

Zoologischer Anzeiger

herausgegeben

von Prof. Eugen Korschelt in Marburg.

Zugleich

Organ der Deutschen Zoologischen Gesellschaft.

Verlag von Wilhelm Engelmann in Leipzig.

LI. Band.

20. April 1920.

Nr. 3.

Inhalt:

I. Wissenschaftliche Mitteilungen.

1. Schmidt, Einige Beobachtungen an (melaninhaltigen) Zellformen des Froschlärvenschwanzes. (Mit 7 Figuren.) S. 49.
2. Slotopolsky, Zur Diskussion über die potentielle Unsterblichkeit der Einzelligen und über den Ursprung des Todes. S. 63.
3. Goette, Über die ungeschlechtliche Fortpflanzung von *Microhydra ryderi*. (Mit 5 Figuren.) S. 71.

4. Lindner, Ein zweiter Brutplatz der Felsenschwalbe in Bayern. S. 75.

II. Mitteilungen aus Museen, Instituten usw.

1. Senckenbergische Naturforschende Gesellschaft in Frankfurt a. M. S. 79.
2. Hydrobiologische Kurse am Bodensee. S. 79.

III. Personal-Nachrichten.

Nachruf S. 80.

I. Wissenschaftliche Mitteilungen.

1. Einige Beobachtungen an (melaninhaltigen) Zellformen des Froschlärvenschwanzes.

Von Prof. Dr. W. J. Schmidt, Bonn, Zoologisches Institut.

(Mit 7 Figuren.)

Eingeg. 16. Juni 1918.

Die folgenden Beobachtungen wurden an den Schwänzen von 1,5 cm langen und auch etwas älteren Larven von *Rana* sp. angestellt und gingen von der Untersuchung am überlebenden Material aus: Ich schnitt den Larven die Schwänze ganz oder z. T. quer ab und beobachtete das in Wasser unter Deckglas liegende Objekt unter hoher Vergrößerung (Zeiß, Apochromat 2 mm, NA. 1,30 und Komp.-Ocular 8). Obwohl der Flossensaum des Schwanzes sehr durchsichtig ist, erweist sich doch für derartig starke Objektive eine starke Beleuchtung zur bequemen Untersuchung unbedingt erforderlich. Als solche benutzte ich entweder Sonnenlicht, das durch eine vor den Spiegel gestellte oder in den Blendenträger des Abbeschen Beleuchtungsapparates eingelegte Mattscheibe gemildert wurde, oder eine kleine Bogenlampe (Liliputbogenlampe von Leitz), deren Lichtkräftige in ähnlicher Weise etwas gedämpft wurde. Die letzte An-

ordnung verdient der Stetigkeit des Lichtes wegen den Vorzug. Später stellte ich dann von frisch abgeschnittenen Schwänzen, die wenige Minuten in 100 Raumteilen konzentrierten Sublimats + 5 Rt. Eisessig fixiert worden waren, Dauerpräparate her, indem ich sie entweder ungefärbt in Glyzeringelatine übertrug oder nach Färbung mit verdünntem Boraxkarmin bzw. Delafields Hämatoxylin in Balsam brachte. Schließlich untersuchte ich auch 10 μ dicke Schnitte des fixierten Materials, die mit Eisenhämatoxylin-Eosin oder Delafields Hämatoxylin gefärbt wurden. Ich möchte noch bemerken, daß die Larven im Laboratorium aus Laich gezogen wurden.

Da die Eier von *Rana* originär pigmentiert sind, um mit Ehrmann zu reden, ist es nicht zu verwundern, daß alle Gewebe bzw. Organe des Schwanzes (Epidermis, Muskel- und Bindegewebszellen, Chorda, Rückenmark) in ihren Zellen größere oder geringere Massen von Melanin enthalten. Aus diesem Grunde ist auch der Frosch kein geeignetes Objekt, um die Entwicklung und Herkunft des Melanins zu untersuchen, so vielerlei interessante Erscheinungen die pigmentierten Zellen auch aufweisen. Die Zellformen, über welche im folgenden berichtet wird, sind: 1) die gewöhnlichen, pigmentierten Epidermiszellen, und zwar diejenigen der äußeren Lage, 2) die zweikernigen, stark pigmentierten Riesenzellen derselben Schicht, 3) die ebendort vereinzelt vorkommenden Flimmerzellen, 4) die vornehmlich im Epithel anzutreffenden, aber auch in der Cutis zu beobachtenden pigmentbeladenen Wanderzellen und 5) die bekannten sternförmigen Melanophoren der Cutis.

1) Die pigmentierten Zellen der äußeren Epidermisschicht.

Die Epidermis des Schwanzes ist auf dem vorliegenden Stadium zweischichtig (Fig. 1), allerdings in einer Weise, die noch sehr an einen zweireihigen Zustand eines Epithels erinnert, indem nämlich sowohl die Zellen der äußeren Lage, wie die der inneren fast die ganze Dicke des Epithels einnehmen. Die innere Lage besteht aus Zellen, die nach innen, also gegen die Cutis hin, in gerader Linie abschneiden, an der Stelle des Kernes stark nach außen vorgewölbt sind und hier fast die Oberfläche des Epithels erreichen, nach den Seiten hin sich verdünnen und so die benachbarten Elemente der gleichen Schicht nur in schmalen Flächen berühren. Die äußere Schicht setzt sich aus Zellen zusammen, die gerade umgekehrt nach außen hin geradlinig begrenzt sind, nach innen dagegen mit ihren kernhaltigen Teilen die von den Zellen der unteren Lage freigelassenen Lücken einnehmen. Diese eigentümliche Anordnung der Zellen prägt sich deutlich in dem Alternieren der Kerne aus. Die Epidermis ist

infolgedessen noch sehr dünn und überall wesentlich von gleichbleibender Dicke, nur am Rand des Flossensaumes nimmt sie etwas an Stärke zu und schützt wohl dadurch den Rand gegen Einreißen. Sowohl in der äußeren wie in der inneren Schicht der Epidermis finden sich Mitosen. Die beiden kurz geschilderten Lagen der Oberhaut lassen sich auch in der Flächenansicht sicher unterscheiden.

Beide Zellagen der Epidermis enthalten Melaninkörnchen, aber die äußere sehr viel reichlicher wie die innere, und während bei der inneren Schicht nur undeutlich zu erkennen ist, daß die



Fig. 1. Querschnitt durch das Epithel einer 1,5 cm langen Froschlarve von der Mitte des Schwanzes. Färbung Eisenhämatoxylin. Vergr. 1000:1.

Melaninmassen überwiegend den oberen Teil der Zelle einhalten, kommt diese gesetzmäßige Verteilung der Granula im Zelleib in der äußeren Lage insofern sehr scharf zum Ausdruck, als der untere kernhaltige Teil der Zelle frei von Melanin erscheint, der obere, dicht unter der sog. Cuticula gelegene dagegen stark mit Melanin erfüllt ist, das im Schnitt als eine streifenartige Zone erscheint (Fig. 1). Darauf haben auch schon frühere Autoren hingewiesen.

Zunächst ein paar Worte über die sog. »Cuticula« der älteren Autoren, die Deckplatte Studničkas. Wie dieser Forscher zuletzt betont hat (1909, S. 153f.), ist der »Stäbchen- oder Porensaum«, der sich im Querschnitt der Cuticula bei Amphibien beobachten läßt, in Wahrheit der Ausdruck einer einschichtigen Lage (nach außen hin offener) Waben, die in ihren Hohlräumen eine, im Leben wahrscheinlich gallertige, Secretmasse enthalten. Diese Verhältnisse sind vor allem für die Larven von *Pelobates* festgestellt worden (vgl. Studnička a. a. O.). Sie treffen aber auch für die Deckplatte der Froschlarven zu, obwohl diese sehr viel schwächer ausgebildet ist; schon Eberth (1866) hatte die granulaartigen Einschlüsse der Wabenräume in Flächenansicht gesehen, wenn auch nicht richtig gedeutet.

Auf Schnitten finde ich die Deckplatte als eine helle, über der pigmentierten Zone der äußeren Zellage der Epidermis befindliche dünne Schicht, die gewöhnlich keine Struktur unterscheiden ließ (Fig. 1). Manchmal konnte ich jedoch mit großer Sicherheit feststellen, daß diese helle Schicht von senkrechten, ziemlich weit voneinander stehenden, zarten Strichen durchsetzt wird (Fig. 4 c). Diese stellen die Kantenansicht der Wabenwände dar. Die Inhaltmasse der Wabenräume ist am Schnitt viel schwerer festzustellen wie im Flächenbild;

doch sah ich in einigen Fällen an Präparaten, die mit Delafields Hämatoxylin gefärbt waren, über der melaninhaltigen Zone eine Reihe von blaugefärbten Körnchen, die ihrer Lage und Größe nach mit denen im gleich zu beschreibenden Flächenbild identisch sind.

Stellt man nämlich auf die Oberfläche der Epidermis eines mit Delafields Hämatoxylin gefärbten Totalpräparates ein, so erscheint sie vor allem an pigmentarmen oder pigmentfreien Stellen wie übersät mit kleinen blaugefärbten Körnchen von etwas verschiedener Größe und nicht ganz regelmäßiger Form (Fig. 2 a). Diese Körnchen, die nur bei Einstellung auf die äußerste Oberfläche der Epidermis zu sehen sind und merklich höher liegen wie die pigmentierte

Fig. 2a.

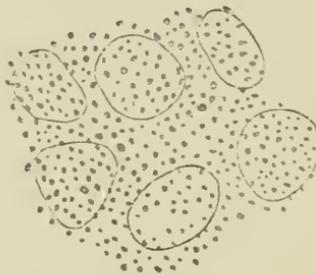


Fig. 2b.



Fig. 2. Flächenansicht des Epithels einer 1,5 cm langen Froschlarve nach einem mit Delafields Hämatoxylin gefärbten Totalpräparat des Schwanzes. a. Epithel einer sehr schwach pigmentierten Stelle; bei hoher Einstellung sind die (blau gefärbten) Granula zu sehen, welche in den Wabenräumen der Deckplatte liegen. Die Umrisse der Kerne sind bei tieferer Einstellung angedeutet; b. eine mäßig pigmentierte Epithelzelle, bei hoher Einstellung die blasser wiedergegebenen Granula der Deckplatte, bei mittlerer die dunklen Melaninkörnchen, bei tiefer der Umriß des Kernes eingezeichnet. Vergr. 1000:1.

Zone der äußeren Zellschicht, gehen, scheinbar ohne sich an die Grenzen der einzelnen Zellen zu kehren, über die ganze Epidermis hinweg. Das liegt daran (vgl. Studnička 1909, Taf. 11/12, Fig. 71 bis 73), daß die Zellen mit ihren Seitenrändern ganz außen dicht aneinanderschließen und erst allmählich nach innen zu, etwa in der Höhe der pigmentierten Zone, die Intercellularlücken weiter klaffen. An Zellen, die stark mit Pigment beladen sind, lassen sich natürlich die Körnchen weniger bequem beobachten; an solchen, die mäßig mit Pigment erfüllt sind (Fig. 2b), kann man sich dagegen sehr leicht durch wechselnde Einstellung die Körnchen der Deckplatte und die tiefer gelegenen Melaninkörnchen vor Augen führen.

Der Pigmentgehalt der einzelnen Zellen wechselt sehr stark, und bisweilen sieht man Gruppen benachbarter Zellen durch besonders starke oder schwache Pigmentierung von ihrer Umgebung sich

abheben. Handelt es sich bei diesen Gruppen um Nachkömmlinge ein und derselben Zelle? Während die Melaninkörnchen meist ziemlich gleichmäßig in der Zelle verteilt sind, beobachtet man nicht selten, daß sie an einer Stelle zu einem sehr dichten, kugelförmigen Gebilde zusammengeballt sind; darauf hat schon Kodis (1889, S. 23) hingewiesen; Jarisch (1892, S. 229, Taf. 9, Fig. 8—11) sieht in ihnen »primäre Pigmentformen«, d. h. Pigment, das aus ausgetretenen Bestandteilen des Kernes hervorgegangen sein soll.

Am überlebenden Material zeigen die Melaninkörnchen in der äußeren Lage der Epidermis Bewegungen. Diese Bewegungen sind ziemlich langsam und stellen deshalb und auch aus dem Grunde, weil sie wenigstens nach meinen Beobachtungen nie an allen Körnchen einer Zelle gleichzeitig aufzutreten pflegen, eine Erscheinung dar, die leicht zu übersehen ist. Die Bewegung unterscheidet sich auffallend von der unruhig zitternden Brownschen Molekularbewegung, die bekanntlich allen kleinen, in leicht beweglichen Flüssigkeiten befindlichen Gebilden zukommt und die auf den Stoß der ständig bewegten Flüssigkeitsmoleküle zurückgeführt wird. Die Bewegung der Melaninkörnchen ist nicht nur langsamer als die Brownsche Bewegung, sondern sie erfolgt auch ruckweise und ist von Zeiten der Ruhe unterbrochen. Sie hält keine bestimmte Richtung hinsichtlich der ganzen Zelle ein, vielmehr vollzieht sich die Verlagerung der Körnchen regellos. Oft kann man sehen, daß ein Körnchen, welches eine bestimmte Richtung eingeschlagen hat, nach einiger Zeit den entgegengesetzten Weg nimmt. Bald gewahrt man hier, bald dort in der Zelle einzelne Körnchen oder Gruppen von solchen, die sich in Bewegung setzen, und gelegentlich läßt sich auch nach längerer Beobachtung feststellen, daß infolge dieser Verlagerungen die Gesamtanordnung der Körnchen verändert erscheint. Zu solchen Beobachtungen eignen sich natürlich vor allem Zellen, die nicht zu viel Pigment enthalten. Es scheint mir am nächsten zu liegen, diese Bewegungen der Melaninkörnchen auf Strömungen im Plasma zurückzuführen, die lokal bald auftreten, bald wieder verschwinden und die Körnchen mit sich tragen. Sicherlich kommen derartige Strömungserscheinungen viel mehr Zellarten zu, als man gewöhnlich anzunehmen geneigt ist; meist fehlt es bei der vollkommenen Durchsichtigkeit des lebenden Plasmas an einem Indikator, der sie in so deutlicher Weise anzuzeigen vermöchte, wie die Melaninkörnchen in diesen Epithelzellen.

Einige Male sah ich auch echte Brownsche Molekularbewegung in den Zellen, sei es in der ganzen Zelle, da sie abgestorben war, sei es, daß sie sich nur an einer kleinen Stelle innerhalb einer Va-

cuole in der Zelle vollzog, die offenbar mit einer sehr leicht beweglichen, wässrigen Flüssigkeit erfüllt war.

2) Die pigmentierten zweikernigen Riesenzellen.

Nicht selten erscheinen am Totalpräparat in dem Mosaik, das die äußeren Epithelzellen bilden, einzeln oder in lockeren Gruppen

Fig. 3a.

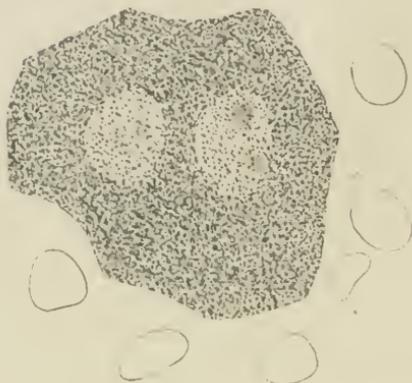


Fig. 3c.

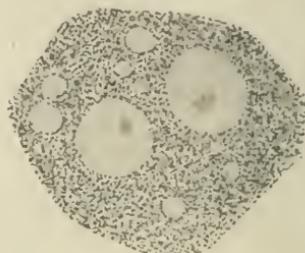


Fig. 3b.

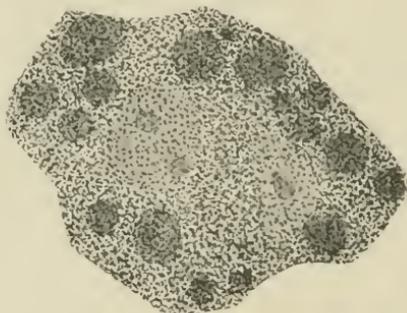


Fig. 3. Zweikernige, stark pigmentierte Riesenzellen aus dem Epithel des Froschlarvenschwanzes nach einem Totalpräparat. a. gleichmäßig pigmentiert; b. mit kugelig geballten Pigmentmassen; c. mit hellen Einschlüssen. Zum Vergleich der Größenverhältnisse sind in a die Umrisse einiger Kerne der angrenzenden Zellen mit abgebildet. Färbung Delafields Hämatoxylin. Vergr. 1000:1.

von zwei oder drei Zellen gelagert, Elemente, die sehr viel größer sind als die gewöhnlichen Epithelzellen und sich schon bei schwachen Vergrößerungen dadurch und auch durch einen enormen Pigmentgehalt auszeichnen. Diese Riesenzellen sind vieleckig begrenzt, entsprechend der großen Zahl der anstoßenden kleineren, gewöhnlichen Epidermiszellen. Sie enthalten zwei Kerne, die meist schon am ungefärbten Präparat als helle Stellen sichtbar sind (Fig. 3, a—c). Daß die beiden Kerne sich verschieden verhalten (Kodis 1889, S. 8),

habe ich nicht beobachten können; überhaupt haben die hier beschriebenen Zellen nicht das geringste mit einer »endogenen Zellbildung« zu tun, wie sie nach Kodis in der Epidermis des Froschlurvenschwanzes vorkommen soll. Das Pigment dieser Zellen ist entweder gleichmäßig durch den ganzen Zellraum zerstreut (Fig. 3 a) oder zu zahlreichen dichteren Klumpen geballt (Fig. 3 b). Außer dem Pigment kommen in diesen Zellen auch ungefärbte Einschlüsse vor, die ähnlich wie die Kerne im hellen Negativ sich von dem umgebenden Pigment abheben (Fig. 3 c).

Die Entstehung der Riesenzellen könnte durch Verschmelzung mehrerer Epithelzellen oder durch Kernteilung und nachträgliches Wachstum einer solchen Zelle erklärt werden. Da ich nun immer in den Riesenzellen nur zwei Kerne fand, das Areal dieser Zellen aber viel größer ist als das von zwei gewöhnlichen Epithelzellen, so müßte man annehmen, daß nach der Verschmelzung noch eine Vergrößerung der auf diese Weise zweikernig gewordenen Zelle durch Wachstum eingetreten ist. Daher ist die gegenteilige Auffassung ansprechender, daß die zweikernigen Zellen aus einer Zelle dadurch hervorgegangen sind, daß der Kern sich teilte, eine Zerlegung des Zelleibes dagegen unterblieb. Für diese letzte Deutung spricht auch, daß man gelegentlich einkernige Zellen findet, deren Größe weit über das Durchschnittsmaß der gewöhnlichen Epithelzellen hinausgeht, somit Riesenwuchs bei Epidermiszellen bisweilen statthat. Möglicherweise ist es die ungeheure Anhäufung von Pigment in diesen Zellen, welche bei einer eintretenden Kernteilung die Zerlegung des Zelleibes in ähnlicher Weise verhindert, wie bei der inäqualen Furchung gewisse Gebiete des Keimes wegen ihres Dottergehaltes nicht von den Furchen durchschnitten werden.

3) Die Flimmerzellen.

Schon unter schwacher Vergrößerung fielen mir im Epithel des Schwanzes langgestreckte Zellen auf, die einen entsprechend geformten Kern besitzen, an dessen beiden Enden das Pigment stärker angehäuft ist (Fig. 4 a). Eine genauere Untersuchung am überlebenden Material zeigte mir, daß es sich um Flimmerzellen handelt, und eine Durchsicht der Literatur bei Gaupp (1904, S. 482) belehrte mich, daß diese Elemente schon von Kölliker (1885, S. 17) und vor allem von Mayer (1898, S. 73) beobachtet und als Rest des allgemeinen Wimperkleides früherer ontogenetischer Zustände gedeutet wurden. Kölliker beschreibt bei Larven von *Rana* und von *Hyla* am Schwanz große, vereinzelt Flimmerzellen mit kolossal langen Wimpern, mitten unter den gewöhnlichen Oberhautzellen.

Mayer wies bei Larven von *B. fusca*, die 5—6 Wochen (im Laboratorium) ausgeschlüpft waren (Größe nicht angegeben), durch Tuschkörnchen, die er dem Untersuchungswasser zusetzte, zerstreut im Epithel vorkommende Flimmerzellen nach, deren Zahl im allgemeinen nach hinten abnimmt, so daß man sie an der Schwanzspitze so gut wie nie antrifft. Oft sind die Zellen nur durch den Besitz der Flimmerhaare von ihrer Umgebung ausgezeichnet; sehr häufig trifft man aber auch solche, die durch ihren Gehalt an Melanin und ihre wurstförmige Gestalt sich von den polyedrischen Nachbarzellen unterscheiden. Ähnliche Feststellungen machte Mayer auch für die Larven von *Salamandra maculosa*. Seitdem sind die Zellen anscheinend nur noch bei O. Schultze (1914) erwähnt worden.

Fig. 4a.



Fig. 4b.



Fig. 4c.



Fig. 4. Flimmerzellen aus dem Epithel des Froschlurvschwanzes. a. eine langgestreckte Flimmerzelle und einige angrenzende Zellen nach einem mit Boraxkarmin gefärbten Totalpräparat; b. und c. Flimmerzellen auf Querschnitten des Epithels. Färbung Eisenhämatoxylin-Eosin. Vergr. 1000:1.

Ich kann die Angaben von Mayer vollständig bestätigen und möchte sie, da die Flimmerzellen weder bei Kölliker noch bei Mayer abgebildet wurden, hier zunächst durch einige bildliche Darstellungen ergänzen (Fig. 4a—c). Ich habe vornehmlich die wurstförmigen Zellen untersucht, die durch ihre abweichende Gestalt am leichtesten aufzufinden sind; doch bestehen zwischen ihnen und Zellen von gewöhnlicher Form, die Flimmerhaare tragen, alle Übergänge. Fig. 4a gibt, nach einem Totaldauerpräparat gezeichnet, eine Vorstellung von der Form und Größe dieser Zellen im Vergleich zu den gewöhnlichen Elementen der Epidermis. Entsprechend dem Umfang des Zelleibes einer Flimmerzelle gehen auch die Maße ihres

Kernes über den Durchschnitt weit hinaus. Während in dieser Abbildung die Flimmerzelle etwa den gleichen Pigmentgehalt aufweist wie die Zellen ihrer Umgebung, liegen die Dinge gewöhnlich so, wie in Fig. 4 b und c, in denen die Flimmerzellen im Querschnitt der Haut dargestellt sind: hier hebt sich die Flimmerzelle ganz auffallend durch ihren Pigmentgehalt von der Umgebung ab. Die Schnittbilder lassen auch erkennen, daß die Flimmerzellen sich in der Verteilung des Melanins insofern von gewöhnlichen Epithelzellen unterscheiden, als das Pigment bei ihnen nicht nur die Außenzone



Fig. 5. Übersichtsbild einer Gruppe von Flimmerzellen aus dem Epithel des Froschlarvenschwanzes. Zum Vergleich der Größenverhältnisse sind einige Epithelzellen eingetragen. *D* weist nach dem Schwanzende; *M* nach der Mitte (-achse) des Schwanzes. Nach einem in Glyzeringelatine eingebetteten, ungefärbten Totalpräparat des Schwanzes. Vergr. 120:1.

der Zelle einnimmt, sondern allseitig den Kern umhüllt. Bemerkenswert ist auch, daß die Flimmerzellen oft (Fig. 4b) die ganze Dicke der Epidermis einnehmen, so daß hier ein einschichtiges Epithel besteht. Vielleicht ist dieser Zustand so zu erklären, daß an der Stelle, an welcher die Flimmerzellen erhalten geblieben sind, die Epidermis keine Fortschritte in der Schichtenbildung gemacht hat.

Am überlebenden Totalpräparat konnte ich die langen starren Wimpern teils in Bewegung, teils in Ruhe beobachten. Auch an Schnitten waren sie nachzuweisen, und zwar wurden sie durch kräftige Färbung mit Eisenhämatoxylin-Eosin leicht sichtbar. Der Oberrand

der Deckplatte einer solchen Flimmerzelle erscheint oft in Form einer sehr dünnen dunkleren Zone abgesetzt, die manchmal körnig aussah, so daß ich vermuten möchte, sie bestände aus den Basalkörnern der Flimmerhaare. Die Flimmerhaare setzen sich durch die Deckplatte hindurch fort und sind in den Wabenwänden gelegen (Fig. 4 c. O. Schultze (1914), der die »auffallend langhaarigen Einzelflimmerzellen der Epidermis von Froschlärven« auf der 28. Versammlung der Anatomischen Gesellschaft demonstrierte, bemerkt, daß in ihrem Bereich der typische Cuticularsaum eine Unterbrechung erfährt.

Es fiel mir auf, daß die Längsachse der gestreckten Flimmerzellen vielfach über größere Epithelbezirke hin in gleiche Richtung eingestellt ist, und zwar meist unter einem cranialwärts offenen Winkel von 45° zur Längsachse des Schwanzes, doch kommt auch eine dazu senkrechte Stellung der längeren Achse vor (Fig. 5). Diese Verhältnisse sind wohl nur aus Wachstumsvorgängen im Epithel zu erklären (vgl. V. Haecker, 1918. S. 213 f.)

4) Die pigmentierten Wanderzellen.

Unter pigmentführenden Wanderzellen verstehe ich jene reich mit klumpigen Pigmentmassen beladenen Zellen, die am genauesten von Kodis (1889) untersucht und als Leucocytoide beschrieben

Fig. 6a.

Fig. 6b.



Fig. 6. Wanderzellen mit kugeligen Pigmentmassen aus dem Epithel des Froschlärvenschwanzes. a. und b. nach einem mit Boraxkarmin gefärbten Totalpräparat des Schwanzes; c. in Teilung begriffen (Äquatorialplatte); nach einem mit Delafield's Hämatoxylin gefärbten Totalpräparat. Vergr. 1000:1.



Fig. 6c.

wurden. Nach den Angaben dieses Autors geht die Mehrzahl der Wanderzellen in einer höchst eigenartigen Weise aus dem Epithel hervor (endogene Zellbildung, Neuentstehung von Kernen!). Kodis beschreibt außer dem Pigment auch noch andre färbbare, meist kugelige Einschlüsse in diesen Zellen. Rabl (1895) betrachtet diese Zellen als Wanderzellen, die aus der Cutis in die Epidermis ein-

gedrungen sind und hier zu intraepithelialen Melanophoren werden, wobei das Pigment von aufgenommenen roten Blutkörperchen herkommen soll. Ich will hier auf die schwierige Frage nach der Herkunft der epidermalen Melanophoren und der Entstehung des Pigments nicht näher eingehen, sondern betrachte diese Elemente ohne Rücksicht auf ihren Ursprung und ihr künftiges Schicksal.

Diese Wanderzellen finden sich überwiegend im Epithel und liegen dort in den Intercellularlücken als plumpe, nicht sehr reichlich verästelte Gebilde (Fig. 6 a und b). Ich kann die Angabe von Kodis (1889, S. 11) bestätigen, daß die Höhlen, welche die Zellen einnehmen, im Leben zum Teil mit einer Flüssigkeit erfüllt sind, an deren Stelle man im gefärbten Präparat einen leeren Raum vorfindet. Der Kern dieser Zellen ist auch im Leben leicht zu erkennen; neben ihm finden sich im Protoplasma Pigmentkörnchen, sowohl in Form von kugeligen Ballen oder auch mehr gleichmäßig zerstreut. Die schon genannten färbbaren Einschlüsse lassen sich sicher nur am Schnittpräparat beobachten. Ich sah diese Zellen auch in Mitose (Fig. 6 c). Die Wanderzellen finden sich außer im Epithel auch in der Cutis.

Was mich veranlaßt, diese Zellen hier zu besprechen, sind die an ihnen zu beobachtenden amöboiden Bewegungen, die sich bald lebhafter, bald schwächer vollziehen. Bisweilen erfolgen sie so rasch, daß es kaum möglich ist, unter Benutzung des Zeichenapparates mit dem Bleistift dem Umriß der Zelle entlang zu fahren, bevor schon eine Veränderung der Form eingetreten ist. Außer dem Aussenden und Einsenden von Pseudopodien gewahrt man auch im Innern der Zelle lebhaftere Verlagerungen des Kernes und der Einschlüsse, so daß die ganzen Bewegungserscheinungen stark an die einer Amöbe erinnern. Besser als Worte gibt die Figur 7 eine Vorstellung von der Art der amöboiden Beweglichkeit der Zelle; sie zeigt die Formänderungen, welche eine lebhaft sich bewegende Zelle etwa in einer halben Stunde erlitt. Während zunächst die Ausläufer hauptsächlich unten links entfaltet wurden (Fig. 7 a), erschienen sie schon wenige Minuten darauf hauptsächlich nach rechts unten entwickelt (Fig. 7 b u. c), um dann nach rechts oben (Fig. 7 d) und schließlich in reicherer Verzweigung nach rechts unten ausgestreckt zu werden (Fig. 7 e—h). Dabei erfuhr auch der Kern eine deutliche Lageänderung, indem seine lange Achse, die erst senkrecht stand (bei geneigtem Mikroskop für den Beschauer), sich allmählich horizontal umlegte und auch der Kern bald im Innern der Zelle lag, bald an die Oberfläche des Plasmas herantrat (Fig. 7 e und h). Betrachtet man die Gestalt der Ausläufer, so ergibt sich insofern ein Unterschied gegenüber einer

rei im Wasser kriechenden Amöbe, als die Form der nach einer bestimmten Richtung hin ausgestreckten Pseudopodien immer wesentlich die gleiche bleibt. Das erklärt sich aus dem Umstand, daß die Pseudopodien in den Intercellularlücken Wege vorgeschrieben finden, die nur insofern eine Änderung der Verzweigung zulassen, als die Scheinfüßchen, an einer Gabelungsstelle angelangt, bald den einen, bald den andern Teilweg, bald beide einschlagen, was leicht aus Betrachtung der verschiedenen Stadien in Figur 7 abzulesen ist.

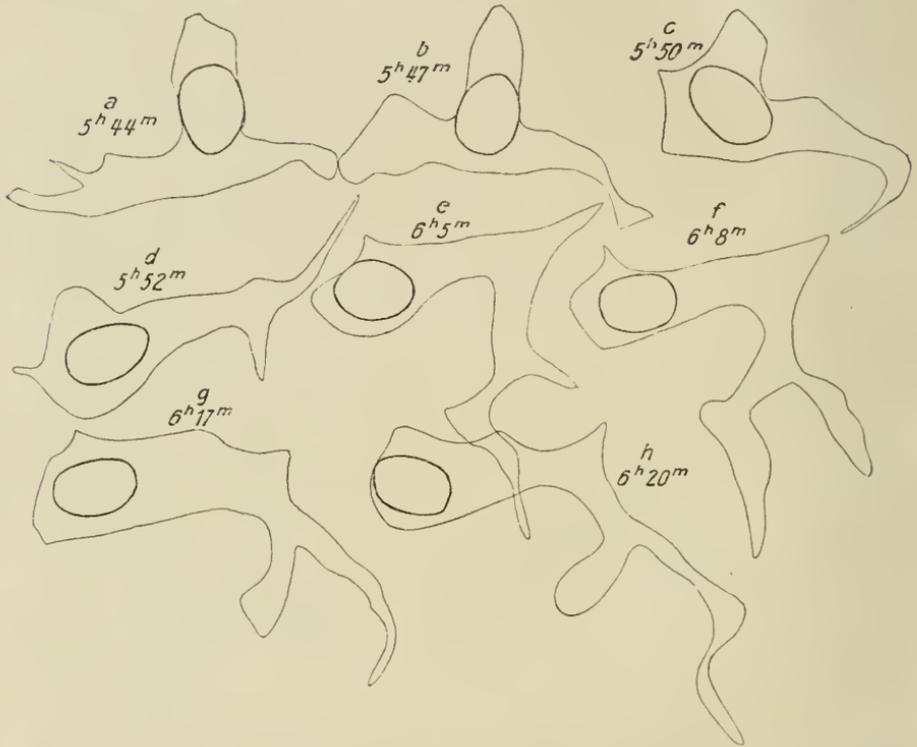


Fig. 7 a—h. Eine intraepitheliale Wanderzelle in verschiedenen Stadien der amöboiden Bewegung nach dem Leben gezeichnet; Beobachtungsdauer ungefähr eine halbe Stunde, Kern im Umriß angedeutet, Einschlüsse nicht wiedergegeben. Vergr. etwa 500:1.

Auch die Dicke der Pseudopodien ist einer gewissen Schwankung unterworfen, indem die Intercellularen durch das vorflutende Protoplasma mit seinen Einschlüssen bald mehr, bald weniger ausgeweitet werden.

Außer der eigentlich amöboiden Bewegung habe ich gelegentlich beobachtet, daß kleine intercellulär gelegene Pigmentmassen, die anscheinend ohne jede Verbindung mit der betreffenden Wanderzelle waren, sich centripetal auf diese Zellen hin in Bewegung setzten. Ob

diese Massen nicht doch durch körnchenfreies Plasma mit dem Hauptteil der Zelle zusammenhängen, ist nicht auszuschließen; zu sehen war jedenfalls nichts davon. Wären sie wirklich isoliert, dann würde dieses Verhalten an manche Foraminiferen erinnern, die zufällig abgetrennte Plasmamassen später wieder in ihr Pseudopodiennetz aufnehmen.

Trotz des lebhaften Aussendens und Einziehens von Ausläufern bald nach dieser, bald nach jener Richtung hin konnte ich eine Ortsbewegung der Zelle als Ganzes nicht feststellen, wenigstens nicht während einer Beobachtungszeit von etwa Dreiviertelstunden, gleichgültig ob die Bewegungen der betreffenden Zelle langsam oder sehr lebhaft verliefen. Die amöboide Bewegung habe ich nur an den im Epithel gelegenen Wanderzellen beobachtet; die in der Cutis kamen mir erst im Dauerpräparat zu Gesicht.

Wenn also aus diesen Zellen, wie manche Autoren annehmen, die epidermalen Melanophoren hervorgehen sollen, so ist ihre Bewegungsart zunächst sehr wesentlich verschieden von der heutzutage für die (cutanen) Melanophoren der Wirbeltiere immer mehr als typisch anerkannten intracellulären Körnchenströmung bei unveränderter Erhaltung der verästelten Form der Zelle. Diese Tatsache schließt natürlich eine Herkunft der Melanophoren aus amöboidbeweglichen Zellen nicht aus, vielmehr läßt sich sehr gut vorstellen, daß die ins Epithel eingedrungenen Zellen, wie in unserm Falle, zunächst ihre Fähigkeit, den Ort zu verändern, einbüßen und dann auch an Stelle des Aussendens und Einziehens von Ausläufern nur noch innere Körnchenströmungen bei konstanter Zellform zeigen (vgl. W. J. Schmidt 1919).

5) Die Melanophoren der Cutis.

Schließlich möchte ich noch auf die Melanophoren der Cutis als ein Objekt hinweisen, an dem die eben erwähnte intracelluläre Körnchenströmung leicht zu beobachten ist. Bis jetzt hat man sich zu diesem Zweck gewöhnlich der Schwimmhaut des Frosches (z. B. Kahn und Lieben 1907) oder der Urodelenlarven (z. B. Hertel 1907) bei Amphibien bedient. Wie bei den genannten Objekten, so darf man auch bei den Froschlarven nicht erwarten, an jeder Zelle die Körnchenströmung beobachten zu können, und ist auch die ganze Erscheinung nicht so prachtvoll, wie sie sich nach den Schilderungen von Ballowitz (1914) in der Hirnhaut der Gobiiden darbieten muß. Indessen hat unser Objekt den Vorzug, daß es sich wenigstens in einer gewissen Jahreszeit überall leicht beschaffen läßt und nur einer sehr einfachen Präparation bedarf. Man halte sich

bei der Beobachtung vor allem an solche Zellen, deren Pigment möglichst stark expandiert ist, am besten faßt man zunächst eine derartige Stelle ins Auge, an welcher ein Ausläufer von einer pigmentfreien Strecke durchbrochen ist.

Hier wird man bald wahrnehmen, wie einzelne Körnchen oder Gruppen von solchen centripetalwärts sich über den hellen Zwischenraum hinbewegen und den proximal gelegenen Pigmentmassen des Ausläufers sich anschließen. Gewöhnlich sieht man nur eine zum Centrum der Zelle gerichtete Bewegung, Expansion kommt viel seltener vor. Aber auch völlige Ballung des Pigments konnte ich nicht beobachten, die Bewegung der Melaninkörnchen hörte auf, wenn sie dicht beieinander lagen, selbst wenn die Zellen noch reich verästelt waren. Die Bewegung der Körnchen ist so, wie Ballowitz sie von den Fischen her beschreibt: ruckweise gleitend, dabei im allgemeinen centripetal gerichtet, aber ohne daß sie einen streng radiären Verlauf zeigte, wie auch die einzelnen Pigmentkörnchen in den Ausläufern und im Zelleib ruhend keine streng radiäre Anordnung aufweisen. —

Wie sich aus dem vorstehenden ergibt, lassen sich am Froschlarvenschwanz auf diesem Entwicklungszustand viererlei Bewegungserscheinungen an Zellen nebeneinander beobachten, die Flimmerbewegung, die amöboide Bewegung (der Wanderzellen), die ungeordnete (äußere Lage des Epithels) und die gerichtete intracelluläre Körnchenströmung (Melanophoren der Cutis). Berücksichtigt man noch, wie viele histologische Einzelheiten sich an Bindegewebs- und Muskelzellen, an Gefäßen und Nerven usw. hier im lebenden Zustand untersuchen lassen, so ist es wohl sicher, daß der Froschlarvenschwanz zu den Objekten gehört, welche den Anfänger in die Untersuchung überlebenden Gewebes einführen sollten, die durch die moderne mikroskopische Technik der Dauerpräparate mehr als gut in den Hintergrund getreten ist.

Bonn, den 14. Juni 1918.

Literaturverzeichnis.

- Ballowitz, E., Über die Pigmentströmung in den Farbstoffzellen und die Kanälchenstruktur des Chromatophorenplasmas usw. Pflügers Archiv. 1914. Bd. 157. S. 165—210. Taf. 3—6.
- Eberth, C. I., Zur Entwicklung der Gewebe im Schwanz der Froschlarven. Arch. f. mikr. Anat. 1866. Bd. 2. S. 490—503. Taf. 24. Fig. A. u. B., Taf. 25. Fig. 1—2 u. 7—25.
- Gaupp, E., A. Eckers und R. Wiedersheims Anatomie des Frosches. Dritte Abt. Braunschweig 1904.
- Haecker, V., Entwicklungsgeschichtliche Eigenschaftsanalyse (Phänomenetik). Jena 1918.
- Hertel, E., Einiges über die Bedeutung des Pigmentes für die physiologische

- Wirkung der Lichtstrahlen usw. Zeitschr. f. allg. Physiol. Bd. 6. S. 44 bis 70. 1907.
- Jarisch, Über die Bildung des Pigments in den Oberhautzellen. Arch. f. Derm. u. Syph. 24. Jahrg. 1892. S. 223—234. Taf. 9.
- Kahn, R. H., und S. Lieben, Über die scheinbaren Gestaltsänderungen der Pigmentzellen. Arch. f. Anat. u. Physiol. Physiol. Abt. Jahrg. 1907. S. 104—111. Taf. 4—5. 1907.
- Kodis, Th., Epithel und Wanderzelle in der Haut des Froschlarvenschwanzes. Zur Physiologie des Epithels. Arch. f. Anat. u. Physiol. Physiol. Abt. Jahrg. 1889. Supplement-Band. S. 1—40. Taf. 1—4. 1889.
- Kölliker, Th., Histol. Studien an Batrachierlarven. Z. f. wiss. Zool. Bd. 43. S. 1—40. Taf. 1. 1885.
- Mayer, S., Zur Lehre vom Flimmerepithel, insbesondere bei Amphibienlarven. Anat. Anz. Bd. 14. S. 69—81. 1898.
- Rabl, H., Über die Herkunft des Pigmentes in der Haut der Larven der urodelen Amphibien. Anat. Anz. Bd. 10. S. 12—17. 1895.
- Schmidt, W. J., Vollzieht sich Ballung und Expansion des Pigments in den Melanophoren von *Rana* nach Art amöboider Bewegungen oder durch intracelluläre Ausströmung? Biol. Centralbl. Bd. 39. S. 140. 1919.
- Schultze, O., Besprechung zu demonstrierender histologischer Präparate. Verh. Anat. Ges. auf der 28. Vers. in Innsbruck 1914. S. 164—167.
- Studnička, F. K., Vergleichende Untersuchungen über die Epidermis der Vertebraten. Anat. Hefte. I. Abt. Heft 117. (Bd. 39. Heft. I.) S. 1—267. Taf. 1—6. 1909.
- Zimmermann, K. W., Über die Teilung der Pigmentzellen, speziell der verästelten intraepithelialen. Arch. f. mikr. Anat. Bd. 36. S. 404—410. Taf. 15. 1890.

2. Zur Diskussion über die potentielle Unsterblichkeit der Einzelligen und über den Ursprung des Todes.

Von Benno Slotopolsky, Zürich.

Eingeg. 14. Juni 1918.

Die Diskussion über das Todesproblem wird mit einer unklaren Problemstellung geführt, und man darf wohl mit Recht behaupten, daß Weismann selbst in seinen beiden Abhandlungen von 1882 und 1884 dazu den Anstoß gegeben hat, indem er die Konstatierung, daß die Protisten keinen unabwendbaren Tod besäßen und besitzen könnten, daß sie also potentiell unsterblich seien, in die Worte kleidete: »Der natürliche Tod kommt allein bei den vielzelligen Wesen vor, die einzelligen besitzen ihn noch nicht!¹« Nun braucht aber die potentielle Unsterblichkeit, d. h. die Abwesenheit eines unabwendbaren Todes, die Möglichkeit eines natürlichen Todes, d. h. eines Todes aus inneren Ursachen, nicht von vornherein auszuschließen, wie die zwar sachlich unrichtigen, aber methodologisch einwandfreien Schlüsse von Maupas beweisen: In den Maupasschen Kulturen schienen die Infusorien trotz ihrer potentiellen Unsterblichkeit dem natür-

¹ Weismann Über Leben und Tod. Jena 1884. S. 83.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Zoologischer Anzeiger](#)

Jahr/Year: 1920

Band/Volume: [51](#)

Autor(en)/Author(s): Schmidt Wilhelm J.

Artikel/Article: [Einige Beobachtungen an \(melaninhaltigen\) Zellformen des Froschlarvenschwanzes. 49-63](#)