

Über partiell albinotische und mikrophthalmische Larven von *Salamandra maculata*

nebst einigen Angaben über die Fortpflanzung dieses Tieres.

Von

Oskar Schultze.

Mit Tafel XXVIII.

Im folgenden teile ich einen Fund mit, der einem zu Beginn des Jahres 1905 getöteten trächtigen Weibchen von *Salamandra maculata* entstammt und der in mehrfacher Beziehung interessant erscheint. Doch möchte ich einige Bemerkungen über die Fortpflanzung des Feuermolches vorausschicken, da ich diese seit Jahren verfolgt habe und in meinen Notizen einiges finde, das der Mitteilung wert sein dürfte.

Über die Begattung und Befruchtung von *Salamandra maculata* sind noch in den achtziger Jahren des verflossenen Jahrhunderts recht verschiedene Anschauungen geäußert worden.

MELSHEIMER¹ vermutete, daß die Befruchtung auf dem Lande im unterirdischen Versteck erfolgt und daß eine wirkliche Begattung stattfinde. Diese kann nach MELSHEIMER nur in den Monaten Juni und Juli stattfinden, weil alle Weibchen, die MELSHEIMER vor diesen Monaten eröffnete, »entweder lebende Larven oder unbefruchtete Eier« enthielten. Es ergibt sich jedoch nicht mit Sicherheit aus des Autors Angaben, ob diese »unbefruchteten Eier« wirklich Eierstockseier oder in den ersten Stadien der Entwicklung stehende Tubeneier waren. Unrichtig ist die Angabe MELSHEIMERS, daß die Zahl der Jungen »höchstens auf 30« festzusetzen ist (s. z. B. die Tabelle S. 476) und verdächtig klingt die Angabe, daß die Ovarien »befruchtete Eier ver-

¹ MELSHEIMER, Zur Naturgeschichte des Erdsalamanders, *Salamandra maculosa* Laur. Verhandl. des naturh. Vereins der Rheinlande. Bonn 1886. Correspondenzblatt, S. 80.

schiedener Größe« enthielten. In einer zweiten Mitteilung¹ hebt MELSHEIMER hervor, daß die Angabe FISCHER-SIGWARTS, daß bereits im Herbst Larven abgesetzt würden, auf einem Irrtum beruhe. Die Larven werden nur im Frühjahr, frühestens im April abgesetzt. Auch jetzt hält MELSHEIMER seine früheren Angaben von der Begattung der Salamander auf dem Lande fest, »wobei die Tiere einen an den Blütenduft von Agrimonia erinnernden Geruch verbreiten« und behauptet nun sogar, daß die Befruchtung erst im kommenden Frühjahr sich vollziehe und eine einmalige Begattung zur Befruchtung für mehrere Jahre ausreiche.

Im Jahre 1887 äußerte sich FLEMMING² gelegentlich seiner Zellstudien an den Hodenzellen von *Salamandra maculata* auch mit wenigen Worten, welche die Befruchtung dieses Tieres betreffen. Sie sind besonders deshalb bemerkenswert, weil FLEMMING hier ernstlich mit der Möglichkeit einer zweimaligen Befruchtung — im Frühjahr und im Herbst — rechnet. Seine Worte lauten: »Eine Erklärung fordert (hierbei) noch der Umstand, daß man auch nach der Frühlingsbefruchtung an den meisten Hodenabteilungen eine Anzahl kleiner weißer Lappen mit fertigem Sperma noch durch den Sommer persistierend findet. Mir scheint, daß dies ein Reservematerial für eine zweite, im Spätherbst stattfindende Befruchtung sein könnte. Bekanntlich legen die Weibchen vom März bis Mai (je nach dem Wetter früher oder später) Larven ab; aber bei vielen finden sich noch einmal Larven im September oder Oktober. Daß dies Larven sein könnten, die vom Frühling an in den Eileitern persistiert hätten, ist nicht möglich, denn ich habe niemals, bei Untersuchung sehr vieler Weibchen, während der Sommermonate Larven oder jüngere Embryonen bei solchen getroffen. Mit einer zweiten Befruchtung im August oder September würde die Sache völlig verständlich sein.«

Die Aufklärung auf diesem Gebiete brachte E. ZELLER³. Er fand in dem Wasserbehälter eines Terrariums, in das er am 23. April frisch gefangene männliche und trüchtige weibliche Tiere eingesetzt hatte, bereits am Morgen des 27. April frisch abgesetzte Larven und zugleich sechs Spermatophoren, von welchen zwei noch ein frisches Aussehen zeigten die andern aber schon im Zerfall begriffen waren.

¹ Ebenda 1887. Correspondenzblatt S. 109.

² W. FLEMMING, Neue Beiträge zur Kenntnis der Zelle. Arch. f. mikr. Anat., Bd. XXIX. 1887. S. 394.

³ E. ZELLER, Über die Befruchtung bei den Urodelen. Diese Zeitschrift, XLIX. Bd. 1890.

In den frischen Spermatophoren waren die Samenfäden noch lebend. Das »Receptaculum seminis« des Weibchens war mit Sperma gefüllt. Hierdurch war erwiesen, »daß die Befruchtung um dieselbe Zeit stattfindet, in welcher die Larven geboren werden, bei uns also im ersten Frühjahr«. Auch dürfen wir nach ZELLER annehmen, daß die Befruchtung in der gleichen Weise vor sich geht, wie bei den Tritonen, »also durch Absetzen der Spermatophoren nach außen von Seite der Männchen und durch aktive Aufnahme der Samenmasse von Seite der Weibchen«. Sehr richtig setzt ZELLER noch hinzu, daß in Abhängigkeit von den äußeren Bedingungen die Befruchtung auch wohl erst später im Jahr erfolgen könne, was durch eine Beobachtung von mir (s. unten) bewiesen wird.

ZELLER teilt ferner mit, daß noch im Spätherbst, wenn die Weibchen bereits mit entwickelten Larven trächtig sind, das Receptaculum seminis gewöhnlich noch große Mengen von lebendem Sperma enthält, wodurch auch ohne erneute Samenaufnahme im folgenden Jahr eine Befruchtung möglich sei. Daß dies tatsächlich der Fall sein kann, erscheint nach der schon »zum öftern gemachten Beobachtung« naheliegend, »daß isoliert gehaltene Weibchen nach ein- und sogar nach zweijähriger Gefangenschaft eine kleine Anzahl von Larven geboren haben. — Für *Salamandra atra* aber haben J. S. CZERMAK und v. SIEBOLD gezeigt, daß die Weibchen nach einer einmaligen Befruchtung im Laufe eines Jahres mehrmals trächtig werden und gebären«.

ZELLER tritt hiernach also für die einmalige im Frühjahr stattfindende Befruchtung ein. Dieser Auffassung schließe ich mich auf Grund von über eine Reihe von Jahren ausgedehnten Beobachtungen bei *Salamandra maculata* an. Meine ersten Aufzeichnungen stammen aus dem Jahre 1886, und seit dieser Zeit habe ich, wenn auch durchaus nicht alljährlich, so doch häufig Notizen gemacht. Meine Tiere stammten von der Frankenhöhe (Burgbernheim), aus Tübingen (bezogen durch Händler), aus dem Spessart, dem Odenwald und der Umgegend von Heidelberg. Im Wasser lebensfähige Larven habe ich in der Zeit von September bis Juni trächtigen Weibchen entnommen. Die im September entnommenen Larven fand ich ausnahmslos mit noch nicht völlig resorbiertem Dotter im Darmepithel. Auch zahlreiche andre Zellen führen bei diesen Larven noch spärliche Dotterkörner. Dieser Dotter wird normalerweise im Winter aufgezehrt, wie man leicht feststellen kann, wenn man im Laufe des Winters die Larven zu verschiedenen Zeiten den Weibchen entnimmt.

Im Frühjahr, zu welcher Zeit die Larven normalerweise abgesetzt werden, ist der Darm dotterfrei geworden. Wie erwähnt bemerkt ZELLER, daß je nach den äußeren Bedingungen die in der Regel nach dem Ablegen der Larve erfolgende Befruchtung auch später als im Frühjahr stattfinden könne. Die Ablage der Jungen kann ich bis in den Juni nach meinen Beobachtungen verschieben. So fing ich im Jahre 1888 am 2. Juni im Spessart Salamanderweibchen, die hochträchtig waren und, in Wasser übertragen, sofort begannen die Larven abzusetzen. Will man von hochträchtigen Weibchen, ohne diese abzutöten, einige Larven zu Untersuchungen gewinnen, so kann man folgendermaßen verfahren. Ich erzielte die Geburt dadurch, daß ich durch leichten von vorn nach hinten wirkenden gegebenen Falls bis zu einigen Minuten andauernden Druck des in der Faust umfaßten Weibchens meinen Zweck erreichte. Je weiter im Frühjahr die Jahreszeit fortgeschritten ist, um so leichter gelingt diese Manipulation. Von jenen erst im Juni trächtig gefangenen Weibchen mit völlig ausgebildeten Larven gaben einige beim Einfangen sozusagen spontan einige Larven ab, ohne daß ein besonderer Druck ausgeübt wurde. Um dieselbe Zeit, Anfang Juni, fing ich aber auch Weibchen, deren Tuben mit Eiern gefüllt waren, die sämtlich im Stadium der ersten Phasen der totalen Furchung standen. Nach meinen Beobachtungen zweifle ich nicht daran, daß die Begattung nach der Larvenablage, die je nach den Witterungs- und Wasser- verhältnissen zwischen Ende März und Mitte Juni liegen kann, erfolgt. Für eine zweite Begattung bzw. Befruchtung im Herbst fehlt nicht nur jeder zwingende Beweis, sondern die Frühjahrsbefruchtung genügt auch zur Erklärung der bekannten Tatsachen vollkommen. Die Larven entwickeln sich im Laufe des Sommers in dem Muttertier und werden, obwohl im Herbst im Wasser vollständig lebensfähig, zweckmäßigerweise erst im nächsten Frühling von dem Weibchen abgesetzt.

Eine zweite Beobachtung betrifft das sehr häufige Überwiegen der in der rechten Tube entwickelten Larven gegenüber der linken, was sich aus meinen Aufzeichnungen ohne weiteres ergibt. Das läßt auf eine entsprechende stärkere Produktion des rechten Ovariums schließen. Die folgende Tabelle gibt den genügenden Aufschluß:

Zahl	Fundort	Datum	Rechte Tube	Linke Tube	Gesamtzahl
1	Burgbernheim (Frankenhöhe)	22. Sept. 86	16 ausgebildete Larven 4 zurückgebliebene Eier	15 ausgebildete Larven	35
2	»	»	23 ausgebild. Larven 3 zurückgebl. Eier	13 ausgebild. Larven 1 zurückgebl. Ei	40
3	»	16. Sept. 87	23 ausgebild. Larven 7 zurückgebl. Eier	15 ausgebild. Larven 3 zurückgebl. Eier	48
4	Spessart (Rechtenbach)	2. Juni 88	Im ganzen 40 wohlgebildete Larven Keine zurückgebliebenen Eier		40
5	»	14. Sept. 88	23 ausgebild. Larven 2 zurückgebl. Eier	Keine Larve	25
6	»	»	30 ausgebild. Larven	21 ausgebild. Larven 1 zurückgebl. Ei	52
7	»	»	22 ausgebild. Larven 1 zurückgebl. Ei	13 ausgebild. Larven	36
8	»	»	18 ausgebild. Larven	19 ausgebild. Larven 1 zurückgebl. Ei	38
9	Tübinger Gegend	6. Mai 91	24 ausgebild. Larven 1 zurückgebl. Ei	22 Larven	47
10	»	»	26 ausgebild. Larven 5 zurückgebl. Eier	20 ausgebild. Larven	51
11	»	»	11 ausgebild. Larven 1 zurückgebl. Ei	17 ausgebild. Larven 1 zurückgebl. Ei	30
12	»	23. Mai 91	18 ausgebild. Larven	21 ausgebild. Larven 1 zurückgebl. Ei	40
13	»	»	20 ausgebild. Larven 3 zurückgebl. Eier	7 ausgebild. Larven	30

Für den Vergleich der rechtsseitigen mit der linksseitigen Produktivität kommen von diesen 13 Fällen 12 in Betracht, da in Fall 4 die gesonderte Aufzeichnung des beiderseitigen Tubeninhalts unterlassen wurde. Von diesen 12 Fällen überwiegt in 9 Fällen die Larvenzahl in der rechten Tube, zum Teil sehr bedeutend, in den drei andern Fällen enthielt die linke Tube mehr Larven. Im ganzen lieferten diese 12 von verschiedenen Fundorten stammenden Weibchen aus den rechten Tuben 254 wohlgebildete Larven und 27 mangelhafte Entwicklungsformen, also im ganzen 281 Larven bzw. Eier; aus den linken Tuben stammten 183 wohlgebildete Larven und

8 mangelhafte Entwicklungsformen, also im ganzen 191 Larven bzw. Eier. Hieraus ergibt sich mit Deutlichkeit die im ganzen stärkere Produktion des rechten Ovariums, ein Verhalten, das meines Wissens bisher bei keinem Amphibium bekannt ist.

Die in der Tabelle als »zurückgebliebene Eier« bezeichneten Entwicklungsformen werden jedem bekannt sein, der mehrfach Salamanderlarven den Weibchen entnommen hat. Es handelt sich dabei einmal um mißgebildete, teils lebensfähige, teils abgestorbene, Individuen, teils um Eier, bei denen es schwer oder unmöglich ist, eine überhaupt begonnene Entwicklung nachzuweisen, so daß wir für diese nicht selten durch gegenseitigen Druck polyedrisch abgeplatteten Eier jedenfalls zum Teil das Ausbleiben der Befruchtung annehmen können. Andererseits ist es sehr denkbar, daß die Entwicklung auch bei diesen Eiern wie bei den mißgebildeten abgestorbenen Larven begann, aber nachher nach Absterben der Eier keine Spuren mehr erkennen ließ.

Nach diesen allgemeineren Bemerkungen gehe ich zur Darstellung des speziellen in mehrfacher Beziehung interessanten Falles eines trächtigen Salamanderweibchens über, das ich am 1. Februar dieses Jahres eröffnete. Mit vielen andern im Oktober des vergangenen Jahres aus Heidelberg bezogenen Salamandern war dieses Weibchen in einem kühlen, doch nicht unter 0° temperierten, ausnahmsweise auch geheizten Zimmer während des Winters in feucht gehaltenem und manchmal erneutem Laub bei reichlicher Fütterung mit Regenwürmern gehalten worden. Die Tiere halten sich hierbei, wenn man das Laub nötigenfalls anfeuchtet, ganz ausgezeichnet. Im Laufe des Winters wurden dem Behälter häufig Weibchen entnommen, die alle normale Larven (abgesehen von den häufigen relativ wenigen zurückgebliebenen Eiern) geliefert hatten. Nach Eröffnung des hier genauer zu beschreibenden kräftigen und wohlbeleibten Weibchens waren sofort die zahlreichen unentwickelten Eier durch die dünne Tubenwand hindurch auffallend. Außerdem fielen eine Menge Larven auf, die statt der normalen Dunkelfärbung mattgrünlich gefärbt waren. Nach Herausnahme der Eileiter und Aufschneiden derselben unter Wasser wurden die Hüllen der Larven gesprengt. Das Resultat war, daß nur neun tadellos entwickelte und dunkel pigmentierte Larven sich fanden, die jedoch durch ihre Kleinheit auffielen. Während nämlich nach meinen Messungen die im Winter dem Weibchen entnommenen Larven in der Regel zwischen 2,5 und 3,2 cm Länge haben, waren diese Larven nur 2,0—2,3 cm lang. Ferner fanden sich zehn

normal pigmentierte mehr oder weniger verkrümmte, zum Teil sehr kleine, jedoch lebende, wenn auch mangelhaft schwimmende Larven. Außerdem aber enthielten die Tuben 14 durch ihre helle Farbe außerordentlich von den dunklen Larven unterschiedene lebendige Larven, die mit Ausnahme einer einzigen mehr oder weniger verkrümmt und auch sonst mißbildet waren. Diese Larven sind auf Grund ihrer mangelhaften Pigmentierung als partiell albinotisch zu bezeichnen. Nur eine dieser 14 Larven war völlig normal gebildet. Sie ist auf Tafel XXVIII Fig. 1 in natürlicher Färbung nach dem Leben abgebildet. Zum Vergleich ist eine demselben Weibchen entnommene Larve von jenen neun Normallarven in Fig. 2 gezeichnet. Die Färbung der albinotischen Larven erwies sich während der 14 Tage bis 3 Wochen, während welcher ich sie in kühlem Wasser (am Fenster) hielt, als durchaus konstant, so daß von einem durch wechselnde Kontraktilitätszustände der Chromatophoren bedingten Farbenwechsel keine Rede war. Die Figuren 9 und 10 geben bei 15facher Vergrößerung eine Vorstellung von dem Verhalten des Pigments in der Haut der Seitenfläche des Rumpfes der beiden Larven die in Fig. 1 und 2 abgebildet sind. Neben einer, wenn überhaupt vorhandenen, so jedenfalls nicht auffallenden Verminderung der Zahl der Pigmentzellen ist vor allem die Pigmentarmut der einzelnen Zellen bemerkenswert, wie das ein allgemeines Charakteristikum bei Albinismus ist, bei welchem ja die den pigmentierten Zellen entsprechenden Zellen nicht fehlen. Die beiden Abbildungen sind absichtlich von zwei Stellen genommen, die, beliebig gewählt, sich in den betreffenden Larven genau entsprachen. Außer den bisher aufgezählten, im ganzen 33 Larven fanden sich nun aber in den Tuben desselben Weibchens nicht weniger als 58 unentwickelte oder unvollkommen entwickelte, in Wasser nicht lebensfähige, zum Teil jedenfalls schon abgestorbene Entwicklungsformen. So erreichte die Gesamtzahl der in die Tuben übergetretenen Eier die ganz außergewöhnlich hohe Zahl von 91; diese übertrifft die normale Durchschnittszahl der bei einem Weibchen in den Tuben gefundenen Eier bzw. Larven um reichlich das Doppelte. Wir werden wohl nicht irren, wenn wir die hohe Zahl der mangelhaft entwickelten Eier, die Erscheinung des partiellen Albinismus und die Kleinheit aller lebensfähigen Larven mit dieser abnorm hohen Zahl der in die Tuben gelangten und sich gegenseitig durch Druck schädigenden Eier in ursächliche Beziehung bringen.

Indem ich zur speziellen Beschreibung übergehe, greife ich nur einige typische Fälle heraus, die zum Teil durch das Vorhandensein einer eigenartigen Mikrophthalmie Interesse verdienen:

1) Ein kleines, äußerst komisches Monstrum ist in Fig. 3 von der Seite abgebildet. Die Hauptmasse bilden der Kopf und die oberen Extremitäten. Der Kopf entspricht der Größe nach fast dem der in demselben Uterus gefundenen normalen Larven. An das relativ plumpe Vorderteil schließt sich eine hintere Hälfte, deren Längsachse mit der des Vorderteils ungefähr einen rechten Winkel bildet und nach aufwärts gekrümmt ist; das Ende dieses Teiles gabelt sich nach oben in eine median und ventral gelegene dritte Extremität und in den verkrümmten Schwanz. In Fig. 4 ist dasselbe Monstrum in einfacher Zeichnung in der Ansicht von hinten abgebildet. Hier ist auch die Stellung der unpaaren dritten Extremität deutlich zu erkennen. Von einer vierten Extremität ist keine Spur vorhanden. Es macht den Eindruck, daß die eine vorhandene Hinterextremität der linken entspricht. Der vordere Teil ist völlig symmetrisch gebaut, Maul, Augen und die Kiemenbüschel jederseits sind gut entwickelt. Das Herz pulsiert durch die pigmentlose Decke der Brustgegend hindurch deutlich sichtbar. Eine Afteröffnung wurde nicht aufgefunden. Die Pigmentierung ist an dem Kopfe normal, ebenso an dem verkrümmerten Rumpf und Schwanz. An den Extremitäten sind die Zehen unvollkommen entwickelt. Die beiden längsten senkrecht aufeinanderstehenden Durchmesser der Mißbildung maßen 6 mm. Das kleine Scheusal lag gewöhnlich auf der ventralen Fläche mit nach oben gerichtetem Schwanzteil. Bei leichten Reizungen mit der Präpariernadel reagierte es mit sehr lebhaften Bewegungen der Extremitäten und des Schwanzes. Am 10. Februar tötete und konservierte ich das Tier, nachdem es 10 Tage im Wasser gelebt hatte, in 5%iger Formalinlösung.

2) Eine zweite Mißbildung ist in Fig. 5 abgebildet. Sie stellt eine stark lordotisch verkrümmte, im allgemeinen stillliegende, jedoch auf Reize lebhaft sich bewegende Larve dar, deren längster Durchmesser 9,5 mm beträgt (gemessen von der Herzgegend bis zur Schwanzspitze). Zugleich ist der Schwanz von der Aftergegend an unter einem stumpfen Winkel nach rechts geknickt, und der Flossensaum des Schwanzes erwies sich in dorsoventraler Richtung nach rechts konkav gekrümmt bei gleichzeitig verkrüppelter Schwanzspitze. Die Extremitäten sind mit Ausnahme der linken hinteren, welche zu kurz erscheint, ganz gut entwickelt, wenn auch die Stellung und Gliederung, sowie das Verhalten der Zehen manche Abweichungen

von der Norm zeigen. In der ganzen vorderen Hälfte besteht partieller Albinismus; gegen diese Hälfte hebt sich der stark pigmenthaltige Schwanzteil auffallend ab. Der letztere ist unregelmäßig pigmentiert. Die Farbe ist im Vorderteil hell grünlichgelb, doch sieht man schon mit freiem Auge auf der Dorsalseite verstreute Pigmentfleckchen, die sich bei starker Lupenvergrößerung als vereinzelte große Pigmentzellen ergeben. Der Kopf ist mit der Dorsalseite bei der in der Regel eingenommenen Lage nach unten und rechts gerichtet, so wie es die Abbildung zeigt, welche der normalen Lage des Tieres entspricht. Das Maul und die Kiemen sind gut entwickelt, die Augen beide wohlgebildet, so viel ohne mikroskopische Untersuchung zu sagen möglich ist. Infolge der eignen Lage der an der Ventralseite völlig pigmentlosen Larve sieht man schon mit freiem Auge sehr schön die Pulsation des Herzens durch das Integument hindurch (bei 15° C. 64 Schläge in der Minute). Unter dem GREENOUGHschen Mikroskop gewährt der Kreislauf von dem Herzen in die Aorta und die Kiemenbögen bis in die Kiemen, sowie auf der ganzen Ventralseite ein sehr zierliches Bild. Der Darm ist noch deutlich dotterhaltig, der After wohlgebildet. Die Larve wurde, nachdem sie 14 Tage in kaltem Wasser (etwa 10° C) gelebt hatte, getötet und konserviert.

3) Der dritte hier mitzuteilende Fall ist der partielle Albino der Abbildung 6. Er war hochgradig skoliotisch und besaß nur auf dem Schwanz einige dunkle größere Pigmentflecken. Im übrigen zeigte er auf der ganzen Dorsalseite ziemlich gleichmäßig verteilte Pigmentzellen. Der Kopf war etwas aufgetrieben und asymmetrisch. Im Bilde sieht man das rechte mangelhaft entwickelte Auge. Vom linken Auge ist keine Spur wahrzunehmen. Es fehlte also das Auge an der Seite der stärkeren Krümmung oder der Konkavität des skoliotischen Tieres. Ein ähnliches Verhalten zeigt sich noch in einer Reihe von Fällen der verkrümmten normal pigmentierten Larven; hier war es, wenn eines der Augen gegenüber dem andern zurückgeblieben war, die konkave (also im Wachstum zurückgebliebene?) Seite, wo der Defekt sich auch am Auge geltend macht, jedoch in dem einen Falle der Fig. 7 (s. unten) war das Verhalten umgekehrt. Die Kiemen und die Extremitäten waren vorzüglich entwickelt, der Kreislauf sehr lebhaft. Diese Larve starb am 9. Tag. Ich konservierte sie an demselben Tage in Osmiumsäure von 1%, behandelte mit Kaliumbichromat in 1%iger wässriger Lösung nach und färbte in Alaunkochenille.

Die Untersuchung der Schnittserie des Kopfes bestätigte den bei äußerer Betrachtung gewonnenen Eindruck des Fehlens des linken

Auges. Es war keine Spur davon vorhanden. Es bestand also vollständige linkseitige Anophthalmie. Das rechte Auge verhielt sich derart, daß von einer normalen Sehfunktion keine Rede gewesen sein kann. Die Linse fehlte vollkommen. Unter der Epidermis und der dünnen Anlage des Corium fand sich ein Augenbecher ohne Hohlraum, dessen Pigmentschicht an der Stelle der Anlagerung an die Haut auffallend verdünnt, gleichsam aufgehellte war. Der Übergang der Pigmentschicht in die eigentliche Retina erfolgte aber nicht an der dem Integument zunächst gelegenen Stelle, dem vorderen Augenpol, sondern gegenüber dem letzteren, nahe dem Dach der Mundhöhle und lateral und nach unten von der Stelle, an der der Becher mit dem Hirn in nächste Berührung kam, also in der Nähe der normalen Opticuseintrittsstelle. Hier hörte die sehr kräftige Pigmentschicht scharfrandig auf und bog sich in das innere Blatt des Augenbeckers, die eigentliche Retina, um. Dieses innere Blatt stellte eine wohlausgebildete Retinaanlage dar mit gut ausgeprägter, typisch breiter, innerer reticulärer Schicht. Die nach innen der letzteren folgende Ganglienzellschicht erschien auffallend verdickt, ein Glaskörperaum fehlte vollkommen. Nur ein ganz schmaler, im Durchschnitt linearer Spalt war vorhanden, in dessen Bereich die gegenüberliegenden Flächen der Ganglienzellschicht sich berührten. Eine Faserschicht war nicht nachzuweisen. Der spaltförmige Raum ließ sich nach außen bis zu der Stelle verfolgen, wo am Rande des Augenbeckers der Umschlag der Pigmentschicht in die Retina erfolgte. So erschien das Organ als eine solide Kugel, ganz ähnlich dem in Fig. 11 abgebildeten, unten genauer zu beschreibenden Falle von der in Fig. 7 Taf. XXVIII abgebildeten Larve. Eine dunkel pigmentierte Aderhautanlage mit außen aufgelagertem, mit spindelförmigen Kernen durchsetzten Sklerastratum war in vielen Schnitten deutlich zu erkennen. Von einem Opticus war keine Spur zu finden; da die Ausbildung des Augenbeckers ohne primitiven N. opticus undenkbar ist, mußte er also der Atrophie und Degeneration anheimgefallen sein.

4) Eine weitere Mißbildung ist in Fig. 7 abgebildet. Wir sehen in der Dorsalansicht, zugleich in der Lage, welche das Tier in der Regel ruhig liegend auf dem Boden der Wasserschale einnahm, eine im allgemeinen wohlgebildete Larve. Am auffallendsten war neben der sehr hellen durch den partiellen Albinismus bedingten blaßgrünlichen Hautfarbe die starke linkseitige lordotische Verkrümmung. Die Verteilung der zerstreut liegenden Pigmentzellen ist schon bei

der zur Abbildung gewählten dreifachen Vergrößerung zu erkennen. Auch hier war, wie in der Regel, der Schwanz durch etwas dunklere Pigmentierung ausgezeichnet. Während die Extremitäten und die drei im Leben rötlichen Kiemenbüschel, in denen die Blutzirkulation bei dem lebenden Tier prächtig zur Beobachtung kam, jederseits normal ausgebildet waren, fiel sofort ein beträchtlicher Größenunterschied der beiden Augen auf. Das linke erschien wohlgebildet. An Stelle des rechten jedoch war nur ein relativ kleiner dunkler Pigmentfleck und keine Cornea sichtbar.

Die Schnittuntersuchung ergab folgendes:

Das linke Auge (s. Fig. 12) ist völlig normal, besitzt normale Linse und weit in der Entwicklung vorgeschrittene Iris, Cornea und normal geschichtete Netzhaut. Das rechte Auge stimmt mit den übrigen hier beschriebenen mikrophthalmischen Bulbi in allen Hauptsachen überein. Es kann sonach als Typus der bei *Salamandra* beobachteten eigenartigen Mikrophthalmie gelten. Aus der Abbildung 12 ist das Größenverhältnis des Bulbus zu dem normalen ohne weiteres ersichtlich; beide Durchschnitte entsprechen dem größten Bulbusdurchmesser. In das pathologische Auge ist der N. opticus aus mehreren Schnitten kombiniert eingezeichnet. Der Umschlag des distalen in das proximale Blatt liegt auch in diesem Fall nicht, wie normal, am distalen Pol, sondern ventralwärts von demselben (s. auch Fig. 11). Abbildung 11 und 12 stammen von derselben Serie. Der in Abbildung 11 abgebildete Schnitt hat noch die Mitte des Auges, jedoch nicht das Sehnervenrudiment getroffen. Der Übergang der Pigmentschicht in die eigentliche Retina war in diesem Schnitt durch Pigmentauflagerung weniger deutlich als in dem in Fig. 14 bei stärkerer Vergrößerung abgebildeten benachbarten Schnitt. Hier sieht man wie das Pigment an der Umschlagsstelle sich eine Strecke weit fortsetzt und die Kerne ein der am normalen Auge in der Ciliargegend vorhandenen Beschaffenheit entsprechendes Verhalten zeigen. In der Umschlagsstelle sind einige Mitosen sichtbar, ein Beweis, daß noch keine degenerativen Vorgänge Platz gegriffen hatten. In der Fig. 12, deutlicher noch in Fig. 11, ist wieder die der Anlagerungsstelle an die Haut (der Cornealgegend) entsprechende Aufhellung des Pigments sichtbar. Auch in diesem Bulbus ist die Ganglienzellschicht durch eine relativ mächtige Ausfüllungsmasse dargestellt; der zentrale Glaskörperspalt erschien im Querschnitt gabelförmig geteilt.

5) Ich schließe hier noch einen letzten Fall einer Mißbildung an, die besonders durch das Verhalten der Augen mitteilenswert er-

scheint. Die in Fig. 8 in dreifacher Vergrößerung dargestellte Larve ist so abgebildet, wie sie während der 10 Tage, die ich sie vor der Abtötung lebend in kaltem Wasser aufbewahrte, auf dem Boden der Schale zu liegen pflegte, um nur bei Reizen kurze Bewegungen der Extremitäten und des Schwanzes auszuführen. Die Larve ist hochgradig verkrümmt, etwa so, wie die normalen Larven vor der Sprengung der Eihaut in dem Uterus des Muttertieres zusammengerollt liegen. Die Pigmentierung ist, wenn auch nicht von regelmäßig diffuser Verteilung, so doch gut zur Ausbildung gekommen. Kiemenbüschel und Extremitäten sind im allgemeinen gut entwickelt, jedoch weicht die Stellung der Vorderextremitäten erheblich von der Norm ab, indem beide dorsalwärts gerichtet sind und sich über dem Rücken fast bis zur Berührung der Zehen nähern. In der Abbildung 8 ist die linke Vorderextremität in dieser eigenartigen Stellung völlig zu sehen, von der rechten dagegen nur die Spitzen von drei dorsalwärts herausragenden Zehen. An Stelle der Augen sind relativ kleine dunkle, auf beiden Seiten gleich groß erscheinende Pigmentflecke vorhanden. Diese werden von dem Integument bedeckt, ohne daß eine Cornea zur Ausbildung gekommen ist. Auch von einer Pupille ist keine Spur zu sehen. Am 20. Tage nach der Geburt tötete und konservierte ich diese Larve in 10%iger Formalinlösung, färbte mit Alaunkochenille und fertigte eine Frontalschnittserie des Kopfes an.

Ich beschränke mich im folgenden auf die Beschreibung des doppelseitigen Mikrophthalmus.

Linkes Auge: Die ersten den Bulbus treffenden Tangential-schnitte des frontal geschnittenen Kopfes zeigen die gut entwickelte Pigmentschicht der Netzhaut nach innen von der pigmentierten Aderhaut.

In diesen Schnitten sind die ganz dünnen und unvollständig entwickelten Außenglieder der Stäbchen quer getroffen und erscheinen als feine ziemlich stark lichtbrechende Pünktchen, umgeben von ziemlich zahlreichen Pigmentkörnchen, die, wie spätere Längsschnitte der Stäbchen lehren, den Fortsätzen der Pigmentepithelzellen angehören, welche normalerweise die Stäbchen und Zapfen in der belichteten Netzhaut umhüllen. Ein Unterschied von Stäbchen und Zapfen war hier und in den späteren Schnitten nicht nachweisbar. Weitere Schnitte enthalten die Querschnitte der Innenglieder und die Elemente der äußeren Körnerschicht. Eine deutliche Schichtung wird natürlich erst in den durch das Zentrum des Auges gehenden Schnitten innerhalb der Netzhaut sichtbar, da wo also die Netzhaut senkrecht zur Oberfläche getroffen ist. Die Schichtung ist hier im allgemeinen ebenso-

gut ausgeprägt, wie in der Netzhaut einer gleich alten Normallarve. Die sehr schmale äußere reticuläre Schicht, die breite Schicht der inneren Körner und die in der Amphibiennetzhaut durch ihre Dicke ausgezeichnete innere reticuläre Schicht sind ebenso wie die Ganglienzellschicht leicht nachweisbar. In der Fig. 13 sind außer der Pigmentschicht, deren Zellen an diesem zur Abbildung gewählten Schnitt nicht die in andern Schnitten desselben Bulbus ausgeprägten langen zwischen die Stäbchen eingreifenden Fortsätze aufwiesen, die gut, wenn auch im Vergleich mit der Normallarve gleichen Alters relativ dünn entwickelten und in feine Spitzen auslaufenden Stäbchen, die Schicht der Stäbchen- bzw. Stäbchen- und Zapfenkörner (aK), die ganz schmale als helle Linie hervortretende äußere reticuläre Schicht (arS) und ein Teil der inneren Körnerschicht (iK) abgebildet. Eine Nervenfaserschicht war in diesem Auge nicht nachzuweisen. Eine solche war auch nicht zu erwarten, denn statt eines N. opticus findet sich ein aus nur wenigen Spindelzellen bestehender schmaler Strang, welcher die Retina in der Gegend der normalen Opticuseintrittsstelle durchquert. In diesem war keine Spur von Fasern zu finden. Die Serie ergab, daß er zentralwärts einen an der Abgangsstelle vom Hirn noch mit engem Lumen versehenen dünnen, rein zelligen N. opticus darstellte, der also auf primitivem Stadium stehen geblieben war.

Es ist gewiß bemerkenswert, daß die Stäbchen in der Netzhaut eine relativ gute Ausbildung erreicht hatten, ohne daß eine neurofibrilläre Verbindung zwischen der Netzhaut und dem Hirn bestand. Immerhin ist mit der Möglichkeit zu rechnen, daß früher vorhanden gewesene Neuraxone der Ganglienzellschicht späterer Degeneration anheimgefallen waren.

Das weitere Studium der Serie ergab, daß der Umschlag des proximalen in das distale Blatt des Augenbechers ähnlich wie in dem dritten Fall erfolgt und daß hier wie in dem dritten Fall die Ganglienzellschicht in eine nach dem Glaskörperraum gerichtete diesen erfüllende, einheitliche Zellenmasse übergeht. Diese war jedoch nicht so massig, wie in dem in Fig. 11 abgebildeten Fall, weil zugleich von der oberen Seite her die Netzhaut von der Pigmentschicht abgelöst und als stumpfkantige Falte in den Glaskörperraum hineinragte. Hierdurch war auch in diesem Falle (wie im Fall 3) der Glaskörperraum auf einen ganz engen Spalt reduziert und der Bulbus zu einer relativ kleinen soliden Kugel geworden. Die Linse fehlte vollkommen. Die äußere Haut ging glatt, ohne eine Cornea zu bilden, über den Augenbecher hinweg. An dieser Stelle fehlte das Pigment

eine kleine Strecke weit vollständig, es war also an der Stelle des Lichteinfall es eine Art Pupille vorhanden, insofern als hier das Fehlen des Pigments die Einwirkung des Lichtes, das natürlich höchstens als diffuser Schein wahrgenommen wurde, begünstigte (vgl. auch Fig. 11).

Es ist interessant, daß diese Stelle zenitwärts — bei Normallage der Larve etwas nach oben — von der Anlagerungsstelle des Augenbeckers an die Innenfläche des Integuments sich findet, also da, wo der stärkste Lichteinfall bestand.

Rechtes Auge: Das rechte Auge macht auf den ersten 14 Tangentialschnitten ganz den Eindruck, als ob es sich ebenso verhalten würde, wie das linke, wofür ja auch der äußere Eindruck an dem unverletzten Tier (s. Fig. 8) spricht. Nach der Epidermis hin zeigt die sehr kräftige Pigmentschicht des distalen Poles eine Unterbrechung; der Umschlag der Pigmentschicht in die Retina am distalen Pol tritt in der Serie erst viel später auf. In den sich anschließenden Schnitten findet sich nach unten und medial ein anfangs nicht mit den in den vorigen Schnitten vorhandenen Bulbusdurchschnitten zusammenhängender zweiter Teil, der weiterhin jedoch mit dem ersten Teil als zusammenhängend sich erweist und in diesen übergeht. Dieser Übergang betrifft jedoch nur die Pigmentschicht. Es ergibt sich das sehr eigentümliche Verhalten, daß in einer gemeinsamen Pigmentschicht zwei vollkommen getrennte Retinae liegen. Es ist nämlich, abgesehen von der am distalen Pol gelegenen normalen Umschlagsstelle der beiden Blätter des Augenbeckers noch eine zweite proximale, in der Nähe der sonstigen Opticuseintrittsstelle vorhanden. Innerhalb der gemeinsamen Pigmentschicht stoßen die beiden Retinae an ihrer von der Umschlagsstelle am entferntesten gelegenen Konvexität mit ihren Stäbchenschichten aneinander. Hier fehlte das retinale Pigment, das sich von beiden Seiten her jeder Netzhaut folgend leicht einbuchtet, so daß die ganze Anlage biskuitförmig erscheint. Die Serie ergibt, daß die beiden Umschlagsstellen völlig unabhängig voneinander bestehen. Die Ränder der beiden Umschlagsstellen berühren sich nicht so innig wie in den andern Fällen (vgl. Fig. 11 und 14), werden vielmehr durch eine Zellenmasse getrennt, die nach innen in die Ganglienzellschicht übergeht. Einen N. opticus habe ich nicht gefunden. Diese höchst eigenartige Mißbildung ist nur so zu erklären, daß sich an einer Augenblase zwei fast diametral gegenüberliegende Einstülpungen gebildet haben, worauf der nicht eingestülpte Teil zur Pigmentschicht wurde.

Die sämtlichen zur Untersuchung an Schnittserien gekommenen Fälle von angeborenem Mikrophthalmus bei den Salamanderlarven zeigen eine weitgehende Übereinstimmung. Die Kleinheit des Bulbus ist mit Fehlen des Glaskörpers und der Linse verbunden. Zugleich fehlen Cornea, Iris und Pupille. An Stelle der letzteren ist die Pigmentschicht des einen auf primitiver Stufe stehen gebliebenen Augenbecher darstellenden Auges an dem distalen Pole des Augenbechers gleichsam aufgehellte bis zum völligen Fehlen des Pigments. Die Schichten der Netzhaut sind im allgemeinen gut entwickelt; die Ganglienzellschicht erscheint relativ dick und bildet so eine das Zentrum der Kugel ausfüllende Masse, in der sich noch ein feiner dem Glaskörperraum entsprechender Spalt am Schnitt nachweisen läßt. Dieser setzt sich nach außen bis zu der Stelle fort, an der das distale Blatt des Augenbechers in das proximale übergeht. Diese Stelle liegt in der Regel nicht an dem distalen Pol, wie in der Norm, sondern dem proximalen Pol genähert, wo man sie als ein Colobom der Retina bezeichnen kann.

Fragen wir nach der Genese dieser Entwicklungsstörung, so kommt zur Beurteilung vor allem das völlige Fehlen der Linse in Betracht. Dieses steht zweifellos in naher genetischer Beziehung zur Kleinheit des Bulbus und dem Fehlen der Glaskörperanlage und der Iris samt der Pupille. War die Bildung der Linse von vornherein ausgeblieben oder wurde eine anfangs gebildete Linse alsbald aus unbekanntem Grunde resorbiert? Der Umschlag des distalen Blattes in das proximale Blatt des Augenbechers in typischer Weise beweist, daß es zur Ausbildung eines typischen Augenbechers (einer »sekundären Augenblase«) gekommen war. Wenn wir auch wissen, daß die Bildung der letzteren nicht, wie man früher anzunehmen geneigt war, durch die Linseneinstülpung bedingt ist, so sind doch beide Vorgänge so innig miteinander verbunden, daß es dem Embryologen schwer wird sich die Bildung eines Augenbechers ohne gleichzeitige Linsenabschnürung vorzustellen. Doch ist natürlich mit der Möglichkeit des völligen Fehlens einer Linsenanlage zu rechnen. Nun aber halte ich es doch für wahrscheinlicher, daß auch in unsern Fällen eine Linse anfangs vorhanden war, die jedoch bald zur Resorption kam.

Es ist hauptsächlich das Verhalten der Augen des nahe verwandten *Proteus anguineus*, das mich zu dieser Auffassung bestimmt. Ich gehe deshalb etwas genauer auf den Bau dieser interessanten stark rückgebildeten Augen ein.

Die erste, genauere, mit einigen Abbildungen versehene Beschreibung des Auges von *Proteus anguineus* gab C. HESS¹ im Jahre 1889. Das Auge, am jungen Tier durch die mehr oder weniger starke Pigmentierung der betreffenden Stelle im Leben verschieden deutlich, stellt eine allseitig geschlossene rundliche Blase dar, deren vorderer Scheitel von der Epidermis durch eine dünne Bindegewebsschicht getrennt ist. Das Organ ist so klein, daß sein Durchmesser nur etwa 15—20mal den Durchmesser des ja allerdings relativ großen Blutkörperchens des Tieres übertrifft. Der Innenraum der Blase wird vollständig ausgefüllt von den Elementen der Retina, denen außen eine dünne der Knorpelzellen entbehrende Schicht aufgelagert ist, die als primitive Sklera und Aderhaut aufgefaßt werden muß. Die äußerste Lage der Retina bildet das einschichtige Pigmentepithel, das sich an der Opticuseintrittsstelle wulstförmig verdickt. Am vorderen Augenpol, dem Rand des ursprünglichen Augenbechers, schlägt sich die Epithelschicht nach innen um und geht, indem sie sich in eine mehrschichtige Zellenlage umwandelt, in die eigentliche Retina über. Da der Durchmesser der Augenblase nur 0,43 mm beträgt, die Retina aber so dick ist, wie die der meisten Vertebraten, so erklärt es sich, daß das ganze Innere der Augenblase von der Retina ausgefüllt und vom Glaskörper keine Spur vorhanden ist. Die Ganglienzellschicht ist relativ stark entwickelt als eine doppelte bis dreifache Lage großkerniger Elemente. Im Querschnitt des Bulbus erscheint die Ganglienzellschicht »zumeist als ein rundlicher solider Zellenhaufen in der Mitte der Augenblase«. Nach außen schließt sich die wie in der Amphibien-netzhaut allgemein, so auch hier relativ breite innere reticuläre Schicht an. An der Stelle normaler Stäbchen und Zapfen finden sich »eigenartige Gebilde von höchst unregelmäßiger Gestalt«, die sich ebenso wie die Stäbchen und Zapfen mit den gewöhnlichen Methoden nicht färben lassen; die meisten haben die Form einer Halbkugel oder eines halben Ellipsoids, daneben kommen aber auch länger gestreckte und ganz flache Formen vor. Eine Unterscheidung von Stäbchen und Zapfen ist unmöglich. Der Opticus ist ein durch feine Längsstreifung ausgezeichnete 0,02 mm dicke Strang; er läßt sich bis zu den Ganglienzellen verfolgen. Die Linse fehlt dem Auge, das als ein auf dem Stadium des Augenbechers stehen gebliebenes Gebilde aufzufassen ist.

¹ C. HESS, Beschreibung des Auges von *Talpa europaea* und von *Proteus anguineus*. GRAEFES Archiv, Bd. XXXV. Abt. I. 1889.

SCHLAMPP¹ erweiterte die Angaben von HESS dahin, daß er an dem vorderen Augenpol ein Stratum ciliare retinae unterschied, in dessen Bereich sich die sonst einschichtige Pigmentschicht zu einem ringförmigen Wulst verdickt. Das Pigment selbst fehlt aber hier an der der Lichteinwirkung am nächsten liegenden Stelle. »Ein derartiger Mangel des Pigments gerade in dieser Gegend muß den Durchtritt von Lichtstrahlen zu dem nervösen Teile der Netzhaut ermöglichen und begünstigen, und es darf so diese Einrichtung in ihrer physiologischen Wirksamkeit mit der Pupille höherstehender Augen verglichen werden.« Am Rande des Augenbeckers verschmelzen die Schichten der Netzhaut zu einer Schicht, die sich gegen die Augenachse nach hinten verlängert und in deren Zentrum die Opticusfasern verlaufen. Stäbchen und Zapfen fehlen. »Eine kleine bikonvexe Cuticulabildung, welche den Körnern aufsitzt, hat die größte Ähnlichkeit mit einem frühen Stadium, welches wir in der Entwicklung der Netzhaut bei der Salamanderlarve treffen.« SCHLAMPP findet ferner in dem *Proteus*-Auge ein gesondertes deutlich abgegrenztes Chorioidealstratum und in demselben Blut führende Gefäße in capillärer Anordnung. Den interessantesten Befund bildet jedoch der Nachweis einer Linse in dem Auge von jungen Exemplaren. SCHLAMPP war in der glücklichen Lage von ZELLER in Winnenthal einen Larvenkopf von *Proteus* zu erhalten, der einer von ZELLER selbst gezüchteten Larve entstammte. Die normal gelagerte Linse wird frühzeitig durch Mesoderm vom Ectoblast getrennt, stellt eine epithelial gebaute Kugel mit heller Kapsel dar, und ist ringförmig von dem Stratum ciliare retinae umfaßt. Der hintere Pol grenzt dicht an die Retina. Auch bei dem 10—12 cm langen *Proteus* hat die Linse bereits »eine Rückbildung erfahren, die sich als eine Verkleinerung des Gesamtumfanges und eine Abnahme der zelligen Elemente zu erkennen gibt. Der leere Raum, welcher durch die Schrumpfung der Linse entstehen mußte, zwischen dieser und dem Stratum ciliare retinae, wird durch zelliges Wachstum und Vorrücken des letzteren ausgeglichen«. Aus dem ursprünglichen Vorhandensein der Linse neben dem Augenbecher ergibt sich, daß die erste Anlage des Auges bei *Proteus* dieselbe ist, wie bei allen Vertebraten. Unter allmählichem Schwund der Linse bleibt das Stadium des Augenbeckers zeitlebens erhalten. Bei dem erwachsenen Tier fehlen alle brechenden Medien.

¹ K. W. SCHLAMPP, Das Auge des Grottenolmes. Diese Zeitschrift, LIII. Bd. 1892.

Die Übereinstimmung des *Proteus*-Auges mit den hier beschriebenen Fällen von Mikrophthalmus bei *Salamandra maculata* ist in der Tat höchst frappierend. Auf Grund der Ontogenese des *Proteus*-Auges haben wir allen Grund, anzunehmen, daß es sich hier um ein infolge des Höhlenlebens des Trägers stark zurückgebildetes Organ handelt, und es ist gewiß hochinteressant, daß dieselbe Form des Auges, die sich bei dem albinotischen *Proteus* gleichsam chronisch entwickelte, in der Ontogenie bei *Salamandra* aus unbekanntem Grunde als Mißbildung gleichsam akut auftritt, die mit Albinismus gepaart sein kann.

In der Pathogenese des Mikrophthalmus kann die ältere Theorie, daß es sich um eine »einfache Hemmungsbildung« handelt, als heute nicht mehr befriedigend betrachtet werden. Unter den Ophthalmologen hat sich um die Ätiologie des Mikrophthalmus besonders C. HESS Verdienste erworben. HESS¹ beschrieb vier Fälle von menschlichem Mikrophthalmus, von denen drei jugendlichen Individuen und einer einem 53jährigen Mann entstammten. Auf Grund der mikroskopischen Untersuchung dieser Fälle wendet sich HESS gegen die von DEUTSCHMANN aufgestellte Theorie, daß die Mikrophthalmie durch einen intrauterinen Entzündungsprozeß und zwar eine Sclero-Chorio-Retinitis zu erklären sei, eine Auffassung, der sich eine große Zahl von Ophthalmologen angeschlossen hatten. In den HESS'schen Fällen fehlte jede auf eine bestehende oder abgelaufene Entzündung hindeutende Veränderung. In allen Fällen trat als typisch die kontinuierliche Verbindung des Glaskörpers oder des an seiner Stelle vorhandenen, von der A. hyaloidea ernährten Bindegewebes mit den äußeren Umhüllungen des Augenbeckers hervor. Das Bindegewebe bestand aus langen spindelförmigen Elementen mit gleichmäßig ovalen Kernen und eingelagerten lebhaft färbbaren runden Kernen und enthielt sogar Knorpel- und Fettzellen. Es ist als die Folge einer atypischen embryonalen Entwicklung des embryonalen Bindegewebes aufzufassen. Hiermit stellte jedoch HESS durchaus nicht in Abrede, daß intrauterine Entzündungen und deren Folgen für abnorme Entwicklung des Auges von Bedeutung werden können.

In einem späteren Aufsatz² äußerte sich HESS über dieselbe Frage und sprach sich wiederum dahin aus, daß eine Erklärung der Mikrophthalmie durch individuelle Variation ihm einfacher und näher-

¹ C. HESS, Zur Pathogenese des Mikrophthalmus. GRAEFES Archiv f. Ophthalmologie, Bd. XXXIV.

² C. HESS, Über angeborene Bulbuscysten und ihre Entstehung. Archiv f. Augenheilkunde, XLI Bd.

liegend erscheine, als eine solche durch eine hypothetische, völlig latent verlaufende Entzündung aus unbekannter Ursache. Auch führt HESS einen Fall eines Hühnerembryo vom fünften Tage an, bei welchem jede Augenanlage einerseits völlig fehlte und von Entzündungserscheinungen keine Spur vorhanden war. Seine Auffassung von der Genese des Mikrophthalmus präcisiert HESS dann nochmals mit den Worten: »Wenn es mir auch nicht zweifelhaft ist, daß gewiß ein Teil der Mikrophthalmen, die von den Autoren als durch Entzündung entstanden, aufgefaßt werden, sich naturgemäßer in der von mir angedeuteten Weise erklären ließe, so bin ich doch weit entfernt, überhaupt die Existenz einer intrauterinen Entzündung und deren Folgen für die Entwicklung des Auges ganz in Frage stellen zu wollen.«

Der Auffassung von HESS haben sich die meisten neueren Untersucher angeschlossen, und in der Tat wird in Übereinstimmung mit der Auffassung, daß für die entzündliche Ätiologie keinerlei Beweis vorliegt, derjenige, der sich wie der Schreiber dieser Zeilen viel mit der experimentellen Erzeugung von Mißbildungen beschäftigt hat, sagen, daß wahrlich genug andre ursächliche Momente in Frage kommen. Ich will nur erwähnen, daß — wenigstens bei dotterreichen Eiern, z. B. Amphibieneiern — die durch abnorme Gravitationswirkung erzeugbaren Mißbildungen auch im Bereich der Augen an Mannigfaltigkeit der Formen von Anophthalmus bis zum Mikrophthalmus Außerordentliches leisten. Hier handelt es sich einfach um abnorme Verschiebungen von Zellgruppen bzw. Störungen des inneren Gleichgewichts des Embryo mit deren Folgezuständen.

Soweit ich die bisher beschriebenen Fälle vom Mikrophthalmus bei dem Menschen übersehe, scheint mir eine embryologische Tatsache, welche zur Aufklärung der Ätiologie offenbar von Bedeutung ist, bisher zu wenig oder gar nicht beachtet zu sein. Diese Tatsache ist die, daß von frühem Entwicklungsstadium an die Bindegewebszellen in dem Bulbus ein Continuum bilden, das den Glaskörper als Anlage der Vasa hyaloidea vom Opticuseintritt und der Innenfläche der Retina aus bis zur Linse erfüllt, die Linse umhüllt und am Rand des Augenbechers, später am Pupillarrand der Iris, direkt mit dem Bindegewebe der Tunica vasculosa oculi zusammenhängt. Dann folgt das Stadium, in welchem aus diesem embryonalen Bindegewebe die kontinuierlichen inneren Bulbusgefäße in dem Glaskörper, um die Linse und in der Tunica vasculosa oculi zur Zeit der noch anangischen Netzhaut hervorgegangen sind, wobei der unmittelbare Übergang des

Bindegewebes und der Gefäße der Tunica vasculosa lentis in die Gefäße der Iris am Pupillarrand¹ von großer Bedeutung und viel zu wenig betont ist. Als drittes Stadium schließt sich dasjenige an, das man als Aufhellungsstadium bezeichnen könnte, in welchem die Glaskörpergefäße und die Tunica vasculosa lentis schwinden, der Pupillarrand der Iris frei wird und die Expansion des Binnenraumes durch Zunahme der Glaskörperflüssigkeit und relative Größenabnahme der Linse typisch sind. Indem ich mit C. HESS in einer ganzen Reihe von Fällen der Mikrophthalmie eine atypische Entwicklung des Bindegewebes in dem Bulbus als das ursächliche Moment betrachte, möchte ich hervorheben, daß es sich offenbar um eine abnorme Wucherung jenes von vorn herein vorhandenen, zum Teil in die Bildung der Binnengefäße eingehenden Bindegewebes handelt, welches normalerweise zur Resorption kommt. Die Folge ist natürlich, daß hierdurch in einfach mechanischer Weise das oben angeführte dritte Stadium mehr oder weniger unterbleibt, auch durch Zug auf die Linse diese luxiert und nach hinten bis in die Nähe der Papilla nervi optici verlagert werden kann.

Für uns hat hier in Hinsicht auf den mit Linsenmangel verbundenen Mikrophthalmus der Salamanderlarven vor allem noch die Frage Interesse, ob Ähnliches bei höheren Vertebraten oder dem Menschen beobachtet wurde. v. HIPPEL² sagt in seiner Zusammenfassung hierüber folgendes: »In einigen Mikrophthalmen fehlte die Linse ganz; die Annahme von MANZ, daß sie in solchen Fällen gebildet und wieder zerstört sein dürfte, wird wohl für die meisten Fälle ihre Richtigkeit haben. BECKER hält es in dem seinigen für wahrscheinlich, daß die primäre Augenblase nur von unten, nicht von vorn eingestülpt wurde und daß es gar nicht zur Bildung der Linse gekommen sei. Diese Ansicht läßt sich auf Grund des Befundes (vollkommen kontinuierlicher Verlauf des Pigmentepithels im vorderen Bulbusumfang, Fehlen von Linse, Iris und Ciliarkörper) wohl verteidigen, wenn man auch schon annehmen müßte, daß am vorderen Pole Zellen der primären Augenblase, aus denen bei normaler Entwicklung Retina geworden wäre, sich zu Pigmentepithelien umgebildet hätten. Es ist ja auch bekannt, daß bei gewissen Tieren eine

¹ s. O. SCHULTZE, Zur Entwicklungsgeschichte des Gefäßsystems im Säugetier-Auge. Festschrift zum 50jährigen Doktorjubiläum A. KÖLLIKERS. Leipzig 1892.

² E. v. HIPPEL, Die Mißbildungen und angeborenen Fehler des Auges. Handb. d. Augenheilkunde, 2. Aufl. II. Bd. Kap. IX. 1900. S. 81.

sekundäre Augenblase gebildet wird, ohne daß es zur Bildung einer Linse kommt. Indessen scheint es mir, daß eine sichere genetische Erklärung solcher Befunde kaum möglich ist.«

Was die auch sonst gelegentlich angeführten »gewissen Tiere« betrifft, bei denen sich ein Augenbecher bildet, ohne daß es zu einer Linsenanlage kommt, so kann hier wohl nur *Proteus* in Betracht kommen. Für ihn ist aber durch SCHLAMPP (s. S. 488) das Vorhandensein der (später resorbierten) Linse bei der Larve nachgewiesen. Sonstige »gewisse Tiere« im obigen Sinne existieren meines Wissens nicht.

Wir haben hier nun noch genauer auf den oben zitierten Fall eines menschlichen Mikrophthalmus von BECKER¹ einzugehen, weil dieser sich durch den Mangel der Linse, einem bei dem menschlichen Mikrophthalmus offenbar sehr seltenen Vorkommen, den unsrigen Fällen am meisten nähert. In diesem Falle fand sich bei einem neugeborenen Mädchen der linke Bulbus auf die Hälfte des normalen rechten verkleinert. Die Tunica fibrosa zeigte keinen deutlichen Unterschied von Sklera und Cornea. Der bedeutend verdünnte und graurötliche Opticus ging in die einen relativ gut entwickelten Glaskörperraum umschließende Netzhaut über. Mit den hier von *Salamandra* beschriebenen Fällen bestand insofern Übereinstimmung als Iris und Pupille völlig fehlten, und die Tunica vasculosa also am distalen Pol geschlossen war. Ebenso fehlten Ciliarkörper, Linse und vordere Augenkammer. Alle diese Teile waren in dem rechten Auge völlig normal. Die Retina zeigte eine leidlich gute Ausbildung der Schichten. Der Glaskörper war von Bindegewebszügen durchsetzt, die von der Retina nach vorn zum distalen Pol verliefen und von BECKER für obliterierte Gefäße angesehen wurden. In der Nähe des Opticuseintritts bestand ein Colobom der Retina und des Pigmentepithels; hier gingen, wie am Rande des ursprünglichen Augenbechers Pigmentepithel und Retina ineinander über. BECKER spricht im Gegensatz zu MANZ, der die Ansicht vertrat, daß eine embryonale Linse völlig zugrunde gehen kann, die Vermutung aus, daß in diesem Falle überhaupt keine Linse gebildet wurde. Diese Auffassung begründet er vornehmlich damit, daß die Augenblase dann doch am distalen Pol die Einstülpungsstelle hätte zeigen müssen, während eine Pupillaröffnung doch völlig fehlte. Mir scheint, die

¹ H. BECKER, Ein Fall von Mikrophthalmus congenitus unilateralis. GRAEFES Archiv f. Ophthalmologie. Bd. XXXIV. 1888.

Frage ist nicht sicher zu entscheiden. Ich möchte es jedoch für wahrscheinlicher halten, daß die mit der Bildung des Augenbeckers so innig verbundene Linseneinstülpung erfolgte und nachher Resorption der Linse eintrat, wie das für *Proteus* die Regel ist. Mit der Resorption der Linse trat der Verschluß der primitiven Pupillaröffnung ein und der Übergang der distalen in die proximale Lamelle des Augenbeckers wurde nach der Opticuseintrittsstelle verlagert bzw. blieb auf diese (als Colobom) beschränkt.

Ich schließe hier die gemachten Mitteilungen in der Hoffnung, später durch weiteres Material, vor allem durch den mit Hilfe abnormer Gravitationswirkung bei Amphibienlarven ohne große Mühe zu erzielenden Mikrophthalmus Genaueres über die Genese der interessanten Mißbildung mitteilen zu können.

Erklärung der Abbildungen.

Bezeichnungen:

<i>Pi</i> , Pigmentschicht;	<i>irS</i> , innere reticuläre Schicht;
<i>St</i> , Stäbchenschicht;	<i>gx</i> , Ganglienzellschicht;
<i>aK</i> , äußere Körnerschicht;	<i>glsp</i> , Glaskörperspalt;
<i>arS</i> , äußere reticuläre Schicht;	<i>Cho</i> , Chorioides;
<i>iK</i> , innere Körnerschicht;	<i>Ep</i> , Epidermis.

Tafel XXVIII.

Fig. 1. Normale Salamanderlarve. Vergr. 3:1.

Fig. 2. Partiell albinotische Larve aus demselben Weibchen. Vergr. 3:1.

Fig. 3 und 4. Fast schwanzlose und nur drei Extremitäten besitzende Larve. Vergr. 3:1.

Fig. 5—7. Partiell albinotische mißgebildete Salamanderlarven, zum Teil mit Mikrophthalmus. Vergr. 3:1.

Fig. 8. Mißgebildete und zugleich mikrophthalmische Larve. Vergr. 3:1.

Fig. 9. Hautpigment der in Fig. 2 abgebildeten Larve. Vergr. 15:1.

Fig. 10. Hautpigment der in Fig. 1 abgebildeten Larve. Vergr. 15:1.

Fig. 11. Durchschnitt des rechten Auges der in Fig. 7 abgebildeten Larve.

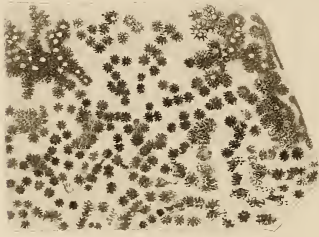
LEITZ Oc. I, Obj. 3.

Fig. 12. Frontalschnitt des Kopfes der in Fig. 7 abgebildeten Larve. Vergr. 25:1.

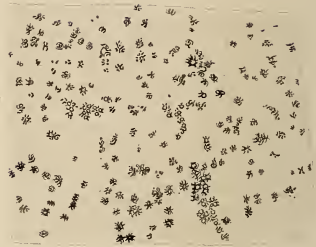
Fig. 13. Aus der Retina der in Fig. 8 abgebildeten Larve. LEITZ Oc. III, Obj. 5.

Fig. 14. Übergang der proximalen in die distale Lamelle des Augenbeckers vom rechten Auge der Larve in Fig. 7. LEITZ Oc. III, Obj. 3.

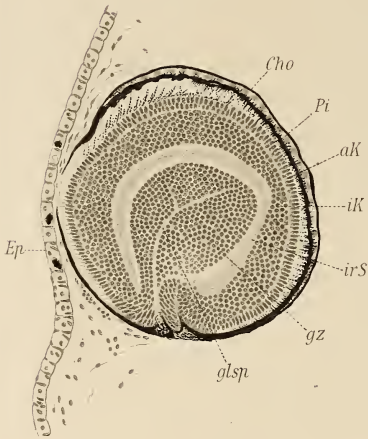
9



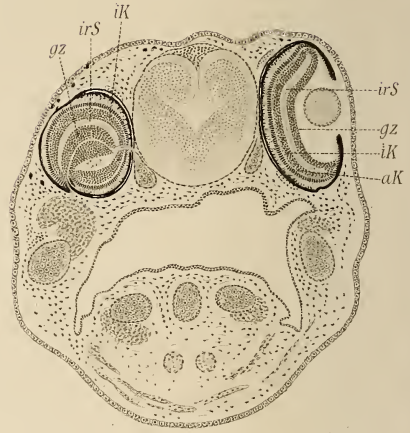
10



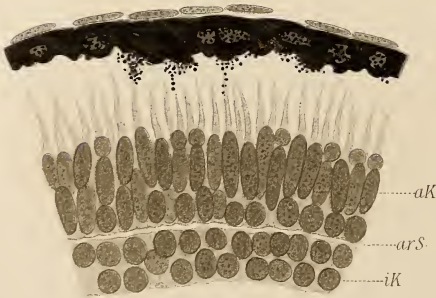
11



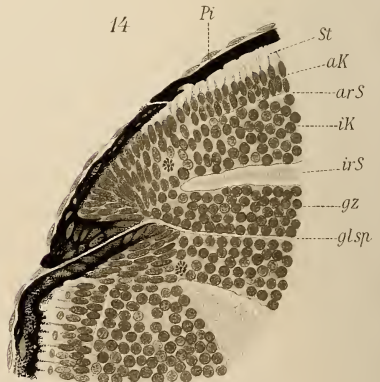
12



13



14



5



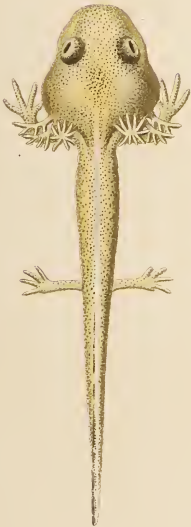
3



4



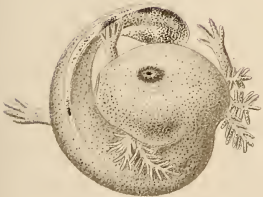
1



2



6



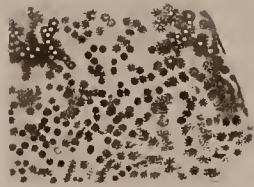
7



8



9



10



5



5



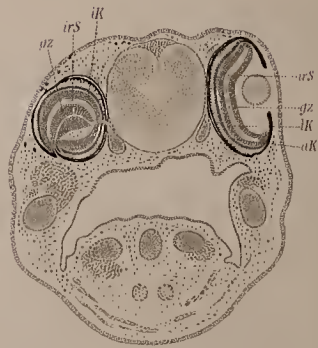
4



11



12



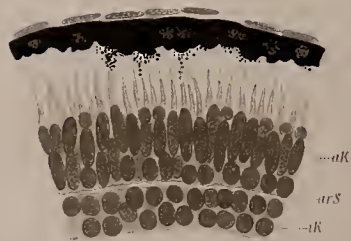
1



2



15



14



6



7



8



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: [82](#)

Autor(en)/Author(s): Schultze Oskar

Artikel/Article: [Über partiell albinotische und mikrophthalmische Larven von Salamandra maculata nebst einigen Angaben über die Fortpflanzung dieses Tieres 472-493](#)