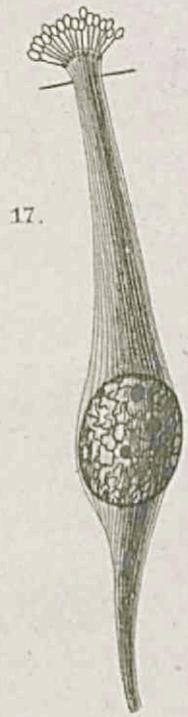
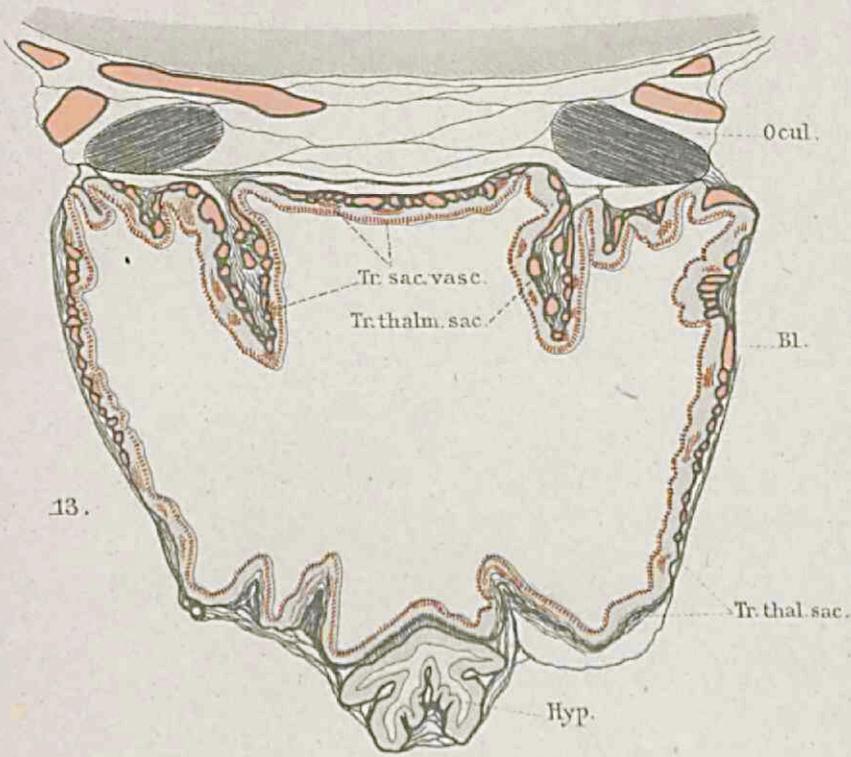
Fig. 38. Allgemeines Schema für den Saccus vasculosus und seine Bahnen. Für die Teleostier hat man die Hypophyse, von dem Saccus getrennt, weiter nach vorn zu denken.

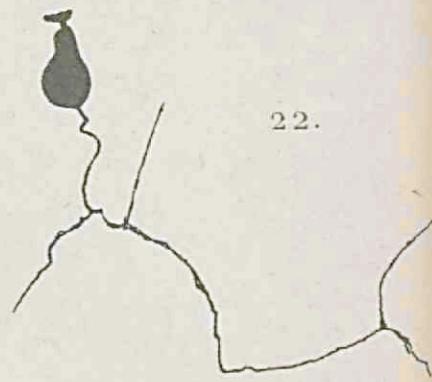
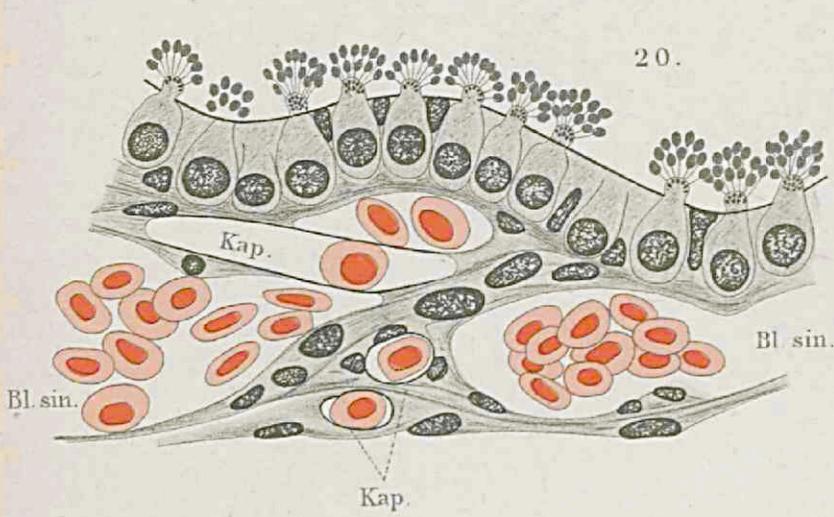




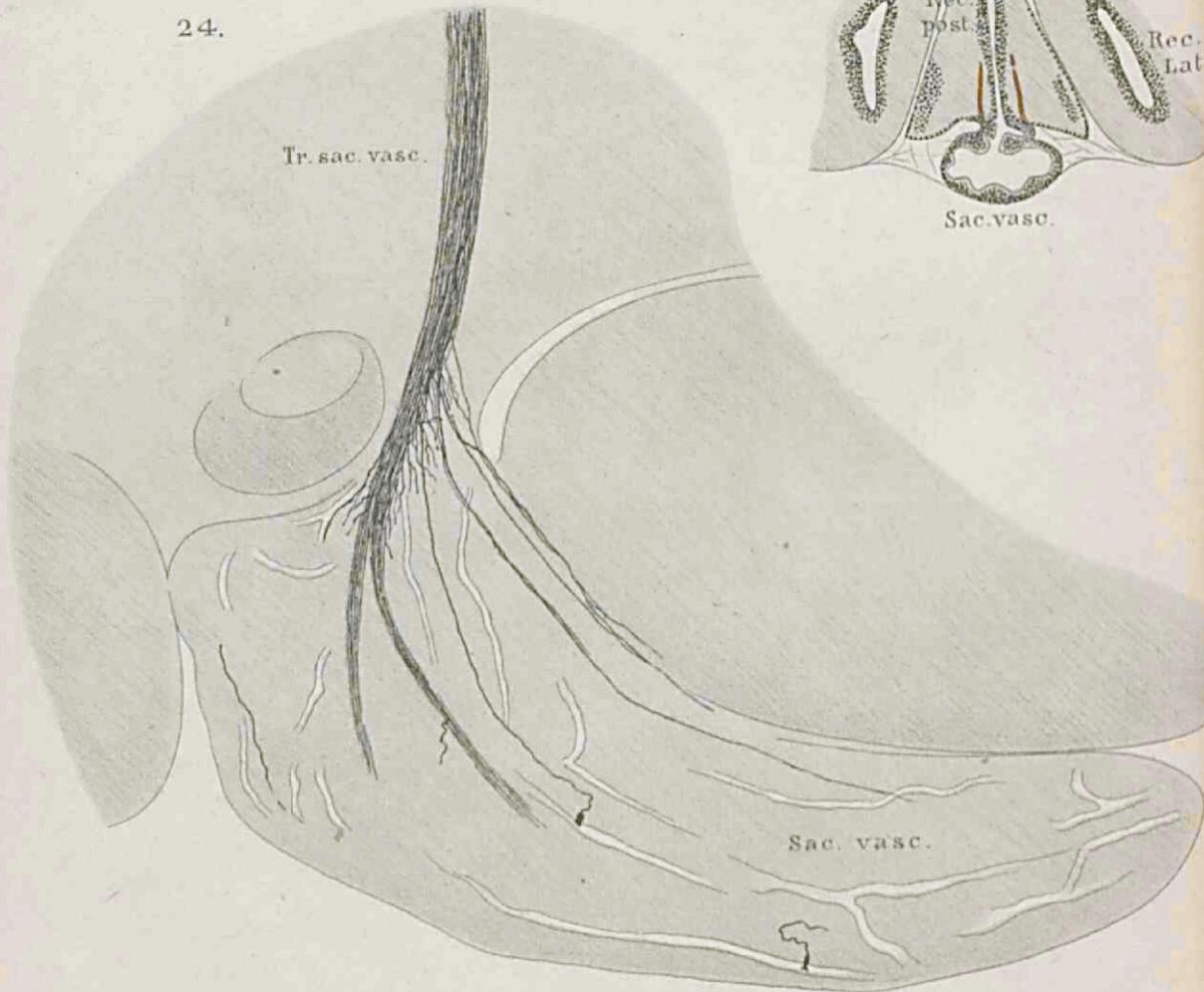




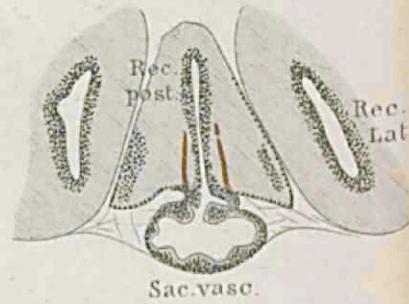


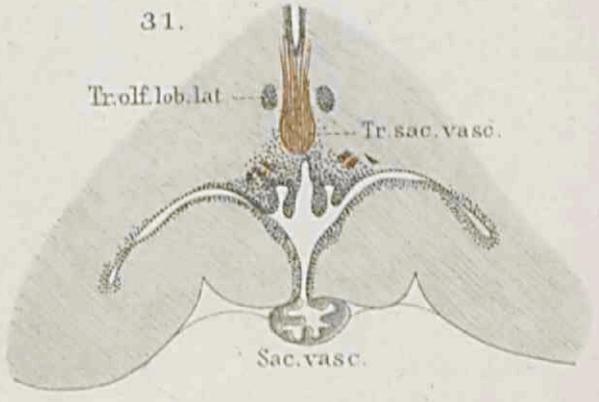
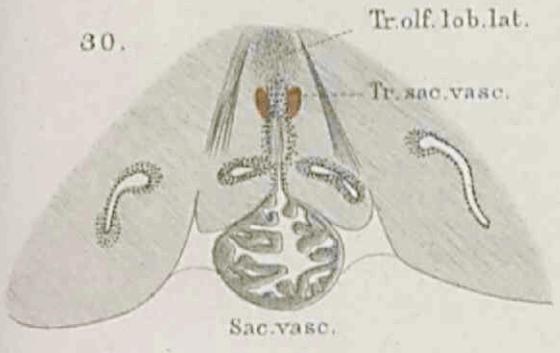
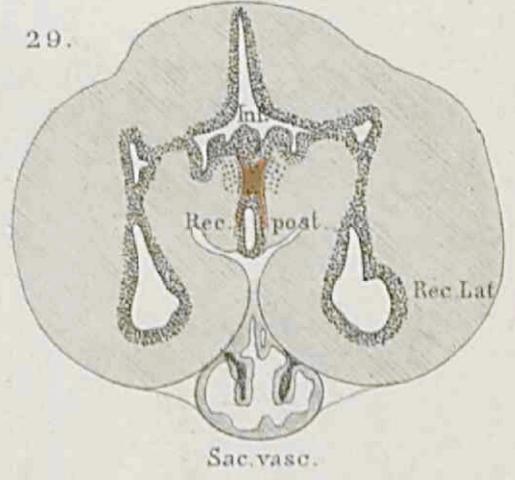
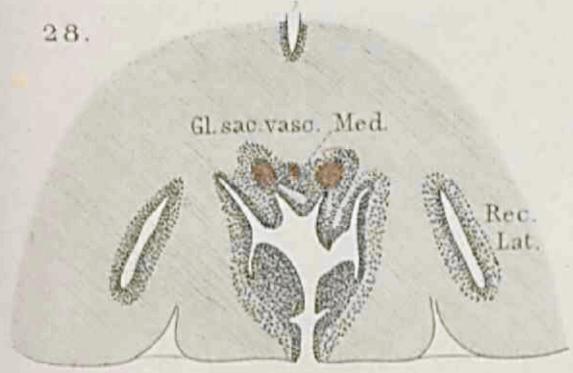
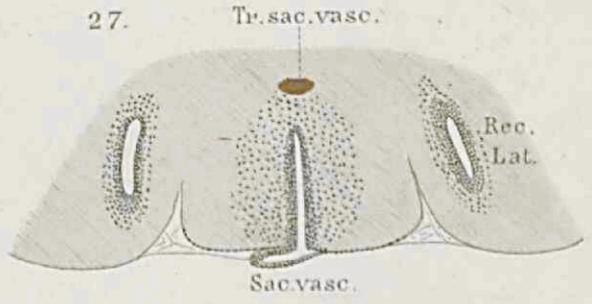
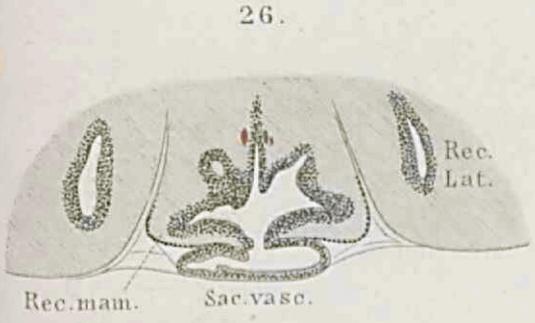
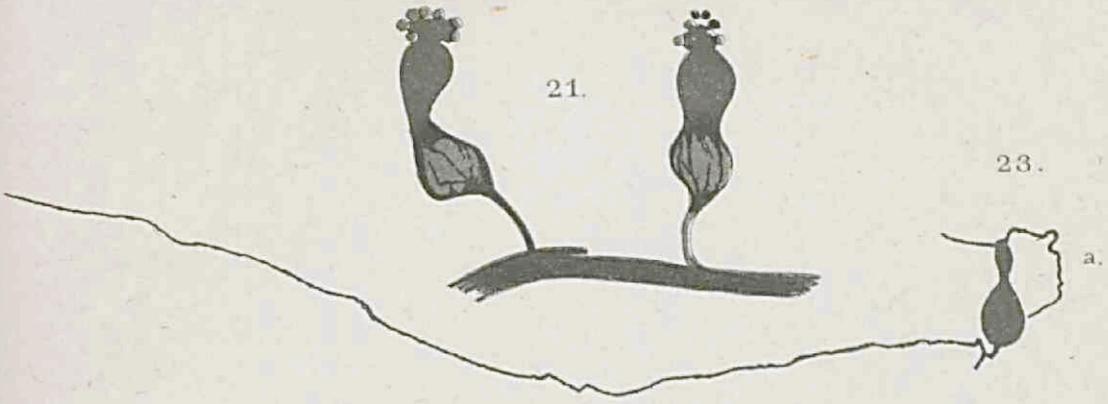


24.

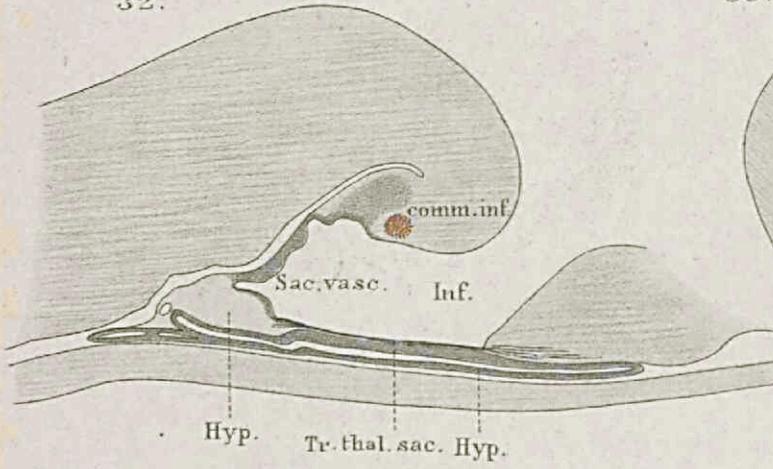


25.

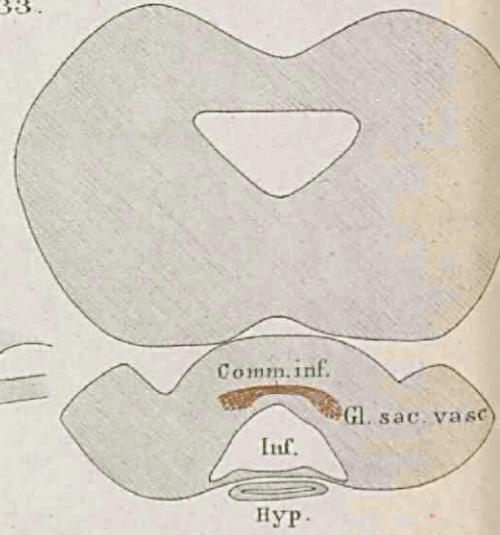




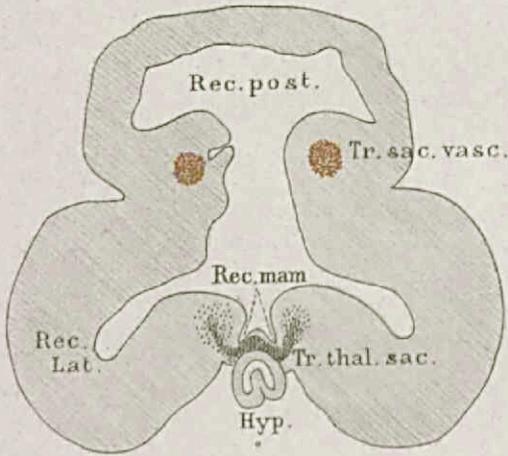
32.



33.



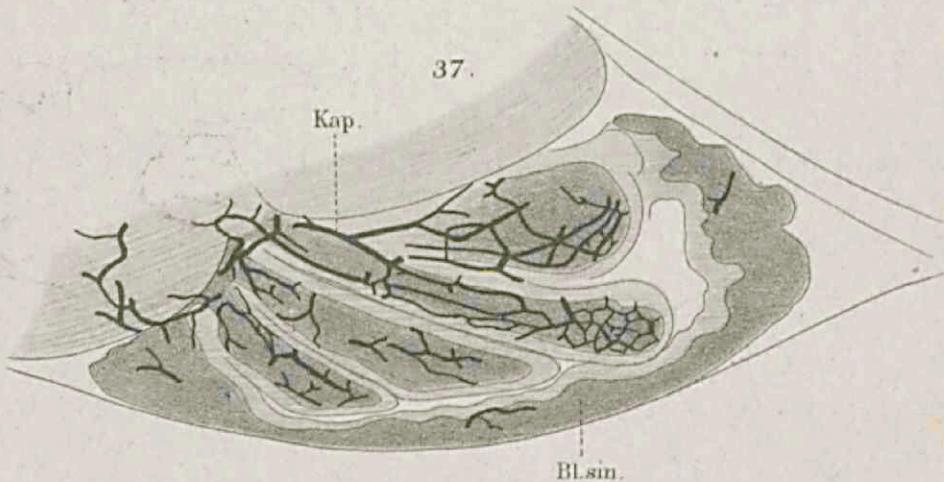
34.



35.



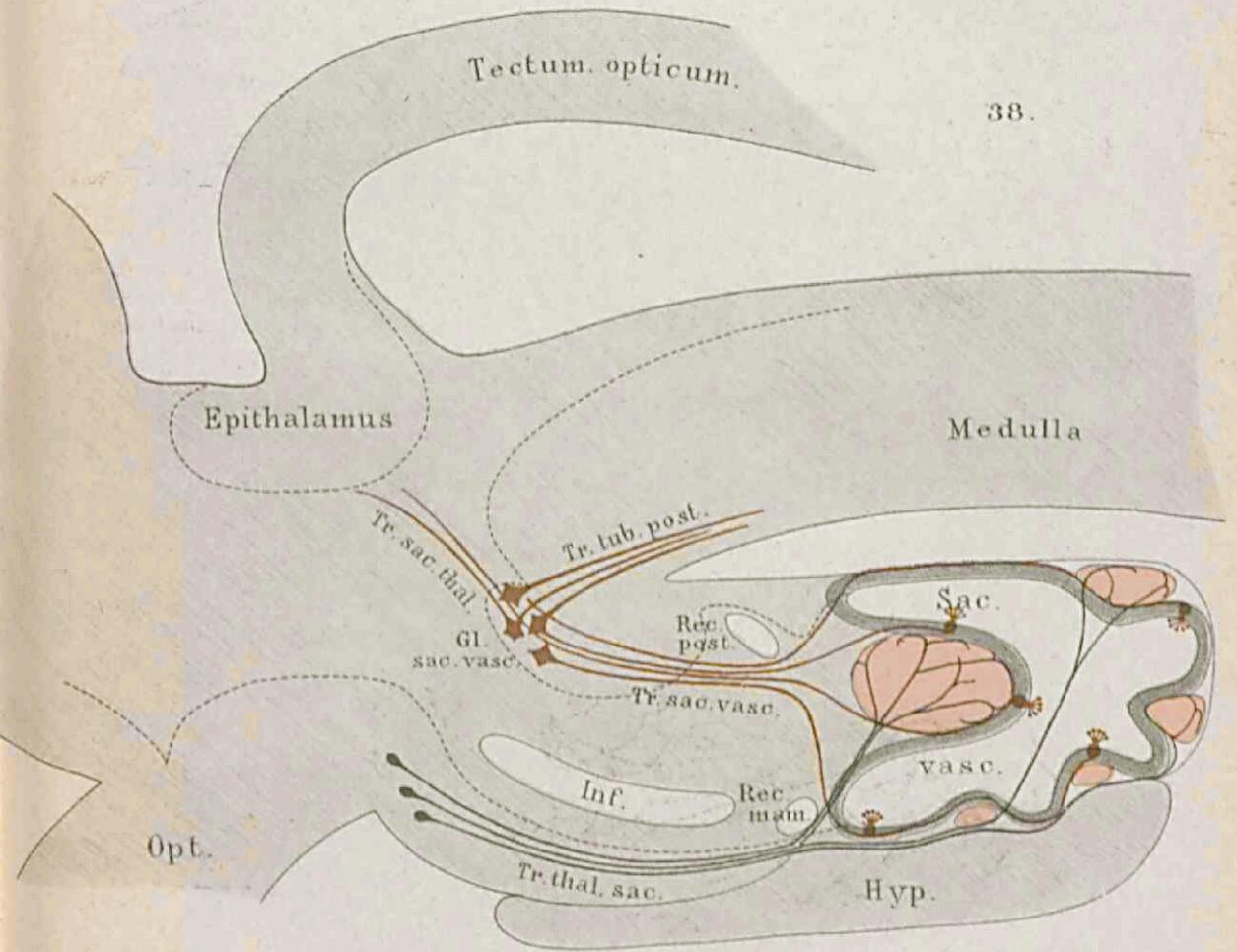
37.



36.



38.



STELLINGEN.

I.

De *saccus vasculosus* der visschen is geen klier, maar een zintuig en dient waarschijnlijk tot waarneming van de diepte van het water, waarop de dieren zich bevinden.

Dit orgaan ontbreekt bij alle andere Vertebraten, wat hier wel als rest werd aangenomen, is een ook bij de visschen aanwezige *recessus posterior infundibuli*.

II.

Het aantal voorste kopzenuwparen (de *olfactorius-opticus*-groep) der visschen moet met één vermeerderd worden, de *nervus sacci vasculosi*.

III.

Nieuwere onderzoekingen bevestigen de neuronentheorie van HIS en CAJAL niet.

IV.

Het *pterygoïd* der zoogdieren is homoloog het *parasphenoïd* der Reptiliën.

V.

De ontwikkeling der Cocciden is hemimetabool, die der onge-
vleugelde wijfjes moet als neotenie opgevat worden.

VI.

De systematiek der Termiten moet men niet alleen op de ken-
merken der volkomen insekten maar ook op die der soldaten en
arbeiders gronden.

VII.

Het trekken van zwermen vlinders en andere insekten moet
vooral aan meteorologische invloeden geweten worden.

VIII.

Hetgeen in WINKLERS proeven, te voorschijn trad uit de ver-
groeiingsplaats van entloot op onderstam, mag men niet op één
lijn stellen met sexueele bastaarden.

IX.

De bij kulturen van *Bacterium coli* en *Bacillus prodigiosus*
optredende nieuwe kolonievormen zijn geen mutaties.

X.

De methode, die PAUL toepast om zijne „Kalkfeindlichkeit”
der turfmossen te bewijzen, is verkeerd.

XI.

Er zijn gewichtige biologische en geologische bezwaren tegen de pendulatie-theorie van REIBISCH-SIMROTH.

XII.

De Trinillagen waarin de Pithecanthropus gevonden is, zijn niet van tertiären maar van diluvialen oorsprong.

XIII.

Het is zeer wenschelijk dat biologen een volledigen cursus in menschelijke anatomie en physiologie volgen.

XIV.

Bij het vervaardigen van een proefschrift, moest het verdedigen van stellingen, tenminste twaalf, overbodig zijn.

