

Die Ausführwege der Harnsamenniere des Frosches.

Von

Oscar Frankl.

(Aus dem Laboratorium der I. anatomischen Lehrkanzel
Prof. ZUCKERKANDL, Wien.)

Mit Tafel II.

Als ich im Verlaufe meiner Studien über das Urogenitalsystem der Wirbelthiere von ungefähr das Lehrbuch der vergleichenden Anatomie der Wirbelthiere von VOGT und YUNG¹ durchsah, fiel mir darin eine Stelle besonders auf. Die Autoren beschreiben den Weg, welchen bei den Amphibien der Same vom Hoden durch die Niere in den Harnsamenleiter nimmt: »Die reifen Spermatoblasten, die in den Hodenröhrchen enthalten sind, gehen in die Kanäle über, welche im Parenchym der Niere verlaufen. Dieser Verlauf ist sehr schwer zu verfolgen und erheischte wohl weitere Untersuchungen, die wir nicht angestellt haben. . . .« Mit Bestimmtheit sagën sodann die Autoren von den Anuren, wofür auch ein Schema vom Frosche beigefügt ist, Folgendes: »Nachdem diese Querkanälehen die Nierensubstanz in ihrer ganzen Breite durchsetzt haben, münden sie in den, an den äußern Rand der Niere verlaufenden Harnleiter, ohne in irgend eine Verbindung mit den eigentlichen MALPIGHI'schen Körperchen zu treten. Der Same wird so durch den Harnleiter in die Kloake eingeführt und von dort . . . bei der Begattung ausgespritzt.«

Die Negirung des Zusammenhanges der Ductus efferentes des Hodens mit den MALPIGHI'schen Körperchen der Niere, welcher für Coecilien und Urodelen eben so bestimmt zugegeben wird, fiel mir

¹ VOGT und YUNG, Praktische vergleichende Anatomie. Braunschweig 1889—1894.

auf und regte mich an, die Sache speciell einer eingehenden Untersuchung zu würdigen. Die von mir durchgesehene, auf dieses Thema Bezug nehmende Litteratur schwoll zwar von Tag zu Tag an, konnte mir aber doch nicht entscheidend Aufschluss geben; und so entschloss ich mich, die günstige Frühjahrszeit zu benutzen und wenigstens am Frosch, da anderes Material in ausreichender Menge mir nicht zur Verfügung stand, der Frage an den Leib zu gehen. Dass der einzige Weg hierzu die Injektion sei, war mir von vorn herein klar.

So will ich denn in den folgenden Blättern die Technik der Injektion und deren Ergebnisse beschreiben; doch kann ich mir nicht versagen, vorher Einiges über den derzeitigen, und zwar den allerneuesten Stand unserer entwicklungsgeschichtlichen und morphologischen Anschauungen der Amphibienniere zu referiren, ohne freilich dieselben als ganz unumstößlich hinstellen zu wollen. Haben ja doch gerade in der letzten Zeit die Angaben SEMON's¹ lebhafteste Anfechtung erfahren. Gleichwohl folge ich denselben, nicht etwa, weil ich sie nachgearbeitet, sondern weil plausiblere und gleich gründlich durchdachte Arbeiten gerade auf diesem Gebiete bislang fehlen. Ich schalte diesen, wenngleich sehr kurzen Überblick, der sich demnach an SEMON's geistvolle Studie an Ichthyophis, sowie an die Arbeiten von BRAUN² und HOFFMANN³ anlehnt, an dieser Stelle ein, weil ich an diese Prämissen später meine Folgerungen zu schließen gedenke.

Entwicklungsgeschichtliches.

Der MALPIGHI'sche Körper der Vorniere ist nichts Anderes als das abgeschnürte Leibeshöhlendivertikel mit seinem Glomerulus. Doch hat sich an einer Stelle eine offene Kommunikation mit der unsegmentirten Leibeshöhle, dem Cölom, erhalten; es ist dies der Außenrichter der Vorniere (SEMON). Das MALPIGHI'sche Körperchen der Urniere ist nach HOFFMANN als blasig aufgetriebene Kanalstrecke des Urnierenkanälchens aufzufassen, in die ein Gefäßknäuel eingestülpt ist. Auch BRAUN beschreibt Ähnliches von den Reptilien, in-

¹ R. SEMON, Studien über den Bauplan des Urogenitalsystems bei den Wirbelthieren. — Über die morphologische Bedeutung der Urniere etc. Anat. Anz. Bd. V. 1890. — Notizen über den Zusammenhang der Harn- und Geschlechtsorgane bei den Ganoiden. Morphol. Jahrb. 1891.

² M. BRAUN, Das Urogenitalsystem der einheimischen Reptilien.

³ C. K. HOFFMANN, Entwicklungsgeschichte der Urogenitalorgane bei den Anamnia. Diese Zeitschr. Bd. XLIV. 1886. — Zur Entwicklungsgeschichte der Urogenitalorgane bei den Reptilien.

dem er sagt, dass derjenige Theil des Urnierenkanälchens, welcher der Aorta am nächsten ist, sich einstülpt und zum MALPIGHI'schen Körper wird. Nach SEMON's trefflichen Untersuchungen an *Ichthyophis glutinosus* sind wir bemüht, uns zu einer anderen Anschauung zu bequemen: »Von den Vornierenkanälchen spaltet sich eine zweite Generation ab, die Urnierenkanäle. Eben so spaltet sich der MALPIGHI'sche Körper der Vorniere in einen ventralen und dorsalen Abschnitt. In den ersteren münden die Vornierenkanäle, in den letzteren die Urnierenkanäle ein. . . . Indem sich aber an das Auftreten der dorsalen Generation von Exkretionskanälen bald eine fortschreitende Rückbildung der ventralen und eine Umbildung des MALPIGHI'schen Körperchens der letzteren in Nebenniere anschließt, kann das Keimdrüsensekret nur noch durch die dorsalen, unverändert gebliebenen MALPIGHI'schen Körperchen, die der Urniere, fließen.«

Die Sache verhält sich demnach so: Aus dem ventralen Theil des abgeschnürten Leibeshöhlendivertikels nebst seinem Glomerulus wird die Nebenniere, während der dorsale Theil als MALPIGHI'sches Körperchen der Urniere persistirt.

Es erübrigt nun bloß noch, über den Zusammenhang des vom Cölomepithel abstammenden Keimwulstes mit dem MALPIGHI'schen Körperchen zu sprechen. Ein solcher besteht nach SEMON's Untersuchungen zwischen dem MALPIGHI'schen Körper der Vorniere und dem Keimepithelwulst ohne Zweifel. Nach Spaltung des Leibeshöhlendivertikels (MALPIGHI'sches Körperchen der Vorniere) in zwei Theile, dessen ventrales Derivat eben Nebenniere wird, stellen sich die Dinge in folgender Weise dar. Vom dorsalen Derivat, dem nunmehrigen MALPIGHI'schen Körper der Urniere, geht ein Strang ab, Segmentalstrang genannt; von diesem zweigt ein Ast zur Keimdrüsenanlage ab, der Sexualstrang, indess ein zweiter zur Nebenniere geht, daher sein Name Nebennierenstrang. In diesem letzteren dokumentirt sich klar die einstige Verbindung des MALPIGHI'schen Körperchens der Vorniere mit dem Keimepithelwulst.

Von den Anuren speciell beschreibt HOFFMANN die Entwicklung der Verbindungen der MALPIGHI'schen Körperchen mit der Geschlechtsdrüse mittels der »Genitalkanäle«. Aus diesen wird, wie ja selbstverständlich, das spätere intra- und extratestikuläre Hodennetz. Ihrer Bedeutung nach sind die oben genannten Stränge nichts Anderes als Derivate der ursprünglichen Verbindung zwischen Nephrotom und Seitenplatten (SEMON).

Endlich wäre noch daran zu erinnern, dass beim Amphibienembryo der Außentrichter der Urniere eben so ins Cölom mündet, wie jener der Vorniere.

Morphologisches.

Nach Darlegung des heutigen Standes der Meinungen über die allgemeinen Entwicklungsvorgänge erscheint es mir wünschenswerth, Einiges darüber zu referiren, wie sich die Autoren über den Zusammenhang der ausführenden Geschlechtswege mit dem MALPIGHI'schen Körperchen beim erwachsenen Thiere aussprechen.

Was die Anuren anlangt, sind die Meinungen der Forscher vollkommen different.

BIDDER¹ wusste schon (1846), dass das Sperma, nachdem es den Hoden verlassen, die Ductus efferentes und durch Vermittelung derselben die Niere passiren müsse, um in die Kloake zu gelangen.

BRONN² weiß über die Vereinigung der Vasa efferentia mit den Harnkanälchen keine übereinstimmende Angaben wiederzugeben. Die Unklarheit der Begriffe vermehren nur noch die einander diametral entgegenstehenden Angaben HYRTL's³ und HEIDENHAIN's⁴.

HYRTL (1863), der auf Grund von Injektionspräparaten urtheilt, sagt in seiner kurzen Abhandlung Folgendes: »An einer oder der anderen Niere findet man die Gruben (sc. der MALPIGHI'schen Körperchen) mit Masse ausgefüllt, welche nicht bloß die Kapseln der MALPIGHI'schen Körperchen einnimmt, sondern auch in die Ausführungsgänge der Hoden eindringt, welche bekanntlich bei Fröschen in diese Kapseln einmünden.« Doch betont im Weiteren HYRTL nachdrücklichst, es sei ihm nie gelungen, alle Kapseln vom Ureter aus zu injiciren, sondern bloß die oberflächlichen, von denen allein er auch annimmt, dass sie zu den Hodenausführungsgängen in Beziehung stehen. Allerdings muss man damit zusammenhalten, dass HYRTL mit einer für die feinen Strukturen der Amphibienniere allzu groben Masse arbeitete, wengleich man sagen muss, dass seine

¹ BIDDER, Männliche Geschlechts- und Harnwerkzeuge der nackten Amphibien. Dorpat 1846.

² BRONN's Thierreich. Bd. Amphibien. Leipzig und Heidelberg 1873—1878.

³ HYRTL, Über die Injektion der Wirbelthienniere und deren Ergebnisse. Wiener Sitzungsberichte der kais. Akad. der Wissensch. Bd. XLVII. 1. Abth.

⁴ HEIDENHAIN, Mikroskopische Beiträge zur Anatomie und Physiologie der Niere. Archiv für mikr. Anatomie. Bd. X. 1874.

Injektionen nicht bloß für jene, sondern für alle Zeiten als muster-gültig, ja geradezu als vollkommen angesehen werden müssen, — wohlgemerkt, für den mit der Lupe arbeitenden Untersucher, nicht den Mikroskopiker. Doch soll darüber später noch ausführlicher gesprochen werden.

HEIDENHAIN (1874) ist anderer Meinung. Was BIDDER für die Tritonenniere beschrieben hat, dass nämlich in jede MALPIGHI'sche Kapsel an der dorsalen Seite ein Samenkanälchen einmünde, kann er weder für Triton, noch für die Batrachier bestätigen. Mit vollster Bestimmtheit sagt er: »Für mich ist es ganz sicher, dass in dem zweifellos den Harn bereitenden Theil der Niere von einer Verbindung der MALPIGHI'schen Kapseln mit den Samenwegen nicht die Rede ist; sie findet erst in den großen Ausflussröhren des Harns statt.« Die aus dem Hoden führenden Kanäle seien an der Nierenoberfläche, und zwar an der ventralen durch Druck des Hodens leicht ersichtlich zu machen.

Dazu ist nur zu bemerken, dass HEIDENHAIN sich einer Untersuchungsmethode bedient hat, die geeignet ist, ein exquisit physiologisches, nicht aber ein anatomisches Resultat zu liefern. Ich meine die bekannte Fütterung mit indoxylschwefelsaurem Natron.

Auch ECKER¹ leugnet in seiner bestbekanntesten Arbeit den Zusammenhang der Samenwege mit den MALPIGHI'schen Kapseln, und schließt sogar daran die Bemerkung, dass bei Rana sich das Bestreben von Seiten der Samenwege, sich von den Harnwegen zu emancipiren, geltend mache, was dann bei Bombinator und Discoglossus, insbesondere aber bei Alytes weiter gedeiht.

Zum Schlusse will ich noch die Worte SPENGLER'S² wiedergeben, welcher sagt: »Ich habe viel Mühe darauf verwendet, zu ermitteln, welche von den einander so widersprechenden Angaben HYRTL'S und HEIDENHAIN'S die richtige ist. So sehr ich dafür eingenommen war, diejenige HYRTL'S für die richtige zu halten, so entschieden muss ich die HEIDENHAIN'Sche bestätigen. Obwohl sich sehr schnell der Harnleiter mit der weißen Samenmasse füllte, fand ich doch niemals eine Spur derselben in den MALPIGHI'schen Körperchen.«

Diese einander vollkommen widersprechenden Angaben bewogen

¹ A. ECKER, Die Anatomie des Frosches. Braunschweig 1864.

² J. W. SPENGLER, Das Urogenitalsystem der Amphibien. Arbeiten aus dem zoologisch-zootomischen Institut zu Würzburg. Bd. III. — Die Segmentalorgane der Amphibien. Verhandlungen der physikalisch-medicinischen Gesellschaft zu Würzburg. Bd. X. 1874.

mich also, der Frage meine Aufmerksamkeit zuzuwenden, und ich that dies nicht bloß, indem ich allein der Litteratur noch weiter nachging, um zu erfahren, was über die Verbindung der MALPIGHI-schen Kapseln mit den Samenwegen bei Fischen, Coecilien und Urodelen bereits bekannt und beschrieben sei, sondern, indem ich die Niere des Frosches, des mir am leichtesten zu erlangenden Anuren, eingehender Untersuchung würdigte. Den Weg, welchen ich hierbei verfolgte, will ich nun in den folgenden Zeilen kennzeichnen.

Technik.

In unserem Museum befinden sich Injektionspräparate von Fisch- und Amphibiennieren, die noch von HYRTL'S Hand herrühren: Die letzten Reste, wohl auch nicht die besten Exemplare jener Menge von Präparaten, die derzeit allenthalben in der Welt zu finden sind, — der berühmten HYRTL-Injektionen. Mit der Lupe betrachtet zeigen freilich auch diese Präparate, wie groß die Kunst des Injektors gewesen sei. Allein das mir vorliegende Präparat der Niere von Rana erscheint mir nicht, vielleicht sollte ich sagen nicht mehr für exakte wissenschaftliche Studien geeignet. Aus ihm allein wäre HYRTL'S Aussage über den bereits mehrfach gedachten Zusammenhang nicht klar, und dürften ihn hierzu andere Präparate bewegen haben, die indess mir nicht zu Handen sind.

Die Masse, mit welcher HYRTL injicirte, bestand aus Kremserweiß oder Chromgelb, mit Terpentinöl oder Schwefeläther verrieben. Die Objekte wurden nach der Injektion getrocknet, von der Oberfläche wurde ein mäßig dünner Schnitt genommen und auf schwarzem Holz unter Glas aufgelegt. Mir aber erschien es unbedingt nothwendig, Injektionen zu machen, welche die mikroskopische Untersuchung gestatten, und so machte ich denn Leiminjektionen der Froschniere. Da meine Injektionsmasse vom gebräuchlichen Recept in einigen Punkten abweicht, will ich hierbei ein wenig verweilen.

Ich lasse 10—15 Platten feinsten Gelatina animalis, die ganz durchsichtig sein muss, einen Tag lang in Wasser aufquellen. Am nächsten Tag setze ich der weichen Masse das gleiche Quantum Glycerin zu, koche durch kurze Zeit, setze sodann 4—5 Gramm concentrirter Sublimatlösung zu und filtrire durch ein nicht zu grobmaschiges Linnen. Die so gewonnene Glyceringelatine lasse ich erstarren, fertige am nächsten Tage eine kalte Lösung von löslichem

Berlinerblau in Wasser im Verhältnis von 1:20 an, setze es der erwärmten Glyceringelatine zu, erwärme beide mit einander noch eine Weile und filtrire abermals durch ein Linnen. Wenn die nunmehr fertige Injektionsmasse etwas erkaltet ist, senke ich an einem Faden einen großen Thymolkrystall in die noch halb flüssige Masse, welche so geradezu Jahre hindurch aufbewahrt werden kann. Beim Gebrauche mäßig erhitzt wird sie bald schön dünnflüssig, leistet — so viel mir bekannt — allen üblichen Konservierungs- und Fixierungsmitteln Widerstand und hat die gute Eigenschaft, während des Injektionsaktes nicht leicht zu erstarren. Das zu injicirende Gewebe braucht daher nicht erwärmt zu werden.

Will man die Masse roth haben, so nimmt man als färbende Lösung 1:20 Karmin. Alles Andere bleibt sich gleich.

Zur Injektion verwendete ich gut entwickelte Frösche, an denen der Frühling 1896 nicht eben arm war; an den kräftigen Exemplaren ist der sonst allzu dünne LEYDIG'sche Gang doch von annehmbarer Dicke. Ich tödtete die Thiere mit Chloroform, schnitt das Abdomen auf, legte das Objekt in physiologische Kochsalzlösung und führte nach Ablauf des höchsten Grades der Todtenstarre die Kanüle meiner Spritze in den LEYDIG'schen Gang ein.

Die Spritze zu dieser und allen ähnlichen Arbeiten sei klein, handlich, — am besten ist es, sich einer gewöhnlichen Ohrenspritze aus Hartgummi zu bedienen. Dieselbe hat den Vortheil, dass man bei einmaligem, kurzem, aber energischem Drucke auf den Stempel die Masse durch längere Zeit aus der Kanüle spritzen sehen kann, so lange, bis das innerhalb der Spritze aufgespeicherte Druckquantum, oder, wenn man will, die entbundenen Elasticitätskräfte der Kautschukwand aufgezehrt sind. Dieses Vorgehen gab mir immer gute Resultate und schützte mich vor Extravasaten.

Parenchymatöse Injektionen in die Niere ergeben ganz konstant, wie auch schon HYRTL wusste, Veneninjektionen. Auf eine halbwegs verlässliche Injektion der Harnkanälchen kann man hierbei nicht rechnen.

Ich habe die Technik der Injektion etwas genauer geschildert, weil dieselbe dem Leser auch für andere, ähnliche Arbeiten einiges Wissenswerthe in sich bergen dürfte. Und nun will ich an die Schilderung der Injektionsresultate und deren Erläuterung gehen.

Resultate der Injektion.

Die Kombination, auf Grund derer ich die Injektion des LEYDIG'schen Ganges beim Frosch ausführte, war folgende:

Wenn ich den Ductus urospermativus injicire, muss die Injektionsmasse in die Harnkanälchen der Niere eindringen, denn dieselben münden in jenen. Aber auch in den Kanälchen, welche vom Hoden kommend, die Niere durchsetzen, und die ich der Bequemlichkeit halber fortan nur Querkanäle nennen will, muss sich Injektionsmasse finden, denn auch sie münden in den LEYDIG'schen Gang. Weiter muss ich, vorausgesetzt das Gelingen der Injektion, mit der Masse bis in den Hoden emporgelangen, natürlich auf dem Wege der Ductus efferentes. Ist damit aber schon irgend etwas über die Kommunikation der Samenwege mit den MALPIGHI'schen Körperchen der Niere gesagt? Gewiss nicht! Denn sind die beiden Wege von einander vollkommen getrennt, so können Nieren- und Hodenkanälchen zugleich, aber von einander ganz unabhängig injicirt werden, ohne dass zwischen beiden in der Niere ein nachweislicher Zusammenhang besteht. Wenn aber ein solcher besteht, so müssen sich bei der mikroskopischen Untersuchung der Niere die Kommunikationen zeigen.

Meine Voraussetzungen bestätigten sich vollinhaltlich. Wenn die Spritze im LEYDIG'schen Gang festgebunden ist, was durch die distal gelegene Erweiterung desselben, die sogenannte Samenblase, wesentlich erleichtert wird, so genügt ein leichter Druck auf den Spritzenstempel, um die Niere in ihrem unteren Antheil blau zu färben; bald sieht man tief blaue Streifen quer über die Oberfläche des Organs laufen, die sich, wenngleich unter Krümmungen, auf das Mesorchium fortsetzen, und in ungemein zierlichen Figuren schießen am weißen Hoden blaue Sterne und Punkte auf. Dieser, vielmehr noch die Nieren, werden bei weiterer Fortsetzung der Injektion stets diffusor blau, was man aber nur bis zu einem mäßigen Grade geschehen lassen soll.

Ich fixirte sodann die Objekte in Pikrinsublimat, härtete in Alkohol, färbte sie mit Kochenillealaun und zerlegte sie endlich in vollständige Schnittserien. Und nun der mikroskopische Befund:

Injektionsmasse in den Hodenampullen sowie in den intratesticulären Hodenkanälen, und zwar typisch die Masse central, wandsständig die massenhaften Spermatozoen, respektive an einzelnen Objekten Spermatoblasten. Die extratesticulären Hodenkanäle, das

sogenannte Hodennetz, zeigt den gleichen Inhalt. Am medialen Rande der Niere angelangt, erweitert sich an einzelnen Schnitten der Ductus efferens, beziehungsweise der die Ductus efferentes verbindende Längskanal zu den sogenannten Ampullen, welche gleichfalls mit Injektionsmasse gefüllt sind. Und nun sieht man an vielen Schnitten den Querkanal durch die Niere laufen, zwar nicht rein quer, sondern in leichtem Bogen, etwa so, wie die halbschematische Zeichnung (Fig. 1) es andeutet, gegen den lateralen Rand der Niere, woselbst derselbe in den LEYDIG'schen Gang einmündet. Der Querkanal ist immer mit Berlinerblau gefüllt. Die Anzahl der Querkanäle ist großen Schwankungen unterworfen; SPENGLER nimmt die Zahl der Hodenausführungsgänge als 18 an. Nach meinen Präparaten schwankt dieselbe zwischen 5 und 18.

Wenn man die Schnittserien durchsieht, merkt man, dass nicht bloß sagittal verlaufende Harnkanälchen, von der ventralen Nierenfläche zur dorsalen ziehend, in die Querkanäle einmünden, sondern dass von der dorsalen Seite der MALPIGHI'schen Körperchen Kanäle gegen die dorsale Nierenfläche ziehen, dieselbe aber nicht erreichen, und entweder in den Querkanal einmünden, oder öfter eine Strecke vor demselben aufhören. An den entsprechenden weiteren Schnitten sieht man dann mühelos das fehlende Stück, und es bedarf durchaus nicht der Anfertigung eines Modells, sondern einige wenige Zeichnungen auf einander folgender Schnitte genügen, die Kommunikation der MALPIGHI'schen Kapsel mit den Querkanälen mittels sagittaler, mit Injektionsmasse erfüllter Kanäle darzuthun (Fig. 3). Ich schlage demnach vor, diese Kanäle als Sagittalkommissuren zu bezeichnen.

Der Ductus efferens des Hodens tritt, wie oben erwähnt, am medialen Rande der Niere in das Parenchym ein. Da er jedoch auf der ventralen Seite an die Nierenoberfläche tritt, und der intrarenal liegende Querkanal näher der dorsalen als der ventralen Fläche der Niere zu liegen kommt, wird es begreiflich, dass das Anfangsstück des Querkanal die Krümmung der Nierenoberfläche an der medialen Schmalseite mitmacht, wie dies aus Fig. 1 ersichtlich ist.

Vor Beginn dieser Krümmung, also unmittelbar nach dem Eintritt des Kanals in die Niere, geht ein ventraler, fast rein quer verlaufender Kanal ein kurzes Stück, etwa $\frac{1}{5}$ — $\frac{1}{4}$ der Nierenbreite ins Parenchym (in Fig. 1 mit *x* bezeichnet), und Injektionen beweisen, dass auch dieser Kanal, für dessen Bezeichnung ich die Worte ventraler Querkanal wählen möchte, mit einigen wenigen, ventral

und medial gelegenen MALPIGHI'schen Körperchen zusammenhängt. Diese MALPIGHI'schen Körperchen sind es, von welchen vermuthlich HYRTL unter der Bezeichnung »ventrale Reihe« spricht. In Fig. 1 habe ich die drei bis vier ventralen MALPIGHI'schen Körperchen, welche bis *xx* reichen würden, der Einfachheit halber nicht ein-gezeichnet.

Nun könnte Jemand sagen, die Resultate einer solchen Injektion seien nicht beweisend, weil durch die *vis a tergo* die Injektionsmasse an Stellen gedrängt worden sei, an die sie unter normalen Verhältnissen nie hätte gelangen können. Ein Anderer könnte mir vielleicht gar das Wort entgegenhalten, das so viel sagt und so wenig bedeutet, und jedweder mikroskopischen Injektion, die Einem nicht gelegen ist, vorgehalten wird: das Extravasat. Abgesehen davon, dass Extravasate, Gewebsrupturen u. dgl. m. sich mir gewiss in den Präparaten augenfällig gezeigt hätten, da ich auch darauf prüfte, machte ich mir selbst als strenger Beobachter den gleichen Einwand. Doch gelang es mir, denselben auf folgende Weise abzuwehren.

Ich nehme den Frosch, der eben im Coitus begriffen ist, vom Weibchen, tödte ihn und injicire ihn entweder gar nicht, oder bloß die Niere der einen Körperhälfte, schneide das Organ in Serien und färbe es mit Hämatoxylin, welches, wie bekannt, geradezu ein Reagens auf Froschspermatozoen ist und dieselben intensiv violett färbt.

Es zeigt sich nun in Folge der natürlichen Injektion das Sperma in all den Wegen, welche zuvor bei der Injektion als Samenwege blaue Masse enthalten hatten. Die Querkanäle vollgepfropft mit violetten Samenfäden, eben so die Sagittalkommissuren, oft genug finden sich Spermatozoen in den MALPIGHI'schen Kapseln, zumal in denjenigen, welche dem ventralen Querast entsprechen. Dieser selbst ist fast überall mit Sperma angefüllt.

Freilich enthalten nicht alle MALPIGHI'schen Körperchen Spermatozoen, obwohl zuvor alle eine Kommunikation mit dem Querkanale und Injektion ihrer Kapseln zeigten. Aber das ist auch gar nicht anders zu erwarten. Der Spermastrom nimmt einen möglichst geraden Weg, und nur wenn er ganz besonders reichlich ist, oder wenn eine *vis a tergo* ihn hemmt, wie zum Beispiele eine komplette Anschoppung des unteren Theiles des LEYDIG'schen Ganges mit Sperma oder Injektionsmasse, ergießt sich das Sekret bis in die MALPIGHI'schen Kapseln. Doch auch in gar nicht injicirten Objekten, die Thieren zur Brunstzeit entnommen sind, findet man zuweilen

Spermatozoen in den MALPIGHI'schen Kapseln, wofern nur der Spermastrom genügend stark ist.

Besonders klar ist das Bild, wenn an injicirten Objekten ein Bezirk von der Injektion frei geblieben ist. Hier handelt es sich denn allerdings um Folgen des Druckes, ohne dass aber irgend eine Extravasation im Spiele wäre. Ein solches MALPIGHI'sches Körperchen mit dem Anfang der Sagittalkommissur habe ich auch in Fig. 5 wiedergegeben.

Interessant ist auch der Befund an Objekten, die bei reichem Spermastrom injicirt wurden. Es zeigt dann der mikroskopische Schnitt die Interferenz, respektive Konkurrenz der beiden Massen. In den breiten Querkanälen vermengen sie sich, während in den engeren Fährten die eine die andere vor sich herschiebt.

Dem denkenden Leser drängt sich hier natürlich die Frage auf: Wie sind die oben dargelegten Befunde zu deuten, wie verhalten sie sich zu den bisher gemachten Angaben, und welche Analogien lassen sich zu den Verhältnissen an anderen Thieren finden? Indem ich an die Beantwortung dieser Frage gehe, will ich vorher nur das Eine bemerken. Auf rein histologische Weise lassen sich solche Dinge nicht abthun; die vergleichende und entwicklungsgeschichtliche Betrachtung im Vereine mit der Anwendung aller modernen technischen Hilfsmittel vermögen für sich das Recht in Anspruch zu nehmen, der Lösung solcher Fragen näher gerückt zu sein.

Mit der Erfahrung, dass beim Frosche eine vollständige Kommunikation zwischen MALPIGHI'schen Körpern der Niere und den Samenwegen dauernd bestehe, fällt von selbst die Angabe ECKER's, dass *Rana* die Reihe derjenigen Anuren eröffne, bei welchen sich die Samenwege von den Harnwegen loszulösen beginnen. Ich bin vielmehr geneigt, *Rana* in Bezug auf den Urogenitaltract auf eine morphotisch tiefere Stufe zu stellen.

Bei Coecilien setzt sich, wie bekannt, je ein Ductus efferens immer nur mit einem, und zwar dem primären MALPIGHI'schen Körperchen in Verbindung, welches letzteres dann vom Sperma durchflossen wird (SPENDEL, SEMON). Dadurch bleibt die Segmentirung der Niere auch beim geschlechtsreifen Thiere deutlich erkennbar.

Bei Urodelen verwischen sich die Verhältnisse in so fern, als keines der MALPIGHI'schen Körperchen überschlagen wird, sondern sämtliche ventralen Kanäle jedes Nierensegmentes besitzen Sexualstränge, wie SPENDEL sich ausdrückt. Dabei finden sich im

Geschlechtstheile der Niere auch mehr MALPIGHI'sche Körperchen, als der Anzahl der Urwirbel entsprechen sollten. Zu besonders reichlicher sekundärer Vermehrung der MALPIGHI'schen Körper kommt es in der Beckenniere.

Was die Anuren betrifft, so ist es nur bei Bufo sichergestellt (SPENGL), dass sich eben so wie bei den Urodelen und Coecilien das Sperma aus dem Längskanal in die bei Bufo zahlreich vorhandenen Querkänäle und durch Vermittelung derselben in die MALPIGHI'schen Kapseln ergießt. Sodann muss es, um in den LEYDIG'schen Gang zu gelangen, die betreffenden Harnkanälchen ihrer ganzen Länge nach passiren und in die Sammelröhren einströmen. Doch stehen bei Bufo wie bei den Gymnophionen nicht alle, sondern nur die primären Urnierenkanälchen mit der Keimdrüse in Verbindung (SEMON).

Die Litteratur lehrt mich, dass bei Bombinator und Discoglossus die Trennung der beiden Systeme, der Harn- und der Samenwege, weitgedeihe, bis sich dieselben endlich bei Alytes von einander fast vollständig isoliren. Ich bin, aufrichtig gestanden, nicht sehr geneigt, diesen Angaben vollständig Glauben zu schenken, da keine auf Grund subtiler mikroskopischer Arbeiten gemacht worden ist. Ich behalte mir jedenfalls vor, diese Frage noch näher zu untersuchen, sofern es die Gunst äußerer Verhältnisse gestatten sollte.

Halten wir nunmehr noch Umschau über das, was von den Fischen in Bezug auf das in Rede stehende Kapitel bereits sichergestellt ist, so wäre Folgendes zu erwähnen.

SEMPER's¹ Verdienst ist es, die Urogenitalbildung der Plagiostomen vollkommen sichergestellt zu haben, und zwar gelang ihm dies bei *Chiloseyllum*, *Mustelus*, *Squatina vulgaris*, *Scymnus lichia*, *Centrophorus granulosus* und *Acanthias*. An diesen Thieren gelang es ihm nachzuweisen, dass das Sperma aus den Ductus efferentes des Hodens in die MALPIGHI'schen Kapseln fließen müsse, bevor es die Niere verlasse.

Bei Ganoiden findet SEMON, dass im Gegensatz zu Selachiern und Coecilien eine große Menge von MALPIGHI'schen Körperchen mit dem Keimdrüsennetz in Verbindung stehen, und deutet dies in der Weise, dass sekundär entsprechend der riesigen Vergrößerung

¹ SEMPER, Das Urogenitalsystem der Plagiostomen und seine Bedeutung für das der übrigen Wirbelthiere. Arbeiten aus dem zoologisch-zootomischen Institute zu Würzburg. Bd. II. 1876.

der Keimdrüsen ein viel größerer Antheil der Niere zu der Leistung der Abfuhr herangezogen werde.

Nach den von mir erhobenen Thatsachen wäre ich geneigt, über den von mir untersuchten Vertreter der Anuren, den Frosch, Folgendes auszusagen: Die MALPIGHI'schen Körperchen, welche wir in der Froschniere finden, die zweifellos sekundären Ursprunges sind, zeigen Verbindungen mit den Querkanälen, natürlich auch sekundärer Natur. Wie diese entstehen, darüber fehlt es zur Zeit noch ganz an Angaben. Aber der Typus, der sich in der allerersten Anlage zeigt, indem das primäre MALPIGHI'sche Körperchen der Urniere zur Keimdrüse in Beziehung tritt, was beim ausgebildeten Frosch in der Verbindung der ampullären Erweiterungen des Längskanals mit dem Hoden (durchs Hodennetz) zum Ausdruck gelangt, der gleiche Typus, sage ich, ist auch bei allen sekundären MALPIGHI'schen Körperchen festgehalten, indem sie die Sagittalkommisuren zu den Querkanälchen senden. Demnach sind die Harn- und Samenwege beim Frosch von einander durchaus noch nicht getrennt, wie dies angeblich bei einzelnen Anuren, so zum Beispiel bei *Bombinator*, *Discoglossus*, *Alytes* zur Beobachtung kommt. Sollte Letzteres wahr sein, würden die Anuren von den übrigen Amphibiengruppen, bei welchen beide Systeme mit einander vollkommen vereint sind, zu den Reptilien allmählich hinüber führen, bei welchen die beiden Systeme von einander vollständig isolirt sind. Einzelne Anuren würden sich mehr den Urodelen, einzelne mehr den Amnioten nähern, bei welch letzteren, wie bekannt, die Geschlechtsniere zum Ausführungsgang für das Sperma wird, während die Beckenniere unter Änderung ihrer Form und Entstehung eines Ureters allein der Harnbereitung zu dienen bestimmt wird. Dass auch bei Cyclostomen Samen- und Harnwege von einander sich lösen, ist ja wahr; aber die Art und Weise, in welcher dies geschieht, bedeutet keinen morphologischen oder physiologischen Fortschritt, sondern vielmehr einen tiefen Rückschlag in der Entwicklung des Urogenitalapparates.

Die vom Hoden herkommenden Ductus efferentes vereinigen sich bei *Rana* durch einen sekundär entstandenen Längskanal mit einander, welcher am medialen Rande der Niere liegt und dem im Mesorchium liegenden, deutlich sichtbaren Längskanal der Urodelen ganz homolog ist. Die Erweiterungen des Längskanals, Ampullen genannt, werden von C. K. HOFFMANN als Reste der primären MALPIGHI'schen Körperchen angesprochen, deren Glomerulus sich zurückgebildet habe.

»Denn bei ganz jungen Fröschen«, sagt HOFFMANN, »hat der Längskanal kurze Abzweigungen, welche in MALPIGHI'sche Körperchen einmünden.« Nach meinen eigenen Beobachtungen möchte ich dieser Anschauung beipflichten. Die Ampullen liegen genau in der gleichen Linie und sind gleichgerichtet den sekundären MALPIGHI'schen Körperchen der Niere, und die Abzweigungen, von welchen HOFFMANN spricht, habe ich, wenngleich nicht oft, so doch an einzelnen Schnitten gesehen. Es liegt gar kein Grund vor, HOFFMANN's Ansicht zu bezweifeln.

Die Reihe der MALPIGHI'schen Körperchen, welche quer durch die Niere zu verfolgen ist, muss man natürlich als sekundär entstanden erachten. Das primäre MALPIGHI'sche Körperchen ist nur im Rudiment zu sehen. Aber die Verbindung des primären MALPIGHI'schen Körperchens mit den Ductus efferentes des Hodens persistirt, — wir sehen die Ampulle mit Sperma erfüllt. Liegt da nicht die Deutung nahe — und ich möchte sie nicht leichtweg von der Hand weisen —, dass die primäre MALPIGHI'sche Kapsel, welche schon bei den nächst höheren Species verloren geht, hier noch bestehen bleibt, einzig desshalb, weil ihr eine Funktion geworden? Sie ist, meine ich, ein Reservoir für den sich rückstauenden Spermastrom.

Ich möchte diese Abhandlung nicht schließen, ohne noch Einiges über die Peritonealtrichter gesprochen zu haben. Diese bleiben nach HOFFMANN bei Urodelen im Zusammenhang mit dem Halse des MALPIGHI'schen Körperchens, während sie sich bei Anuren von ihm loslösen und als blind geschlossene Röhren weiterwachsen. Das Gleiche hatte schon durch Autoinjektion, nach Einspritzung von Karmin in das Abdomen des narkotisirten Thieres 1877 NUSSBAUM¹ nachgewiesen. Durch ähnliche Versuche bewogen schließt sich der gleichen Ansicht WICHMANN² an. Meine eigenen Resultate bestätigen, wenngleich auf anderem Wege gewonnen, die Angabe obiger Autoren. Denn wenn die Harnkanälchen im erwachsenen Thier mit den Trichtern communiciren würden, müsste sich Injektionsmasse in den Außentrichtern deutlich nachweisen lassen. Davon ist nun nicht die Rede. Alle sind frei von Injektionsmasse, wie klar ersichtlich aus Fig. 6.

¹ NUSSBAUM, Beiträge zur Anatomie und Physiologie der Niere. Sitzungsberichte der niederrheinischen Gesellschaft zu Bonn. 1877.

² RALF WICHMANN, Beiträge zur Kenntnis des Baues und der Entwicklung der Nierenorgane der Batrachier. Bonn 1884.

Um die Resultate meiner Untersuchungen kurz noch einmal zu resumiren, will ich bloß das Folgende sagen. Die Injektion der Froschniere vom LEYDIG'schen Gang aus ergibt ein Aufsteigen der Masse bis in den Hoden, natürlich durch die Ductus efferentes; in der Niere selbst zeigt sich deutlich der vollständige Zusammenhang zwischen MALPIGHI'schen Körperchen und Querkanälen mittels sagittaler Kommissurkanäle. Ob letztere zugleich mit dem Sperma auch Harn führen, oder ob die Harnsekretion und der Spermastrom periodisch, zeitlich von einander getrennt erfolgen, werden vielleicht später noch anzustellende Experimente mich lehren. An geeigneten Objekten sind alle diese Wege mit Spermatozoen erfüllt zu sehen, auch die MALPIGHI'schen Kapseln enthalten unter Umständen Samenfäden, sei es in Folge des Injektionsdruckes, oder in Folge des reichen Spermastroms, indem der Same nicht rasch genug abfließen kann, und also jeden ihm verfügbaren Raum für sich in Anspruch nimmt, — natürliche Injektion der MALPIGHI'schen Kapseln (Fig. 2 deutet mit Pfeilen den Weg des Sperma und den der Injektionsmasse an). Geschieht die Injektion an spermareichen Objekten, so mengen sich Spermafäden und Injektionsmasse in den Querkanälen, Sagittalkommissuren und MALPIGHI'schen Kapseln (Fig. 4).

So wäre die Gestalt der ausgebildeten Froschniere, auch mit Bezug auf ihre Genitalverbindungen, erläutert. Die der embryonalen Niere, zumal für die allerersten Entwicklungsphasen, ist durch die Eingangs erwähnten Beobachter geklärt. Mir drängt sich nun die Frage auf: Wie kommen die sekundären Wege alle zur Ausbildung, wie sind die Übergänge zwischen Anfangs- und Endstadien? Sollten es die äußeren Verhältnisse gestatten, so gedenke ich, an die Beantwortung dieser Fragen mich zu wagen. Dessgleichen behalte ich mir vor, allenfalls Berichte über Injektionen des LEYDIG'schen Ganges anderer Anuren folgen zu lassen.

Nicht der allgemeine Brauch nöthigt mich, es ist mir vielmehr Herzenssache, an dieser Stelle meinem vielverehrten Lehrer, Herrn Prof. Dr. E. ZUCKERKANDL, für seine stete Unterstützung mit Rath und Anregung den geziemenden Dank auszusprechen.

Erklärung der Abbildungen.

Gemeinsame Abkürzungen für alle Figuren:

<i>T</i> , Testikel;	<i>L. G.</i> , LEYDIG'scher Gang;
<i>K</i> , Hodenkanälchen;	<i>N</i> , Niere;
<i>Sp</i> , Spermatozoen;	<i>A</i> , Peritonealtrichter;
<i>I</i> , Injektionsmasse;	<i>Q</i> , Querkanal;
<i>D.e.</i> , Ductus efferens;	<i>S</i> , Sagittalkommissur;
<i>Gl</i> , Glomerulus;	<i>Nk</i> , Nierenkanälchen.
<i>M.K.</i> , MALPIGHI'sche Kapsel;	

Tafel II.

Fig. 1. Injektion des Hodens und der Niere vom Frosch, gemacht vom LEYDIG'schen Gang aus. Halbschematisch. ZEISS Komp. 4, Obj. Lupe.

Fig. 2. Schema der Kommunikation zwischen Hodenausführungswegen und den MALPIGHI'schen Kapseln. Die rothen Pfeile bedeuten den Weg des Sperma, die blauen den der Injektionsmasse. Lupenvergrößerung der Kontouren.

Fig. 3. Vollständiger Zusammenhang des MALPIGHI'schen Körperchen mit dem Querkanal auf einem Schnitte, genau nach einem Schnitte der injicirten Froshniere. ZEISS Komp. 4, Obj. 4,0 mm, Apert. 0,95.

Fig. 4. Sperma und Injektionsmasse in der MALPIGHI'schen Kapsel. ZEISS Komp. 8, Obj. Apochr. 4,0 mm, Apert. 0,95.

Fig. 5. Autoinjektion der MALPIGHI'schen Kapsel mit Sperma. ZEISS Komp. 4, Obj. Apochr. 4,0 mm, Apert. 0,95.

Fig. 6. Von der Injektionsmasse vollkommen frei gebliebener Peritonealtrichter. Dieselbe Vergrößerung.

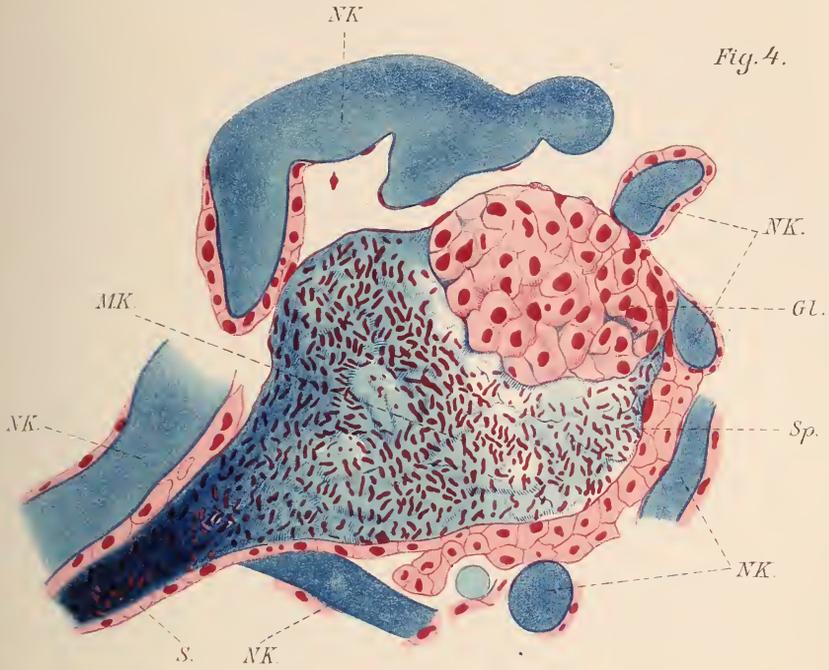


Fig. 4.

Fig. 5.

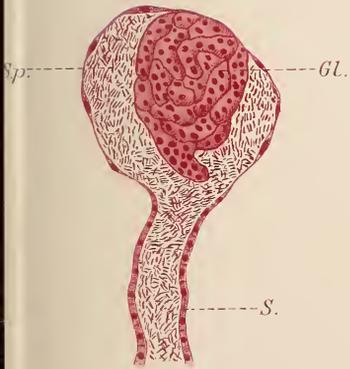


Fig. 6.

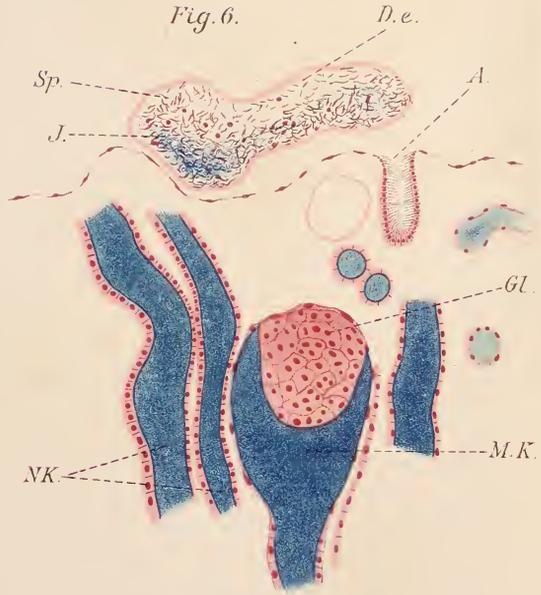


Fig. 1.

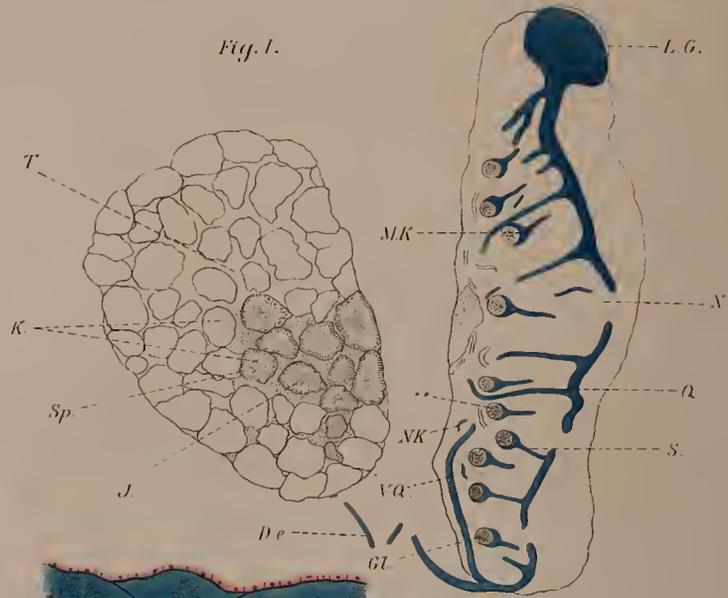


Fig. 3.

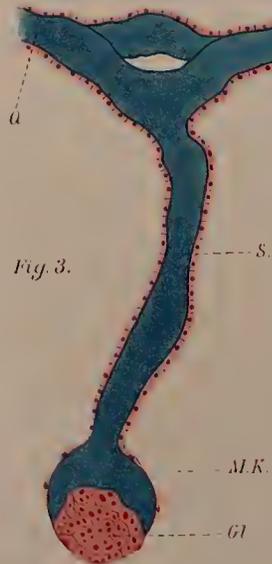


Fig. 2.

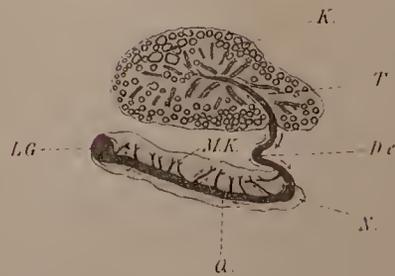


Fig. 4.



Fig. 5.

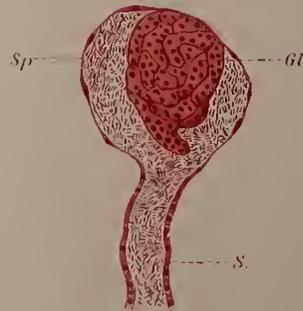


Fig. 6.

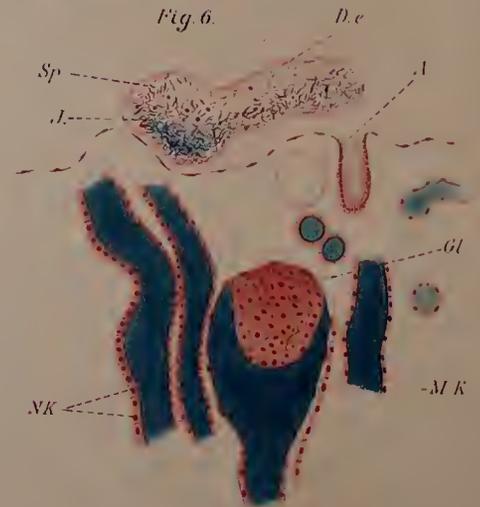


Fig. 1.

M

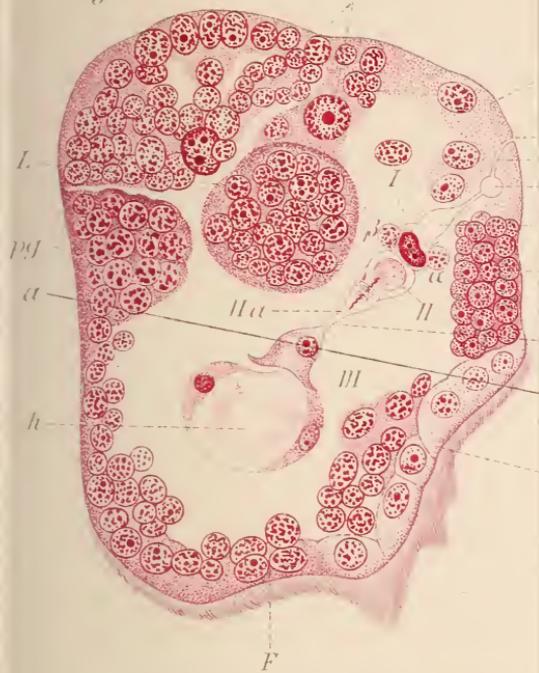


Fig. 4.



Fig. 7.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie](#)

Jahr/Year: 1897-1898

Band/Volume: [63](#)

Autor(en)/Author(s): Frankl Oscar

Artikel/Article: [Die Ausführwege der Harnsamenniere des Frosches.
23-38](#)