© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Zur Frage über den Bau der Schwimmblase.

Von

D. Deineka.

(Aus dem anatomisch-histologischen Laboratorium der Universität St. Petersburg, Vorstand Prof. Dr. A. S. Dogiel.)

Mit Tafel VIII, IX und 6 Figuren im Text.

Kein Organ der Fische weist in seinem anatomischen und histologischen Bau eine derartige Mannigfaltigkeit auf wie die Schwimmblase. Nicht nur die Vertreter der einzelnen Ordnungen, sondern auch der einzelnen Familien unterscheiden sich hinsichtlich einiger Eigentümlichkeiten im Bau dieses Organs. Einige Familien und Species wie *Amphioxus*, sämtliche Cyclostomata und die meisten Selachier besitzen sogar keine Schwimmblase, welche somit ein, in hohem Grade unbeständiges, sich als eine augenscheinliche Übergangsform darstellendes, Organ ist. In Anbetracht der Mannigfaltigkeit im Bau der Schwimmblase können vergleichend-histologische Untersuchungen derselben von einem Forscher nur unter beträchtlichen Schwierigkeiten und großem Zeitaufwand ausgeführt werden; endgültige Schlüsse jedoch auf Grund von Beobachtungen an einzelnen Vertretern einiger Familien aufzustellen, ist mehr denn gewagt. Ungeachtet dessen muß dennoch der letztere Weg eingeschlagen werden, wobei Schlüsse nur mit Vorsicht gemacht werden können, auf Verallgemeinerungen jedoch vollkommen verzichtet werden muß. Viele Forscher beschränken sich daher nur mit einer Beschreibung des Baues der Schwimmblase bei den untersuchten Formen. Es sind jedoch auch verallgemeinernde Arbeiten vorhanden, welche nicht nur den Bau der Schwimmblase, sondern auch die Physiologie des Organs berücksichtigen. Das Ziel der vorliegenden Arbeit, die auf den Rat und unter den Anweisungen meines hochverehrten Lehrers Herrn Prof. Dr. A. S. Dogiel unternommen und ausgeführt ist, bestand nun darin, die von mir eruierten Befunde über den Bau der Schwimmblase bei

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

den von mir untersuchten Formen mit den Literaturangaben in Einklang zu bringen.

Die hydrostatische Bedeutung der Schwimmblase.

Zunächst wären die Beobachtungen über die hydrostatische Bedeutung der Schwimmblase zu berücksichtigen. Eine derartige Bedeutung des Organs muß in theoretischer Hinsicht als durchaus annehmbar erscheinen. Experimentelle Versuche sind in dieser Richtung von Liebreich, Moreau, Regnar, Charbonnel-Salle, Corblin u. a. ausgeführt worden, dieselben beweisen, daß bei vielen Fischen der Schwimmblase in der Tat die Bedeutung eines sensiblen hydrostatischen Apparates zukommt. Für den Fischkörper ist die horizontale Lage die Gleichgewichtslage. Wird vermittels des Troikart die Schwimmblase angestochen und aus derselben ein Teil oder das ganze Gas entfernt, so ändert der Fisch sofort seine Lage im Wasser und kehrt sich gewöhnlich mit dem Bauch nach oben, oder fällt mit dem Kopf voran zu Boden. Ich stellte derartige Versuche an vielen Physostomi und Physoclysti an und erhielt stets das gleiche Resultat: der Fisch verlor das Gleichgewicht seines Körpers. Dasselbe Ergebnis wird erreicht, wenn man das Gas der Schwimmblase durch Wasser ersetzt. Letztere Versuche sind jedoch an und für sich nicht so beweiskräftig, da auch bei der Anfüllung einer beliebigen Körperhöhle des Fisches mit Wasser das Tier aus seiner Gleichgewichtslage gebracht wird. Die Versuche müssen daher feststellen ob nur die zufällige Lage des mit Gas angefüllten Organs den Fisch im Gleichgewicht erhält, oder der Schwimmblase eine aktive Bedeutung für die Aufrechterhaltung der Gleichgewichtslage zukommt, d. h. mit andern Worten: ob sich die Gasmenge im Bedarfsfall vermindern und vermehren kann. Moreau stellte folgende Versuche an: 1) er verminderte den Druck im Gefäß, in welchem sich der Fisch befand; 2) er entfernte einen Teil des Gases aus der Schwimmblase, worauf der Fisch unter den gewöhnlichen Bedingungen leben gelassen wurde; 3) er zwang Fische, die in flachem Wasser leben, längere Zeit in beträchtlichen Tiefen sich aufzuhalten, indem er sie in besonderen Behältern versenkte, und sie alsdann wieder in die früheren Bedingungen brachte; 4) er durchschnitt die sympathischen Nervenstämmchen, welche die Arterien der Schwimmblase innervieren. In allen Fällen wurde ein Teil des Gases aus der Schwimmblase auf irgend eine Weise entfernt, wodurch natürlich das Gleichgewicht des Fischkörpers gestört wurde. Nach einiger Zeit erholte sich jedoch

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

der Fisch von der Operation, wobei sein Körper allmählich wieder die frühere Gleichgewichtslage annahm, da die Gasmenge in der Schwimmblase allmählich zunahm, mit Ausnahme des letzten Falles, wann die regelmäßige Funktion der Blase infolge der Durchschneidung der Nerven gestört war: der Fisch verlor hierbei für immer die Fähigkeit das Gleichgewicht seines Körpers wiederherzustellen. Alle diese Versuche beweisen somit die aktive Bedeutung der Schwimmblase als hydrostatischer Apparat. Die Zunahme der Gasmenge in der Schwimmblase erfolgt jedoch viel zu langsam, als daß die letztere dem Tiere bei schnellen Lageveränderungen nützlich sein könnte. Zu diesem Zweck dienen die Flossen und der Schwanz, wobei in den meisten Fällen die genaue Einstellung der Gleichgewichtslage durch diese bedingt wird. Werden bei *Cyprinus carpio* (Regnar) die Flossen weggeschnitten so senkt sich der Fisch ungeachtet einer unversehrten Schwimmblase mit dem Kopf nach unten zu Boden. Bei andern Fischen äußert sich das gestörte Gleichgewicht in einem Aufschwimmen, wobei der Bauch nach oben gekehrt wird. Die Lage der Schwimmblase hinsichtlich des Schwerpunktes des Körpers ist somit eine verschiedene: bei einigen Fischen liegt der Schwerpunkt oberhalb der Schwimmblase, in andern Fällen unterhalb derselben oder auch vor und hinter ihr. Diese Inkongruenz der Lagerung des Schwerpunktes und der Schwimmblase ist jedoch so unbedeutend, daß das Gleichgewicht des Körpers durch leichte Bewegungen der Flossen aufrecht erhalten werden kann. Die geringste Lageveränderung des Schwerpunktes stört jedoch das Gleichgewicht der Fischkörper. Regnar stellte folgende Versuche an: Dem Schwanze eines großen Fisches, z. B. *Cyprinus carpio* von 125 g Gewicht wurde ein kleines Gewicht von 2 g angehängt. Das Tier machte zunächst heftige Bewegungen und nahm dann eine vertikale Lage, wobei der Schwanz nach unten gerichtet war, an. Wurde das Gewicht am Kopf befestigt, so senkte sich der Fisch mit dem Kopf nach unten. Auf dem Rücken über der Schwimmblase hielt derselbe Fisch ein Gewicht von 20 g aus ohne das Gleichgewicht zu verlieren. Regnar beobachtete vollkommen aus der Gleichgewichtslage gebrachte Fische, welche in vertikaler Lage schwammen; der Grund dieser Erscheinung erwies sich bei einer sorgfältigen Untersuchung in der Anwesenheit eines oder zweier kleiner Parasiten, die sich am Kopfe des Fisches angesaugt hatten.

Bei vielen Fischen, z. B. bei den meisten Cyprinoiden, ist die Schwimmblase horizontal in zwei Teile, welche durch eine verengte

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Stelle miteinander kommunizieren, getrennt. Das gestörte Gleichgewicht wird bei diesen Fischen in gewissen Grenzen durch die Schwimmblase, dank dieser Einrichtung, reguliert. Ist der Schwerpunkt aus irgend einem Grunde zum Schwanz hin verschoben, so wird das in der Schwimmblase enthaltene Gas durch starke Muskelkontraktionen ihrer Wandung in die näher zum Schwanz gelegene Abteilung, im Falle einer Verlagerung des Schwerpunktes zum Kopfe in umgekehrter Richtung übergeführt. Die Versuche von Monnoyer zeigen, daß im Falle der Entfernung des Gases aus einer Abteilung der Schwimmblase das Gleichgewicht zunächst gegen die operierte Seite gestört, darauf jedoch allmählich wieder hergestellt wird, infolge des allmählichen Überganges von Gas aus dem unversehrten Teil der Blase in den andern. Corblin und einige andre Forscher bestreiten übrigens die aktive Bedeutung der Schwimmblase und lassen nur eine passive Rolle derselben bei Druckveränderungen zu.

Marcacci spricht die Meinung aus, daß gleichwie die Lungen des Frosches und der Schildkröte eine doppelte Funktion, als Atmungs- und hydrostatisches Organ ausüben, auch die Schwimmblase eine gleiche doppelte Funktion verrichtet. Er stellte Versuche an Fröschen und Schildkröten an, indem er bei den ersteren die Lungen ausschnitt, bei den zweiten den Sphincter der Trachea lähmte und fand, daß die Tiere hierbei nicht mehr imstande waren den Körper im Gleichgewicht zu erhalten. Daß die Verletzung der Schwimmblase bei den Fischen eine Gleichgewichtsstörung hervorruft, kann nicht bestritten werden, weit entfernt ist jedoch davon die Analogie der Funktionen dieses Organs mit denen der Lunge der Frösche und Schildkröten.

Die Zusammensetzung des Gases in der Schwimmblase.

Auf Grund der Versuche von Moreau und andern Forschern ist die Verminderung und Vermehrung der Gasmenge in der Schwimmblase bei veränderten Druckverhältnissen eine feststehende Tatsache, es fragt sich nun auf welche Weise diese Regulierung der Gasmenge erfolgt, woher das Gas für die Füllung der Schwimmblase nach einer künstlichen Entfernung desselben aus ihr stammt, und was es für ein Gas ist. Behufs Lösung dieser Frage ist es zunächst erforderlich die Zusammensetzung des Gases in der Schwimmblase bei gewöhnlichen Verhältnissen festzustellen. Der Analyse des Gases aus der Schwimmblase sind mehrere Arbeiten gewidmet, von denen die ausführlichste die von Hüfner aus dem Jahre 1892 ist. Von älteren Arbeiten

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

wären die von Moreau, Traube-Mengarini, von den neueren die interessante, jedoch sehr kleine Arbeit von Richard aus dem Jahre 1895 zu nennen. Die chemische Zusammensetzung des Gases der Schwimmblase ist nicht weniger mannigfaltig als der anatomische Bau derselben. Sämtliche genannten Autoren, die ihre Untersuchungen an verschiedenen Formen angestellt haben, erhielten vollkommen verschiedene Resultate. Sogar ein und derselbe Forscher erhielt für jede Form ein andres Resultat der Gasanalyse. Ja ein und derselbe Fisch weist unter verschiedenen Verhältnissen eine verschiedene Zusammensetzung des Gases auf. Bei einigen Fischen nähert sich das Gas in seiner Zusammensetzung derjenigen der atmosphärischen Luft, bei andern unterscheidet es sich von letzteren durch die große Menge Sauerstoff bis zu 85 % und mehr. Die einzelnen Forscher erklären dieses Verhalten verschieden. Die älteren Autoren Biot, Delaroche, Configliachi nahmen an, daß die Sauerstoffmenge mit der Tiefe, in welcher der Fich sich aufhält, zunimmt (Biot), oder je nach den Fischen und den Jahreszeiten wechselt. Die an Tiefseefischen angestellten Untersuchungen von Richard bestätigen augenscheinlich die alte Ansicht von Biot. Bei *Serranus cabrilla* (einer *Percarina*) aus einer Tiefe von 60 m war der Sauerstoff in einer Menge von 80 % vorhanden, bei *Conger vulgaris* (Muraenidae) aus 175 m Tiefe 87,7 %, bei *Simenchelus parasiticus* aus einer Tiefe von 1667 m 78,7 %. Der Rest des Gases besteht aus Stickstoff und einer unbedeutenden, gewöhnlich 1 % nicht übersteigenden Menge Kohlensäure. Die Zusammensetzung des Gases variiert sowohl bei den Physostomi als auch den Physoclysti. So ist bei *Perca fluviatilis* und *Lota vulgaris* (beide Physoclysti) dieselbe vollkommen verschieden (Hüfner):

	O	N	CO_2
Perca fluviatilis	15,3	83,4	1,5
Lota vulgaris	64,8	29,9	5,3.

Die Zusammensetzung des Gases der Schwimmblase schwankt somit bei normalen Verhältnissen in weiten Grenzen. Wird ein Fisch in ein Wasser, in welchem eine größere Menge Wasserstoff gelöst worden ist, übergeführt, so erscheint dieses Gas sehr bald in der Schwimmblase, ohne Unterschied ob der Fisch den Physostomi oder den Physoclysti angehört (Traube-Mengarini). Daraus folgt, daß die physischen Lebensbedingungen die Zusammensetzung des Gases in der Schwimmblase stark beeinflussen. Wird aus der Blase ein Teil oder sämtliches Gas künstlich entfernt, so wird seine Menge sehr

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

bald ersetzt, wobei das neu hinzugekommene Gas reinen Sauerstoff darstellt (Moreau). Da die Schwimmblasenarterie (ein Ast der Art. coeliaca) reiche Verzweigungen sog. Wundernetze in der Blasenwand bildet, so ist die Annahme möglich, daß der Sauerstoff in die Blase unmittelbar aus dem Blute abgeschieden wird, welche Ansicht bereits vielfach in der Literatur ausgesprochen worden ist, besonders jedoch von Vincent und Barnes vertreten wird; diese Forscher untersuchten die sog. Blutdrüsen der Schwimmblase vieler Fische; derselben Ansicht ist auch Saeger. Sollte diese Annahme richtig sein, so geht in der Schwimmblase folglich ein der Atmung entgegengesetzter Prozeß vor sich.

Der Bau der Schwimmblase.

Das Studium des histologischen Baues der Schwimmblase kann auf folgende Punkte gerichtet werden: 1) Bau der Schwimmblasenwand, 2) Bau des Blutgefäßnetzes, 3) Bau der Blutdrüsen und 4) Innervation der Schwimmblase. In der Literatur sind über diese Fragen bis jetzt sehr wenige Arbeiten vorhanden, obgleich mit dem Bau der Schwimmblase sich bereits Forscher am Anfange des vorigen Jahrhunderts beschäftigten. J. Müller, Delaroche, Quekett u. a. erwähnen mehrfach die »roten Körperchen« in der Schwimmblase und ihre unbegreifliche Bedeutung. Ausführlicher ist der Bau der Schwimmblase bei einigen Fischen von Corning im Jahre 1887 beschrieben worden, es folgen darauf die Arbeiten von Coggi, Raffaele, Vincent und Barnes, Scabra, Saeger und einiger andrer. Jedoch nur Vincent und Barnes und Saeger suchen den Bau der Blutdrüsen aufzuklären. Corning berührt diese Frage fast gar nicht und beschränkt sich nur auf eine Beschreibung des Wundernetzes und des Baues der Wand. Die Drüsen erwähnt er übrigens als einen zelligen Raum und bezeichnet sie nirgends weder als schlauchförmig, noch als von einer andern den Eiweiß- und Schleimdrüsen eignen Struktur. Vincent und Barnes weisen direkt auf einen schauchförmigen Bau der Drüsen hin. Dieser Umstand ist möglicherweise darauf zurückzuführen, daß Corning und Vincent und Barnes an verschiedenen Objekten ihre Untersuchungen angestellt haben. Corning untersuchte, *Percidae*, *Esox lucius*, *Lota vulgaris*, *Salmo fario* und *Anguilla*, Vincent und Barnes *Gadus*, *Merlucius*, *Molva*, *Zeus*, *Trigla* und *Anguilla*. In beiden Fällen diente *Anguilla* als Untersuchungsobjekt, doch sind bei dieser gerade die Drüsen sehr unentwickelt. Nach den Untersuchungen von Vincent und Barnes sind die Blutdrüsen nur bei

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Physoclysti, bei den Physostomi jedoch ausschließlich die Wundernetze vorhanden, was jedoch nicht vollkommen richtig ist, da der zu den Physostomi gehörige *Esox lucius* recht gut entwickelte Drüsen hat. Die Drüsen sind nach diesen Autoren schlauchförmig; in ihren großen Lumina ist das ausgeschiedene Sekret sichtbar, welches kein Mucin enthält. Derartige Drüsen habe ich nur bei *Gasterosteus aculeatus* gefunden, bei andern Formen ist der Bau dieser Drüsen ein durchaus eigenartiger. Meine Untersuchungen beziehen sich hauptsächlich auf die Familie Percidae, *Esox lucius* und einige Cyprinoiden.

Die Wand der Schwimmblase besteht im allgemeinen aus einer Bindegewebs-, Muskel- und Schleimhautschicht, doch fehlt bei vielen Formen (von Percidae) die Muskelschicht. Das die Innenfläche auskleidende Epithel ist gewöhnlich ein flaches, einschichtiges, es wird jedoch auch Zylinderepithel (*Esox lucius*) und Flimmerepithel (Ganoidae) angetroffen.

Die Gefäße injizierte ich mit Berlinerblau und studierte die Wundernetze auf Flächenpräparaten und Schnitten. Die Gefäßanordnung in den Wundernetzen besteht nach meinen Untersuchungen in folgendem. Von der Art. coeliaca entspringt ein kleiner Ast, die Art. vesicae aereae ant., welche ungefähr in der Höhe des Magens an die Schwimmblase herantritt, das der Außenfläche derselben fest anheftende Bauchfell durchdringt, in der Wandung der Blase verläuft und ohne das flache die Innenfläche der Blase auskleidende Epithel zu erreichen, sich in mehrere Ästchen verzweigt. Letztere verlaufen in verschiedenen Richtungen und zerfallen in Ästchen zweiter und dritter Ordnung, welche in ihren weiteren Verzweigungen bereits ein eigenartiges Bild darstellen. Einige nahe beieinander gelegene Ästchen zerfallen statt sich allmählich in feinere Ästchen zu verzweigen, plötzlich in ein Bündel paralleler, dicht beieinander angeordneter Gefäße. Diese eigenartige Verzweigung erfolgt unmittelbar ohne irgendwelche Übergänge, so daß das Bündel paralleler Gefäße gleichsam eine breite Vase darstellt, deren dünnen Fuß einige, dem Bündel den Ursprung gebende Äste bilden. Ein jedes dieser großen, in der Ebene der Blasenwand gelegene Bündel zerfällt in einzelne recht große Bündel, welche in wellenförmigen Windungen gegen die Innenfläche der Blase verlaufen und alsdann wiederum plötzlich, ohne Übergänge, in die einzelnen sie zusammensetzenden Gefäße zerfallen, welche in allen Richtungen auseinander ziehen, sich verästeln und allmählich verfeinern. Mehrere der erwähnten vasenförmigen Gefäßbündel verlaufen zusammen und bilden einzelne Gefäßverzweigungen,

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

über welchen auf der Innenfläche der Blase im Halbkreis eine ziemlich dicke Schicht von Epithelzellen angeordnet ist. Alles zusammen, d. h. einige vasenförmige Gefäßbündel mit der darüber gelegenen Epithelzellenschicht, bildet einen Bezirk oder ein Läppchen, welches makroskopisch als rotes Körperchen erscheint. Je nach dem Objekt ist die Zahl dieser Läppchen verschieden, weniger als drei habe ich jedoch nicht angetroffen. In jedem Läppchen treten die Gefäßbündel an die erwähnte Zellschicht heran und zerfallen unter derselben in einzelne Gefäße, die ihrerseits nach verschiedenen Richtungen verlaufen, in die Zellschicht eindringen, sich in derselben verästeln und nach Zerfall in ein Netz von feinen Capillaren einzelne Zellgruppen umflechten. Nachdem die Capillaren die oberste Zellschicht erreicht haben, winden sie sich schleifenförmig und sammeln sich allmählich in größeren Venen, welche zu den Gefäßbündeln zurückkehren und an den Arterien verlaufen. An der Eintrittsstelle der letzteren tritt aus der Schwimmblase eine Vene heraus und vereinigt sich mit der Magenvene. Ein Teil des Bündels der parallelen Gefäße und das von denselben in der Zellschicht gebildete Netz sind auf Fig. 1 abgebildet.

An injizierten Flächenpräparaten ist das Capillarnetz besonders deutlich am peripheren Rande des Läppchens, wo die Zellschicht dünner als in dem zentralen Teil ist, sichtbar. Hier ist es zu erkennen, daß die Gefäße, nachdem sie die Peripherie des Läppchens erreicht haben, schleifenförmig umbiegen und wieder in das Läppchen zurückkehren. Einige der Gefäße treten sogar aus dem Bereich des Läppchens heraus kehren jedoch nach kurzem Verlauf unter dem einschichtigen flachen Epithel und Bildung einer Schlinge wieder in das Läppchen zurück. Häufig berühren sich zwei benachbarte Läppchen mit ihren Rändern, wobei die Gefäße des einen in das andre übertreten und, indem sie ein zusammenhängendes Netz bilden, Gruppen von Zellen umflechten. Die Capillarwand besteht aus flachen Epithelzellen.

Wie bereits erwähnt, ist die Zellschicht halbkreisförmig über den einzelnen Gefäßbündelgruppen angeordnet und nimmt zum Rande hin allmählich an Mächtigkeit ab, so daß der Rand des Läppchens selber nur aus einer Zellreihe besteht. Das die Innenfläche der Schwimmblase auskleidende einschichtige, flache Epithel breitet sich auch auf die Läppchen aus, indem es deren oberste Schicht bildet, welches Verhalten besonders gut an Präparaten, die mit salpetersaurem Silber behandelt worden sind, zu erkennen ist. Die unter dem flachen

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Epithel gelegene dünne Bindegewebsschicht tritt unter die Zellschicht des Läppchens, wobei es dieselbe von den Bündeln paralleler Gefäße trennt und sämtlichen Vorwölbungen und Einbuchtungen der einzelnen Zellgruppen der tiefen Schichten folgt.

Die Zellen der Schicht sind in derselben zu Gruppen angeordnet, wobei es jedoch vollkommen unmöglich ist, irgendwelche Regelmäßigkeit in der Anordnung derselben festzustellen. Es ist jedoch zu bemerken, daß diese Beschreibung sich nur auf Percidae bezieht. Die einzelnen Gruppen bestehen bald aus einer großen Zahl von Zellen, bald nur aus vier oder noch weniger. Die Zellen einer Gruppe sind von verschiedener Größe. In einigen Gruppen sind die Zellen bisweilen wie in den schlauchförmigen Drüsen angeordnet, wobei auch ein Lumen sichtbar ist, welches sich jedoch bei genauerer Betrachtung als ein durchschnittenes Gefäß herausstellt, während die radiäre Lagerung der Zellen als eine zufällige, in Abhängigkeit von dem Verlauf der Gefäße, angesehen werden muß; damit wird auch die gruppenweise Anordnung der Zellen, die beständig von Gefäßen umgeben sind, erklärt. Bei den Percidae kann somit von einem schlauchförmigen Bau der Drüse, wie ihn Vincent und Barnes für Physoclysti annehmen, nicht die Rede sein.

Der Bau der Blutdrüsenzellen.

Zwecks Studium der die Drüse zusammensetzenden Zellen fixierte ich dieselbe in verschiedener Weise. Die besten und beständigsten Resultate wurden jedoch bei einer Fixierung mit den Gemischen von Flemming und Lenhossek erhalten. Gefärbt wurden die Präparate hauptsächlich mit Eisenhämatoxylin und Safranin.

Ihrer Form und Größe nach sind die Zellen sehr mannigfaltig. Die Zellen der obersten Schicht sind kleiner und in horizontaler Richtung etwas ausgezogen. Es werden sowohl ein- als mehrkernige Zellen angetroffen; Thionin nach dem Verfahren von R. Krause für Schleimzellen färbt diese Zellen nicht.

Zwischenein werden Zellen von ungewöhnlicher Größe, welche die benachbarten um das 20—25fache übertreffen, angetroffen; ihr Durchmesser beträgt bisweilen 100 und mehr μ. Zum Unterschiede von den gewöhnlichen Zellen der Drüse möchte ich sie Riesenzellen nennen; in mancher Beziehung ähneln sie den Riesenzellen des Knochenmarks, wie sie von M. Heidenhain und andern beschrieben worden sind. Auf Querschnitten durch die Läppchen fehlen sie entweder vollkommen oder werden nur in der Ein- oder Zweizahl

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

angetroffen. Auf Flachschnitten sind sie jedoch in großer Zahl vorhanden, wobei sie unregelmäßig zerstreut gelagert erscheinen. Die Dimensionen einiger dieser Zellen sind dermaßen groß, daß häufig eine derartige Zelle die ganze Dicke der Zellschicht der Drüse einnimmt und bis zur oberen Zellschicht heranreicht. Eine dieser Zellen ist auf Fig. 2 abgebildet. Jede Riesenzelle ist von einem dichten Gefäßnetz umgeben. Der Kern der Zelle ist sehr groß, lappig oder hufeisenförmig mit Vorwölbungen und Ausbuchtungen, liegt im Zentrum, infolgedessen er häufig bei der großen Ausdehnung der Zellen nicht in der Schnittebene gelegen ist, so daß die Riesenzellen auf Schnitten kernlos erscheinen.

Die Kerne der kleinen Drüsenzellen weisen eine charakteristische Eigentümlichkeit auf. Fast in jeder Zelle, besonders bei jungen Exemplaren, sind zwei nahe beieinander gelegene Kerne, welche sich durch ihre Chromatinmenge voneinander unterscheiden, gelagert. Während in dem einen Kern das Chromatin ein ziemlich dichtes Netz bildet, ist der andre Kern fast chromatinfrei, erscheint vollkommen durchsichtig und weist ein scharf gefärbtes Kernkörperchen auf. Derartige Kerne sind auf Fig. 4 abgebildet. Infolge seiner Durchsichtigkeit wird der zweite Kern häufig von dem umgebenden Protoplasma verdeckt, wobei das Kernkörperchen als ein in der Nähe des an Chromatin reichen Kernes gelegener Zelleinschluß erscheint. Ein derartiger Beobachtungsfehler kann um so leichter gemacht werden als im Protoplasma dieser Zellen recht häufig neben dem Kern Gruppen von Körnchen angetroffen werden, welche an die Zentralkörperchen, wie sie häufig und mannigfach von vielen Forschern in andern Zellen beschrieben worden sind, erinnern. Bisweilen werden auch Zellen angetroffen, deren beide Kerne ungefähr gleiche Chromatinmengen enthalten oder sich jedenfalls nicht so scharf voneinander unterscheiden wie die vorher beschriebenen. Es lassen sich sogar in dieser Beziehung allmähliche Übergangsformen erkennen, d. h. die einzelnen Zellen eines Präparates weisen je ein Paar Kerne auf, die sich hinsichtlich ihrer Chromatinmenge bald mehr bald weniger voneinander unterscheiden. Da diese Kerne häufig miteinander zusammenhängen, so ist der Schluß erlaubt, daß hier eine Form der amitotischen Kernteilung erfolgt, indem von einem chromatinreichen Kern sich ein chromatinarmer abschnürt, wobei er sich allmählich in einen ebensolchen umwandelt wie derjenige, von dem er sich abgeschnürt hat. Diese durchsichtigen, chromatinarmen Kerne erinnern einigermaßen an die »Nebenkerne«, welche Rabl in den Salamanderlarven

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

beschrieben hat, nur mit dem Unterschiede, daß sie im weiteren nicht verschwinden, sondern in gewöhnliche Kerne sich umwandeln. Eine Durchschnürung des Kernkörperchens im Kern wird sehr häufig beobachtet, der Kern schnürt sich jedoch niemals genau in zwei Hälften durch, wie es bei den andern Formen der amitotischen Teilung beobachtet wird. Es ist daher eher anzunehmen, daß hier eine Knospung oder eine Abschnürung eines kleineren Kernes von einem größeren erfolgt.

Wenn hinsichtlich des Vorhandenseins einer derartigen Kernteilungsform in den kleinen Zellen der Drüsen gezweifelt werden kann, so unterliegt das Vorkommen einer Knospung an den Kernen der Riesenzellen durchaus keinem Zweifel, infolgedessen diese Frage eine größere Aufmerksamkeit beansprucht.

Die Riesenzellen werden, wie bereits erwähnt, in den Drüsen recht häufig angetroffen, selten daß sie auf einem Flachschnitt überhaupt nicht vorhanden sind. Besonders häufig finden sie sich jedoch bei jungen Fischen, z. B. bei jungen Sandarten. Die Gestalt dieser Zellen ist sehr verschieden; während die kleinen Zellen der Drüse mehr oder weniger oval sind, werden die Riesenzellen in den mannigfaltigsten Formen angetroffen. Zwischen ihnen sind jedoch und zwar die größten von regelmäßiger sphärischer Form. Häufig schieben sich in eine derartige Zelle von der Peripherie aus eine oder mehrere kleine Zellen ein, wobei sie die sphärische Form der Riesenzellen alterieren (Fig. 6). Wenn nun viele kleine Zellen sich in die großen einschieben, so macht die Riesenzelle den Eindruck eines Zwischenraums zwischen den kleinen Zellen, und nur ihr großer Kern oder ihre Kerngruppen, lassen in ihr die Riesenzelle erkennen (*a a* Fig. 8, 9). Ein derartiger Eindruck wird jedoch nur auf den ersten Anblick erhalten, bei einer genauen Untersuchung ändert sich das Bild vollkommen. Die große Zelle von unregelmäßiger Form ist nur der Rest der ursprünglichen, sphärischen Riesenzelle; die kleinen Zellen an ihrer Peripherie entstehen aus der Riesenzelle selber und zwar auf folgende Weise: Die ursprüngliche sphärische Riesenzelle hat einen gelappten Kern; bald jedoch nimmt letzterer Hufeisenform an (Fig. 3); von ihm schnüren sich kleine Kerne ungefähr von derselben Größe, wie die Kerne der kleinen Zellen der Drüse ab. Eine Gruppe derartiger Kerne sammelt sich zunächst an dem großen Kern (Fig. 5) an, darauf jedoch rücken einige derselben allmählich an die Peripherie der Zellen. Das Protoplasma der großen Zelle teilt sich an seiner Peripherie in einzelne Abschnitte, von denen jeder einen der

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

kleinen Kerne enthält. Auf diese Weise bilden sich mehrere kleine Zellen, welche aus der großen entstanden sind, sich jedoch von derselben nicht abgetrennt haben, sondern gleichsam in derselben geblieben sind (Fig. 6). Dasselbe erfolgt auch in den andern Abschnitten der Riesenzelle. Bald ist fast die Hälfte der Riesenzelle in eine Gruppe von kleinen Zellen zerfallen (Fig. 8, 9). Indem sich vom großen Kern stets neue Kerne abschnüren, verwandelt sich ersterer schließlich in eine Gruppe kleiner Kerne, deren Zahl zehn und mehr betragen kann. Diese Kerne haben dasselbe Schicksal wie die bereits früher abgeschnürten, infolgedessen die ganze Riesenzelle in eine Gruppe kleiner Drüsenzellen zerfällt, die von Gefäßen umgeben wird, von welchen einige allmählich zwischen die neuen Zellen eindringen und die große Gruppe derselben in mehrere kleinere teilen. Die einzelnen Stadien einer derartigen Teilung der Riesenzellen sind auf einem und denselben Präparat besonders von jungen Fischen zu erkennen. Das beigegebene Schema erläutert das Gesagte.

Stellt nun der beschriebene Fall der amitotischen Teilung etwas Neues dar? Die Kernknospung ist eine recht verbreitete Erscheinung und bereits von Arnold unter dem Namen »Kernfragmentation« in den Knochenmarkszellen, und darauf an denselben auch von Heidenhain beschrieben worden. Was nun die Teilung einer großen Zelle in eine Gruppe kleiner anbetrifft, so gehört dieselbe zu den seltenen Fällen der amitotischen Teilung, welche in verschiedenen Variationen in einigen Epitheltypen beobachtet worden ist. (Tonkoff beobachtete sie im Epithel des Herzbeutels der Säugetiere.)

Die Nerven der Schwimmblase.

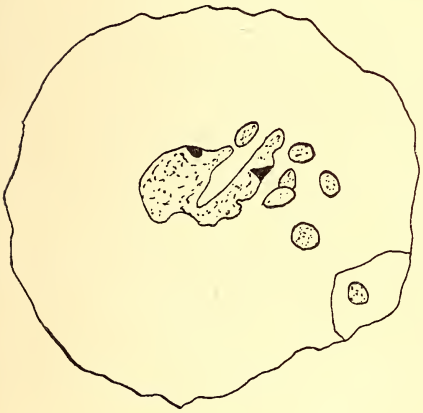
In Betreff der Frage nach den Nerven der Schwimmblase sind bisher keine Angaben in der Literatur vorhanden. Es ist nur bekannt, daß mit der Arterie in die Schwimmblase Ästchen des Sympathicus eindringen.

Beim Studium der Nerven in der Schwimmblase wandte ich drei Methoden an: 1) das Verfahren von Golgi, 2) die Vergoldungsmethode nach Ruffini und 3) die intravitale Färbung mit Methylenblau. Die konstantesten Befunde wurden bei Anwendung des letzteren Verfahrens erhalten, wobei die Färbung folgendermaßen erfolgte: 1) Einführung einer $^1/_8$—$^1/_{20}$%igen Lösung von Methylenblau in die Blutgefäße durch den Bulbus aortae, nach vorhergehender Ausspülung der Gefäße mit physiologischer Kochsalzlösung. 2) Einführung schwacher Methylenblaulösungen ($^1/_{20}$—$^1/_{40}$%) in das Lumen der Schwimmblase.

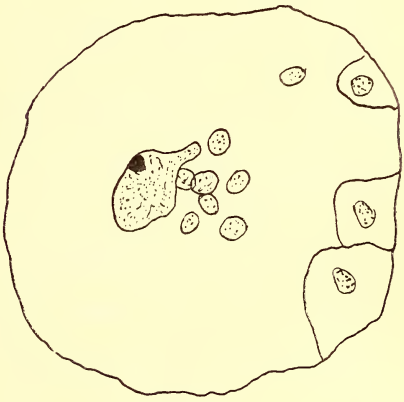
© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

I.

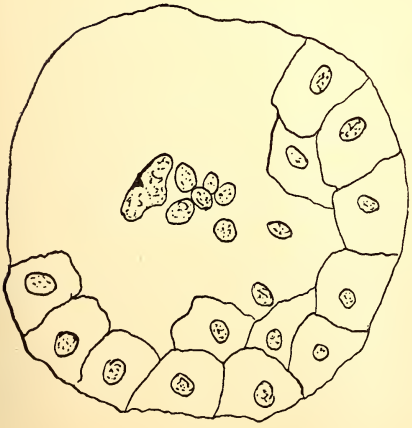
II.



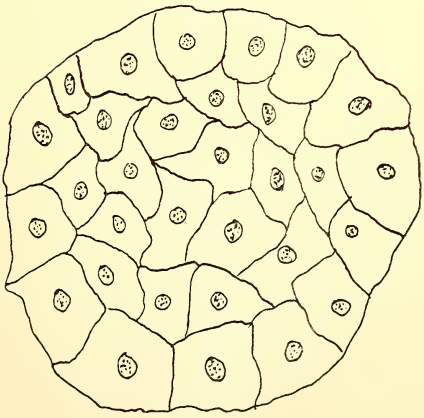
III.



IV.



V.



VI.

Schema der allmählichen Umwandlung (Stadien *I—VI*) einer Riesenzelle in eine Gruppe kleiner Drüsenzellen.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

3) Überführung des lebenden Fisches mit eröffneter Bauchhöhle in eine $^1/_{30}$—$^1/_{60}$%ige Methylenblaulösung. 4) Färbung der in toto ausgeschnittenen Schwimmblase mit einer $^1/_{12}$—$^1/_{20}$%igen Lösung in Petri-Schalen. Die Fixierung und Weiterbehandlung der gefärbten Präparate wurde in verschiedener Weise nach den von Prof. A. S. Dogiel in der »Technik der Färbung des Nervensystems mit Methylenblau« angegebenen Verfahren ausgeführt.

Mit der Arteria vesicae dringt in die Schwimmblase ein recht dicker Nervenstamm ein, welcher sich darauf mit den Gefäßen in der Schwimmblasenwand verzweigt. Die Bündel der parallelen Gefäße werden von feinsten Nervenästchen umflochten, deren ein Teil in die Zellschicht eindringt und ein dichtes Geflecht bildet. Einige Fasern dringen zwischen den einzelnen Zellen vor und bilden Endverzweigungen, welche eine jede Zelle mit einem büschelförmigen Endapparat umgeben (Fig. 10, 11). Sowohl im Gebiete des Fußes als auch der Basis eines jeden vasenförmigen Gefäßbündels sind im Verlauf der Nervenstämme eine große Zahl sympathischer Ganglien gelagert, welche aus einer verschiedenen Anzahl bipolarer Nervenzellen bestehen. An der Basis eines Gefäßbündels können bis 20 und mehr derartige Ganglien gezählt werden (Fig. 12, 14). Zu beiden Seiten eines jeden Gefäßbündels verlaufen zwei dicke Nervenstämmchen, welche aus dem Gebiet der Blutdrüse austreten und sich in der Schwimmblasenwand verästeln, wobei sie ein dichtes Geflecht bilden. In dem bindegewebigen Anteil der Wand ist eine große Zahl von Nervenendapparaten eingelagert (Fig. 13).

St. Petersburg, im April 1904.

Literaturverzeichnis.

1. M. Traube-Mengarini, Ricerche sui gas contenuti nella vescica natatoria dei Pesci. Nota 1 in: Atti Accad. Lincei Rend., vol. III, 1887, 2. sem. Nota 2 in: ibid., vol. IV, 1. sem. Nota 3 in: ibid.
2. Moreau, Mémoires de Physiologie. Paris 1877.
3. G. Hüfner, Zur physikalischen Chemie der Schwimmblasengase. Arch. für Anat. u. Physiol., Phys. Abt. 1892.
4. M. Regnard, Sur l'action statique de la vessie natatoire des poissons. C. R. Soc. Biol. Paris (10), T. II. 1895.
5. J. Richard, Sur les gaz de la vessie natatoire des Poissons. Compt. Rend. T. CXX. 1895.
6. A. Marcacci, Les apportes des organes de la respiration et de la natation chez les Pulmonés aquatiques. Arch. Ital. Biol. T. XXII.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

7. L. Charbonnel-Salle, Recherches éxperimentales sur les fonctions hydrostatiques de la vessie natatoire. Ann. Sc. N (7). T. II.
8. H. Corblin, Recherches sur la locomotion du poisson et sur la fonction hydrostatique de la vessie natatoire. Compt. Rend. Soc. Biol. Paris (8). T. IV.
9. H. Corning, Beiträge zur Kenntnis der Wundernetzbildung in der Schwimmblase der Teleostier. Morph. Jahrb. Bd. 14.
10. A. Coggi, Über die epithelialen Teile der sog. Blutdrüsen in den Schwimmblasen des Hechtes (*Esox lucius*). Morph. Jahrb. Bd. 15.
11. —— Intorno ai corpi rossi della vescica natatoria di alcuni Teleostei. Mitth. Zool. Stat. Neapel. Vol. VII.
12. F. Raffaele, Sullo spostamento postembrionale della cavita addominale nei Teleostei. Mitth. Zool. Stat. Neapel. Vol. IX.
13. Vincent and Barnes. On the Structure of the Red Glands in the Swim-Bladder of certain Fishes. London. Journ. Anat. Phys. Vol. XXX.
14. Ch. Jacobs, Über die Schwimmblase des Fisches. Tübinger Z. Arb. III. Bd. Nr. 2.
15. Nusbaum u. Sidoriak, Das anatomische Verhältnis zwischen dem Gehörorgane und der Schwimmblase bei dem Schlammbeißer (*Cobitis fossilis*). Anat. Anz. 16. Jahrg. S. 209—223.
16. M. Jacquet, Recherches sur la vessie natatoire des Loches d'Europe. Revue Suisse Zoolog. T. II.
17. Bridge and Haddon, Contributions to the Anatomy of Fishes. Phil. Trans. Vol. CLXXXIV B. p. 65—333. (Ich citiere nach Biolog. Jahresbericht, 1893).
18. Heidenhain, Die Riesenzellen des Knochenmarks und ihre Zentralkörper. Würzburger Sitzungsber. 1892. p. 130.
19. —— Über den Bau und Funktion der Riesenzellen (Megacaryocysten) im Knochenmark. Ibid. 1894. S. 18.
20. —— Neue Untersuchungen über die Zentralkörper. Arch. f. mikrosk. Anat. Bd. XLIII. 1894. S. 564.
21. J. Broman, Über Riesenspermatiden bei Bombinator igneus. Anat. Anz. 1900. Bd. XVII. Januar.
22. H. Rabl, Über das Vorkommen von Nebenkernen in den Gewebezellen der Salamanderlarven, ein Beitrag zur Lehre von der Amitose. Arch. f. mikr. Anat. Bd. XLV.
23. J. Arnold, Beobachtungen über Kerne und Kernteilung in den Zellen des Knochenmarks. Virchows Arch. XCIII. Bd. 1883.
24. Heidenhain, Über die Mikrozentren mehrkerniger Riesenzellen, sowie über Zentralkörperfrage im allgemeinen. Morphol. Arb. Bd. VII. Heft 1.
25. Sebra, Sur les corps rouges de Téléostéens. Bull. mus. d'hist. naturelle. Paris 1897.
26. Bonnier, Sur les fonctions statique et hydrostatique de la vessie natatoire des Poissons. C. R. Soc. Biol. Vol. II. 1895.
27. A. Saeger, Die Physiologie und Morphologie der Schwimmblase der Fische. Arch. f. Physiol. Bd. XCIV. 1903.
28. A. Dogiel, Das periphere Nervensystem des *Amphioxus*. Anat. Hefte, herausgeg. von Merkel u. Bonnet. Heft 66.
29. —— Methylenblautinktion der motorischen Nervenendigungen in den Muskeln der Amphibien und Reptilien. Arch. f. mikr. Anat. Bd. XXXV.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

30. Rina Monti, Contributo alla conoscenza dei nervi del tubo digerente dei pesci. Rend. del Ist. Lomb. di Sc. et lett. Serie VI. Vol. XXVIII.
31. A. Nemiloff, Zur Frage der Nerven des Darmkanals bei den Amphibien. Vergelegt in der Sitzung der Abth. f. Zoologie u. Phys. d. St.-Petersb. Naturforschergesellsch. am 23. Okt. 1900.
32. S. Sacussew, Über die Nervenendigungen am Verdauungskanal der Fische. Abth. f. Zoologie u. Phys. der Nat.-Ges. St.-Petersburg. Bd. XXVIII (3).
33. R. Chevrel, Sur l'anatomie du sistème nerveux grand sympathique des Elasmobranches et des Poissons osseux. Arch. z. Expér. (2). Vol. V^bis.
34. F. Moser, Beiträge zur vergleichenden Entwicklungsgeschichte d. Schwimmblase. Arch. f. mikr. Anat. LXIII. Bd. 3. Heft. 1904.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel VIII und IX.

Fig. 1. Ein Bündel paralleler Gefäße, welche sich in der Drüse in ein dichtes Capillarnetz verzweigen; die Capillaren umflechten die Drüsenzellen. *a* Schleifen, die aus dem Bereich der Drüse heraustreten. Injektion der Gefäße mit Berliner Blau. Reichert Obj. 3.

Fig. 2. Ein Teil eines Querschnitts durch die Drüse; *a* große Zelle mit gelapptem Kern, welche sich später in eine Gruppe gewöhnlicher Drüsenzellen umwandelt, *b* gewöhnliche Drüsenzellen, *c* Blutgefäße. Reichert Obj. 8*a*.

Fig. 3. Riesenzelle mit hufeisenförmigem Kern, welcher sehr wenig Chromatinkörner und einen großen Kernkörper enthält. Reichert homog. Ölimmers. $^1/_{12}$.

Fig. 4. Zelle mit zwei Kernen, welche ungleiche Mengen Chromatinkörner enthalten und sich infolgedessen durch die Färbung scharf voneinander unterscheiden. In einem Kern erfolgt eine Teilung des Kernkörperchens. Reichert homog. Ölimmersion $^1/_{12}$.

Fig. 5. Zelle mit hufeisenförmigem Kern, welcher allmählich in eine Gruppe kleiner Kerne zerfällt. Reichert homog. Immersion $^1/_{12}$.

Fig. 6. Riesenzelle mit einer Gruppe von Kernen im Zentrum, welche allmählich zur Peripherie der Zelle rücken, wo sie sich mit einem Teil vom Protoplasma umgeben und eine kleine Zelle an der Peripherie der Riesenzelle bilden. Reichert homog. Immersion $^1/_{12}$.

Fig. 7. Teil einer Riesenzelle mit zwei Kernen, welche den Rest eines großen hufeisenförmigen Kernes darstellen. Reichert homog. Immersion $^1/_{12}$.

Fig. 8, 9. Weitere Stadien der Umwandlung der Riesenzelle in eine Gruppe kleiner Drüsenzellen. *a a* Reste der Riesenzelle. Reichert homog. Ölimmersion $^1/_{12}$.

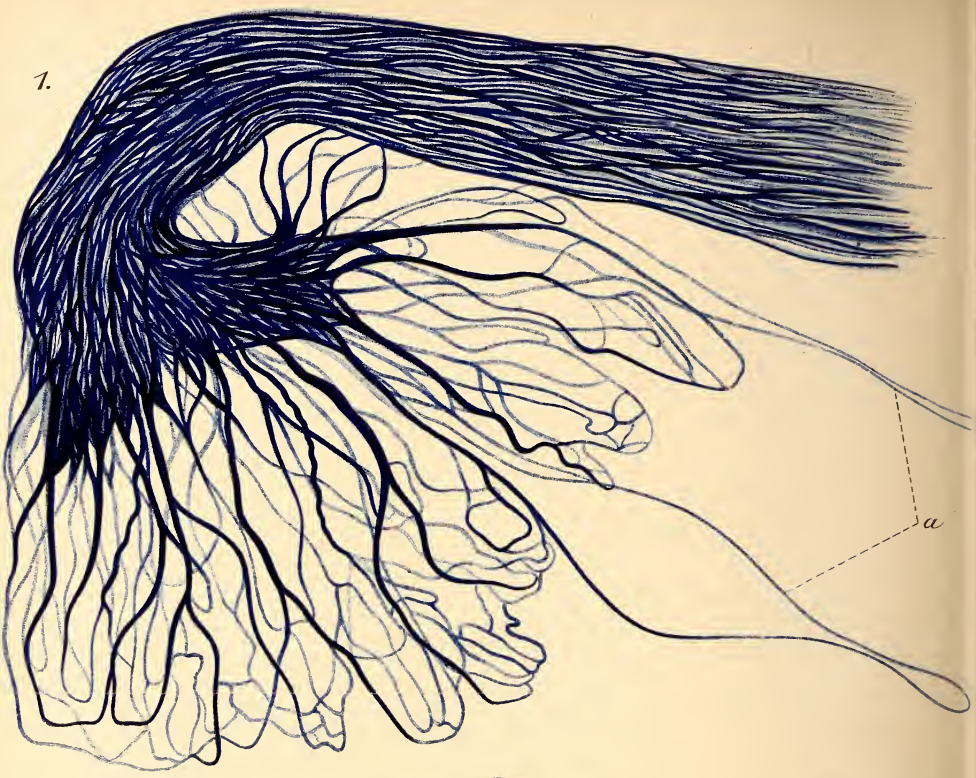
Fig. 10, 11. Nervenendverzweigungen, welche die Drüsenzellen umflechten. Reichert Obj. 8*a*.

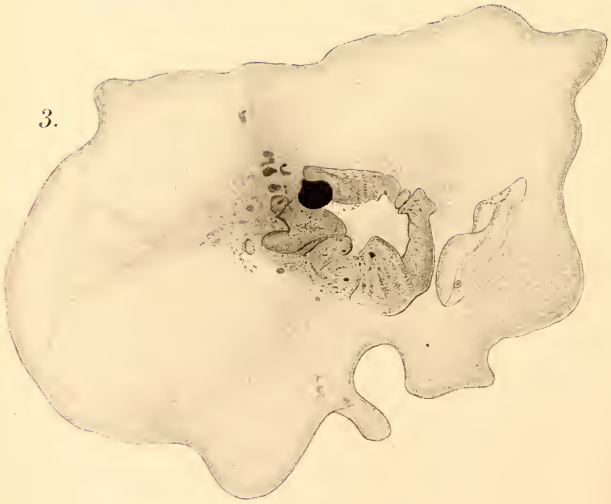
Fig. 12. Verteilung sympathischer Ganglien in der Drüse. *a* sympathische Ganglien. Reichert Obj. 3.

Fig. 13. Nervenendigung in dem Bindegewebe der Schwimmblasenwand. Reichert Obj. 8*a*.

Fig. 14. Pericelluläre Nervennetze in den sympathischen Ganglien der Drüse. Immersion $^1/_{12}$.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

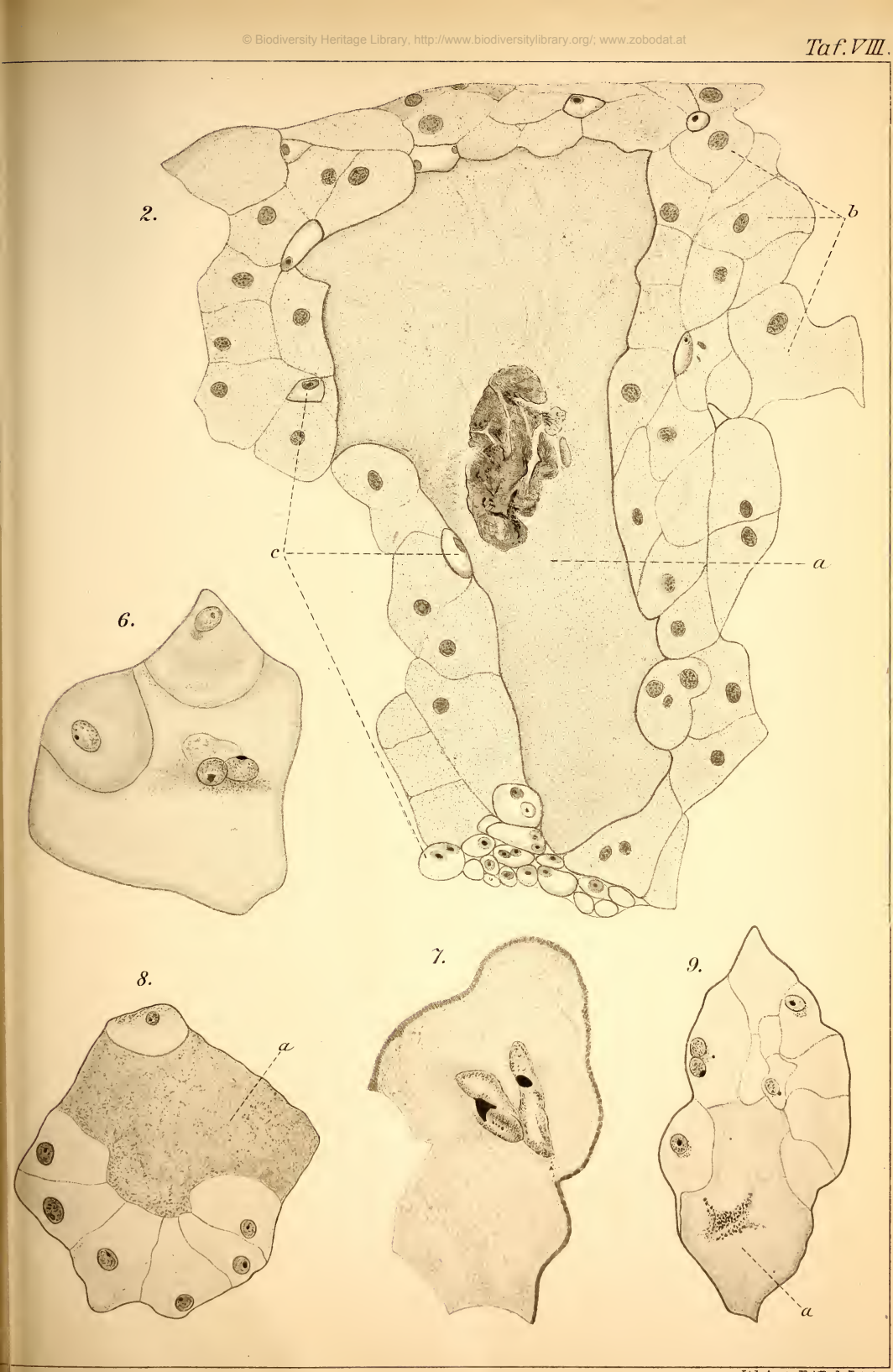




Deineka gez.

Verlag v. Wilhel

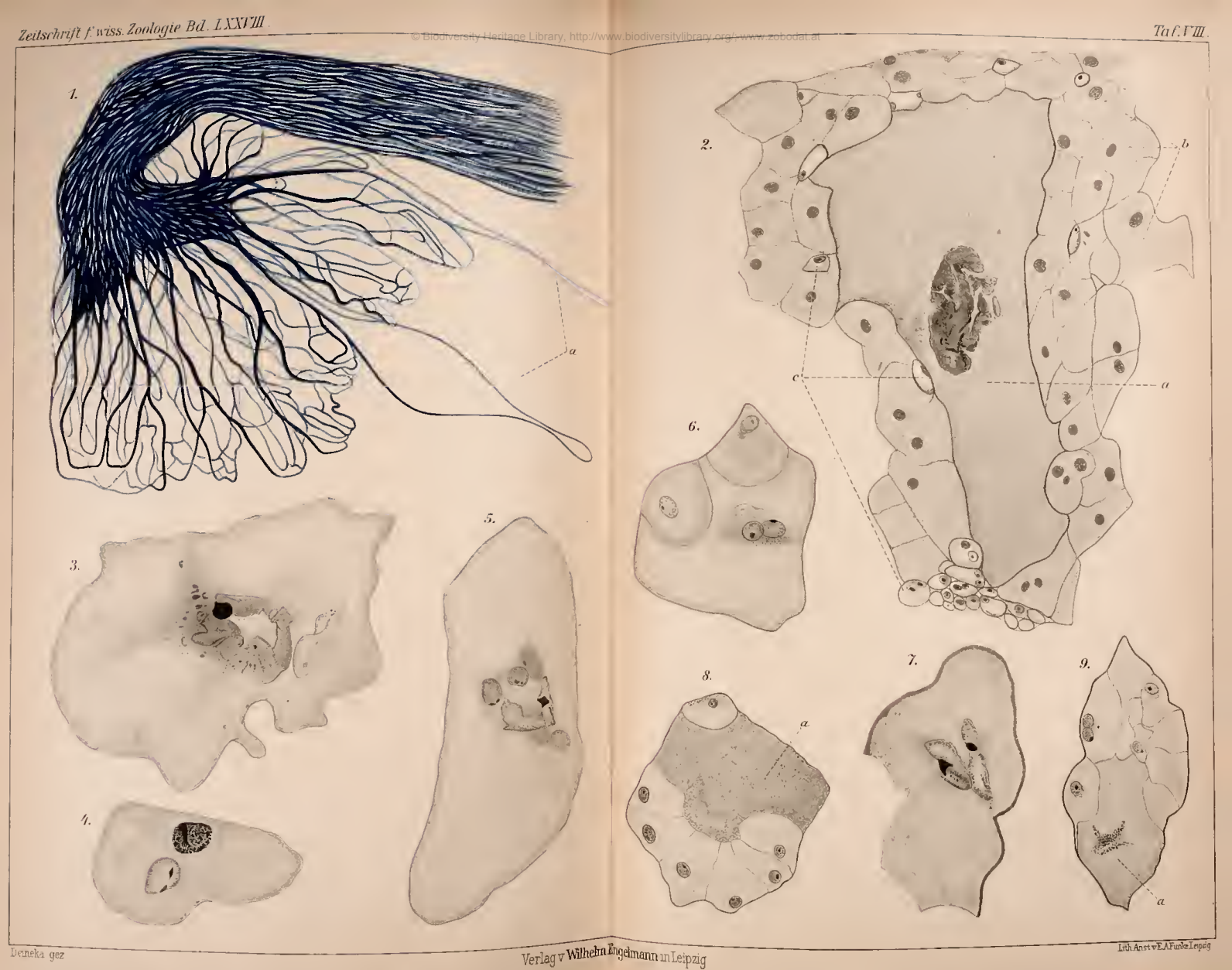
© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at



elmann in Leipzig.

Lith. Anst. v. E. A. Funke, Leipzig.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at



Deineka gez

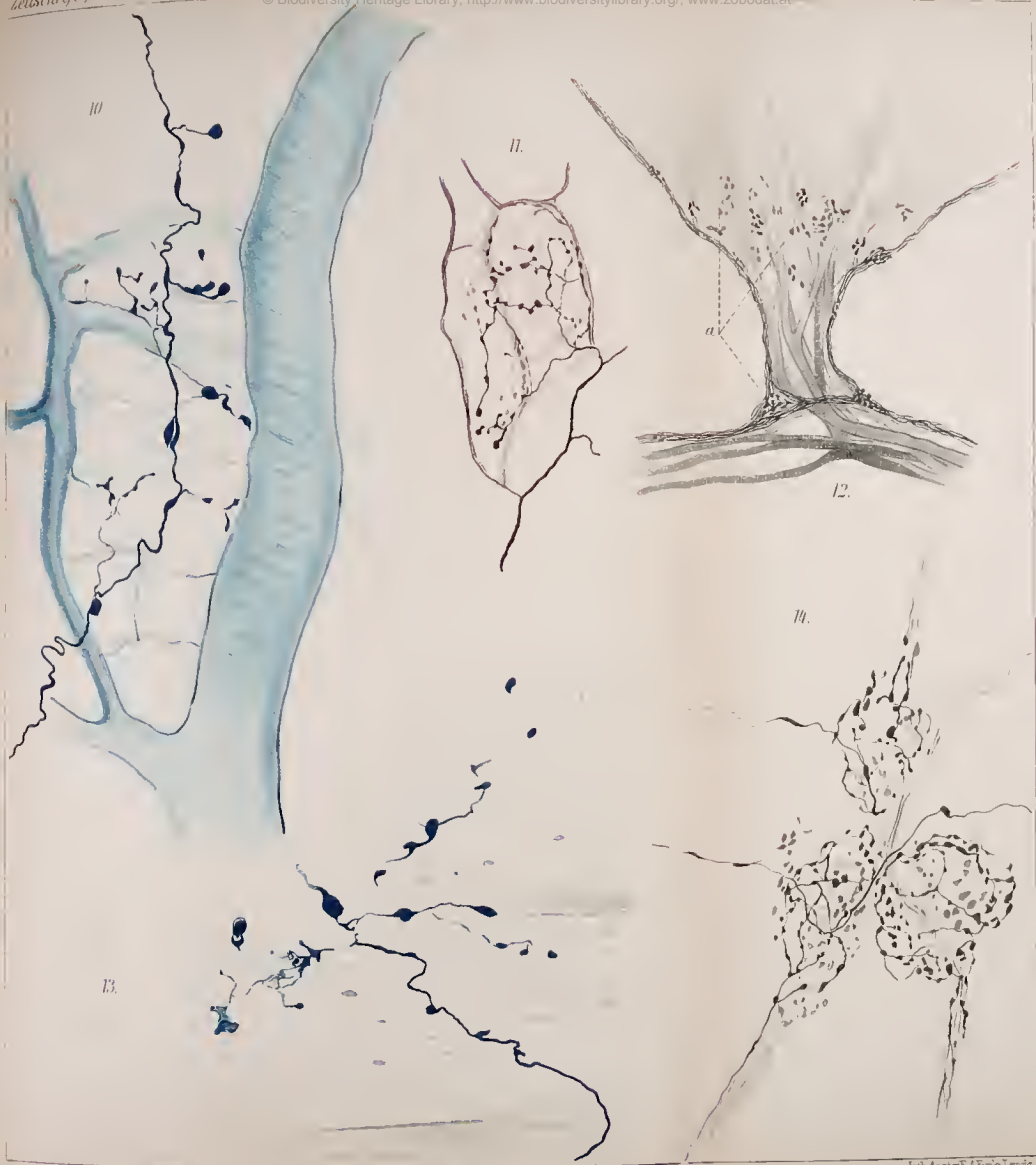
Verlag v. Wilhelm Engelmann in Leipzig

Lith. Anst. v. E. A. Funke, Leipzig

Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Deineka gez

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at



Lith. Anst. v. E. A. Funke Leipzig
Verlag v. Wilhelm Engelmann in Leipzig

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie

Jahr/Year: 1905

Band/Volume: 78

Autor(en)/Author(s): Deineka D.

Artikel/Article: Zur Frage über den Bau der Schwimmblase 149-164