Untersuchungen über die Eier der Reptilien.

Von

Dr. **Th. Eimer,**

Privatdocent zu Würzburg.

I.

Das Keimbläschen.

Das Keimbläschen wächst in den Eiern der Reptilien rasch zu ausserordentlicher Grösse heran, so dass es sich zum Zweck genauer Untersuchung nach Anstechen des Follikels bald unschwer isoliren lässt. Zu diesem Behufe bringt man passender Weise ein Stückchen des frischen Eierstocks auf den Objektträger und entleert die grösseren Eier, um die freigewordenen Keimbläschen ohne Zusatz eines fremden Mediums in der ausgeflossenen weichen Dottermasse selbst studiren zu können.

Wir gehen von der Betrachtung der Verhältnisse aus, wie sie sich bei der grünen Eidechse finden.

In Follikeln dieses Thieres von 1,3 Mm. Durchmesser hält das Keimbläschen nicht weniger als 0,18, in solchen von 0,75 Mm. 0,12, in Follikeln endlich von 0,31 Mm. nur 0,06 Mm. im Durchmesser.

Es sind die Keimbläschen helle, kugelige Körper, welche gegen Druck einigen Widerstand leisten, denn sie sind von einer unzweifelhaften Membran umgeben, die sich nach einigem Misshandeln des Objekts zuweilen sogar stellenweise in leichte Fältchen legt.

Eine genauere Betrachtung des Inhalts der Keimbläschen ergibt nun eine Reihe sehr bemerkenswerther Thatsachen. An den grösseren unter ihnen fällt zunächst ein etwas einwärts von ihrer Peripherie gelegener Kreis von hellglänzenden kugeligen Körperchen, etwa vom Durchmesser lymphoider Zellen auf, welche in ge-

wissen Abständen von einander entfernt liegen: die Keimfleck, wie sie in ähnlicher Lagerung von Gegenbaur¹⁾ beim Kaiman beschrieben worden sind. Allein es ist mittelst stärkerer Vergrößerungen nicht schwer zu erkennen, dass der bei oberflächlicher Betrachtung homogen und wasserklar scheinende Inhalt des Keimbläschens, abgesehen von jenen peripherisch gelegenen Keimflecken, von unzähligen Körperchen, welche nur kleiner, im Uebrigen aber von derselben Beschaffenheit sind wie diese, durchsetzt ist; ferner, dass diese Körperchen in der Grösse Uebergänge einerseits zu dem erwähnten Kreis von Keimflecken zeigen, dass aber andererseits ebenfalls zahllose Uebergänge von ihnen ab zu feinsten Körnchen existiren, welche durch das ganze Keimbläschen zerstreut sind, besonders aber in dessen Mittelpunkt dicht sich anhäufen. Wenn man, um die verschiedenen Tiefen des Objekts zu durchforschen, den Tubus des Mikroskops senkt und hebt, so bekommt man durch die Tausende von blinkenden Körperchen, welche sich darin finden, unwillkürlich den Eindruck, als schaute man in den klaren Sternenhimmel: wie hier die kleinsten Sterne, so wollen dort die feinsten Körnchen der Kraft des Auges entweichen, und man wird zu der Vermuthung gedrängt, es werden stärkere Instrumente, als diejenigen sind, welche uns jetzt zu Gebote stehen, den ganzen Inhalt des Keimbläschens auflösen in eine aus dicht gedrängt liegenden feinsten Körnchen bestehende Masse.

Etwa 20 bis 25 der erwähnten grossen Keimfleck liegen im grössten optischen Querschnitt z. B. von Keimbläschen, welche ungefähr 0,2 Mm. im Durchmesser halten. Aber zwischen ihnen und der Membran der letzteren kann man häufig noch einen oder mehrere concentrische Kreise, von den kleineren Körperchen gebildet, erkennen. Eine solche concentrische Anordnung zeigen nun zuweilen auch die übrigen der grösseren Körperchen, welche das Keimbläschen durchsetzen, und zwar halten dann sowohl jene gegenseitig, als auch die Kreise, zu welchen sie angeordnet sind unter sich, bestimmten Abstand, so dass eine höchst wunderbare Regelmässigkeit in dem scheinbaren Wirrsal des Keimbläscheninhalts sichtbar wird (Fig. 18). Nur gegen den Mittelpunkt dieses Inhalts hin scheint ein Chaos von Körnchen zu beginnen.

Aber auch hier dürfte Ordnung herrschen: wenn man Durch-

1) Gegenbaur: Ueber den Bau und die Entwicklung der Wirbelthiere mit partieller Dottertheilung. Reich. Arch. 1861.

schnitte durch die Follikel macht, nach Erhärten mittelst Methoden, welche deren Inhalt und selbst denjenigen des so zarten Keimbläschens in keiner Weise alteriren, so glaubt man zuweilen zu erkennen, dass die feinsten Körnchen, welche besonders im Mittelpunkt des letzteren liegen, wiederum um einen hellen centralen Punkt von der Grösse eines Lymphkörperchens herum angehäuft seien. Die innersten der Körnchen, diejenigen, welche den hellen Punkt unmittelbar umgeben, bilden wieder einen regelmässigen Kreis um diesen. Und was die äussere Grenze der Körnchenansammlung betrifft, so verliert sich dieselbe allmählig in die sie umlagernden concentrischen Körnchenkreise.

In kleineren Keimbläschen traf ich die grossen Keimflecke nicht nahe der Peripherie, sondern um die centrale Körnchenansammlung herumliegend, also einen engeren Kreis bildend als in den grossen (Fig. 21). Von hier rücken sie offenbar allmählig nach aussen, und neue Kreise, welche aus jener Ansammlung gebildet werden, schliessen sich ihnen von innen an, — um ebenfalls zu Keimflecken zu werden.

In den Keimbläschen der Eier verschiedener Schildkröten (*Cistudo Carolina*, *Testudo*-Arten, Fig. 6), war die centrale Körnchenansammlung gewöhnlich ziemlich scharf von der helleren Peripherie abgegrenzt, so dass man füglich von einer Central- und einer Rindenmasse in diesen Keimbläschen sprechen kann. Die Centralmasse nimmt mit dem Wachsthum des Eies bis zu einem gewissen Grade verhältnissmässig sehr zu: in einem Keimbläschen von 0,12 Mm. hatte sie 0,001, in einem solchen von 0,17, 0,07 Mm. Durchmesser, — die Rinde war in beiden Fällen ziemlich gleich breit.

Bei den Schildkröten wie bei der grünen Eidechse zeigten die grossen Keimflecke oft ein helles Centrum, so dass der Eindruck eines Bläschens entstand. Unzweifelhaft aber ist die Bläschennatur der grossen Keimflecke in den Eiern der Ringelnatter zu erkennen. Man unterscheidet an diesen deutlich eine Hülle, welche einen hellen Hohlraum umgibt. Im Mittelpunkt dieses Hohlraums liegt das Schrön'sche Korn als schönes rundes Kügelchen und in den grössten Keimflecken (0,013 Mm.) enthält das Korn eine Anzahl feiner, aber scharfmarkirter Körnchen, Keimkörnchen oder Keimpunktchen. Nur in den grössten Keimflecken sind diese Körnchen zahlreich vorhanden; in kleineren findet man nur einzelne

derselben — eines bis zwei — im Keimpunkt; und in noch kleineren ist dieser homogen (Fig. 3, bes. A. u. B. u. Fig. 4).

Geht man noch weiter herab in der Stufenleiter der Grösse der Keimbläschen, so vermisst man auch das Schrön'sche Korn und zuletzt ist sogar eine Unterscheidung von Hülle und Höhle am Keimfleck nicht mehr möglich; es hat derselbe jetzt ein fetttröpfchenähnliches Aussehen (Fig. 3—6). Diese kleinen Keimflecke zeigen im Keimbläschen der Ringelnatter wieder zahllose Uebergänge zu unendlich feinen Körnchen, welche dasselbe hier durchaus zu erfüllen scheinen. Dabei unterscheiden sich diejenigen Körnchen, welche schon den ersten Schritt im Heranwachsen zu Keimflecken gethan haben, durch ein stärkeres Lichtbrechungsvermögen von den übrigen und dadurch, dass Osmiumsäure sie etwas dunkler färbt als diese.

Fig. 3 und 4 zeigen Keimbläschen aus dem Natternei mit den beschriebenen Eigenschaften, aber umgeben von einer 0,03 Mm., also unverhältnissmässig dicken, höchst eigenthümlichen Hülle, die aus sehr feinen Körnchen zusammengebacken scheint und sich durch eine schöne radiäre Streifung auszeichnet. Die Streifen lassen sich an einigen Stellen der Fig. 3 noch über die Hülle hinaus in den Dotter hinein verfolgen, in welchem Verhalten wir wahrscheinlich die Anzeichen der weiter fortschreitenden Verdickung der Hülle vor uns haben. In kleineren Eiern traf ich um das Keimbläschen nur eine feine Haut (Fig. 1) wie bei der grünen Eidechse und bei der Schildkröte. Auf dieser Haut muss die dicke Hülle durch Anlage von aussen entstanden sein. Die radiäre Streifung ist wohl als der Ausdruck von Poren, von feinen Röhrchen zu erklären, welche die Hülle durchsetzen. Die Wand dieser Röhrchen würde durch eine dichtere Masse gebildet sein als die übrigen Theile der Hülle, und sie bildete das Gerüste für den Weiterbau der letzteren.

In grösseren Eiern war die radiär gestreifte Hülle verschwunden und wieder nur eine einfache, feine Haut um das Keimbläschen (Fig. 8) zu sehen.

Besonders im Natternei werden die Keimflecke ungemein gross, — sie wachsen mit dem Ei bis zu einem gewissen Grade: in einem Follikel von 0,7 Mm. Durchmesser maassen die grössten nicht weniger als 0,016 Mm., in solchen von 0,23 Mm. dagegen nur 0,002 Mm.

Es finden sich nun auch in der Färbung durch Osmiumsäure

alle Uebergänge von den grössten Keimflecken an bis hinab zu den feinsten Körnchen, welche im Keimbläschen liegen, indem Membran und Inhalt an jenen durch das Reagens einen braunen Ton annehmen, während diese farblos bleiben.

So scheinen die complicirt gebauten Keimflecke aus einfachen Körnchen heranzuwachsen.

Nicht principiell verschieden von solchem Vorgang wäre derjenige, welchen Pflüger¹⁾ im Keimbläschen von Katzeneiern beobachtet hat, wo der Keimfleck plötzlich als Niederschlag entstehen soll. Nach L. Agassiz²⁾ dagegen würden sich »die zahlreichen Keimflecke« im Keimbläschen der Schildkröte durch Verdichtung aus der äussersten Schicht desselben bilden. Mit dieser Angabe stimmen meine Erfahrungen nicht ganz überein; ebenso war das Keimbläschen in den von mir untersuchten Schildkröteneiern nicht zeitlebens wandständig, wie Agassiz bei diesen Thieren als allgemeines Verhalten annimmt; wohl aber traf ich dasselbe immer peripherisch gelegen in den Eiern der grünen Eidechse.

Gegenbaur³⁾ erwähnt bei der Eidechse 4—8 Keimflecke, zwischen denen meist noch körnige Masse gelagert sei, »in älteren Eiern waren bei sehr starken Vergrösserungen kleine, stets der Wandung angelagerte Körperchen und ausser diesen feinen Elementen noch im Innern einige Bläschen sichtbar, die mit den wandständigen in gar keiner Beziehung zu stehen scheinen.« Er möchte daher die feinen wandständigen für die eigentlichen Keimflecke, das übrige für inconstante Inhaltsumwandlungen ansehen.

Bei der Natter hat Gegenbaur die Keimflecke vermisst.

Was die radiärgestreifte Hülle angeht, von welcher das Keimbläschen des Natterneies während bestimmter Zeit eingeschlossen ist, so erinnere ich an eine Angabe von Kölliker⁴⁾, welcher bei jüngeren Eiern von *Gadus lota* um das Keimbläschen eine messbar dicke Wand und an derselben eine Streifung fand, welche er auf Poren zu beziehen geneigt ist.

1) Pflüger: Ueber die Eierstöcke der Säugethiere und des Menschen. Leipzig 1863, S. 109.

2) L. Agassiz: Embryology of the Turtle, in: Contributions to the natural history of the United States of America. Boston 1857.

3) l. c.

4) Kölliker, Würzburger Verhandl. VIII. Bd. Unters. zur vergl. Gewebelehre etc.

Der Dotter.

In Beziehung auf die Entwicklung des Dotters der Reptilien-eier schliesse ich mich den Angaben von Gegenbaur völlig an, mit dem Rückhalt, dass nach meinen Untersuchungen neben der von Gegenbaur beschriebenen Umwandlung der ursprünglich feinkörnigen Masse des Eiinhalts in Bläschen überall noch eine zweite Art der Dotterbildung vorkommt, deren Produkte sich mit denjenigen der ersten mischen. Die eine sowohl wie die andere fusst auf directer Umbildung des ursprünglichen Eiinhalts, die zweite aber hat ihren Herd ausschliesslich in den centralen Theilen des Eies und zerstreut ihre Producte von da aus durch den ganzen Bereich desselben und, wie wir sehen werden, noch darüber hinaus.

Aber ich traf auch mit der Bildung der Dotterelemente nach der von Gegenbaur beschriebenen Art hauptsächlich im Natternei während einer gewissen Zeit so eigenthümliche Verhältnisse in Verbindung, dass ich auf diese Art der Dotterbildung zuvörderst noch des Genaueren eingehen muss.

Wie Gegenbaur beschrieben hat, verändert sich das ursprüngliche Protoplasma des Eies bald in der Art, dass darin einzelne stärker glänzende Körnchen auftreten, welche sich später in Bläschen umwandeln, die grösser und grösser werden. Diese Umwandlung des Eiinhalts beginnt in dessen Centrum und schreitet von da aus peripherisch weiter.

Dass nun die Dotterelemente auf Kosten des Eiprotoplasmas wachsen, indem sie dasselbe gleichsam auffressen, das zeigen besonders deutlich erhärtete Präparate. An solchen sieht man frühe um die Bläschen, ja schon um die grösseren, stärker glänzenden Körnchen herum, welche zu diesen sich entwickeln, häufig einen hellen Ring, den Ausdruck einer Lücke, in welcher dieselben liegen (Fig. 2 A u. B).

Diese Lücken nehmen zu an Grösse mit dem Wachsthum der Bläschen. Wenn diese einen gewissen Durchmesser erlangt haben, zeigen sie an den in Rede stehenden Präparaten oft Aehnlichkeit mit lymphoiden Zellen.

In Follikeln der Ringelnatter, welche $2\frac{1}{2}$ bis 3 Mm.¹⁾ im grössten Dickendurchmesser halten, sind schon ziemlich ausgebildete Dotterelemente vorhanden: sie liegen einzeln oder zu mehreren

1) Die Follikel der Ringelnatter nehmen sehr frühe eine eiförmige Gestalt an; die im folgenden gegebenen Maasse beziehen sich immer auf den grössten Dickendurchmesser der Follikel.

in den Maschen eines ungemein deutlichen Fadennetzes, dessen Elemente in den kleineren der in Frage kommenden Eier ein körniges Aussehen zeigen, während sie in den grösseren körnchenfreie Fäden darstellen. Man kann an Schnitten, welche man von erhärteten Eiern erhalten hat, die fertigen Dotterelemente aus dem Maschennetz auspinseln; dieses letztere bleibt dann allein zurück, und an seinen Fäden hängen da und dort noch die vorhin erwähnten lymphkörperchenartigen Bildungen und Uebergänge von diesen sowohl zu ausgebildeten Dotterelementen als rückwärts zu den feinen Körnchen des Eiprotoplasmas (Fig. 10, 11 und 16, M.). Die Fäden des Netzes trifft man um so dicker, das Netz um so engmaschiger, je kleinere Eier man untersucht, bis man schliesslich wieder zu den Formen der Fig. 2, A. u. B. gelangt. Das Maschennetz, welches, nachdem es theilweise ausgepinselt ist, die grösste Aehnlichkeit z. B. mit dem Neurogliagewebe hat, ist also offenbar der Ueberrest des ursprünglichen Eiprotoplasmas, welcher durch den sich bildenden Dotter aufgezehrt worden ist. Im ausgebildeten Ei ist auch dieser Ueberrest demselben Schicksal verfallen, denn in aus dem Eileiter genommenen Eiern findet man nichts mehr von ihm.

Das Maschennetz ist natürlich im Mittelpunkt des Eies zuerst ausgebildet und schreitet von da nach der Peripherie hin fort. Was Gegenbaur helle Randschicht, His Zonoidschicht nennt, ist schon in ganz kleinen Eiern vorhanden und ist dann nichts als derjenige peripherische Theil des Eiinhalts, welchen die Umwandlung in Dotter noch nicht ergriffen, das Maschennetz noch nicht erreicht hat, — ich will ihn im Folgenden Rindenschicht nennen (Fig. 1, R). Diese Rindenschicht nimmt mit dem Wachsthum des Eies an Breite nicht zu, sondern vielmehr successive ab; sie ist also bis dahin nichts Specifisches. Aber die Abnahme ihrer Breite hat eine gewisse Grenze. Die Umwandlung des ursprünglichen Eiinhalts nach der beschriebenen Art (unter Bildung des Maschennetzes) schreitet nach der Peripherie hin nur soweit vor, bis die Rindenschicht auf etwa 0,02 Mm. Breite verschmälert ist. Das ist in Follikeln von etwa 3 Mm. Durchmesser der Fall. Die Maschen des Netzes hören jetzt plötzlich und mit scharfer Linie gegen die Rindenschicht hin auf, und diese bildet eine Schale um die inneren Theile des Eies, welche noch längere Zeit aus dem ursprünglichen feinkörnigen Eiprotoplasma besteht (Fig. 8, 9, 10, 11, 12, 14, 16, R). Gegen die Dotterhaut hin ist und bleibt sie scharf abgegrenzt und nur einzelne

Bläschen oder lymphkörperchenartige Elemente liegen zerstreut in ihrem Inneren, an das Maschennetz grenzenden Theile (Fig. 14). Erst später wird auch ihr Protoplasma in Dotter umgewandelt; aber so viel ich bis jetzt sah, nicht unter deutlicher Bildung eines Maschennetzes. Ferner wird die ganze Rindenschicht in allen ihren Theilen ziemlich gleichzeitig von der Umwandlung in Dotter ergriffen, so dass mit einem Male durch ihre ganze Breite hindurch an Grösse nicht allzu verschiedene Dotterelemente auftreten (Fig. 16, R).

Da die Umwandlung des Eiprotoplasmas in Dotter, wie bemerkt, im Centrum beginnt und von da nach der Peripherie zu fortschreitet, so ist die innere Grenze der Rindenschicht so lange eine völlig unbestimmte, bis sie auf die bezeichnete constante Breite zurückgeführt ist.

In Follikeln der Ringelnatter von etwa $\frac{3}{4}$ Mm. oder von noch geringerem Durchmesser traf ich innerhalb des Dotters die ersten Spuren der Entwicklung einer höchst merkwürdigen Bildung, zu deren Betrachtung ich nun übergehe.

Die äussersten Ausläufer des Maschennetzes mögen in Follikeln von der genannten Grösse bis etwa 0,1 Mm. nach einwärts von der Zona sich erstrecken. An ihrer äusseren Grenze, also innerhalb der Rindenschicht, beginnt ein Kreis von unregelmässigen, im Mittel etwa 0,03 Mm. langen, zum Eiganzes radiär gestellten Streifen eines eigenthümlichen Gewebes aufzutreten.

Färbt man einen nach Erhärten in Alkohol gewonnenen Schnitt aus einem grösseren Follikel, z. B. von 3 Mm. Durchmesser in Karmin, so fällt ein schöner rother Ring von 0,03 Mm. Breite sofort in die Augen, welcher ungefähr 0,07 Mm. nach einwärts von der Zona mit dieser parallel verlaufend im Eiinhalt liegt (Fig. 8 und 9 JR). Dieser Ring, den ich innere Rinde oder innere Rindenschicht nennen will, erscheint mit schwächerer Vergrösserung betrachtet durchaus regelmässig und scharf gerandet. Bei stärkerer Vergrösserung stellt er sich als radiär gestreift dar, die Streifen oft zu mannigfach geformten, eckigen Figuren angeordnet (Fig. 14, JR), nach aussen und nach innen unregelmässig begrenzt, indem nach beiden Seiten hin, besonders aber nach aussen, Zacken und Fortsätze von ihm ausgehen. Er ist aus einer Verschmelzung jener radiär gestellten, unregelmässig geformten Gewebstheilchen entstanden, welche in dem jüngeren Ei vorkommen. Das ganze Aussehen des Ringes könnte zu der Annahme führen, dass man es in ihm

mit einer bindegewebigen Substanz zu thun habe. Er muss offenbar auf eine einfache Umbildung des Eiprotoplasmas zurückgeführt werden.

Indem der Ring dichter und dichter wird, bildet er eine Art Schale, Rinde, um den centralen Theil des Eiinhalts. Aber diese innere Rinde ist ebensowenig von Bestand wie das Maschennetz. Es treten nach und nach mehr und mehr jener lymphkörperchen-ähnlichen und kernartige, in runden Lücken liegende Gebilde in ihm auf (Fig. 14), — er wird allmählig aufgezehrt und ist schon in den grösseren Eierstockseiern verschwunden.

Nicht vergessen darf ich zu bemerken, dass die innere Rinde zuweilen nicht als ein Kreis, sondern in Form mehrerer, hintereinandergelegener Kreise, beziehungsweise ineinandergeschachtelter Schalen auftritt, welche dann aber von mehr lockerer Beschaffenheit sind.

Die bisher geschilderten Verhältnisse würden keinerlei Anhaltspunkte für die Auffassung geben, dass ein Theil des Wachstums des Eies der Ringelnatter (wenn wir für jetzt von dessen frühesten Stadien absehen, welche nicht berücksichtigt worden sind) auf fremden Zusatz von aussen, auf Abscheidungen von Seiten der Granulosa zu setzen sei. Sie scheinen sich vielmehr nur mit der Annahme vereinigen zu lassen, dass dieses Wachsthum ganz aus dem Ei selbst heraus erfolgt. In diesem Sinne spricht insbesondere auch das Verhalten der inneren Rinde zu der peripherisch von ihr gelegenen Region des Eies.

Der Raum zwischen der inneren Rinde und der Dotterhaut nimmt nämlich während der nach dem Auftreten jener erst in ungeheurem Maassstabe erfolgenden Massenzunahme des Organismus nicht nur nicht an Breite zu, sondern eher ab. Es fällt, wie schon bemerkt, die innere Rinde eine Zeit lang zusammen mit der äusseren Grenze der Umbildung des Eiprotoplasmas in Dotter und mit der inneren Grenze der Rindenschicht. Bald aber wird sie von den Vorläufern jener überschritten (Fig. 8 x), — kleinste Dotterelemente treten jenseits von ihr auf (Fig. 12 x), die Lücken, das Maschennetz, entstehen auch dort, — mehr und mehr wird der Rindenschicht Boden abgewonnen durch den Dotter und schliesslich ist über die Hälfte des Raumes zwischen innerer Rinde und Dotterhaut in Maschennetz und Dotterelemente umgewandelt (Fig. 9 x). Jetzt tritt der schon erwähnte Stillstand in der Verschmälerung der Rindenschicht ein; diese grenzt sich aber als feinkörnige Zone nach innen ab, oft einfach

durch die äussersten Maschen des Netzes, zuweilen aber durch eine helle, messbar breite Linie, welche offenbar hervorgerufen ist durch eine grössere Lockerheit des Gewebes an der betreffenden Stelle.

Aber noch mehr als diese Thatsachen gegen die Annahme eines Wachstums des Eies durch Materialanlagerung von aussen reden, spricht dafür, dass der Herd für dieses Wachsen im Ei selbst und zwar in dessen Mittelpunkt liegt, die zweite Art der Dotterbildung, welche Eingangs dieses Abschnittes erwähnt worden ist.

Zur Grundlage meiner Schilderung nehme ich hier das Verhalten bei der grünen Eidechse.

Im centralen Theile kleiner Eier dieses Thieres (Follikel 0,4 Mm.) traf ich einen 0,02 Mm. grossen, kugeligen Körper, welcher sich durch Osmiumsäure etwas dunkler färbte, als der ihn umgebende noch ganz homogene Eiinhalt (Fig. 21 N) und welcher weiter keine Besonderheiten zeigte, als die, dass in seinem Umkreis einige sehr kleine, zarte, helle Bläschen gelegen waren. Das Keimbläschen mass schon 0,08 Mm. und lag peripherisch, — wie schon bemerkt, in den Eiern der grünen Eidechse der ständige Fall.

Jener kugelige Körper aber ist offenbar nichts Anderes, als eine frühe Stufe der Entwicklung des bei anderen Thieren schon vielfach erwähnten und manchemal besprochenen Dotterkerns.

Während jetzt der Eiinhalt im Uebrigen noch keine Besonderheiten zeigt, erleidet er später, abgesehen von seiner Umwandlung nach der von Gegenbaur beschriebenen Art, eine ganz eigenthümliche Differenzirung. In seinem Centrum entsteht eine helle, homogen aussehende Masse und diese geht nach aussen plötzlich über in eine ebenfalls homogene, durch Osmiumsäure aber sich etwas dunkler färbende Schicht, welche sie nach Art einer dicken Schale umgibt (Fig. 22).

Nach aussen von dieser Schale beginnt, anfangs gleichfalls mit ziemlich scharfer Begrenzung, die jetzt schon zahlreiche bläschenartige Elemente enthaltende ursprüngliche Dottermasse, welche offenbar durch die im Mittelpunkt des Eies entstandene homogene Substanz nach aussen gedrängt worden ist.

Der zuerst erwähnte Kern ist jetzt bedeutend gewachsen; er liegt, oft neben einem zweiten kleineren, in der hellen Centralmasse, und beide sind von einem aus feinen Fettkörnchen bestehenden Mantel umgeben. (Fig. 22, 23, 24.) Solche Fettkörnchen findet man,

wenn auch sehr zerstreut und fein, jetzt im ganzen Eiinhalt, bis zur Rindenschicht.

Es wächst zugleich aber auch die helle Centralmasse bedeutend. Die dunkle Schale derselben wird mehr nach aussen gedrängt und zugleich verwischen sich ihre äusseren Grenzen allmählig. Aber auch ihre Grenzen gegen die centrale Dottermasse werden weniger scharf, während diese höchst eigenthümliche Veränderungen eingeht: sie beginnt nämlich, und zwar zuerst in ihren peripherischen Theilen sich zu zerklüften, in einzelne unregelmässige und ungleich grosse Stücke sich zu zerbröckeln. Diese Stücke verbreiten sich nach und nach von ihrer ursprünglichen Lagerstätte aus über den ganzen Eiinhalt und mischen sich, indem sie mehr und mehr zerkrümeln, mit dem übrigen Dotter. Aber merkwürdigerweise treten sie selbst über den Bereich des Eies hinaus: man trifft sie zuletzt auch zwischen den Zellen der Granulosa und sogar jenseits der letzteren (Fig. 24 DK).

Diese Dottertheile zeichnen sich überall, bei der Natter, bei der Eidechse und bei den Schildkröten, durch ihren hellen, weisslichgelben Glanz und durch ihre unregelmässige schorffartige Form aus. Man möchte sie desshalb zuweilen vergleichen mit den Stücken einer zerschlagenen Eisscholle und ich will für sie im Folgenden die Bezeichnung *Dotterschorfe* oder *Dotterkrumen* gebrauchen.

Im Ei der Ringelnatter traf ich den Dotterkern oft von bedeutender Grösse, ebenfalls im Centrum liegend und aus einer feinkörnigen Masse bestehend (Fig. 9, N.). Im Kern lagen einzelne Dotterschorfe; um ihn herum lagen sie dichtgedrängt und von da aus hatten sie sich durch den Inhalt des ganzen Eies und darüber hinaus verbreitet, denn man fand sie in der inneren Rinde, in der Rindenschicht, in der Zona pellucida, in der Granulosa und jenseits derselben (Fig. 8, 9, 14, 15).

In Fig. 9 sind die Schorfe innerhalb der Dotterhaut an einer Stelle in ganz eigenthümlicher Weise zusammengedrängt.

In den Eiern der grünen Eidechse und der Schildkröten trifft man etwas einwärts von der Dotterhaut eine bisher nicht erwähnte fetthaltige Schicht an. Bei den Schildkröten besteht dieselbe aus Fetttröpfchen und umgibt, wiederum schalenartig, den Theil des Eies, welcher innerhalb der Rindenschicht liegt (Fig. 5). Bei der grünen Eidechse ist sie aus grösseren und kleineren krümeligen,

aber fetthaltigen Bestandtheilen zusammengesetzt (Fig. 21—24). Hier liegt sie der Dotterhaut zuweilen fast innig an. Da im Granulosa-epithel bei diesem Thiere ganz ähnliche fetthaltige Krümel vorkommen (besonders Fig. 21), so lag die Vermuthung nahe, dass die in Rede stehende Schicht, entgegen dem bisher Behandelten, doch von der Granulosa abgeschieden werde, vielleicht in der Weise, dass die Fettmolekel aus den Epithelzellen, in deren Körper sie liegen, vor der Entstehung der Dotterhaut oder, auf später von selbst sich ergebenden Wegen, durch letztere und durch die Zona hindurch in das Innere des Eies gelangt sein möchten. Allein einmal traf ich im Schildkrötenei das Epithel stets frei von solchen Fetttropfchen, abgesehen davon, dass hier die Fettschicht des Dotters stets in ziemlichem Abstand von der Dotterhaut lag; zweitens und vor Allem aber fand es sich, dass die Fettlage im Schildkröten- wie im Eidechsenei schon sehr frühe vorkommt, schon in Follikeln z. B. von 0,057 Mm. Durchmesser, und zwar zu einer Zeit, in welcher im Epithel der Eidechsenfollikel fettähnliche Krümel noch gar nicht vorhanden sind.

Im Ei der Ringelnatter dagegen traten erst sehr spät (in Follikeln von etwa 1,5 Mm. Durchmesser) innerhalb der Rindenschicht vereinzelte Fetttropfen in einer schalenartigen Lage auf, von welcher aus nach innen ungemein feine Fetttropfchen sehr zerstreut durch den Eihalt zu verfolgen waren (Fig. 7). Die fetthaltigen Körnchen, welche von einer gewissen Zeit an um den Dotterkern herumliegen, entsprechen im Aussehen und in Grösse einem Theil derselben Elemente, welche die Fettschale in der Peripherie des Eidechseneies herstellen. Ohne aus diesem Verhalten weitergehende Schlüsse ziehen zu wollen, glaube ich doch zu der Ansicht berechtigt zu sein, dass die fetthaltige Schicht in den Eiern der Schildkröten und der grünen Eidechse nicht für, wohl aber entschieden gegen eine Abscheidung von Dotter seitens der Granulosa spricht und zwar gegen eine solche Abscheidung auch in den nahezu frühesten Stadien des Eiwachsthums. Meine Untersuchungen betrafen nämlich für diesen Gegenstand bei der Eidechse Follikel von 0,057 bis 2,5 Mm. (Fig. 19—24) und bei der Schildkröte solche von ungefähr demselben Durchmesser, — aber auch in den kleinsten dieser Follikel war die Fettlage vorhanden, und soweit diese kleinsten Follikel durch passende Untersuchungsmethoden einen Einblick in die betreffenden Verhältnisse gestatteten, traf ich die Fettschicht

beinahe ebensoweit von der Dotterhaut entfernt, wie in den grössten, so dass sich also die Rindenschicht auch hier mit dem Wachstum des Eies nicht verbreitert hat. In manchen grösseren Eiern der Eidechse reichte die Fettlage aber, wie gesagt, sogar weiter an die Dotterhaut heran wie in kleineren, lag sie derselben manchmal fast unmittelbar an.

Die Rindenschicht ist im Ei der grünen Eidechse, wie aus dem Vorstehenden hervorgeht, sehr schmal. Zu einem genauen Studium derselben eignet sich viel besser das Ringelnatterei.

Hier ist die Rindenschicht, so lange sie noch feinkörnig ist und nachdem der Follikel eine gewisse Grösse erreicht hat, sehr schön radiär gestreift und zwar in zweierlei Weise: einmal ziehen gröbere, oft messbar dicke Fäden, ungleich grosse Zwischenräume zwischen sich lassend, von der Dotterhaut an durch sie hindurch und gehen direkt in die nach aussen schauenden Zacken der inneren Rinde über, von welchen früher die Rede war (Fig. 12, 14 As, und Fig. 8). Andererseits aber lassen sie sich zuweilen durch Dotterhaut und Zona hindurch verfolgen und es lässt sich erkennen, dass sie Fortsätze der Epithelzellen der Granulosa sind (Fig. 14).

Zweitens sieht man häufig auch die Zwischenräume, welche diese Ausläufer zwischen sich lassen, ungemein fein und fast regelmässig radiär gestreift (Fig. 12). Die Streifung ist hier durch äusserst zarte dicht aneinanderliegende Linien hervorgebracht, die sich nach innen in dem innerhalb der Rindenschicht liegenden Dotter verlieren, in welchen man sie hie und da ziemlich weit hinein verfolgen kann. Diese Linien scheinen oft aus sehr kleinen aneinandergereihten Körnchen zu bestehen. Es ist wahrscheinlich dass auch sie auf Ausläufer der Epithelzellen zurückgeführt werden müssen.

Lange bevor ich die Streifung der Rindenschicht gesehen hatte, war es mir nämlich gelungen, Granulosazellen mit ungemein langen und feinen Fortsätzen zu isoliren, — oft von der vier- und sechsfachen Länge des Zellkörpers —, mit welchen zuweilen noch Stücke des Maschennetzes, das ich ebenfalls erst später im Ei fand, im Zusammenhang waren (Fig. 17); manchmal lagen sogar noch Dotterelemente in den mit den Epithelien in Verbindung stehenden Maschenstücken. Ich isolirte aber auch Zellen, deren unmessbar feine Fortsätze wie aus den feinsten aneinandergereihten Körnchen zu-

sammengesetzt schienen (Fig. 17, Z), und welche der feinen Streifung der Rindenschicht entsprechen.

Es stehen demnach die Epithelzellen der Granulosa des Natterneies, worüber übrigens später noch weiter gesprochen werden soll, durch zarte Ausläufer in direkter Verbindung mit der inneren Rinde und mit dem Maschennetz im Ei. Gleich diesen beiden verschwinden die Ausläufer später, dann nämlich, wenn die körnige Rindenschicht in Dotterelemente verwandelt wird.

Ein Maschennetz mit scharfer Abgrenzung gegen die Rindenschicht traf ich wie bei der Ringelnatter auch bei *Coronella laevis* und bei *Gecko platydactylus*.

v. Wittich beschreibt zuerst ¹⁾ einen aus concentrischen Schichten bestehenden Körper neben dem Keimbläschen im Spinnenei und bringt ihn in mögliche Beziehung zur Dotterbildung. v. Siebold ²⁾ erwähnt drei Jahre später denselben Körper im Ei verschiedener Spinnenarten als einen feinkörnigen, runden Kern von fester Beschaffenheit, von dessen Peripherie sich eine Schicht nach der anderen loszulösen und dem Eiweiss beizumengen schien. J. Victor Carus ³⁾ spricht demselben Gebilde, welchem er den Namen Dotterkern gibt, in den Eiern verschiedener Spinnenarten, sowie im Froschei die Erzeugung des Bildungsdotters mit Bestimmtheit zu. Bei anderen Spinnen soll das Keimbläschen dieselbe Rolle übernehmen, um dasselbe herum feinkörniger Bildungsdotter entstehen. Anschliessend hieran muss ich Folgendes bemerken: bei der Ringelnatter traf ich zu gewisser Zeit das Keimbläschen erfüllt mit einer körnigen Masse, deren grössere Theilchen dotterähnlich waren und Uebergänge zeigten zu grossen, glänzenden runden Körpern, ganz vom Aussehen der Dotterschorfe (Fig. 8), welche zu mehreren in jener Masse lagen. Ferner lagen solche in der Nähe des Keimbläschens, als ob sie aus demselben ausgetreten wären. Da dieses von einer deutlichen Membran umgeben war, so ist an eine Verwechslung etwa mit dem Dotterkern nicht zu denken, wenngleich das Keimbläschen im Ringelnatterei lange Zeit central liegt wie jener.

Gegenbaur traf im Ei des Wendehalses constant „einen

1) v. Wittich, *Observationes quaedam de araneorum ex ovo evolutione*. Diss. Halis Sax. 1845.

2) v. Siebold, *Lehrb. d. vgl. Anat. d. wirbellosen Thiere*, 1848, S. 543.

3) Victor Carus, „Ueber d. Entwicklung d. Spinneneies,“ *Zeitschr. f. w. Zool.* Bd. II. 1850.

Klumpen grösserer Körnchen, um welchen feinkörnige Dottersubstanz lagerte, in der, wenn auch zerstreut, von jenen Körnchen wiederum vorhanden waren. Bei näherer Betrachtung ergab sich, dass die groben Körnchen, aus welchen der Klumpen zu bestehen schien, nur eine Rinde darstellten, welche um einen fast homogenen Körper gelegt war.“ Gegenbaur stellt dieses Gebilde zu den Dotterkernen und meint, es werden seine peripherischen Schichten (die Körnchen) sich allmähig von ihm loslösen und den Dotter bilden helfen, wie das Carus für den Frosch beschrieben hat. Endlich hat Fr. Cramer¹⁾ einen Körper im Hühnerei gefunden, welchen er ebenfalls für einen Dotterkern hält und von dem er glaubt, dass er sich auch hier an der Dotterbildung betheilige.

Ich vermeide es absichtlich, hier naheliegende Schlüsse aus den über das Reptilienei mitgetheilten Thatsachen zu ziehen oder gar an der Hand der Literatur auf Grund derselben z. B. gegen die von His²⁾ über die Entwicklung des Hühnereies aufgestellten Lehren mich zu äussern. Man nahm bisher an, dass die Entwicklungsverhältnisse des Reptilieneies denjenigen des Vogeleies völlig analog seien. Es ist nun allerdings als höchst wahrscheinlich anzunehmen, dass umgekehrt die Verhältnisse beim Vogelei dieselben sein werden wie bei den Reptilien und dass die Einzelheiten hier vielleicht nur schärfer hervortreten wie dort. Aber bevor ich selbst genauere Untersuchungen am Vogelei gemacht haben werde, will ich allgemeiner Urtheile mich enthalten.

Um indess vollgültige Schlüsse aus dem im Vorhergehenden und im Folgenden Dargelegten ziehen zu können, scheint es mir nöthig, Untersuchungen über den Bau und die Entwicklung des Eies an Repräsentanten mehrerer Thierclassen zu machen, eine Aufgabe, welcher ich mich mit Vorliebe zu unterziehen begonnen habe. Schon desshalb aber beschränke ich mich in der angedeuteten Weise, weil mir eine sehr wichtige, gerade auf diesem Princip fussende Arbeit über den Gegenstand, das Buch von Ed. van Beneden³⁾,

1) Fr. Cramer. „Beitrag zur Kenntniss d. Bedeutung u. Entwicklung des Vogeleies.“ Würzb. Verhandlungen, 1869.

2) W. His. Untersuchungen über die ersten Anlagen des Wirbelthierleibes, Leipzig 1868.

3) Ed. van Beneden, Recherches sur la composition et la signification de l'oeuf, (Mem. couronné par l'acad. royale de Belgique) Brüssel, Hayez, 1870.

welches über die Eier der Säugethiere, der Vögel, der Crustaceen und der Würmer handelt, und dessen Resultate offenbar in wesentlichen Dingen manchfach mit den von mir am Reptilienei erlangten übereinstimmen, zu spät zugänglich wurde, als dass ich dasselbe noch hätte genügend benützen können.

Die ersten Eihüllen.

Die eigentliche Dotterhaut ist ein zartes Häutchen, welches aus dem peripherischen Theile des Protoplasmas der Rindenschicht entsteht. Auf die äussere Fläche dieses Häutchens lagert sich, gleichfalls durch Abscheidung von Seiten der Rindenschicht, Material ab, welches die Zona pellucida bildet. Jenseits der Zona liegt wiederum eine zarte Haut, welche schon vor dem Entstehen jener vorhanden ist und welche dem Follikelepithel ihren Ursprung verdankt. Zuerst, und zwar gleichzeitig, wird also das Ei von zwei feinen Membranen umhüllt, zwischen welchen sich die Zona ablagert.

Es erschien nothwendig, eine Zusammenfassung des Theils der im Folgenden näher zu erörternden Ergebnisse meiner Untersuchungen, welche in diesem Abschnitt übrigens fast ausschliesslich vom Ei der Ringelnatter handeln, hier vor auszuschicken, um einen sicheren Boden für die Schilderung der Thatsachen, über welche nun berichtet werden soll, zu gewinnen.

Das Auftreten der eigentlichen Dotterhaut fällt bei der Ringelnatter nicht zusammen mit einer bestimmten Grösse des Eies: zuweilen traf ich ihre ersten Spuren in Follikeln, welche noch nicht $\frac{1}{2}$ Mm. im Durchmesser hielten, andere Male erst in solchen von fast dem dreifachen Umfang.

Diese ersten Spuren der Dotterhaut zeigten sich in folgender Weise: das Epithel war in den betreffenden Follikeln, wie immer, gegen den Dotter hin scharf abgesetzt, von der Rindenschichte des letzteren noch dazu getrennt durch eine sehr schmale helle Linie, den Ausdruck eines leeren Raumes. Nach innen von diesem Raume waren die äussersten Körnchen der Rindenschicht im Begriff, sich zu einer zarten Haut zu verbinden: an einzelnen Stellen lagen diese Körnchen erst dicht nebeneinander, an anderen hatten sie schon ein Stückchen der Haut gebildet (Fig. 12, Zi). Andererseits zeigte die Basis jeder Granulosazelle da wo sie die äussere Abgrenzung des genannten leeren Raumes bilden half, eine dünne Lage, heller

wie der übrige Theil der Zelle, wie wenn sich dort eine zarte Schicht abscheiden würde (Fig. 12, Za). Wahrscheinlich wird auf diese Weise das obere der zwei Häutchen gebildet, aus welchen die Hülle der Eier in einer wenig späteren Zeit besteht (Fig. 13, 15, Z). Bald ist nämlich die Membran, welche aus dem äussersten Theile des Protoplasma der Rindenschicht vorhin zu entstehen im Begriffe war, fertig, eine zweite liegt dem Epithel dicht an, beide aber sind getrennt durch den leeren Raum, der auch in Zukunft nicht schwindet, sondern auch später die Zona, welche auf der eigentlichen Dotterhaut entsteht, von dem oberen Häutchen trennt. Dieses nun erleidet gleichfalls keine Veränderungen, ja es behält den Dicken-durchmesser, welchen es von Anfang an hat, zeitlebens bei. Dieser Durchmesser ist um ein Kleines grösser als derjenige der eigentlichen Dotterhaut, aber beide Häutchen sind so fein und sind anfangs nur durch einen so schmalen Zwischenraum getrennt, dass man sie dann nur durch starke Vergrösserungen in zwei Lagen auflösen kann, wie man denn auch bisher nur von einer einzigen gesprochen hat.

In späterer Zeit aber sind die beiden Häutchen mehr auseinander gewichen und auf der äusseren Fläche des unteren sieht man eine dünne Schicht feinkörnigen Protoplasmas, ähnlich demjenigen der Rindenschicht des Dotters aufgelagert. Diese Auflagerung wird breiter und die Körnchen, aus welchen sie besteht, ordnen sich deutlich zu senkrecht auf der Dotterhaut aufstehenden Stäbchen an. Diese Stäbchen wachsen in die Länge, während zugleich die zwei ursprünglich vorhandenen Membranen noch mehr auseinanderge-wichen sind, denn die obere derselben ist und bleibt, wie gesagt, durch den leeren Zwischenraum von der Zona pellucida getrennt (Fig. 14). Schon sehr frühe bekommt die obere Grenzlinie der Stäbchenschichte eine wellige Form, indem ihre Elemente sehr bald innerhalb bestimmter Anordnung zu ungleicher Länge heranwachsen, so dass jene obere Grenze regelmässig aufeinanderfolgende Berge und Thäler bildet.

Die Stäbchen können nicht anders entstanden sein als dadurch, dass Protoplasma aus der Rindenschicht durch die eigentliche Dotterhaut durchgetreten ist und sich auf derselben abgelagert hat.

Bei den Schildkröten und bei der grünen Eidechse vermochte ich gleichfalls von vorn herein zwei zarte Schichten an der ersten

Eihülle zu unterscheiden, aber die Art der Entwicklung der *Zona pellucida* ist an den Eiern der Ringelnatter am deutlichsten, weil hier zwischen deren Stäbchen und dem oberen der beiden Häutchen von vornherein ein Zwischenraum vorhanden ist, so dass jene unmöglich von den Zellen der Granulosa abgeschieden worden sein können. Auch bei den Eidechsen und bei den Schildkröten ist die *Zona* gestreift und lässt sich in Stäbchen zerlegen, wie schon aus den Arbeiten von Waldeyer¹⁾ und L. Agassiz hervorgeht.

Ich werde auf den Bau und die Entwicklung der hier kurz beschriebenen Eihülle und auf die Bedeutung ihrer einzelnen Theile in der Fortsetzung meiner Arbeit noch ausführlich zurückzukommen haben. Für heute füge ich nur noch bei, dass ich schon an ziemlich kleinen Follikeln (3 Mm. Durchmesser und noch weniger) der Schildkröten (mit Agassiz) und der Ringelnatter an der inneren Fläche der Dotterhaut das aus einer einfachen Lage sechsseitiger, platter Zellen bestehende Epithel getroffen habe, welches Gegenbaur vermisst, das von zahlreichen anderen Forschern aber am Vogelei beschrieben worden ist.

Das Follikelepithel.

In Follikeln von 0,55 Mm. Durchmesser war das Epithel bei der Natter, welche ich auch hier zur Grundlage meiner Darstellung nehme, schon mehrschichtig. Seine Zellen scheinen von jetzt ab mit dem Wachstume des Eies an Zahl nicht mehr zuzunehmen. Die Granulosa wird zwar breiter, aber diese Breitenzunahme kommt auf Rechnung einer Vergrößerung der Epithelzellen, welche besonders auffallend ist an denjenigen der mittleren Lage, welche schon in Follikeln von dem genannten Durchmesser durch ihre Grösse und durch den Umfang ihrer Kerne vor den übrigen sich auszeichnen (Fig. 13). Wenn man die späteren Veränderungen berücksichtigt, welche diese Zellen erleiden, so muss man drei Gruppen von Epithelien an der Granulosa unterscheiden: zu äusserst liegen 1), mehrfach über und zwischeneinander, ganz kleine Gebilde, scheinbar Kerne, von welchen aber jeder in ein Minimum von Protoplasma gewöhnlich eingehüllt ist (Fig. 12, 13, 14). Diese Gebilde bleiben in der Grösse und in der Anordnung, welche sie jetzt zeigen, bestehen bis die Granulosa überhaupt zu schwinden anfängt. 2) Die Zellen der mittleren Schichten, welche jetzt schon grösser sind, als

1) W. Waldeyer, Eierstock und Ei, Leipzig 1870.

alle übrigen, haben noch ganz die Gestalt der 3) unter ihnen liegenden: beide sind verschieden geformte Zellen, die vielfach scharfe Ecken zeigen und an unbestimmten Stellen in sehr feine Ausläufer ausgezogen sind, mit welchen sie da und dort deutlich untereinander in Verbindung stehen. Diejenigen der unteren Lagen sind zugleich von sehr verschiedener Grösse.

In Follikeln von etwa 1 Mm. Durchmesser haben sich die mittleren Zellen schon auffallend verändert: sie haben sich langgestreckt, haben Kegelgestalt, mit nach auswärts gerichteter Basis angenommen. (Fig. 14). Der Kegel wird aber häufig dadurch zur mehrseitigen Pyramide, dass seine Wände vielfach abgeplattet sind, so dass oft sehr scharfe Kanten entstehen, welche an verschiedenen Stellen ihres Verlaufs sich in feine abstehende Spitzen ausziehen können (Fig. 17). Nach unten sind sie in eben so feine Ausläufer ausgezogen, welche sich zwischen den Zellen der unteren Lagen hindurch bis auf die Zona hinab verfolgen lassen, an welcher oft nach dem Abpinseln des Epithels Stücke von ihnen hängen bleiben.

Durch diese Gestaltveränderung der Zellen sind die ihrer Basis aufliegenden kleinen Gebilde nach aussen gedrängt worden und es musste so die Granulosa breiter werden: ihre Breite beträgt an Follikeln von 1,75 bis 2 Mm. Durchmesser 0,08 Mm. Von jetzt an nimmt sie wieder ab: an Follikeln von 3 Mm. Durchmesser ist sie wieder ebenso breit wie an solchen von 0,55 Mm. nämlich 0,023 Mm. An Follikeln von etwa dem doppelten Durchmesser ist sie auf eine einzige Lage von plattgedrückten Zellen zusammengeschrunpft.

Allein alle diese Grössen variiren sehr.

Die kegelförmig gewordenen Zellen der mittleren Gegend der Granulosa erleiden mit dem weiteren Wachsthum des Eies noch andere, höchst auffallende Veränderungen: ihr Kern wird ungemein gross, zeigt dann entweder die Form einer Kugel oder die eines Ovals, dessen längste Axe von oben nach unten geht. Die grössten der Kerne haben einen längsten Durchmesser von 0,014 Mm. Ebenso sind die Kernkörperchen sehr gross (0,005 Mm.) und zeichnen sich durch ihren fettähnlichen Glanz aus.

An Stelle dieser Zellen findet man nun nach einiger Zeit ganz eigenthümliche meist körnige Gebilde von der Gestalt von Trompeten, mit nach auswärts gerichteten Schallstücken. Das äussere Ende dieser Gebilde ist folgendermassen gestaltet: In der Seitenansicht sieht man dort einen Körper von der Gestalt eines Viertelmondes

mit nach dem Zellenkörper zu gerichteter Concavität eng anschliessend aufsitzen. Der obere Rand dieses Körpers hat meist ein unregelmässig zackiges Aussehen und seine Seitenwand scheint gestreift zu sein. Im Grunde der Concavität ist häufig ein glänzendes rundes Körperchen zu sehen (Fig. 12, 15, 17).

Wie sind diese sonderbaren Bildungen entstanden?

Man findet zwischen ihnen je früher desto mehr Zellen von der ursprünglichen, zuerst beschriebenen Kegelform, deren Kern, welcher von einer deutlichen Membran umgeben ist, zwei Kernkörperchen enthält, dann solche, in welchen zwei Kerne sich finden (Fig. 15, 17). Die Kerne liegen entweder noch nahe bei einander oder aber der eine hat sich dem oberen Ende der Zelle genähert. Dieser letztere Kern ist dann sehr häufig an der nach aussen liegenden Kugelfläche durch Reissen seiner Membran geplatzt und hat seinen reichlichen feinkörnigen Inhalt nach oben ausgeschüttet, so dass derselbe über die Basis der Zelle nach allen Seiten überquillt, ihr ein ganz unregelmässiges, wie zeretztes Ansehen verleiht (Fig. 17). Diese Basis muss also von vorn herein offen gewesen sein, oder aber sie war nur durch eine so dünne Haut geschlossen, dass dieselbe dem Anprall des austretenden Kerninhalts keinen Widerstand zu leisten vermochte. Die Membran des Kerns wird durch das Aufspringen entweder in ihrer oberen Hälfte gänzlich zerfetzt oder diese obere Hälfte fällt in die untere, der Zellenbasis noch aufliegende, hinein. So bleibt sie bestehen und durch sie hat die Zellenbasis eine Art Deckel erhalten, der die Zelle bedeckt wie eine Kaffeschale gewisser einfachster Form ein Kelchglas, in dessen Mündung man dieselbe gesetzt hat. In der Seitenansicht gibt dieser Deckel das Bild eines Viertelmondes, dessen erwähnte Querstreifung nichts anderes ist, als der Ausdruck einer Faltung der Kernmembran und dessen zackiger oberer Rand ebendaher rührt oder daher, dass die obere Hälfte der Kernmembran zerfetzt worden ist. Das helle runde Körperchen im Grunde der Concavität des Viertelmondes ist nichts Anderes als das ausgetretene Kernkörperchen. Dasselbe wird in den meisten Fällen vollständig ausgeworfen und wird dann zwischen den kleinen Zellen der obersten Epithellagen freiliegend getroffen. Oft aber bleibt es im Grunde der auf so sonderbare Weise entstandenen Zellbedeckung liegen, vielleicht zurückgehalten von der oberen, eingefallenen Hälfte der Kernmembran.

Wenn, wie in den grösseren Eiern, fast alle Zellen der mitt-

leren Epithellage in Trompeten umgewandelt sind und wenn sie gar keinen Kern und, wie dann immer der Fall ist, auch kein Protoplasma mehr enthalten, hat sich die ganze mittlere Epithellage in hohle Röhrchen umgewandelt, — eine ganz eigenthümliche Art von Becherzellen (Fig. 12).

Es sei mir gestattet, hier noch einige Bemerkungen über die grossen Kerne der beschriebenen Zellen anzuführen, die sich nebenbei machen liessen. In den Kernen war der Kreis von Körnchen, welchen ich zuerst in den Zellen der Haut der Maulwurfsschnautze ¹⁾ gefunden und seitdem als eine allgemeine Eigenschaft des Zellkerns erkannt habe ²⁾ meist sehr deutlich. Die Häufigkeit des Vorkommens zweier Kernkörperchen in einem Kern und der Kerntheilung gab Gelegenheit zur wiederholten Beobachtung einiger der l. c. geschilderten Thatsachen. Diesen füge ich noch bei: Wenn zwei Kernkörperchen sich eben von einander getrennt hatten, so waren sie hie und da wie durch etwas protoplasmaartige Masse noch zusammengehalten, welche offenbar durch die beiden von einander sich entfernenden Gebilde als weiche Masse ausgezogen wurde, um später doch noch zwischen beiden sich zu theilen (Fig. 26, a).

Die zwei neugebildeten und noch nahe aneinanderliegenden Kernkörperchen liefen oft an einer Seite eigenthümlich spitz aus wie die zwei Teilprodukte in die man einen zähen Pechtropfen auseinandergezogen sich denkt. In der Nähe der Spitze lag dann häufig ein Ding wie eine Vakuole, lang gezogen, an der einen Seite mit der Spitze zusammenhängend (Fig. 26 b). Zuweilen traf ich aber auch im Kernkörperchen 2, 3, 5 und mehr ungemein feine Körnchen, analog den Kernpünktchen oder Körnchen der Keimflecke.

Da wo der Kern nach oben auszutreten im Begriffe und geborsten war, zog der hervorbrechende protoplasmaähnliche Kerninhalt den hellen Hof, welcher das Kernkörperchen umgibt, oft wie gewaltsam mit sich, so dass dieses statt in der Mitte des Hofes in dessen unterem Ende lag; der Hof war dann oval ausgezogen und schien sich als Hohlraum darzustellen (Fig. 17, b).

In der Granulosa der Follikel der grünen Eidechse liessen sich die grossen Kernkörperchen der in Rede stehenden Zellen oft deutlich als Bläschen erkennen, — gleich den Keimflecken.

1) „Die Schnautze des Maulwurfs als Tastwerkzeug,“ dieses Arch. Bd. VII. S. 181. ff.

2) „Zur Kenntniss vom Baue des Zellkerns,“ dieses Arch. Bd. VIII. S. 141.

Es gestalten sich nun zwar hauptsächlich die schon sehr frühe durch ihre Grösse sich auszeichnenden Zellen der mittleren Gegend des Epithels in der beschriebenen Weise um; aber man kann auch an denjenigen der unteren zuweilen diese Veränderung beobachten, nur ist hier nicht das charakteristische Längenwachsthum vorausgegangen und es entstehen so ganz niedere Trichterchen. Man findet solche zuweilen direkt auf der Zona aufsitzen. Gleich den grossen lassen sie sich mit langen, feinen Ausläufern isoliren.

Als Isolationsmittel habe ich Jodserum benützt, aber auch Zerpupfen nach Osmiumsäurebehandlung führte zum Ziele.

Die isolirten Zellen trugen, wie bemerkt, oft Ausläufer, welche mehrfach so lang waren, als ihr Körper, und die Ausläufer verzweigten sich nach unten manchmal wie die Wurzeln eines Baumes. Dass ich zuweilen noch Maschen des Netzes aus dem Ei an ihnen traf, habe ich gleichfalls schon erwähnt (Fig. 17).

Aber man erkannte an den isolirten Zellen auch die grosse Verschiedenheit ihrer Körperform. Neben rundlichen, eckigen und kegelförmigen Zellen traf man grosse und kleine Trichter, oft mit dem Deckel versehen, der lose ihrer weiten Mündung auflag. Oder aber es sass an dessen Stelle auf der Basis der entleerten Zelle noch die ganze, ausgedehnte leere Kernhülle (Fig. 17, c). Dazwischen waren grosse und kleine kolbenartige Zellen anzutreffen, in deren Innerem statt des Kerns oft ein unregelmässig gestalteter Hohlraum zu liegen schien (Fig. 17, d), — ferner kleine Kerne, von nur ganz wenig Protoplasma umgeben, aber auch dieses mit dem feinen Ausläufer, welcher überhaupt an Repräsentanten aller der beschriebenen Zellformen, — denen noch verschiedene andere zugefügt werden könnten — getroffen wurde (Fig. 17).

Nicht alle Zellen der Granulosa sind mit ihrer Spitze nach unten gerichtet, sondern diejenigen der untersten Lage sitzen, wie schon aus dem vorigen Abschnitt hervorgeht, zum Theil mit breiter Basis der Dotterhaut auf.

Wie bei der Ringelnatter, so ist auch das Epithel an den grösseren Follikeln der grünen Eidechse mehrschichtig. (Gegenbaur fand es ebenso bei Eidechsen, desgleichen Waldeyer (*Lacerta agilis*). Dagegen traf ich es bei den zur Untersuchung gekommenen Schildkröten stets als eine einfache Lage kurzer Zellen.

Waldeyer führt an, dass an den Eiern von *Lacerta agilis*, nachdem deren Epithelschicht von der Zona abgehoben war, von

ersterer äusserst feine kurze Fortsätze nach unten abgingen, welche ihm Protoplasmafortsätze der Epithelzellen zu sein schienen, die in die Kanälchen der Zona hineinragen, und eine Beobachtung, die durch das Vorstehende erläutert wird.

Die Schale des gelegten Eies.

Mit den vorliegenden Untersuchungen beschäftigt, fand ich schon im Sommer 1869, dass die Fäden, welche die Schale des ausgebildeten Ringelnattereies zusammensetzen, in ganz eigenthümliche Körper, meist von der Gestalt plattgedrückter Kolben, endigen, und dass diese einen wesentlichen Bestandtheil der Schale bilden. Ich zeigte dieselben schon damals u. a. meinem Kollegen Herrn Dr. Hasse. Die Ergebnisse, welche ich über ihre Natur erlangt habe, waren im Sommer 1870 wesentlich zu derselben Gestalt gediehen, in der sie im Folgenden vorgeführt werden, als der Krieg die Arbeit unterbrach. Nach Schluss desselben fand ich den Aufsatz von Nathusius¹⁾ vor, in welchem die kolbenartigen Körper beschrieben sind.

Wenn nun auch meine Ergebnisse in wesentlichen Dingen mit denjenigen von Nathusius übereinstimmen, so finden sich doch wieder so mancherlei Differenzpunkte zwischen beiden, dass ich veranlasst bin, mich im Zusammenhang über den Gegenstand auszusprechen.

Die Schale des Ringelnattereies besteht, wie schon seit Rathke²⁾ bekannt ist, aus eigenthümlichen glänzenden Fasern, zwischen deren äussere Schichten nur wenig Kalk abgelagert ist. Diese Fasern scheinen dicht untereinandergefügt zu sein. Man kann dieselben aber schon am frischen Ei, noch besser nachdem man dasselbe in Chromsäure macerirt hat, als verschiedene — zehn und mehr — Lagen, gleich übereinandergelagerten Häuten, auseinanderziehen. Auf dem radiären Durchschnitt der Schale erkennt man dagegen eine wellige Anordnung der Fasern. Die Dicke dieser letzteren nimmt von innen nach aussen ab; ebenso ist aussen ihre Lagerung eine dichtere. Die äusserste Schicht unterscheidet sich aber von allen übrigen dadurch, dass in ihr ausser den Fasern zahlreiche,

1) W. v. Nathusius: Ueber d. Schale d. Ringelnattereies etc., Zeitschrift f. wissenschaftl. Zool. Bd. XXI. S. 109 ff.

2) Entwicklungsgeschichte der Natter, Königsberg 1839.

meist kolbenförmige Körper von sehr verschiedenem Durchmesser und Aussehen liegen. Zwar finden sich solche Kolben auch in den übrigen Theilen der Schale, aber in sehr spärlicher Anzahl. Ich stimme mit der Beschreibung, welche Nathusius von denselben macht, überein, — nur ihre Grösse gibt er, offenbar durch irgendwelches Versehen, viel zu hoch an, indem ihr grösster Dicken-durchmesser im Mittel nur 0,25 Mm. beträgt, — aus dem Folgenden wird übrigens von selbst hervorgehen, dass derselbe sehr variabel ist. Nathusius hat, um die Körper zu isoliren, die Schale mit der Nadel zu zerzupfen versucht. Er hat dann zuweilen Bruchstücke von Fasern mit den eigenthümlichen Körpern in Verbindung getroffen. Ich begreife, dass er auf diese Weise nicht zur Gewissheit darüber gelangt ist, ob der Zusammenhang der Kolben mit den Fasern ein allgemeines Vorkommen sei. Es gibt ein einfaches Mittel, durch welches sich die Eischale von selbst in ihre einzelnen Elemente zerlegt, oder nach dessen Anwendung sie sich leicht in dieselben zerzupfen lässt: längeres Einlegen oder minutenlanges Kochen in Kali causticum. Die Fasern werden jetzt frei, als Gebilde, so lang, dass man meistens gar kein Ende, wie Rathke fälschlich als allgemeines Verhalten annahm, an ihnen finden kann. Aber zuweilen, wenn auch selten, trifft man doch Fasern, welche mit einem stumpfen, einfach abgerundeten oder etwas aufgequollenen Ende aufhören (Fig. 25, a). Von den scharfen Bruchenden, wie sie sehr häufig vorkommen, sind jene natürlichen Endigungen sehr leicht zu unterscheiden. Ausserdem bilden die kolbenartigen Körper natürliche Endigungen der Fasern. Von jenen einfach stumpfen Endigungen nämlich bis zu den ausgebildetsten dieser Körper finden sich alle möglichen Uebergänge: das Faserende quillt zuerst nur wenig auf, dann bekommt der aufgequollene Theil mehr und mehr eine retorten- oder kolbenförmige Gestalt, — er zeigt jetzt noch ganz das weissgelbliche, stark lichtbrechende Aussehen der Fasersubstanz. Auf dieser Stufe bleiben die Kolben bei *Lacerta agilis*, deren Eischale aus denselben Fasern besteht, wie diejenige der Ringelnatter, fast regelmässig stehen (Fig. 25, b) — sie sind dort also im Durchschnitt viel kleiner als bei der Natter und es zeigen ihrer nur wenige die Eigenthümlichkeiten, welche noch ausserdem an Kolben des Natterneies auftreten. An diesen wird das Aufquellen des Faserendes viel stärker, — im Inneren des entstandenen Kolbens zeigen sich bald früher bald später Hohlräume,

rund, oval, meist scharf begrenzt, einer, zwei, häufig eine grosse Zahl; oft bleiben diese Hohlräume kleine Löcher, oft füllt ein einziger den ganzen Kolben bis auf eine dünne Rindenschicht aus (Fig. 25). Unterdessen haben sich die Kolben durch den Druck im Eileiter meist abgeplattet und früher oder später ist ihre Substanz, die zuerst homogen war wie die Faser, körnig geworden, — ihre körnige Masse setzt sich oft weit hinein jetzt in die Faser fort; man trifft aber auch Fasern, welche unabhängig vom Kolben dieselbe körnige Beschaffenheit zeigen (Fig. 25, c). In den Höhlen, welche im Kolben liegen, findet man häufig kernartige Gebilde (d, e, f); ferner trifft man eben solche zuweilen in die Fasern selbst eingebettet (K).

Die Kolben sind oft deutlich von einer feinen Haut umgeben und diese Haut ist dann in zahlreichen Fällen auf die Fasern zu verfolgen. Die Haut wird besonders deutlich nach längerem Maceriren in Kali causticum, wodurch sie sich, während der Inhalt sich verändert, in Falten legt.

Alles beweist, dass die Kolben ein und desselben Ursprungs mit den Fasern sind. Sollte noch ein Zweifel hierüber bestehen, so würde er durch Folgendes gehoben werden müssen: Man findet nicht selten im Verlauf der Fasern Auftreibungen der verschiedensten Form, häufig spindelförmig gestaltet, körnig oder homogen, wie die Fasern von Aussehen, ohne Vacuolen oder mit solchen ganz nach Art der Kolben versehen, — oft folgen mehrere solcher Auftreibungen nach einander in einer Faser — beide Dinge, diese Auftreibungen und die Endkolben sind offenbar ein und dasselbe (f und l).

Die Fasern zeigen wie die Kolben grosse Verschiedenheiten in der Dicke, wie schon daraus hervorgeht, dass sich die eben erwähnten Verdickungen derselben oft auf lange Strecken ausdehnen. Gewöhnlich werden sie von 0,005 Mm. Durchmesser angetroffen bis herab zu sehr grosser Feinheit. Sie haben ganz den gelblich-weissen Glanz, und, was wenigstens die feineren unter ihnen angeht, ganz das Aussehen von elastischen Fasern. Dass sie dem elastischen Gewebe zugetheilt werden müssen, dafür sprechen die Ergebnisse, welche ihre weitere Untersuchung liefert, deutlich genug. Ihr Verlauf ist nämlich geschlängelt, ganz wie der elastischer Fasern. Theilungen trifft man zwar niemals an ihnen; dagegen zeigen die grösseren öfters eine helle Linie in ihrem Inneren, welche den Eindruck

macht, als seien sie feine hohle Röhren, eine Frage, die ja auch für die elastischen Fasern vielfach aufgeworfen worden ist. Zuweilen ist in der That die helle Linie im Inneren der Faser so breit, dass man als sicher annehmen möchte, man habe es mit hohlen Röhren zu thun. Dafür sprechen auch die Beobachtungen von Nathusius, welcher nach Einwirkung von Chlorgold krümelige Niederschläge in den Fasern gesehen hat, wie v. Recklinghausen an elastischen Fasern nach Einwirkung von Silber. Ferner sah ich zuweilen an Kalipräparaten, wie Nathusius an in Canadabalsam eingelegten, deutliche Lufteinschlüsse in den Fasern (m); in anderen Fällen traf ich die körnige Masse, aus welcher zuweilen die ganze Faser besteht, nur im Centrum derselben. Ganz feine Hohlräumchen, wie runde Löcherchen, welche sich oft im Inneren einer Faser reihenweise angeordnet fanden, muss ich auf eine Entstehungsweise ähnlich derjenigen der Hohlräume in den Kolben zurückführen (n), ebenso den Fall, wenn die Hohlräume der Kolben sich von diesen aus oft auf weite Strecken in die Fasern hinein verfolgen lassen. Auf diese Weise können entschieden hohle Fasern entstehen.

Die Fasern zeigen häufig noch eine Eigenthümlichkeit, welche ich hier nicht übergehen darf: ihre Begrenzung ist zuweilen nicht glatt, sondern uneben, oft scharf gezackt, oft gekerbt, zuweilen statt der Zacken mit knopfartigen Auftreibungen versehen (o).

Was die Zugehörigkeit der Schalenhaut zum elastischen Gewebe endgültig feststellt, ist ihr Verhalten gegen Reagentien. Sie ist ungemein widerstandsfähig, insbesondere gegen Alkalien. Man kann die Fasern mehrere Stunden in Kali causticum kochen, ohne dass sie zerstört würden und man kann sie nach dem Kochen noch monatelang in kaustischem Kali liegen lassen, ohne dass sie irgend eine Veränderung erlitten. Nur nach sehr langem Liegen in derselben Flüssigkeit scheinen sie etwas blasser zu werden und besonders werden dann die Kolben blass, die grösseren unter ihnen werden krümelig und fallen zusammen, die Haut legt sich auf ihnen in Falten. Die kleineren glänzenden Kolben sind aber auch jetzt nicht mehr verändert wie die Fasern. Nach dreistündigem Kochen in concentrirtem kaustischen Kali traf ich keinen der grossen Kolben mehr. Dieselben waren offenbar aufgelöst, dagegen waren die kleinen, der Fasersubstanz ähnlichen noch vorhanden.

Nach nur 5 Minuten langem Kochen in concentrirtem kausti-

schem Kali waren auch die grossen Kolben noch unverändert, nur die Körnchen in ihnen waren blasser geworden oder an ihre Stelle waren wirr durcheinanderliegende kleine stabförmige Gebilde getreten.

Die Eischale des Chamäleons ist ganz aus denselben Fasern gebildet, wie die Schalen des Ringelnattern- und des Eidechseneies, aber es fehlen hier die Kolben, welche, wie bemerkt, bei *Lacerta agilis* zeitlebens klein bleiben, gänzlich. Bei den Schildkröten endlich finden wir im Bau der Eischale den Uebergang zu demjenigen des Vogeleies, indem dieselbe aus einem dichten Filz feiner Fäden zusammengesetzt und stark mit Kalk getränkt ist.

In der Fortsetzung dieser Arbeit werde ich mich über die Entstehung der Eischale der Reptilien zu äussern haben. Zugleich aber werde ich suchen, die Thatfachen, welche ich hier, ohne die sich theilweise von selbst aufdrängenden Folgerungen zu ziehen, einfach nebeneinander zu stellen mich genöthigt habe, an der Hand vergleichender, besonders an den Eiern der Knochenfische gemachter Studien in ihrem Werthe zu beurtheilen und für eine allgemeine Auffassung zu benutzen.

Nur auf eine der im Vorstehenden enthaltenen Angaben will ich heute noch näher hinweisen, darauf nämlich, dass von einer gewissen Zeit an Dotter durch Dotterhaut und *Zona pellucida*, ja, wie wir sehen werden, durch die Poren sehr dicker Eikapseln, allmählig sich um das Ei herum bilden können (Ringelnatter), aus diesem hinauswandert, — denn es handelt sich dabei offenbar um eine selbstständige, active Bewegung der betreffenden Dottertheile.

Erklärung der Abbildungen.

Allgemeine Bezeichnungen:

- G Granulosa.
- Z Erste Eihüllen.
- Zi Eigentliche Dotterhaut.
- Zst *Zona pellucida*.
- Za Aeusseres Häutchen der Eihülle.
- R Rindenschicht.
- IR Innere Rinde.

DK Dotterkrumen.

K Keimbläschen.

N Dotterkern.

F Fettschicht des Dotters.

M Maschennetz.

As Fortsätze der Granulosazellen.

de Dotterelemente im Maschennetz.

Fig. 1—4. Aus Follikeln der Ringelnatter (*Tropidonotus natrix*).

- » 1. Durchschnitt durch einen erhärteten Follikel (etwa $\frac{1}{2}$ Mm. Durchmesser) zeigt u. A die Membran des Keimbläschens, von welcher sich der Inhalt etwas zurückgezogen hat.
- » 3 und 4. Keimbläschen, die ovale Form von seitlichem Druck herrührend. A und B Keimflecke mit Keimpunkt und Keimpünktchen.
- » 5 u. 6. Aus Schildkröten-Follikeln von etwa $\frac{1}{2}$ Mm. Durchmesser.
- » 6. Keimbläschen vergrößert, mit seiner Rinden- und Marksicht.
- » 7—15. Ringelnatter, Durchschnitte von erhärteten Follikeln.
Fig. 8 u. 9 (3 Mm. Durchmesser) halbschematisch As, Fig. 8 sind Fortsätze der Granulosazellen, entsprechend As in Fig. 12 u. 14. Zwischen ihnen in Fig. 8 und 12 eine feinere Streifung, wahrscheinlich gleichfalls von Fortsätzen der Granulosazellen herrührend. In Fig. 7 und 8 sieht man in der Granulosa die Trompeten, entsprechend Fig. 12. Die Membran um das Keimbläschen in Fig. 8 durch den Schnitt in Falten gelegt.
- » 16. Aus der glatten Natter (*Coronella laevis*), die Zona pell. geschichtet.
- » 17. Ringelnatter, Granulosa-Epithel. y corrigirt einen Fehler, welcher in Fig. 4 des Holzschnittes in meinem Aufsatz »zur Kenntniss vom Baue des Zellkerns« sich befindet, indem dort der untere Körnchenkreis fälschlich durch ein Körnchen vom oberen getrennt ist, während es sich doch um ein Absprossen des letzteren vom ersteren handelt. w zeigt dann die Absprossung eben vollendet und in v ist der Kern schon in zwei getheilt.
- » 18—24. Aus der grünen Eidechse (*Lacerta viridis*).
Fig. 18. Keimfleck, frisch. 19—24 Follikeldurchschnitte.
- » 25. Aus der Schale des gelegten Ringelnattereies.
- » 26. Kerne aus dem Granulosa-Epithel der Ringelnatter.