(Aus dem zoologischen Institut in Tübingen.)

Beitrag zur Kenntniss des Baues der Eileiterdrüsen bei den Amphibien.

Von

R. Stüve

aus Berlin.

Hierzu Tafel VI.

Trotzdem das eigenthümliche Verhalten der Froscheileiter, im Wasser stark aufzuquellen schon lange bekannt ist und die Aufmerksamkeit der Forscher auf sich gezogen hat, so finden sich doch über den Bau jener Organe und ihrer Drüsen nur spärliche Angaben.

Drei Arbeiten über diesen Gegenstand sind mir bekannt geworden; eine von Böttcher: „Ueber den Bau und die Quellfähigkeit der Froscheileiter“¹⁾; die zweite von Neumann und Grunau: „Die Drüsen der Froscheileiter“²⁾, und drittens die Dissertation von Loos: „Ueber die Eiweissdrüsen im Eileiter der Amphibien und Vögel“³⁾.

Die Eileiter der Amphibien sind lange, schlauchförmige Organe, welche vielfach gewunden in der Bauchhöhle liegen, und dazu dienen, die Eier der Thiere mit einer Hülle zu versehen. Insbesondere kommt diese Aufgabe den in den Eileitern vorhandenen Drüsen zu, und in diesen ist der Ursprung jener gallertigen Masse zu suchen, welche die abgelegten Eier umgiebt. Die Drüsen, welche schlauchförmig sind und der Wand des Eileiters aufsitzen, sind in einfacher Schicht mit den absondernden Zellen ausgekleidet; an ihrer dem Lumen des Eileiters zugewandten Mündung findet sich ein Epithel, das aus Flimmerzellen und

1) Virchow's Archiv. Band XXXVII.

2) Archiv f. mikrosk. Anat. Band XI.

3) Leipzig, W. Engelmann. 1881.

Becherzellen zusammengesetzt ist. Diese Verhältnisse gelten für die ungeschwänzten Amphibien.

Bei den geschwänzten Amphibien sind jene Drüsen ersetzt durch eine Anzahl (etwa 10) bindegewebiger Falten, welche den Eileiter der Länge nach durchziehen. Auf diesen sitzen in einfacher Lage die absondernden Zellen, zwischen denen sich Flimmerzellen befinden.

Im Folgenden soll nun des Näheren auf die Beschaffenheit der Drüsenzellen und des Flimmerepithels und der in demselben liegenden Becherzellen eingegangen werden. Es wird sich dann weiter fragen, auf welche Weise die Absonderung der gallertigen Masse durch jene Zellen stattfindet.

Untersucht man zunächst die Drüsenzellen eines ungeschwänzten Amphibiums, z. B. eines Frosches, frisch in physiologischer Kochsalzlösung, so zeigen sich dieselben erfüllt mit kleinen Kügelchen von der durchschnittlichen Grösse eines menschlichen rothen Blutkörperchens, welche Neumann Colloidkügelchen genannt hat. Dieselben besitzen ein ziemlich starkes Lichtbrechungsvermögen, das um so grösser ist, je kleiner die Kügelchen sind, eine Beobachtung, welche die früheren Forscher ebenfalls gemacht haben.

Ferner besitzen die Colloidkügelchen die Eigenschaft durch gewisse Reagentien, z. B. 4%ige Essigsäure aufzuquellen, ihr Lichtbrechungsvermögen zu verlieren und dann plötzlich dem Blicke des Beobachters zu entschwinden. Hat man auf diese Weise die Kügelchen zum Verschwinden gebracht, so tritt an der Zelle, welche sich jetzt als ein kugel- oder blasenartiges Gebilde darstellt, der Kern und die Membran deutlich hervor.

An dem Zellkerne konnten häufig noch Reste von Plasma beobachtet werden; ausserdem zeigte sich öfters ein von dem Kerne ausgehendes und die Zelle durchsetzendes Netz von Plasmafäden. Insbesondere war dies bei solchen Präparaten der Fall, welche Thieren entnommen waren, deren Eileiter noch nicht im Zustande geschlechtlicher Reife sich befanden.

An der Zellmembran zeigt sich in der Regel an der dem Kerne gegenüberliegenden Seite eine Oeffnung, welche je nach der Lage der Zelle bald kreisrund, bald mehr oder weniger eiförmig erscheint. Obwohl diese schon von Neumann gemachte Beobachtung von Loos bestritten worden ist, indem er jene Zellmün-

dung für einen aus dem Zellinhalte sich bildenden Tropfen erklärt, so kann ich dieselbe doch auf das bestimmteste bestätigen. Wäre jene Oeffnung der Zelle ein Tropfen, so müsste dieser, wenn er sich nicht mit der umgebenden Flüssigkeit mischen sollte, eine andere chemische Zusammensetzung als letztere haben, er würde sich dann gewissermaassen verhalten wie ein Oeltropfen im Wasser.

An und für sich wäre dies ganz gut denkbar; aber dann würde auch das optische Verhalten dieses Tropfens der Zusatzflüssigkeit gegenüber ausgezeichnet sein. Dies ist nicht der Fall. Demnach wären die Drüsenzellen also den Becherzellen zuzuzählen.

Diese Ansicht wird durch den Umstand, dass die Drüsenzellen oft bei der Quellung platzen, namentlich bei Zusatz von destillirtem Wasser, wie Loos beschreibt, keineswegs widerlegt. Einmal werden die Zellen durch verschiedene Reagentien schneller und stärker zum Aufquellen gebracht, als durch andere, und zwar bewirkt dies in besonders hohem Maasse destillirtes Wasser; anderseits wäre es doch denkbar, dass für die sich schnell und gewaltsam ausdehnende Inhaltsmasse die Mündung der Zelle zu enge wäre und trotz des Vorhandenseins der Oeffnung noch ein Zerreißen der Zellmembran stattfände.

Die Abbildungen, die Neumann von jenen Zellen giebt, entsprechen ganz den Bildern, welche sich mir darbieten. Zur Vergleichung sind auf Tafel VI in Fig. 1 einige solche Becherzellen abgebildet, welche ihre Oeffnung in verschiedener Gestalt zeigen. In mehreren Fällen konnte ich auch Drüsenzellen beobachten, welche noch im Kreise angeordnet ihre Mündung dem Drüsenlumen zuwandten (s. Fig. 2 und 4).

Besonders klar treten die beschriebenen Verhältnisse an Zellen hervor, welche durch Maceration in verdünnter Müllerscher Flüssigkeit oder 30 % Alkohol isolirt sind. Auch an Schnitten von gehärteten Eileitern lassen sich unter Umständen die Becher-mündungen an den Drüsenzellen nachweisen. Man ist in diesem Falle aber erstens von der zufälligen Richtung der Schnittführung abhängig und zweitens, weil die Zellen so eng aneinander liegen, leicht Täuschungen ausgesetzt. Die Fig. 2 und 3 stellen die der Eileiterwand anliegenden Enden zweier Drüsen aus dem Eileiter der Unke dar, an denen die Mündungen einiger Drüsenzellen sichtbar sind.

Dieselben Verhältnisse, was die Beschaffenheit der absondernden Zellen anlangt, finden sich bei den geschwänzten Amphibien.

Die bisher beschriebene Art von Zellen hat den bei weitem grössten Antheil an dem Aufbau der Drüsen. An der dem Lumen des Eileiters zugewandten Mündung der Drüsen findet sich, wie schon oben erwähnt, ein Besatz von Flimmerzellen, zwischen denen Becherzellen liegen.

Das Flimmerepithel erstreckt sich nur wenig in die Drüse hinein, so wie Loos es beschreibt und durch seine Fig. 4 zur Anschauung bringt. Von der Fläche betrachtet sieht man, dass es auf langen, den Eileiter durchziehenden Leisten sitzt, zwischen denen die Mündungen der Drüsen sich befinden (vergl. hierzu Fig. 2). Sonst ist über die Flimmerzellen noch zu bemerken, dass an denselben niemals jene Colloidkügelchen wahrgenommen wurden, ein Umstand der dafür spricht, dass sie an der in den Drüsenzellen vorgehenden Veränderungen nicht theilnehmen.

Die zwischen den Flimmerzellen befindlichen Becherzellen lassen sich sowohl bei Untersuchung frischer Objekte wie an Schnitten nachweisen. Betrachtet man ein dem frischen Eileiter entnommenes Stückchen Flimmerepithel, so wird man zwischen den einzelnen Flimmerzellen runde oder ovale Oeffnungen wahrnehmen, welche der Ausdruck der Mündungen der Becherzellen sind. Häufig werden sie durch darüber liegende Wimperhaare verdeckt.

An Macerationspräparaten konnten diese Becherzellen von denen der anderen Art leicht dadurch unterschieden werden, dass erstere meist einen Hals besaßen und öfters auch am Ende schwanzartig verlängert waren (vergl. hierzu Fig. 5). Ferner waren sie immer bedeutend kleiner als die Drüsenzellen. Während diese im gequollenen Zustande einen durchschnittlichen Längendurchmesser von 0,069—0,087 mm haben, betrug derselbe bei den dem Flimmerepithel entstammenden Becherzellen unter den gleichen Verhältnissen gemessen nur 0,037—0,042 mm.

Auch Färbstoffen gegenüber verhalten sich diese Becherzellen anders als die Drüsenzellen, indem letztere niemals Farbe annehmen, während erstere besonders durch Hämatoxylin deutlich gefärbt werden. Auf Schnitten betrachtet erscheinen die Becher-

zellen des Epithels blass, während die Drüsenzellen ein gekörntes Aussehen haben.

Diese Verhältnisse würden dafür sprechen, dass diesen Zellen eine von denen der Drüse verschiedene Aufgabe zuertheilt sei, obwohl es schwierig sein dürfte den Beweis in diesem Falle direkt zu führen. Neumann allerdings meint, weil er auch in diesen Zellen jene Colloidkügelchen beobachtet zu haben glaubt, dass dieselben wie die Drüsenzellen der Absonderung jener gallertigen Massen dienten und somit die Drüsen in ihrer Thätigkeit unterstützten.

In Fig. 6 ist der Ausführungsgang einer Drüse mit den darin befindlichen Becherzellen abgebildet.

Bei den geschwänzten Amphibien findet sich diese Art der Becherzellen nicht.

Fragt man nun, auf welche Weise von jenen Drüsen oder jenen Zellen die Gallertmasse abgesondert wird, so muss zunächst bemerkt werden, dass das Bild des Eileiters nicht zu allen Zeiten das gleiche ist. Die Entwicklung der Drüsen im Eileiter steht im engsten Zusammenhange mit den Perioden des Geschlechtslebens der Amphibien. Auch die früheren Forscher haben hierauf hingewiesen. Schon Anfangs bis Mitte April, also wenige Wochen nach der Laichzeit, sind die Drüsen entwickelt. Die Zellen sind erfüllt mit den schon besprochenen Colloidkügelchen. In jedem dieser Kügelchen ist ferner ein meist excentrisch gelegenes Körperchen bemerkbar, welches bei dem Platzen derselben erhalten bleibt und dann in der Zusatzflüssigkeit umherschwimmt. Neumann und Böttcher haben dasselbe ebenfalls beobachtet, Loos dagegen nicht.

Zu dieser Zeit zeigt sich auch das Plasmanetz der Zelle im allgemeinen deutlicher ausgeprägt als in späteren Stadien der Entwicklung. Das Lumen der Drüse ist deutlich zu erkennen und sein Durchmesser stimmte nach meinen Beobachtungen mit der von Neumann dafür angegebenen Grösse überein. Der Durchmesser des ganzen Eileiters beträgt etwa 1 mm.

Im September sind die Eileiter bedeutend dicker; ihr Durchmesser beträgt 2,5—3 mm; die Colloidkügelchen sind im allgemeinen grösser und weniger stark lichtbrechend als im Frühjahr. Auf Schnitten betrachtet ist das Aussehen der Eileiter zu dieser Zeit kaum verschieden von dem, das dieselben zur Laichzeit kurz

vor der Ablage der Eier darbieten. Hier sind die Drüsenzellen so vergrößert, dass sie den Drüsenraum ganz ausfüllen; der Zellinhalt ist hell, doch finden sich in ihm zahlreiche Körnchen, wahrscheinlich jene an den Colloidkörnchen beschriebenen Körperchen. Die einzelnen Kügelchen selbst, welche, wie Böttcher beschreibt, als „polygonale Stücke“ die Zellen zusammensetzen, habe ich auf Schnitten nicht beobachtet.

Das ganze Verhalten der Eileiter spricht dafür, dass sich der Plasmainhalt der Drüsenzellen zu jenen Colloidkügelchen umbildet, welche später zu der die Froscheier umgebenden Gallerte werden. Bei dem physiologischen Vorgange, durch welchen der Zellinhalt an die einzelnen Eier abgegeben wird, scheinen die absondernden Zellen zu Grunde zu gehen. Es spricht hierfür nicht nur der Umstand, dass die Drüsenzellen Becherzellen sind, sondern auch das Verhalten des Zellkernes, welcher Anfangs von runder Gestalt, später ein geschrumpftes Aussehen zeigt.

Wenn die Zellen selbst bei der Absonderung dem Untergange anheimfallen, so liegt die Frage nahe, in welcher Weise die später an die Stelle tretenden vorgebildet seien. Diese Frage kann ich nicht entscheiden. Loos glaubt an verschiedenen Stellen, namentlich im Grunde der Drüsen eine grössere Anzahl von Zellkernen gesehen zu haben als der Zahl der Zellen selbst entsprechen würde, und dieselben als Kerne von Ersatzzellen ansprechen zu können. Ich meinstheils habe bei Fröschen und Unken niemals derartiges mit Sicherheit wahrgenommen. In Präparaten von Triton palmatus schienen allerdings solche Kerne mehrfach vorhanden zu sein. Aber es ist schwer zu sagen, ob dieselben nicht anderen Drüsenzellen angehörten, welche vom Schnitte so getroffen waren, dass das andere Ende derselben fehlte.

Nach Erfüllung ihrer Thätigkeit verfallen, wie Böttcher und Neumann berichten, die Drüsen einer fettigen Degeneration. Hiervon habe ich selbst nur einmal an einem Eileiter von Triton Spuren beobachtet, in dessen Lumen sich veränderte Drüsenzellen und Kerne fanden, während an der Wand auf den bindegewebigen Falten die jungen Drüsenzellen schon wieder entwickelt waren.

Es sei hier noch auf einen Irrthum hingewiesen, in welchem Loos sich befindet, wenn er behauptet, Neumann und Grunau nähmen an, dass die Drüsen einen continuirlichen Strom von

Eiweiss absonderten¹⁾. Neumann sagt über das Austreten des Eiweisses nur, dass man bei Quellungsversuchen an einzelnen Zellen vor der Mündung derselben eine wasserhelle Masse erblicken könne²⁾. Sonst äussert er gar nichts über diesen Punkt. Das Bild aber, welches Loos von dem in Faden ausströmenden Eiweiss giebt, ist mir nicht verständlich geworden.

Ueber die Behandlung der untersuchten Präparate ist zu bemerken, dass die Beobachtung frischer Objekte in physiologischer Kochsalzlösung vorgenommen wurde, in welcher sich nach meinen Erfahrungen die Colloidkügelchen sehr gut erhalten. Die zum Schneiden bestimmten Stücke wurden theils in Müller'scher Flüssigkeit, theils mit Chromosmiumessigsäure gehärtet.

Sehr gute Dienste leistet, wie ich gefunden habe, die Müller'sche Flüssigkeit, besonders bei den in der Entwicklung noch nicht zu weit vorgeschrittenen Eileitern, die sich überhaupt am besten härten lassen. An den reifen Eileitern zeigen sich oft auch bei der sonst so sicher wirkenden Flemming'scher Lösung noch Quellungserscheinungen. Nach dem Härten wurden die Stücke in Alkohol aufbewahrt und dann in Paraffin eingebettet. Als Färbemittel für die Kerne wurden Carmin, Hämatoxylin und auch Anilinfarben wie Bismarckbraun mit gutem Erfolge verwandt.

Die Thiere, welche untersucht wurden, waren Frosch und Unke von den ungeschwänzten, Triton palmatus und Salamandra maculata von geschwänzten Amphibien. Sehr günstige Objekte sind Unke und Triton.

Eine merkwürdige Beobachtung, welche an einem Eileiter von Sal. mac. gemacht wurde, verdient noch der Erwähnung, nämlich das Auswandern von rothen Blutkörperchen.

Schon Böttcher erwähnt Blutgefässe in der Peritonealhülle der Eileiter, welche Zweige zwischen die Drüsen entsenden. Dieselben treten im Frühjahr zur Zeit der Geschlechtsthätigkeit, wie ich wiederholt beobachtet habe, besonders deutlich hervor und scheinen in grösserer Menge vorhanden als sonst. Dies fände aber leicht seine Erklärung in der gesteigerten Thätigkeit des Organs.

An Schnitten nun, welche dem Eileiter eines trächtigen Salamanders entnommen waren und zwar von der Stelle, an welcher

1) Loos, a. a. O. p. 14.

2) Neumann, a. a. O. p. 376. 377.

die Embryonen sich befunden hatten, zeigte sich nicht nur ein überaus grosser Reichthum an Blutgefässen, sondern auch rothe Blutkörperchen, welche aus den Gefässen in das umgebende Bindegewebe übergetreten waren. Dieselben befanden sich oft dicht an der inneren Oberfläche des Eileiters und waren kaum von einigen Bindegewebsfasern überzogen, so dass es den Anschein hatte, als ob sie im Begriffe ständen auszuwandern. Sehr wahrscheinlich sind die in Fig. 7 bei v abgebildeten Lücken durch den Austritt von Blutkörperchen entstanden.

Fragt man nach dem Zwecke dieses massenhaften Vorkommens rother Blutkörperchen ausserhalb der Gefässe, so könnte man daran denken, dass dieselben vielleicht zur Ernährung der Embryonen beitragen, zumal sich die beschriebenen Verhältnisse an der bezeichneten Stelle befanden. Wahrscheinlicher indessen scheint es zu sein, dass der Vorgang mit der Erneuerung des Epithels im Eileiter in Beziehung zu bringen ist. An der Stelle nämlich, wo sich die ausgewanderten Blutkörperchen vornehmlich fanden, war so gut wie kein Epithel im Eileiter vorhanden. Dagegen an anderen Stellen namentlich oberhalb, wo der Eileiter jene den geschwänzten Amphibien eigenthümlichen Bindegewebsfalten zeigte, auf denen zahlreiche Kerne sassen, fanden sich die Blutkörperchen verhältnissmässig selten. Jedenfalls handelt es sich also um Verhältnisse, welche Beziehungen bieten zur Menstruation der Säugethiere!

Fig. 7 auf Tafel VI stellt ein Stück der Eileiterwand mit einigen Blutkörperchen dar.

Die Untersuchungen zu vorstehender Arbeit wurden im zoologischen Laboratorium zu Tübingen unter der Leitung von Herrn Prof. Dr. Eimer ausgeführt. Es möge mir daher gestattet sein, an dieser Stelle Herrn Prof. Eimer, meinem hochverehrten Lehrer, für das Interesse, das derselbe mir bei meinen Arbeiten stets bewiesen, so wie seinem Assistenten Herrn Dr. Vosseler für die Unterweisungen und Rathschläge, durch welche er mich, den Neuling auf dem Gebiete des mikroskopischen Arbeitens, bereitwilligst immer unterstützt hat, insbesondere für die gütige Ausführung der Zeichnungen meinen wärmsten Dank hiermit auszusprechen.

Erklärung der Abbildungen auf Tafel VI.

- Fig. 1. Drüsenzellen aus dem Eileiter des Frosches mit ihren Becheröffnungen bei a. Zellkerne zum Theil noch mit Plasmaresten.
- Fig. 2. Mündung m einer Drüse zwischen Streifen von Flimmerepithel F gelegen. Drei Drüsenzellen zeigen ihre Oeffnung. Im Flimmerepithel bei a die Mündungen der Becherzellen. Vergrößerung 400. Nach einem frischen Präparat vom Frosch.
- Fig. 3. Drüse aus dem Eileiter der Unke. An vier Drüsenzellen a sind die Mündungen sichtbar. Vergrößerung 350.
- Fig. 4. Dasselbe. Bei b die Oeffnung einer tiefer liegenden Drüsenzelle. Vergrößerung 330.
- Fig. 5. Isolierte Becherzellen aus dem Flimmerepithel des Eileiters vom Frosch, zum Theil mit den schwanzartigen Verlängerungen.
- Fig. 6. Ausführungsgänge von Drüsen A. Flimmerepithel F mit Becherzellen a. Vergrößerung 370—380.
- Fig. 7. Stück von der Eileiterwand einer trächtigen Salamandra mac. B Auswandernde rothe Blutkörperchen. v Hohlräume, vermuthlich durch Austritt von Blutkörpern entstanden. Vergrößerung 260—270.
-

Histologische Untersuchungen am Rückenmark der Tritonen.

Von

Karl Rudolf Burckhardt.

Hierzu Tafel VII und VIII.

I. Einleitung.

Die vorliegende Arbeit bildet den Anfang einer Reihe von Untersuchungen über den Bau und die Entwicklung des Centralnervensystems bei Amphibien, bei welchen bis jetzt die Histologie dieses Organs noch wenig studirt wurde. Auch fehlt bekanntlich eine vergleichende Histologie des Rückenmarkes vollständig und