

Untersuchungen über die ersten Embryonalstadien von *Gammarus locusta*.

Von

Paul Heidecke.

(Aus dem zoologischen Institute der Universität Rostock.)

Hierzu Tafel XIII—XVI.

Untersuchungen über die ersten Embryonalstadien von *Gammarus locusta*.

Im Gegensatz zu der reichlich vorhandenen Literatur über die Entwicklung der Isopoden finden sich die Angaben über die Entwicklung der Amphipoden nur spärlicher vertreten.

Nachdem BERGH (16) im Jahre 1894 die Drehung des Keimstreifens und die Stellung des Dorsalorganes bei *Gammarus pulex* beobachtet hatte, haben sich andere Autoren mit der Amphipodenentwicklung nicht mehr eingehend beschäftigt. Dieses passive Verhalten gegenüber einem Untersuchungsmaterial, das verhältnismäßig leicht zu beschaffen ist, dürfte daraus zu erklären sein, daß BERGH von der Untersuchung des *Gammarus pulex* wegen technischer Schwierigkeiten glaubte abraten zu müssen.

Die vorliegende Arbeit befaßt sich mit der Untersuchung der Furchung und der Keimblätterbildung des in der Ostsee bei Warnemünde außerordentlich häufig vorkommenden *Gammarus locusta*. Die Angaben BERGH'S, daß *Gammarus pulex* ein zu jenen Untersuchungen ungünstiges Objekt darstellt, kann ich für *Gammarus locusta* nur im allgemeinen bestätigen. Ich glaubte anfangs die dabei sich herausstellenden Schwierigkeiten der mikroskopischen Technik, namentlich des Schneidens und der Färbung, nicht überwinden zu können. Es ist mir indes nach mühevollen und zeitraubenden Versuchen gelungen, eine Methode zu finden, die vollauf befriedigende Resultate geliefert hat.

Meinem hochverehrten Lehrer, Herr Professor Dr. O. SEELIGER, dem ich die Anregung zu meinen Untersuchungen verdanke, erlaube ich mir, auch an dieser Stelle für die mir in reichem Maße

gewährte liebenswürdige Unterstützung meinen tiefgefühltesten Dank auszusprechen. Auch Herrn Professor Dr. L. WILL danke ich für das freundliche Interesse, mit dem er meinen Untersuchungen folgte.

Die im sog. Strom, der Mündung der Warnow in die Ostsee, bei Warmemünde gefangenen *Gammariden* wurden frisch untersucht, da es sich herausstellte, daß bei längere Zeit im Aquarium gehaltenen Tieren sich die Eier oft nicht normal entwickelten. Mit einem kleinen Spatel wurden die Eier vorsichtig dem Brutraum der weiblichen Tiere entnommen und sofort in heiße Sublimatlösung (5-proz.) gebracht. Nachdem eine orange Färbung eingetreten war, wurden die Eier schnell mit dazu gegossenem Aqua dest. abgekühlt und tüchtig ausgewaschen. Darauf wurden sie in sehr langsam steigendem Alkohol (10–90-proz.) gehärtet. Es hatte sich nämlich gezeigt, daß die Eier sich stark kontrahierten, wenn sie aus dem Aqua dest. sofort in 50-proz. Alkohol gebracht wurden. Befanden sich die Eier in 70-proz. Alkohol, so wurde das Chorion mit einer fein geschliffenen Präpariernadel angeritzt. Es sprang dann eine weite Strecke auf, so daß die verschiedenen Färbeflüssigkeiten, sowie später die Einbettungsmasse unbehindert in den Embryo eindringen konnten. Dieser Prozeß, namentlich derjenige der völligen Durchtränkung mit Paraffin, ging sehr langsam von statten. 3mal 24 Stunden blieben die Eier in flüssigem Paraffin im Wärmofen stehen, da es sich ergab, daß kürzere Zeit eingebettete Eier zur Bearbeitung mit dem Mikrotom nicht geeignet waren. Es wurden stets ungefärbte Eier geschnitten, denn die von ihnen in der heißen Sublimatlösung angenommene schöne orange Farbe wurde im steigenden, namentlich in dem hochprozentigen Alkohol wieder abgegeben. Zur Schnittfärbung wurde bei jungen Embryonen Alaunkarmin, bei älteren Kontrastfärbung mit Hämatoxylin und Orange G. angewandt. Die mit Alaunkarmin gefärbten Schnittserien wurden in salzsaurem, 70-proz. Alkohol differenziert, der Dotter gab dann die Karminfärbung fast gänzlich auf, während das Protoplasma und die Kerne sehr schön rot gefärbt erschienen. Die Schnitte waren stets 10 μ dick.

Totalpräparate wurden in der Weise hergestellt, daß die Eier in schwacher Hämatoxylinlösung und, nachdem sie reichlich mit Aqua dest. ausgewaschen worden waren, ebenfalls in schwacher Alaunkarminlösung längere Zeit verblieben. Zur Beobachtung der Zellgrenzen an Totalpräparaten empfehle ich eine Färbung der

Eier mit essigsauerm Karmin. Leider hat diese Methode den Nachteil, daß die Eier infolge der Einwirkung der Essigsäure dabei stark aufquellen. Sämtliche Totalpräparate wurden in Glycerin aufgehellt, das dem Aqua dest. langsam zugesetzt wurde. Die Eier befanden sich hierbei in einer offenen Schale, um das Wasser unbehindert verdunsten zu lassen.

I. Ueberblick über die Literatur.

Im folgenden beschränke ich mich auf einen kurzen Ueberblick der wichtigsten Ergebnisse der Untersuchungen der früheren Autoren. Auf Einzelheiten, sowie im besonderen auf die Unterschiede zu meinen Befunden wird erst weiter unten eingegangen werden, wenn ich meine Beobachtungen schildere.

RATHKE (1), dessen Untersuchungen nur historische Bedeutung haben, hat Beobachtungen über die Entwicklung der *Amphithoë picta*, *Gammarus gracilis*, *Amathia carinata* und *Hyale pontica* angestellt.

MEISSNER (2) macht sehr kurze Angaben über das kugelförmige Organ, den Mikropylapparat oder das Dorsalorgan, wie es später genannt worden ist.

LA VALETTE ST. GEORGE (3) beschäftigt sich eingehender mit der Entwicklung im Eierstocke bei *Gammarus pulex*, sowie mit der Blastodermbildung im befruchteten Ei. Außerdem enthält auch seine Schrift einige Angaben über den Mikropylapparat.

FR. MÜLLER (4) weist zum ersten Male auf die Larvenhaut der *Amphipodenembryonen* hin. Er verwirft den Ausdruck Mikropylapparat; p. 40 sagt er in Anm. 2: „So wenig am Ende der Name zur Sache tut, sollte man doch den Namen Mikropyle auf Kanäle der Eihaut beschränken, die dem Eintritt des Samens dienen. Ueber dem Mikropylapparat der *Amphipoden* aber geht die äußere Eihaut nach den eigenen Angaben von MEISSNER und LA VALETTE undurchbohrt hinweg, er scheint nie vor der Befruchtung vorhanden zu sein, erreicht seine größte Entwicklung in einer späteren Zeit des Eilebens, und die ihn durchsetzenden zarten Kanäle scheinen sogar nicht immer vorhanden zu sein; überhaupt scheint er mehr dem Embryo als der Eihaut anzugehören. Ich vermochte mich noch nicht zu überzeugen, daß überhaupt die sog. ‚innere Eihaut‘ wirklich eine solche sei und nicht etwa eine erst nach der Befruchtung gebildete früheste Larvenhaut, wie man

im Hinblick auf *Ligia*, *Cassidina* und *Philoscia* annehmen möchte.“

A. DOHRN (5) beschäftigt sich in seinen Studien zur Embryologie der Arthropoden hauptsächlich mit der Dotterklüftung des Eies, sowie mit der Anlage und Ausbildung der Falte, die den Kopfteil des Embryos von dessen Schwanzteil abgrenzt. Außerdem macht er noch einige Angaben über den „Mikropylapparat“, die indessen für uns nicht von Wichtigkeit sind.

E. VAN BENEDEN und E. BESSELS (6) studierten die Furchung und Blastodermbildung vom marinen *Gamm. locusta* und von den in süßem Wasser lebenden *Gamm. pulex* und *fluviatilis*.

Die Verff. wiesen zuerst darauf hin, daß die Eifurchung bei *Gamm. locusta* anfangs eine totale, später aber eine superficielle ist. Auf p. 26 ihrer Abhandlung deuten sie mit folgenden Worten auf diese Erscheinung hin: „Il est important de faire remarquer que pendant toute la durée de la segmentation, les globes sont constamment situés à la périphérie de l'œuf et, qu'au moment où le fractionnement s'achève, une partie des éléments deutoplasmiques s'est déjà séparée des globes, pour former au centre de l'œuf un dépôt de matière nutritive. Bientôt nous verrons le deutoplasma se séparer complètement du protoplasma et par là s'achèvera la formation du blastoderme.“

Das achtzellige, aus 4 größeren und 4 kleineren Blastomeren bestehende Furchungsstadium orientieren die Verff. in der Art, daß die kleineren Elemente die obere Seite (face supérieure de l'œuf), die größere dagegen die untere (face inférieure) darstellen. Die Ventralseite des künftigen Embryos wird dort gebildet, wo sich die 4 kleinen Blastomeren befinden, die Dorsalseite ist die gegenüberliegende.

In den weiteren Ausführungen meiner Arbeit ist diese von VAN BENEDEN und BESSELS angenommene Lage der einzelnen Eiaachsen beibehalten worden.

Die von MEISSNER und LA VALETTE als „innere Eihaut“ bezeichnete Bildung ist VAN BENEDEN zufolge nichts weiter als eine erst nach der Befruchtung gebildete Larvenhaut, und das in Furchung begriffene Ei von *Gammarus locusta* ist nur von einer einzigen Membran, dem Chorion, umgeben.

E. BESSELS (7) stellte dann noch allein Beobachtungen an über die Entwicklung der Amphipoden. Er kommt zu dem Schlußsatz: „Es unterliegt keinem Zweifel, daß wir es hier mit

einer abgekürzten Entwicklung zu tun haben: Nauplius- und Zoëastadium sind in das Embryonalstadium zurückverlegt!“

A. DOHRN (8) zieht aus der Entwicklungsgeschichte und der Anatomie der Crustaceen viele Beispiele heran, um festzustellen, daß das kugelförmige Organ dem Rückenstachel der Zoëa homolog ist. Auf dieselbe Tatsache hatte etwas früher E. BESSELS kurz hingewiesen.

B. ULIANIN (9) beschäftigte sich mit der Entwicklung verschiedener *Orchestia*-Arten (*mediterranea*, *Montagui*, *Bottae*), sowie mit *Gamm. poecilurus*. Die gewonnenen Resultate weichen im allgemeinen nicht von denjenigen früherer Autoren ab. Da er jedoch die Schnittmethode anwandte, konnte er feststellen, daß die Furchung nur anfangs eine totale, später aber eine superficielle ist, da die Furchen nicht bis in die Mitte vordringen. Nach zweimaliger Teilung des Eikernes finden sich 4 große amöboide Zellen¹⁾ an der Oberfläche des Eies, und diese liefern das Material für alle Zellen des Blastoderms; außer diesen 4 primären großen Zellen treten aus dem Innern des Eies keine zelligen Elemente mehr an die Oberfläche. Das Blastoderm bildet sich zunächst an der Bauchfläche, es ist das der „untere Pol“, er stellt das Zentrum des Kreises der kleinen Zellen dar, welche durch Teilung aus den ursprünglichen 4 amöboiden Zellen hervorgegangen sind. Ist das Teilungsstadium 32 erreicht, so hört die amöboide Bewegung der kleinen Zellen mehr und mehr auf, einige teilen sich noch, andere fließen zusammen, ziehen ihre Pseudopodien ein und wandeln sich in ruhende polyedrische Zellen um, die die ersten Zellen des Blastoderms bilden. Nach mehrfacher Teilung der amöboiden und ruhenden Zellen nimmt das so entstandene Blastoderm, in Form einer Scheibe, ungefähr $\frac{2}{3}$ der ganzen Eioberfläche ein. Der obere Rand dieser Scheibe ist nicht glatt, sondern wellenförmig mit 8 Auswüchsen versehen, die den großen amöboiden Zellen entsprechen, welche zuletzt das Material zur Bildung des Blastoderms liefern. Aus einem dieser Auswüchse soll durch Erweiterung des äußersten Endes und durch Abplattung das kugelförmige Organ, oder der Mikropylapparat der früheren Autoren, entstehen. ULIANIN benennt diese Bildung in Uebereinstimmung mit der Schalendrüse der Mollusken „Schalengrube“. Das Mesoderm wird angelegt, wenn die Blastodermscheibe noch lange nicht ihre

1) Unter „amöboiden Zellen“ versteht ULIANIN die protoplasmatischen, den Kern umschließenden Teile der Blastomeren.

volle Größe erreicht hat. Die Bildung des Entoderms geschieht erst viel später, wenn das Ektoderm die ganze Oberfläche des Eies bedeckt hat, und das kugelförmige Organ seine definitive Lage auf der Dorsalseite des Embryos eingenommen hat.

SOPHIE PEREYASLAWZEWA (10) studierte die Entwicklung von *Gammarus poecilurus*. Ihre Beobachtungen erstrecken sich eingehend auf die Erscheinungen am lebenden Ei, sowie auf die Veränderungen, welche im Innern des Eies während der Periode kurz vor der Furchung vor sich gehen. Sie bespricht dann noch die Furchung selbst, die Blastodermbildung, sowie Ekto-, Meso- und Entoderm und deren Derivate. Jedoch sind die vielen Schnittserien, die sie zeichnet, leider stark schematisiert. Außerdem konnte sie die einzelnen Serien ihrem Alter nach nicht genau bestimmen, da die in toto untersuchten Eier fast gänzlich undurchsichtig waren; auch die korrekte Lagebezeichnung der Schnitte hatte darunter zu leiden. Doch sind einige Resultate der Untersuchungen von Wichtigkeit. Die Verf. weist z. B. 2 Polzellen nach, die auftreten, sobald das Ei den höchsten Grad der Kontraktion erreicht hat. Ferner interessiert der Hinweis, daß sich Zellen vom Ektoderm lösen, ins Innere des Nahrungsdotters dringen, dann wieder mehr nach der Oberfläche zu wandern, um den Mitteldarm zu bilden. Die Ventralseite geht der Bildung der Dorsalseite voraus, ebenso wird der Kopf früher angelegt als das Abdomen. Die Geschlechtsorgane stammen von Mesodermzellen ab. Das Mesoderm entsteht in den Extremitäten, doch fehlt eine genauere Angabe, von welchem Blatt es gebildet wird; es wandern dann die Mesodermzellen in den Raum zwischen Ekto- und Entoderm hinein, wo sie zerstreut bleiben, bis zum Stadium der Herz- und Muskelbildung.

MARIE ROSHSKAYA (11) führte die Untersuchungen ULIANINS an *Orchestia littorea* weiter aus, verschiedene Angaben dieses Autors verbessernd. Sie fand, daß die Furchung bis zum 32-zelligen Stadium genau dem Schema entsprach, welches E. VAN BENEDEX und E. BESSELS für die Furchung von *Gamm. locusta* angegeben haben. Bis zu diesem Stadium decken sich die Angaben mit denen ULIANINS. Auch sie bemerkt, daß das Dorsalorgan seine Lage verändert und auf die Dorsalseite rückt. Die Entodermbildung geht in der Weise vor sich, daß einige amöboide Blastodermzellen in das Innere des Nahrungsdotters eindringen; hier vermehren sie sich und wandern dann wieder unter die Oberfläche des Eies, um dort 2 seitliche Bänder zu bilden, aus denen dann später der

Mitteldarm entsteht. Während bei allen übrigen bisher erforschten Crustaceen die Bildung des Abdomens derjenigen der Extremitäten vorausgeht, macht *Orchestia* hierin eine Ausnahme. Erst nach erfolgter Anlage des Nervensystems setzt die Bildung des Abdomens ein. Das Mesoderm wird zu gleicher Zeit wie die Extremitäten angelegt, und zwar erscheint es zuerst in diesen Ausstülpungen des Ektoderms. Bald darauf läßt sich auch das Herz nachweisen; mit diesem Stadium beginnt dann das Dorsalorgan sich zurückzubilden.

PEREYASLAWZEWA (12) beschäftigte sich in einer zweiten Arbeit mit der Entwicklung von *Caprella ferox*. Die Eier der Caprelliden durchlaufen vor ihrer Furchung genau dieselben Phasen, wie sie für *Gamm. poecilurus* von der Verf. beschrieben worden sind. Sobald die Ventralseite und der orale Pol zu erkennen sind, beginnt auch die Blastodermbildung. Auch hier bei *Caprella* fällt die Bildung des Mesoderms mit der der Extremitäten zusammen. Die Resultate stimmen im allgemeinen mit den für *Gamm. poecilurus* gewonnenen überein. Einen Unterschied macht wohl nur die Bildung der Leberschläuche, welche hier von unten — aboral — nach oben — oral — vorschreitet.

ROSIISKAYA-KOSCHEWNIKOWA (13) bespricht in einer anderen Arbeit eine *Amphithoë* und eine *Sunamphithoë*. Sie hat die Entwicklung der letzteren von der Furchung an bis zum Ausschlüpfen des Embryos genau beobachtet und gibt in der Einleitung die einzelnen Phasen der Reihe nach an. Das Blastoderm erscheint zuerst am oralen Pol und breitet sich von da ab über die ganze Ventralseite aus. Ist der größte Teil der Eioberfläche mit dem Blastoderm erfüllt, so beginnt die Bildung des Entoderms. Dieses legt sich in 2 Bändern auf der Ventralseite des Keimes an und erscheint der äußeren Blastodermischiecht dicht angelagert. Das dorsal gelegene Blastoderm soll keinen Anteil nehmen, weder an der Ento- noch an der Mesodermbildung. Das Mesoderm entsteht auch hier zuerst in den Extremitäten.

Die Furchung der *Amphithoë picta* konnte Verf. nicht beobachten. Die Untersuchung setzt ein mit dem Auftreten des Mesoderms und reicht bis zum Ausschlüpfen des Embryos. Die Dottermembran, welche allen übrigen Amphipoden eigen ist, fehlt hier gänzlich. Im übrigen ist die Entwicklung der *Amphithoë* fast vollständig identisch mit derjenigen der *Sunamphithoë*; nur in zwei Punkten unterscheiden sie sich:

1) Auf ziemlich vorgeschrittenen Stadien der *Amphithoë picta* findet sich am Abdomen eine Einsenkung, deren Wesen Verf. nicht erkannt hat.

2) Es treten bei noch späteren Stadien MALPIGHISCHE Tuben auf, die bei der *Sunamphithoë* ebenfalls nicht vorhanden sind.

C. WAGNER (14) hat über die Entwicklung von *Melita palmata* gearbeitet, die in allen wesentlichen Punkten vollständig derjenigen von *Gamm. poecilurus*, *Caprella* und *Orchestia* gleicht. Alle Stadien vor der Furchung, z. B. die Entstehung der Eier u. s. w., konnten nicht untersucht werden, da *Melita palmata* sehr selten vorkommt.

Eine sehr umfangreiche Monographie der *Gamma*riden des Golfes von Neapel veröffentlichte DELLA VALLE (15) im Jahre 1895. Uns interessieren nur die entwicklungsgeschichtlichen Angaben. Da die Eier der *Orchestien* für diese Untersuchungen die günstigsten sind, so hat Verf. seine Beobachtungen an *Orchestia Deshayesi* ausgeführt. Er hat sowohl Totalpräparate, als auch Schnittserien genau untersucht. Seine Befunde beweisen, daß die Furchung keine totale, sondern eine superficielle ist, denn auf Schnitten läßt sich erkennen, daß die Furchen nicht bis in die Mitte der Eier gehen. Aus der Tatsache, daß bei späteren Segmentationsstadien die durch Teilung der kleineren Zellen entstandene Bauchplatte im Wasser stets nach unten gekehrt ist, schließt DELLA VALLE, daß das spezifische Gewicht dieser Platte größer ist als das des Nahrungsdotters. Das Ektoderm wird durch amöboide Zellen gebildet, die an die Oberfläche rücken, sobald das 32-zellige Stadium erreicht ist. Einige von diesen Zellen wandern wieder in das Innere, um das Entoderm entstehen zu lassen. Das Mesoderm wird vom Ekto- und Entoderm gebildet. Den Hauptanteil an dieser Bildung hat jedoch das Ektoderm, durch Loslösung von amöboiden Zellen, welche an verschiedenen Stellen und in unbeschränkter Anzahl aus dem Ektoderm austreten können.

BERGH (16) hat darauf hingewiesen, daß alle Autoren bei ihren Beobachtungen einen schweren Fehler begangen haben. Sie haben nicht darauf geachtet, daß im Laufe der Entwicklung der Keimstreifen eine Drehung durchzumachen hat. Darum sind die Angaben früherer Forscher über die Schnittrichtungen nur immer „cum grano salis“ zu verstehen. Der Keimstreif verläuft anfangs quer über das Ei, später stellt er sich schräg, wie dies in BERGH'S Figuren sehr deutlich gezeigt wird, um dann schließlich

seine definitive Lage so einzunehmen, daß seine Längsachse mit der Medianebene des Eies zusammenfällt.

Die Entodermbildung findet an einer bestimmten Stelle, dem Blastoporus, durch Einwucherung einzelner Zellen statt. Verf. gibt leider nicht an, wo der Blastoporus liegt. Nach meinen Beobachtungen ist kein Blastoporus vorhanden, vielmehr erstreckt sich die Entodermbildung über eine ziemlich große Strecke des Keimstreifens. Auch macht Verf. auf die Bildung von Muskelplatten aufmerksam, deren Zahl jedoch nicht festgestellt werden konnte.

Nach ROSIISKAYA-KOSCHEWNIKOWA (18) entwickeln sich der Mitteldarm und die definitiven Leberschläuche bei *Gammarus pulex* und *Orchestia* anders als bei den marinen Amphipoden. Die Entwicklung der provisorischen Leberschläuche ist diesem aber gleich; sie sind bei *Gammarus pulex* vollständig in der Vierzahl, bei *Gammarus poecilurus* dagegen unvollständig, bei *Orchestia* fast gar nicht ausgebildet. Die Geschlechtsorgane entstehen nicht durch Sprossung aus dem Epithel der Leberschläuche, wie das früher von der Verf. angenommen wurde, sondern sie entwickeln sich aus dorsal gelegenen Mesodermzellen.

CL. LANGENBECK (19) hat die ersten Furchungsstadien von *Microdeutopus gryllotalpa* sehr genau beobachtet. In dem eben abgelegten, nur vom Chorion eng umhüllten Ei liegt das ganze Protoplasma zentral und sendet nach allen Seiten Ausläufer aus. Die beiden ersten Blastomeren sind gleich groß, doch die zweite Teilung ergibt schon 2 große und 2 kleine Blastomeren. Die dritte Teilung, welche in äquatorialer Richtung vor sich geht, läßt 2 größere und 2 kleinere Makromeren, sowie 2 größere und 2 kleinere Mikromeren entstehen. Es teilen sich von diesem Stadium an die größeren Makromeren vor den kleineren, diese jedoch wieder vor den Mikromeren. Teloblasten sind nicht nachzuweisen. Hinter dem Dorsalorgan invaginieren Zellen, aus denen das Entoderm, die Leber und der größte Teil des Darmes gebildet werden. Das Mesoderm hat seinen Ursprung in der zweiten Zellschicht der Bauchplatte¹⁾.

1) Diese letzte Arbeit ist mir nur nach dem Referat in dem Zoologischen Centralblatt bekannt. Trotz mehrfacher Bemühungen bei verschiedenen Bibliothekssammlungen war es mir nicht möglich, das Original einsehen zu können.

II. Eigene Beobachtungen.

1. Die Furchung.

Die dem Brutraum der weiblichen Tiere entnommenen Eier des *Gammarus locusta* sind von ziemlich dunkelbrauner Farbe und fast gänzlich undurchsichtig. Bei ungefärbten Eiern ist es unmöglich irgend welche Einzelheiten des histologischen Baues wahrzunehmen. Die Eier haben alle keine vollständige Kugelgestalt, sondern erscheinen etwas längsgestreckt, so daß eine Hauptachse sich deutlich unterscheiden läßt. Die Länge dieser Achse ist ungefähr 500 μ , die der Querachse ungefähr 450 μ . Bei befruchteten Eiern (Fig. 1) erkennt man an Totalpräparaten, wenn sie längere Zeit in schwacher Hämatoxylinlösung gelegen haben und dann aufgeheilt wurden, den Furchungskern als dunkleren Fleck, von dem aus nach verschiedenen Seiten der ihn umgebende Protoplasmahof ausstrahlt. In diesem Protoplasma fehlen die Dotterkügelchen, es bildet eine zentrale Hauptmasse, von der verschiedene Protoplasmastränge ausgehen, die größtenteils bis zur Oberfläche reichen. Hier bildet das Plasma eine feine, dotterfreie Rindenschicht. Alle übrigen Teile des Eies sind annähernd gleichmäßig von großen Dotterschollen durchsetzt, die die Lückenräume im Plasmagerüst vollständig ausfüllen.

Das Ei ist vom Chorion umgeben, das ihm aber nicht unmittelbar anliegt.

Ueber den Zeitraum, der zwischen dem Eindringen des Spermatozoons und dem Auftreten der ersten Zellteilung verläuft, kann ich keine ganz bestimmten Angaben machen. Es schien mir aber, daß bei den verschiedenen Eiern gewisse Ungleichheiten bestehen.

Eine von außen nach innen zu vorschreitende Furche teilt die Zelle in ihrer Querrichtung in zwei fast gleich große Teile (Fig. 2). In jedem dieser beiden Teile erblickt man den Kern als einen runden dunkleren Fleck. Er ist von seinem Protoplasmahof umgeben, welcher wieder Ausläufer nach den verschiedensten Richtungen zu aussendet.

Es tritt nun ein Stadium der Ruhe ein, welches einige Stunden anhält. Darauf sieht man, daß der Kern seine runde Form allmählich verändert und eine längliche Gestalt annimmt. Es ist dies der Beginn der zweiten Teilung, welche sich dadurch kenntlich macht, daß eine Furchung in der Längsrichtung des Eies,

ebenfalls von der Peripherie nach dem Zentrum zu vorschreitend, eintritt.

Das Ei ist durch diese Furche in 4 fast gleich große Teile zerlegt (Fig. 3), die von einander vollständig getrennt sind, wie das die Schmitte beweisen. Weitere Einzelheiten sind auch auf diesem Stadium an Totalpräparaten nicht zu erkennen. Die Kerne mit dem Protoplasma erscheinen ebenfalls wieder als dunkle Flecke, die in der Mitte der einzelnen Blastomeren gelegen sind. Ganz deutlich ist dies auf einem Querschnitt durch ein auf diesem Stadium sich befindendes Ei zu sehen, der in Fig. 4 wiedergegeben ist. Zuerst fällt auf, daß ein großer Hohlraum zwischen den einzelnen Furchungskugeln besteht. Es ist dieser aber wohl ein Kunstprodukt, hervorgerufen durch die betreffende Konservierungsflüssigkeit, mit welcher das Ei behandelt wurde, denn am lebenden Ei war keine derartige Furchungshöhle wahrzunehmen. Zwischen den einzelnen kleinen Dotterkugelchen, die vom Protoplasma umflossen werden, wie dies in Fig. 5 zu erkennen ist, befinden sich Vakuolen, die vielleicht alle nur durch Ausfallen einzelner Dotterkugelchen entstanden sind. Das Protoplasma umgreift die einzelnen Dotterkugelchen vollständig, gleichsam als ob es Pseudopodien aussendet, welche sich, nachdem sie einzelne Dotterkugelchen umflossen haben, begegnen. So wie eine große, von Dotter freie Protoplasmaansammlung im Zentrum in der Umgebung des Kernes vorkommt, findet sich auch an der Peripherie einer jeden Blastomere eine Randschicht, die allerdings nur sehr dünn und an den verschiedenen Stellen recht variabel ist.

Es geht nun der Teilungsprozeß in der Weise vorwärts, daß sich immer erst der Kern teilt und dann eine Einschnürung und füglich eine Teilung jeder einzelnen Zelle eintritt. Fig. 6 zeigt uns eine Blastomere eines 4-zelligen Stadiums, in der schon 2 vollständig entwickelte Kerne vorhanden sind, die auseinandergerückt erscheinen und nur durch das sie umgebende Protoplasma im Zusammenhange stehen. Diese Plasmasphäre erweist sich ebenfalls in zwei Partien, aber noch unvollständig, gesondert, indem jeder der beiden Kerne in einer größeren Plasmaansammlung liegt, die beide durch eine breite Brücke verbunden erscheinen. Daraus, daß die Kernteilung nicht genau in der Mitte der Blastomere eintritt, der eine Kern vielmehr dem Rande näher liegt, läßt sich schon der Schluß ziehen, daß die eintretende Furchung eine größere und eine kleinere Zelle aus der Blastomere entstehen lassen wird. Es ist mir aufgefallen, daß die Plasmahöfe, die die beiden eben durch

Teilung entstandenen Kerne umgeben, verschieden groß sind, und zwar entsprechen die Größenunterschiede denen der späteren Zellkörper.

Ungefähr $\frac{3}{4}$ Stunde nach erfolgter Vierteilung des Eies tritt eine neue, äquatoriale Furchung ein, die 4 große und 4 kleine Blastomeren, entsprechend den bereits gebildeten 8 Kernen, abteilt (Fig. 7). Die Kerne, die in der Mitte der einzelnen Furchungskugeln gelegen sind, lassen sich wieder als dunkle Flecke erkennen, von denen strahlenförmig nach allen Seiten Ausläufer des Protoplasmas ausgehen. Fig. 8 zeigt uns das 8-zellige Stadium von der Rückenseite; man sieht den gewaltigen Unterschied zwischen diesen 4 großen Blastomeren und den 4 kleinen ventralen, die in Fig. 7 dargestellt sind.

Von nun an teilen sich die einzelnen Blastomeren nicht mehr gleichzeitig, vielmehr schreitet die Teilung der großen Furchungskugeln schneller vorwärts als diejenige der kleinen. Es entsteht dadurch zunächst das 12-zellige Stadium, welches ungefähr $1\frac{1}{4}$ Stunde gebraucht, um sich aus dem 8-zelligen zu entwickeln. Bald nachdem dieser Zustand erreicht ist, schicken sich die kleinen Blastomeren ebenfalls zur Teilung an. In Fig. 9 ist ein 14-zelliges Stadium abgebildet, welches dadurch entstanden ist, daß 2 von den kleinen Blastomeren sich auch schon gebildet haben. Es sind infolgedessen 6 kleine und 8 große Furchungskugeln zu unterscheiden, von denen die ersteren den letzteren ventral anliegen.

In Fig. 10 ist die Dorsalseite dieses Furchungsstadiums dargestellt. Die 8 großen Blastomeren nehmen die Dorsalseite vollständig ein und berühren sich in der Mittellinie. Das Protoplasma mit dem darin liegenden Kern zeigt bei der Betrachtung des Totalpräparates dieselbe Form und Struktur wie bei den früheren Stadien.

Nach einem weiteren Zeitraum von $\frac{1}{2}$ Stunde haben sich alle 4 kleinen Blastomeren geteilt, wodurch dann das 16-zellige Stadium (Fig. 11 und 12) erreicht ist. Alle Zellen liegen dicht aneinander geschmiegt, in einer jeden von ihnen ist mit Leichtigkeit sowohl der Kern, als auch das Protoplasma mit seinen strahlenförmigen Ausläufern zu erkennen. Sowohl die 8 kleineren, wie auch die 8 größeren Blastomeren bilden je eine etwas unregelmäßige Schicht, die beide durch die ursprüngliche Äquatorialfurchung getrennt werden. Die Richtung der Furchen, welche das 8-zellige Stadium in das 16-zellige zerlegt haben, darf daher wohl als meridional bezeichnet werden.

Wird das in Fig. 11 gezeichnete Ei um 90° unter dem Deckglase gerollt, so entsteht das Bild, welches in Fig. 12 wiedergegeben ist.

Daß die ersten Furchungen in typischer Weise wie totale verlaufen, ist durch diese Beschreibung vollständig bewiesen. Doch es beginnt nun bei dem 16-zelligen Stadium die Furchung superficiell zu werden, denn im Zentrum des Eies sammelt sich jetzt eine kompakte Dottermasse an, an welche die verschiedenen noch folgenden Furchungen nicht mehr heranreichen.

Die weitere Furchung, die von E. VAN BENEDEN und E. BESSELS (6) genau beschrieben worden ist, und für welche die beiden Autoren die fortlaufende Reihe von 16, 24, 32, 40, 56, 64, 96, 104, 112 Furchungskugeln gefunden und abgebildet haben, wurde einer genaueren Untersuchung von mir nicht unterzogen.

Das Ei hat nach Beendigung der Segmentation das Aussehen, wie es in Fig. 13 dargestellt ist. Die Größe der einzelnen Zellen variiert etwas, doch ist der Unterschied kein allzu großer. Man bemerkt, daß diejenigen Zellen, welche aus den kleineren Blastomeren hervorgegangen sind und der ventralen Seite des Embryos entsprechen, etwas kleiner sind als die aus den großen Furchungskugeln entstandenen dorsal gelegenen Blastodermzellen.

Ein Stadium, bei dem das Blastoderm schon fast vollständig gebildet worden war, wurde zerquetscht und ein Teil desselben mit starker Vergrößerung untersucht. Dabei stellte es sich heraus, daß die äußeren Grenzlinien der einzelnen Blastomeren sehr ähnliche polygonale Figuren bilden (Fig. 14). Die beiden Substanzen, die den Zellkörper der ersten Blastomeren bilden, haben sich in merklicher Weise gegeneinander verschoben, in der Art, daß die Hauptmasse des Protoplasmas mit dem Kern aus der Zellmitte heraus fast ganz an die Oberfläche gestiegen ist, so daß hier immer nur ein schmaler Dotterstreifen die Plasmateile der einzelnen Blastomeren scheidet. Die verhältnismäßig sehr großen Kerne zeigen das normale Aussehen der ruhenden Stadien; zahlreiche chromatische Mikrosomen liegen unregelmäßig verteilt im achromatischen Gerüstwerk. Der Nucleolus war in sämtlichen Kernen als dunkler gefärbtes, großes Gebilde zu erkennen.

Wenn das Blastoderm vollständig gebildet ist, so sind übrigens noch nicht alle Kerne mit ihren Plasmasphären an die Oberfläche gerückt. Viele verbleiben im Innern des Eies und werden dort später resorbiert.

Das Chorion ist nur in den Figg. 1—3 gezeichnet, in den übrigen Abbildungen ist es, weil ohne Belang, fortgelassen worden.

2. Die Blastodermbildung und das Dorsalorgan.

Ich habe bereits im vorigen Abschnitt darauf hingewiesen, daß die Kerne in den späteren Furchungsstadien das Bestreben zeigen, mit dem sie umgebenden Protoplasma an die Oberfläche des Eies zu rücken, und zwar durch amöboide Bewegungen.

Eine natürliche Folge dieses Vorganges ist, daß die mehr zentral gelegenen Protoplasmastränge dünner werden und in die periphere Hauptmasse des Plasmas schließlich einbezogen werden. Dadurch werden nun die zentral gelegenen Dotterkügelchen von den Plasmaumhüllungen befreit und können sich zu der zentralen Dottermasse vereinigen. Das Vorrücken geschieht in der Weise, daß pseudopodienähnliche Stränge peripher zu vorgeschoben werden und die Plasmahauptmasse nachfließt.

Fig. 15 zeigt einige interessante Eigentümlichkeiten. Der Schnitt ist einer Querschnittserie durch ein Ei entnommen, das sich in lebhafter Blastodermbildung befand. Man sieht außer flachen, oberflächlich liegenden Zellen 2 größere, in Dotter eingesenkte, von denen die eine außer 2 dicht nebeneinander liegenden Kernen noch mehrere Vakuolen enthält. Letztere werden wohl dadurch entstanden sein, daß die in dem Plasma gelegenen Dotterkügelchen von diesem chemisch verändert und verbraucht worden sind. Auf diesem Schnitt ist noch ganz deutlich die Abgrenzung der einzelnen an der Oberfläche des Eies gelegenen Blastodermzellen zu erkennen. In ihnen bildet der Dotter noch einzelne unter sich getrennte Kügelchen, während er im Zentrum des Eies über eine weite Strecke schon zu einer kompakten, zentralen Dottermasse verschmolzen ist (Fig. 16). In dieser kommen noch vereinzelt Kerne mit spärlichem Plasma vor, die als in der Tiefe zurückgebliebene Blastomerenkerne zu deuten sind. Die Kerne der an der Oberfläche liegenden Zellen zeigen das Ruhestadium; von Spindelbildungen ist nichts zu bemerken.

In dem in Fig. 20 abgebildeten Quadranten sehen wir, daß 4 Zellen bereits ihre endgültige, oberflächliche Lage eingenommen haben und eine fünfte im Begriffe ist an die Oberfläche zu rücken, indem sie zwischen 2 oberflächlichen Zellen ihren Platz einzunehmen versucht. Die Hauptmasse des Protoplasmas ist kugelförmig um den Kern angehäuft, und Plasmastränge erstrecken sich nach dem

Zentrum des Eies zu und nach der Oberfläche hin. Die 4 oberflächlichen Zellen zeigen bemerkenswerte Verschiedenheiten, die uns lehren, in welcher Weise die oberflächlichen rein plasmatischen Blastodermzellen sich bilden. In welcher Weise die Abgabe des Dotters vor sich geht, zeigt uns Fig. 19, die einen Teil des in Fig. 16 abgebildeten Querschnittes bei stärkerer Vergrößerung wiedergibt. In der Mitte befindet sich eine größere Ansammlung von reinem Zellplasma, in dem der Kern liegt, und auch peripher ist auf einer größeren Strecke der Dotter bereits geschwunden, während im übrigen Bereich noch mehrere Dotterkügelchen zu beobachten sind, die dicht aneinander gelagert sind und nur noch durch sehr schmale Protoplasmastränge getrennt werden. Einige von diesen Dotterkügelchen werden schon nicht mehr vollständig umflossen, sondern berühren nur noch mit einem kleinen Teile ihrer Oberfläche das Zellplasma.

Im weiteren Verlaufe der Entwicklung schwinden allmählich die inneren Zellgrenzen, die den Dotter der oberflächlichen Blastomeren gegen die zentrale Dottermasse abgrenzten. Das Zellplasma wird überdies von dem ursprünglich ihm zugehörigen Dotter durch eine Membran schärfer abgegrenzt.

Die mit ihren Kernen an die Oberfläche des Eies getretenen Plasmakörper bilden das Blastoderm, doch setzt sich dieses keineswegs aus gleichartig gestalteten und über die Peripherie gleichmäßig verteilten Zellen zusammen. Bei der Untersuchung von Querschnitten durch den Keim ergibt sich sofort, daß auf der einen Längsseite die Zellen viel zahlreicher und dichter aneinander gedrängt angetroffen werden als auf der anderen.

Während auf dieser letzteren sich die Blastodermzellen nach Abgabe ihres gesamten Dotterinhaltes zu flachen, teilweise platten Elementen ausgezogen haben, erscheinen sie auf der ersteren würfelförmig oder häufig noch höher, sogar prismatisch geformt.

Aus der lateralen Anhäufung der Blastodermzellen entsteht der Keimstreifen. BERGH (16) sagt darüber p. 239: „Das erste Erscheinen des Keimstreifens manifestiert sich bei *Gammarus* durch eine höchst regelmäßige Anordnung der Zellen der betreffenden Region des Blastoderms; gleichzeitig werden die Zellen höher und dichter gestellt. Kurz nachdem er zum Vorschein gekommen ist, zeigt er das in Fig. 1 dargestellte Aussehen. Die ihn zusammensetzenden Zellen sind nach 2 sich kreuzenden Linien-systemen angeordnet, nämlich erstens Linien, die etwa quer zur Längsachse verlaufen, und zweitens bogenförmige Längslinien, deren

Konkavität nach einer verdickten Partie (k und l in der Figur) sieht. Diese verdickte Partie entspricht der späteren Leberregion + Kopfanlage, und die ihm gegenüberliegende Partie, wo der Keimstreif aufhört (nahe der rechten Seite der Figur) entspricht dem künftigen Hinterende der Embryonalanlage.“

BERGH gibt als Beleg für diese Ausführungen verschiedene sehr gute und zutreffende Figuren an. Sie entsprechen denselben Bildern, die ich unter dem Mikroskop wahrgenommen habe. Da BERGH'S Abbildungen einwandfrei sind, habe ich davon Abstand genommen, durch gleiche Figuren die Reihe meiner Zeichnungen unnötig zu verlängern.

Eine regelmäßige Anordnung der Blastodermzellen zeigt übrigens Fig. 14, welche einen Teil des Keimstreifens auf der Oberfläche eines Eies darstellt, das ungefähr einem Stadium entspricht, wie es BERGH in seiner Fig. 1 abgebildet hat.

Daß der Keimstreifen zuerst an einer bestimmten Stelle angelegt wird und an dieser auch schneller als an den übrigen wächst, haben auch schon E. VAN BENEDEN und E. BESSELS (6) erkannt. Sie sagen darüber auf p. 29 der zitierten Abhandlung folgendes: „La multiplication des cellules du blastoderme par voie de division continue à marcher beaucoup plus rapidement à la face ventrale qu'à la face dorsale de l'embryon ; il se produit ainsi un épaississement considérable de la couche blastodermique, c'est la bande cellulaire ventrale (Keimstreif) sur laquelle vont se former les appendices.“

Wie schon BERGH sagt, bildet sich der Keimstreifen durch eine regelmäßige Anordnung der Blastodermzellen in einer bestimmten Region des Eies. Schon auf recht frühem Stadium ist diese Erscheinung wahrzunehmen, indem die an die Oberfläche rückenden Kerne mit ihrer Plasmasphäre die Tendenz zeigen, sich mehr nach einer Seite der Oberfläche hin zu konzentrieren. Es ist dieses nun nicht, wie E. VAN BENEDEN und E. BESSELS behaupten, die Ventralseite des künftigen Embryos, sondern, wie auch BERGH nachgewiesen hat, findet die Zusammenlagerung der Blastodermzellen zwecks Bildung des Keimstreifens lateral statt. Erst im späteren Verlaufe der Entwicklung nimmt der Keimstreifen seine definitive Lage auf der Ventralseite ein. In welcher Weise der Keimstreif sich anlegt und die ersten Stadien seiner weiteren Entwicklung durchmacht, ersehen wir aus den Figg. 16, 17 und 18. Schon in jüngeren Stadien, wenn die protoplasmatischen Teile der Blastomeren noch nicht einmal vollkommen an die Oberfläche des Eies gelangt sind (Fig. 16), läßt sich feststellen, daß

die Zellen auf der einen Seite größer sind als auf der anderen. Dieser Gegensatz verschärft sich in späteren Stadien erheblich (Fig. 17 und 18); die Zellen nehmen dann eine höhere, sogar teilweise cylinderförmige Gestalt auf der betreffenden Seite an. Die Dorsalseite entspricht den in Fig. 18 mit *do* bezeichneten Zellen; was diese Zellen zu bedeuten haben, werden wir später erfahren. Da die beiden anderen Abbildungen ebenso orientiert sind, so würde also in diesen 3 Figuren oben = dorsal, unten = ventral zu bezeichnen sein. Daraus ergibt sich demnach, daß der Keimstreifen ursprünglich nicht ventral, sondern lateral gelegen ist.

An dieser Stelle ist es nötig, auf ein Organ hinzuweisen, das gleichzeitig mit der Anlage des Blastoderms gebildet wird. Es ist dies das Dorsalorgan — kugelförmige Organ — Mikropylapparat — oder Schalengrube, wie es von den verschiedenen Autoren genannt wurde.

Wenn der Keimstreif noch in der ersten Bildungsperiode begriffen ist, bemerkt man, daß einige von den zuerst an die Oberfläche gerückten Blastodermzellen sich an der künftigen Dorsalseite des Eies näher aneinander schließen und eine pyramidenförmige Gestalt annehmen, deren spitzes Ende der Peripherie zugekehrt ist, während der breitere Teil dem Zentrum des Eies zugerichtet ist. Es entsteht dadurch ein Gebilde, das mit einer Rosette Ähnlichkeit hat.

Ein ziemlich frühes Stadium des Dorsalorgans ist in Fig. 21 dargestellt, einem Querschnitt durch ein Ei, in dem sich der Keimstreifen bereits angelegt hat. Wir sehen rechts in der Figur 5 Zellen, die auf 4 Schnitten zu beobachten sind, also sich in einer Länge von $40 \mu^1$) erstrecken. Diese 5 Zellen haben sich eng aneinander gelegt und unterscheiden sich von den benachbarten durch ihre bedeutende Größe. In weitem Abstände von dieser Zellansammlung liegen erst die nächsten Nachbarzellen lateral und nach der ventralen Seite zu. In ihrer Struktur unterscheiden sich schon auf diesem Stadium die Dorsalorganzellen von den übrigen durch die Größe ihrer ziemlich in der Mitte jeder Zelle liegenden Kerne. Das Protoplasma weist keinerlei Besonderheiten auf. Die Form dieser Zellen ist, wie schon erwähnt, pyramidenähnlich, während die Zellen des Blastoderms mehr cylinderförmig, prismatisch oder kubisch erscheinen. Die Außenfläche des Dorsal-

1) Das Ei wurde in Schnitte von 10μ Dicke zerlegt.

organs ist nicht eben, sondern bildet eine dellenförmige Vertiefung, deren tiefste Stelle in der Mitte anzutreffen ist (Fig. 22) und welche sich nach vorn und hinten allmählich abflacht (Fig. 21). Beide Figuren, 21 und 22, sind Querschnitte durch dasselbe Ei; der Schnitt (Fig. 22) ist mitten durch die Anlage des Dorsalorgans gelegt worden. Die Kerne liegen mehr dem Zentrum zu, was wohl mit der sekretorischen Tätigkeit des Dorsalorgans zusammenhängt. Auf der gegenüberliegenden, nicht dargestellten Seite des Eies erscheint nur ab und zu in weiten Abständen eine langgestreckte Zelle, die jedoch unter sich durch einen oberflächlichen Plasmastrang in Verbindung stehen.

Seine vollkommenste Ausbildung erreicht das Dorsalorgan aber erst in einem ziemlich späten Stadium der embryonalen Entwicklung, um dann, wie wir später sehen werden, allmählich rückgebildet zu werden. Die Figg. 23 und 24 zeigen das Organ in seiner höchsten Entwicklung.

Ueber die Entstehung, Bedeutung, Funktion und den eigentlichen Wert des Dorsalorgans sind die Autoren geteilter Meinung. Dementsprechend weichen auch die bisherigen Versuche und Vorschläge, es anderen Gebilden analog oder homolog zu stellen, weit auseinander.

Ich habe es im folgenden versucht, die vergleichende Literatur über dieses strittige Organ zusammenzustellen und gleichzeitig die Ergebnisse hinzuzufügen, die ich für *Gammarus locusta* erhalten habe.

Die älteste Ansicht über dieses Organ, nach der es eine Mikropyle sein sollte, ist ja längst von den verschiedensten Forschern zurückgewiesen worden. E. VAN BENEDEN und E. BESSELS (6) schreiben hierzu p. 29: „Un micropyle est un orifice des membranes de l'œuf destiné à permettre l'entrée des spermatozoïdes. Il est évident qu'un organe qui se forme après la fécondation ne peut être considéré comme tel.“

Doch auch VAN BENEDEN und BESSELS konnten eine genaue Definition nicht geben. E. BESSELS (7) hat sorgfältig das „kugelförmige Organ“ beobachtet. Er stellt p. 29 zwei Fragen auf, die er zu beantworten sucht: „Ist dasselbe lediglich deshalb vorhanden, weil es von den Vorfahren auf die Nachkommen vererbt wurde? Oder ist es auch noch deshalb da, weil es notwendig ist für die Existenz des Individuums?“ Er kommt zu der Ueberzeugung, daß das „kugelförmige Organ“ dem Rückenstachel der Zoöalarve gleichzustellen sei.

Nach DOHRN (5 und 8) entsteht die erste Anlage des Apparates in der Weise, daß mehrere große, kugelige Zellen sich zusammenlagern, wenn die Keimhaut schon den ganzen Dotter überzogen hat. Das Organ kann in verschiedenartigen Formen erscheinen, und DOHRN schließt daraus, daß ihm keine wesentliche Funktion beizumessen sei.

In der eben angeführten Habilitationsschrift (5) hat DOHRN p. 10 und 11 darauf hingewiesen, daß aus dem Zellhaufen am Rücken des Embryos, der mitten auf dem Dotter, von der Keimhaut umgeben, liegt sowohl eine Oeffnung mit einem kanalartigen Zugang, als auch ein dazu gehöriges, anhängendes Säckchen entsteht. Der Zellhaufen ist innen hohl, die äußere Wand geht in die Rückwand über, darüber ist eine kronenartige Bildung angelegt. Die kronen- oder gitterartigen Aufsätze entstehen aus einzelnen umgebildeten Zellen, die nach Verlust ihres Inhaltes und ihres Kernes, ganz und gar in die Bildung einer äußeren und inneren Cuticula aufgehen (8).

ULIANIN (9) hat einen großen Teil seiner Untersuchungen auf die Schalengrube, wie er das Dorsalorgan nennt, der *Orchestia*-Arten verwendet. Ueber die Entstehung dieses Organs haben wir schon oben, gelegentlich der Literaturangabe, gesprochen. Bald nachdem es angelegt ist, verändert das Dorsalorgan seine Stellung. Es wird allmählich nach dem dem Rücken des späteren Embryos entsprechenden Teile des Eies geschoben. Hat es seine definitive Lage eingenommen und einen gewissen Grad seiner Ausbildung erreicht, so wird von ihm eine strukturlose Cuticularhaut abgeschieden, die mit der zur selben Zeit von der Oberfläche des Eies ausgeschiedenen Cuticularhaut im Zusammenhange steht. Nach eingehendem Vergleiche zwischen dem kugelförmigen Organ der Arthropoden mit der Schalendrüse der Mollusken kommt ULIANIN zu dem Schlusse, daß beide entweder in Form einer einfachen lokalen Verdickung des Ektoderms oder in Form einer sackartigen Vertiefung dieser Verdickung erscheinen. Es spricht für die Homologie dieser beiden Organe nicht nur die Lage am Körper des Embryos, sowie die Art und die Zeit ihrer Anlagen, sondern auch die Aehnlichkeit der Veränderungen, welchen diese beiden Organe unterworfen sind.

PEREYASLAWZEWA (10) behauptet, daß die Anlage des Dorsalorgans bei *Gammarus poecilurus* an einer Stelle der Dorsalseite aus abgerundeten Zellen besteht, die einen Fächer bilden und sich in den Dotter einsenken. Diese Zellen vermehren sich, so

daß schließlich das Dorsalorgan einen beträchtlichen Raum einnimmt. Verf. hat übrigens, wie sie selbst bemerkt, das Dorsalorgan erst auf späteren Stadien entdeckt, wo, wenigstens den angeführten Figuren nach (60—62), schon längst das Entoderm eine große Ausdehnung im Innern des Eies angenommen hat. Sie vergleicht das Dorsalorgan dem „plaque dorsale“ der Insekten. Im Verlaufe ihrer Ausführungen stellt sie folgende Behauptung auf, p. 197: „Il est indubitable que chez les Gammarus et de plus chez les Orchesties l'organe dorsale, ainsi que l'ectoderme avoisinant, détachent des cellules; leur nombre n'est pas grand, elles sont tout-à-fait libérées et s'enfoncent dans le vitellus nutritif.“

Ich habe bei meinen Untersuchungen niemals Gelegenheit gehabt, ein derartiges Einwandern von Zellen des Dorsalorgans in den Nahrungsdotter zu beobachten. Es ist wohl möglich, daß ein derartiges Verhalten sich bei den *Orchestia*-Arten zeigt, doch hat auch keiner der Autoren etwas Ähnliches bei den verschiedenen *Gammariden* bemerkt. Jedenfalls tritt ein solcher Vorgang bei *Gammarus locusta* niemals ein. Für ihre Behauptung bringt PEREYASLAWZEWA auch keine Abbildung bei, die sich etwa auf diese Bildung beziehen könnte. Dagegen pflichte ich ihr vollständig bei, daß sich eine Cavität bildet, wenn das Dorsalorgan ein gewisses Stadium der Entwicklung erreicht hat, ja, diese Cavität wird sofort bei der ersten Bildung des Dorsalorgans mit-angelegt. Man vergl. hierzu meine Figg. 21—24 und 43.

ROSIKSKAYA (11), welche ULIANINS Untersuchungen über *Orchestia littorea* einer genauen Nachprüfung unterzog und weiter fortführte, fand im Gegensatz zu PEREYASLAWZEWA schon jüngere Embryonen, bei denen ein Dorsalorgan ausgeprägt war. Sie hat beobachtet, daß dasselbe sich schon zeigt, nachdem das Blastoderm kaum $\frac{2}{3}$ der Eioberfläche bedeckt, und zwar beschreibt sie dieses Organ als trichterförmiges Gebilde, dessen birnenförmige Zellen einen großen Kern mit je einem Nucleolus enthalten. Ueber das weitere Verhalten dieses Organs berichtet sie folgendes, p. 578: „Une fois placé sur la ligne médiane dorsale, il s'agrandit notablement et reçoit une cavité centrale. Les cellules ectodermiques qui l'entourent, prennent une forme cylindrique, très différente de la forme aplatie des cellules ectodermiques voisines et représentent une plaque ronde, ayant l'entonnoir dans le centre. Cette plaque est tout-à-fait analogue à la plaque dorsale de *Moina* et de *Grylotalpa* (Fig. 28 *od.*).“

Bei ihren Untersuchungen über die Entwicklung der *Caprella*

ferox geht PEREYASLAWZEWA (12) nicht weiter auf das Dorsalorgan ein. In kurzen Worten führt sie an, p. 588, daß es erst spät erscheint und niemals dieselbe Größe erreicht wie bei den Gammariden und den Orchestien. Im Gegensatz zu diesen ist auch seine Form eine verschiedene. Es besteht nämlich anfangs nur aus 3 cylinderförmigen Zellen, die sich jedoch im Laufe der weiteren Entwicklung vermehren, aber niemals eine Vertiefung bilden. Das ursprüngliche Aussehen behält das Dorsalorgan bei bis zu seiner vollständigen Auflösung.

Ganz anders als bei der *Caprella ferox* verhält sich das Dorsalorgan bei *Sunamphithoë valida*, untersucht von ROSISKAYA-KOSCHEWNIKOWA (13), wo es in Rosettenform, zusammengesetzt aus birnenförmigen Zellen, auftritt und einen tiefen Ausschnitt (cavité) bildet. Sind das Mesoderm, die Leberschläuche und der Darm weit genug entwickelt, so beginnt das Dorsalorgan an Umfang abzunehmen, während zu gleicher Zeit das Herz sich entwickelt. Ist letzteres vollständig gebildet, so gehen die letzten Reste des ersteren verloren. Es ist auch leicht möglich, daß das Mesoderm, welches das Dorsalorgan vollständig umgibt, zu seiner Resorption beiträgt.

CATHERINE WAGNER (14) unterzog *Melita palmata* nach dem Vorbild von PEREYASLAWZEWA und ROSISKAYA einer genaueren Untersuchung und kommt betreffs des Dorsalorgans zu folgenden Resultaten. Während auf der Dorsalseite des Embryos die Ektodermzellen im allgemeinen vollständig abgeflacht sind, treten einige sehr große, anfangs amöboide, dann aber sich verlängernde und birnenförmige Zellen hervor, die fächerartig angeordnet sind. Sie bilden das Dorsalorgan, das wieder rückgebildet wird, sobald das Herz anfängt sich zu entwickeln, und vollständig verschwunden ist, wenn der Embryo ausschlüpft.

Ueber die Entstehung des Dorsalorgans sagt DELLA VALLE (15) auf p. 195: „La glandola dorsale comincia semplicemente come un ingrossamento di un certo numero di micromeri situati ad uno degli estremi della piastra embryonale (Fig. 23). Negli stadi successivi, a questo inspessimento segue una leggera introflessione, e finalmente si costituisce un sacchetto, o follicolo, siccome dirò più avanti.“

In seiner Arbeit über die Drehung des Keimstreifens und die Stellung des Dorsalorgans bei *Gammarus pulex* hat BERGH (16) die Entstehung dieses Organs nicht weiter untersucht. Er beschäftigt sich, wie der Titel seiner Arbeit es schon besagt, nur

mit der Stellung desselben in den verschiedenen Entwicklungsstadien des Embryos. Da er von den einzelnen Eiern die Eihaut entfernt hat, die am Dorsalorgan immer etwas haften blieb, so stellte er p. 248 die Möglichkeit auf, daß der helle Raum, der zwischen der Eihaut und dem Dorsalorgan entsteht, und in welchen die Zellen dieses Organs Ausläufer hineinsenden, nur ein Kunstprodukt ist, welches durch ein Zusammenschrumpfen entstanden sei. Dieser Annahme kann ich auf Grund meiner zahlreichen Präparate widersprechen. Ich habe zwar auch von den einzelnen Eiern zum Teil die Eihaut vollständig entfernt, meistens dieselbe jedoch nur mit einer feinen Präpariernadel angeritzt. Es zeigte sich aber immer dasselbe Verhalten der einzelnen Zellen des Dorsalorgans, wie es auch in den Figg. 23, 24 und 43 angegeben worden ist. Weiterhin macht BERGH auf die Struktur der Dorsalorganzellen aufmerksam. Die Kerne sollen am äußeren Rande der Zellen liegen, also peripher, was BERGH mit ihrer angeblichen sekretorischen Tätigkeit in Zusammenhang bringt. Bei meinen Präparaten konnte ich ein derartiges Verhalten der Kerne nicht beobachten, sie lagen vielmehr stets dem zentralen Rande der Zellen näher als dem peripheren. Was die sekretorische Tätigkeit anbetrifft, so kann ich auf Grund meiner Figg. 31 und 43 BERGH'S Annahme bestätigen, denn in beiden Abbildungen ist deutlich ein Sekret zu erkennen, das dem Dorsalorgan entstammt. Verf. weist darauf hin, daß die Lage des Dorsalorgans, entgegen den Behauptungen früherer Forscher, von Anfang an eine dorsale ist, was er als „eine zum Keimstreifen symmetrische“ bezeichnet, und zwar wird es gleich in seiner definitiven Stellung, mitten auf dem Rücken angelegt, während der Keimstreifen in seiner frühen Entwicklung eine auffallende Lageveränderung erfährt.

ROSILSKAYA-KOSCHEWNIKOWA (18) weist in ihrer letzten Arbeit über *Gammarus pulex* darauf hin, daß bei dieser Art das Dorsalorgan ungewöhnlich groß angelegt ist. Auch sie schließt sich BERGH'S Auffassung an, daß das Dorsalorgan mehr als Drüse zu betrachten sei, es sei der embryonale Rest eines Haftorgans.

Die Entwicklung und die Rückbildung des Dorsalorgans ist in den Figg. 21—24, 27, 30, 31, 43, 45, 46, 48, 51 angegeben. Die Figg. 21 und 22 sind schon früher besprochen worden. Ein etwas weiter entwickeltes Stadium ist in Fig. 27 dargestellt. Die einzelnen Zellen sind birnenförmiger geworden, dadurch ist auch nun schon die künftige Rosettenform des Organs angedeutet. Die Einstülpung ist noch sehr seicht. Sie senkt sich jedoch im Laufe

der weiteren Entwicklung immer tiefer ein. Auf dem Stadium, das in Fig. 30 abgebildet worden ist, hat das Dorsalorgan die typische Rosettenform bereits angenommen. Die pyramidenförmigen Zellen sind regelmäßig so angeordnet, daß die breite Basis an der Peripherie des Dorsalorgans liegt, während der spitze Teil der eingesenkten Mitte zugekehrt ist. Die Kerne liegen dem breiteren Zellteile näher und unterscheiden sich von den Ektodermkernen ganz deutlich durch ihre Größe. Das ganze Dorsalorgan ist in den Nahrungsdotter eingesenkt.

Fig. 31 stellt einen genauen Querschnitt durch einen jungen Embryo dar. Das Organ ist vollständig ausgebildet. Sehr deutlich ist auf diesem Schnitte ein Sekret zu erkennen, welches nach der Peripherie zu gelegen ist. Zwischen diesem und dem Protoplasma besteht keine scharfe Grenze, vielmehr gehen beide ganz unmerklich ineinander über.

Sehr auffallend ist es mir erschienen, daß die Zellen des Dorsalorgans sich mit Dotterkügelchen beladen können, die sie der zentralen Dottermasse entnehmen. Dieser Dotter scheint im Innern der Zellen zu einem Sekret verarbeitet zu werden, das nach außen abgeschieden wird. Bei diesem Prozeß kann es dann und wann auch vorkommen, daß unverbrauchte Dotterkugeln wieder nach außen abgeschieden werden. Auch auf noch viel späteren Stadien läßt sich eine Aufnahme von Dotterkugeln durch die Zellen des Dorsalorgans feststellen. In Fig. 47 finden wir in einer Zelle des Organs ein ziemlich bedeutendes Dotterkügelchen eingeschlossen. Ein anderer Schnitt durch dasselbe Ei (Fig. 48) zeigt uns die Tätigkeit des Dorsalorgans noch treffender. Seine ventrale linke Hälfte ist vollständig durchtränkt mit Dotter, der seine kompakte Kugelform aufgegeben hat und flüssig geworden zu sein scheint. Er ist eine innige Verbindung mit dem Protoplasma eingegangen; in der Cavität des Organs sehen wir dann wieder vollständig kompakten Dotter, der anscheinend nicht verbraucht worden ist. Auch zwischen dem Entoderm und dem Dorsalorgan finden sich noch Dotterreste.

Die sekretorische Bedeutung des Dorsalorgans zeigt sich am deutlichsten in Fig. 43.

Was nun die Vergrößerung des Dorsalorgans anbelangt, so glaube ich auf Grund meiner Präparate annehmen zu können, daß diese ohne gleichzeitige Zellteilung der bereits im jugendlichen Organ vorhandenen Elemente erfolgt. Niemals habe ich innerhalb des Dorsalorgans Kernspindeln nachweisen können. PEREYASLAWZEWA

sagt zwar, daß im Dorsalorgan von ihr Kernteilungsfiguren gesehen worden sind, doch hat Verf. leider keine derartigen Figuren abgebildet. Daß ein Wachstum des Organs stattfindet, geht aus meinen oben angeführten Figuren hervor. Auf frühen Stadien zeigt der Querschnitt durch das Dorsalorgan 2—3 Zellen, während später mitunter 10—12 Kerne gezählt werden konnten. Wie es auch aus meinen Abbildungen hervorgeht, so nehme ich an, daß dem Dorsalorgan benachbarte Ektodermzellen in dieses nach und nach einbezogen und hier zu den typischen Drüsenzellen umgewandelt werden. Ferner wird das Wachstum dadurch bedingt, daß die einzelnen Zellen selbst größer werden.

Die den Embryo umgebende Larvenhaut, die von einigen Forschern mit dem Amnion der Insektenlarven verglichen wird, war bei den weiter entwickelten Stadien immer sichtbar. Am deutlichsten zeigt sie sich in den Figg. 23, 24, 45 und 48.

3. Die Entstehung des quer verlaufenden Keimstreifens und des Entoderms.

Durch allmähliche Abgabe ihres Dotters erhalten die ursprünglichen Blastodermzellen das Aussehen normaler Zellen eines Deckepithels und sind nunmehr besser als Ektodermzellen zu bezeichnen. Dieses überzieht die ganze Oberfläche des Embryos und setzt sich aus flachen, teils aus kubischen oder cylindrischen Zellen zusammen. Wie schon vorhin erwähnt wurde, ist der Keimstreifen, der aus den Blastodermzellen gebildet wurde, nicht gleichmäßig über das ganze Ei angelegt, sondern wir finden ihn nur an einer Seite quer über das Ei verlaufen. Seine Längsachse fällt also nicht mit der Längsachse des Embryos zusammen, vielmehr steht sie senkrecht zu derselben. Querschnitte, die auf diesem Stadium durch das Ei gelegt werden, würden demnach den Keimstreifen direkt in seiner Längsrichtung treffen.

Die jüngste Entwicklungsperiode des Keimstreifens zeigt nur ektodermale Zellen, die aber sehr bald das Entoderm zu bilden beginnen. Die in Fig. 22 abgebildeten Ektodermzellen setzen sich aus kubischen, fast cylinderförmigen Zellen zusammen, die dicht aneinander gelagert sind und keinen Zwischenraum erkennen lassen. Dieser Schnitt ist ungefähr der Mitte des jugendlichen Keimstreifens entnommen; außerhalb dieser Region befinden sich nur wenige flache Zellen (Fig. 21).

Diese Ektodermanlage, die ursprünglich nur aus verhältnis-

mäßig wenigen Zellen besteht, breitet sich sehr bald weiter aus, indem die Zellen sich senkrecht zur Oberfläche teilen (Fig. 25). Die Länge des Keimstreifens beträgt hier ebenfalls noch weniger als der halbe Eiumfang, die Breite nimmt etwas mehr als $\frac{3}{4}$ der Eilänge ein. Das Ektoderm des Keimstreifens ist an seinen ventralen und dorsalen Enden stark abgeflacht, während in der Mitte die Zellen größer und höher erscheinen.

Ein weiteres Stadium der Ektodermentwicklung sehen wir auf dem Schnitte, der in Fig. 26 wiedergegeben worden ist. Dieser Querschnitt ist etwa durch die Mitte des Eies geführt worden, der Keimstreif demnach in seiner Längsrichtung getroffen. Das Ektoderm des Keimstreifens hat ungefähr die Hälfte des Eies umwachsen und setzt sich aus kleinen, teils cylinderförmigen, teils flachen Zellen zusammen. Die beiden größeren, oberen Zellen gehören dem in der Entstehung begriffenen Dorsalorgan an.

Während ursprünglich das Ektoderm nur in der Nähe des Dorsalorgans als Epithelverband bemerkbar war, kann man es im weiteren Verlaufe der Entwicklung bis zur ventralen Seite, schließlich auch darüber hinaus verfolgen. Erst wenn der Keimstreif nach vollendeter Drehung seine definitive, ventrale Lage erreicht hat, erscheint das Ektoderm als eine geschlossene Epithelschicht, die das gesamte Ei vollständig umwachsen hat.

Auf den bisher beschriebenen, jüngeren Entwicklungsstadien bildet das Ektoderm keinerlei Einbuchtungen oder Ausstülpungen, sondern breitet sich glatt an der Oberfläche des Eies aus. Es vollzieht sich jedoch bei einzelnen Ektodermzellen auf diesem Stadium ein eigentümlicher Vorgang, dessen wir Erwähnung tun müssen.

Einige ektodermale Zellen zeigen die Tendenz, Dotter in sich aufzunehmen. Ein ähnliches Verhalten hat ROSISKAYA (11) p. 569 auch schon angedeutet. Sie sagt darüber folgendes: „Les œufs, en voie de formation de l'entoderme, me fournirent des coupes très intéressantes (Fig. 21). On y voit, que chaque cellule blastodermique de la face ventrale présente deux parties différentes: la partie externe est d'un protoplasme condensé, se colorant vivement; la partie interne se colore très peu et semble imbibée de vitellus. Dans plusieurs de ces cellules on voit deux noyaux.“ Leider hat sie keine entsprechende Zeichnung beigelegt, wenigstens geht aus ihrer Abbildung nicht hervor, wie diese Dotteraufnahme zu stande kommt.

In Fig. 37—39 *d* sehen wir solche Ektodermzellen und auch

eine Entodermzelle, die je ein Dotterkügelchen umschlossen halten. Auf diese Weise werden die am meisten oberflächlich zwischen den Ektodermzellen gelegenen Dotterkügelchen aufgenommen, es erstrecken sich aber auch die Ektodermzellen etwas weiter in den Nahrungsdotter hinein, um dort ein Dotterkügelchen zu umfließen. Dieser letztere Vorgang wird wohl der ursprünglichere sein. Die Zelle, die auf diese Weise ein Stückchen Dotter aufgenommen hat, indem sie sich nach dem Innern des Eies zu ausdehnte, zieht sich dann wieder an die Oberfläche zurück. Zu dieser Annahme berechtigt schon der Umstand, daß die Dotterkügelchen, die im Bereich des eigentlichen, oberflächlich liegenden Ektodermstreifens angetroffen werden, bedeutend kleiner an Gestalt sind als diejenigen, welche mehr in der Tiefe des Eies gelegen sind. Die Dotterkügelchen, welche vom Entoderm eingeschlossen werden, sind ebenfalls nur recht klein.

Ueber die Entodermbildung bei den Crustaceen schreiben KORSCHULT und HEIDER (17) in ihrem Lehrbuche p. 344: „Im allgemeinen ist die Entodermbildung durch Invagination unter den Crustaceen ziemlich verbreitet. In anderen Fällen [Arthrostraken, Mysideen, Cumaceen, Cirripedien (?)] unterbleibt die Bildung einer Einstülpung, und die Sonderung des Entoderms vollzieht sich in der Form einer soliden Zelleinwucherung.“

Diese Angaben kann ich auf Grund meiner Beobachtungen nicht bestätigen. Eine solide Zelleinwucherung konnte ich niemals beobachten, denn im Bereiche einer langen, streifenförmigen Zone traten an den verschiedensten Stellen der Ektodermanlage Zellen in das Innere des Nahrungsdotters hinein. Es kam zwar vor, daß mehrere Zellen an ein und derselben Stelle aus dem ektodermalen Verbands ausschieden und nach dem Zentrum des Eies zu vordrängen, doch wanderten gleichzeitig auch an anderen Stellen der Eioberfläche noch Zellen in das Innere des Embryos hinein, so daß eine bestimmte Invaginationsstelle nicht nachweisbar war.

Die verschiedene Auffassung der Entodermbildung bei den Amphipoden hat zu manchen Kontroversen Veranlassung gegeben. PEREYASLAWZEWA (10) und ROSHSKAYA (11) behaupteten, daß sich die Blastodermzellen zu gleicher Zeit in tangentialer, als auch in radialer Richtung teilen. Das Entoderm entsteht lediglich aus den inneren Zellen, die beim ersten Teilungsmodus auftreten, indem sie sich tiefer in den Nahrungsdotter einsenken, ebenso wie einzelne Zellen, die von der Furchung zurückgeblieben sind.

Dieser Annahme hat BERGH (16) widersprechen können, ohne daß er sich eingehend mit der Keimblätterbildung bei *Gammarus* befaßte. Er sagt p. 237: „. . . will ich nicht unerwähnt lassen, daß es mir, nach dem, was ich gesehen habe, keineswegs wahrscheinlich ist, daß das Entoderm durch Zusammenlagerung ursprünglich zerstreuter Dotterzellen entstehe, wie PEREYASLAWZEWA und ROSISKAYA meinen, vielmehr entsteht dasselbe, wie ich glaube, durch Einwucherungen von Blastodermzellen an einer bestimmten Stelle, die also dem Blastoporus entsprechen dürfte.“

In ihrer zweiten Arbeit über *Sunamphithoë* kommt ROSISKAYA (13) zu der Erkenntnis, daß das Entoderm nicht nur infolge tangentialer Teilungen der Blastodermzellen entsteht, sondern daß auch einzelne Ektodermzellen sich aus dem Epithelverband lösen und in das Innere des Eies hineinwandern. Wie schon oben bemerkt, kommt bei *Gammarus locusta* eine direkte Entodermbildung durch Zellteilung des Ektoderms nicht vor.

Auch C. WAGNER (14) gibt keine genauen Zeichnungen, die die Entodermbildung betreffen. Sie sagt nur im Text, daß im Stadium der Entstehung des Entoderms einzelne Blastodermzellen sich in tangentialer Richtung teilen. Von den neu entstandenen Zellen haben einige das Bestreben, in das Innere des Nahrungsdotters hineinzuwandern, um sich dort vollständig mit Dotter anzufüllen.

Bei *Gammarus locusta* geht die Entodermbildung in der Weise vor sich, daß einzelne Zellen des lateral gelegenen Ektodermstreifens sich in radialer Richtung teilen. Die durch diese Zellvermehrung entstehende Spannung und Ueberfüllung im ektodermalen Zellkomplex veranlaßt einige der Zellen, in das Innere des Nahrungsdotters hineinzuwandern. Wir erhalten dann das Bild, wie es in Fig. 25 dargestellt ist. Die eine der Ektodermzellen steht gerade im Begriff, sich zu teilen, die daneben befindliche Zelle wandert in das Innere des Nahrungsdotters hinein. So wie überall, wo einzelne Zellen sich aus einem epithelialen Verband ablösen, sehen wir auch hier die betreffenden Zellen (*a* in Fig. 25) eine birnenförmige Gestalt annehmen. Ihre Kerne, die sich von den ektodermalen Zellkernen in keiner Weise unterscheiden, rücken nach dem Innern des Eies zu, und die Protoplasmamasse folgt nach. Noch deutlicher ist dieses Verhalten in der zweiten Zelle, *a'*, zu sehen, die ebenfalls aus dem Ektodermstreifen auswandert. Hier liegt der Kern fast vollständig am breiteren Rande der Zelle, während der größere Teil des Protoplasmas noch der Außenseite des Eies genähert ist. Eine einwandernde Entoderm-

zelle, die noch nicht so weit in den Nahrungsdotter eingedrungen ist, zeigt *a''*. Der Kern ruht in der Mitte der Zelle, welche noch zum größten Teil zwischen dem sie umschließenden Ektodermstreifen liegt und bis zur Oberfläche des Keimstreifens hinanreicht.

Das Aussehen der Zellen, die den Ektodermverband verlassen haben, zeigt Fig. 26. Hier sind 3 Zellen von ziemlich gleicher Größe vorhanden, die alle noch den spitzen Fortsatz tragen, der zuletzt zwischen den Ektodermzellen heraustretet. Zwei von diesen Zellen haben eine fast kugelige Gestalt angenommen, die dritte jedoch erscheint unregelmäßig geformt und ist im Begriff, weiter nach dem Zentrum zu in den Nahrungsdotter einzuwandern.

Die bisher betrachteten Entodermzellen waren größer als die übrigen Ektodermzellen. Dieser Umstand ist nicht als eine regelmäßige Erscheinung anzusehen, denn in anderen Fällen sind sie gleich groß, zuweilen sogar noch kleiner als die im Ektodermverband verbleibenden Elemente.

In Fig. 27 sehen wir eine derartige kleinere Zelle, *a'*, und eine den Ektodermzellen in Größe und Struktur genau gleichende, *a''*.

Auch ist es nicht immer der Fall, daß nur vereinzelt Zellen in das Innere hineinwuchern, es können mehrere nebeneinander liegende Zellen entweder gleichzeitig, oder doch die eine gleich nach der anderen in den Dotter eindringen. Ein solches Verhalten ist in den Figg. 29 und 30 angegeben; *a'* in Fig. 29 zeigt 2 Zellen, welche wohl dieselbe Ursprungsstelle zwischen denselben beiden Ektodermzellen haben. Während die eine schon vollständig aus dem Ektodermverbände ausgeschieden ist, steht die andere noch mit ihm im innigen Zusammenhange. Die Richtung des spitzen Ausläufers der ersten Zelle läßt darauf schließen, daß sie dort ihren Platz hatte, wo die zweite Zelle jetzt heraustritt. Etwas Aehnliches zeigt *a''* in Fig. 29 und 30. Ein Komplex von 2—3 Entodermzellen hat sich in der Weise angeordnet, daß ein Dreieck gebildet wird. Die eine Spitze kann längere Zeit zwischen 2 Ektodermzellen eingekeilt bleiben, endlich aber erfolgt immer eine vollständige Ablösung. In Fig. 29 ist die Auswanderung aus dem Ektodermstreifen bereits erfolgt, in Fig. 30 sehen wir die Zellgruppe aber noch mit dem Ektoderm verbunden.

In Fig. 30 ist eine Zelle, *a'*, dem Dorsalorgan dicht angelagert; sie ist ebenfalls aus dem Ektoderm in den Nahrungsdotter hineingewandert. Die Figur könnte den Anschein erwecken, als ob die Zelle aus dem Dorsalorgan selbst ausgeschieden sei, dies ist jedoch nicht zutreffend. Bei der Durchmusterung meiner sämtlichen Schnitt-

serien ist es mir niemals gelungen, das Auswandern von Entodermzellen aus dem Dorsalorgan nachzuweisen, ich kann also nur annehmen, daß die einwandernden Entodermzellen stets aus dem Ektoderm ausgeschieden werden.

In Fig. 31 ist ebenfalls eine Entodermzelle (dz') zu bemerken, die dem Dorsalorgan unmittelbar anliegt. Dieses ist jedoch durch eine feste Zellmembran von ihr getrennt, außerdem sieht man einen winzigen Zwischenraum zwischen Dorsalorgan und Entodermzelle. Auch diese, nebenbei bemerkt, mit Dotter angefüllte Zelle ist nicht aus dem Dorsalorgan entstanden, sondern stammt, wie alle anderen Entodermzellen, aus dem Ektoderm.

Diese Behauptung steht freilich im Widerspruch mit der Ansicht PEREYASLAWZEWA, welche anführt, daß auch aus dem Dorsalorgan Dotterzellen ausgeschieden werden. In ihren Zeichnungen ist aber dafür kein Beweis erbracht.

In Fig. 30 findet sich eine andere Zellgruppe, a'' , bestehend aus 3 Zellen, von denen die mittlere die größte ist. Aus der Gestalt dieser Zellreihe ist zu ersehen, daß die dorsale und mittlere Zelle ursprünglich nicht unmittelbar nebeneinander im Ektoderm lagen, sondern durch eine Epithelzelle getrennt waren. Erst nach dem Verlassen des Ektodermstreifens haben sie sich aneinander gelagert, wodurch die jetzige Gestalt jener Ansammlung entstanden ist.

Diese ersten aus dem Ektoderm auswandernden Zellen bleiben diesem nun nicht alle angelagert, sondern zum Teil begeben sie sich weiter in den Nahrungsdotter hinein. Diese Zellen sind dann nicht unterscheidbar von im Dotter zurückgebliebenen Blastomeren. Beider Schicksal ist das gleiche. In ihre Zellkörper dringt der Nahrungsdotter hinein, das Plasma verschwindet infolgedessen allmählich, zuletzt bleibt der Kern zurück. Dieser löst sich ebenfalls auf, indem er zerfällt, oder indem der Kontur undeutlich verschwimmt. Dieses Verhalten vieler der ersten Entodermzellen, die besser Dotterzellen genannt werden, da sie mit der eigentlichen Entodermbildung nichts zu tun haben, hat zu manchen Irrtümern, die von verschiedenen Autoren begangen wurden, Veranlassung gegeben. Die Forscher erkannten nicht, daß die Zellen aus dem Ektoderm entstehen, wie Fig. 35 deutlich zeigt, sondern meinten, daß sie im Innern des Dotters zurückgebliebene Zellen seien, die von der Eifurchung herkommen und durch irgendwelche Einwirkungen nicht als Blastodermzellen an die Oberfläche gerückt wären. Diese Zellen sollten dann, nachdem das Ektoderm längst

den größten Teil der Eioberfläche eingenommen hat, wieder nach der Peripherie zu rücken, um dort das Entoderm zu bilden, wie es hauptsächlich PEREYASLAWZEWA (10) behauptet.

ROSIISKAYA (11) gibt ein gleiches Verhalten dieser Zellen an, doch in ihrer späteren Arbeit (13) sieht sie, daß auch Zellen von dem Ektoderm sich absondern. Freilich hat sie nicht erkannt, daß dieser Vorgang nicht eine Folge tangential gerichteter Zellteilung ist, sondern daß er lediglich durch Einwanderung im Epithelverband steckender Ektodermzellen erfolgt. Diese eingewanderten Zellen sollen im Verein mit den im Dotter von der Furchung her zurückbehaltenen Zellen das eigentliche Entoderm bilden.

Ich möchte hier gleich noch bemerken, daß es, wie oben angedeutet wurde, wohl nicht unwahrscheinlich ist, daß vereinzelte Blastomeren nicht an die Oberfläche des Eies rücken, sondern im Innern des Nahrungsdotters zurückbehalten werden. Sie haben dieselbe Bedeutung, wie die ersten vom Ektoderm aus in das Innere hineingewanderten Zellen, nämlich den Dotter nach Art der Vitellophagen zu verarbeiten. Die im Innern des Nahrungsdotters liegenden Dotterzellen nehmen amöboide Form an, wie dies aus der Fig. 25 klar ersichtlich ist. Die Zelle *dz*, Fig. 31, zeigt keine eigentliche Membran mehr, die Ausläufer des Protoplasmas erstrecken sich zwischen die einzelnen Dotterkügelchen hinein und hören dort ganz unmerklich auf.

Das Plasma zerfällt immer mehr, so daß schließlich der Kern nur noch von einer ganz feinen, kaum sichtbaren Schicht umgeben ist. Doch auch innerhalb des Kernes sind inzwischen bemerkenswerte Veränderungen vor sich gegangen (Fig. 35 α , β , γ). In diesen 3 Figuren sind die einzelnen Stadien des allmählichen Verfalls des Kernes dargestellt. Der Kern ist noch deutlich als hellere Zone zu erkennen, die nach dem Plasma zu nicht mehr durch eine feste Membran abgeschlossen ist. Von dem Kerngerüst ist nur wenig zu erkennen. Es hat sich die ganze chromatophile Substanz im Zentrum zusammengeballt. In Fig. 35 α ist nur ein Einschnitt zu bemerken, der ein kleines Stückchen von dem Ganzen abteilt. Fig. 35 β zeigt den Kernzerfall schon etwas deutlicher. Die Trennung der einzelnen Massen ist schon weiter vorgeschritten, der Einschnitt ist schon bedeutend größer geworden. In Fig. 35 γ endlich sehen wir schon den gesamten Kern in mehrere kleine Stücke zerfallen. Die Einheit des Kernes ist nicht mehr vorhanden.

Derartige Bildungen finden sich eigentlich niemals in der Nähe der Oberfläche des Eies, wohl aber dem Zentrum genähert.

In manchen Schnitten kann man den ganzen Resorptionsvorgang der Kerne an benachbarten Zellen beobachten.

Die ersten aus dem Epithelverband des Ektoderms in den Dotter übergetretenen Zellen, die in der Nähe des äußeren Blattes liegen bleiben, und alle später auswandernden Elemente bilden das Entoderm. Die Ektodermzellen fahren fort, sich in radialer Richtung zu teilen und aus dem Epithelverband herauszutreten, aber sie wandern nicht tiefer in den Nahrungsdotter hinein, sondern legen sich dicht an den Ektodermstreifen an und nehmen eine längliche Gestalt an. Sie beginnen nun sofort, sich mit großer Lebhaftigkeit zu teilen. Man hat öfter Gelegenheit zu beobachten, daß fast alle auf einem Schnitte befindlichen Entodermzellen im Zustande der Kernteilung sich befinden; Fig. 28 ist ein geeignetes Demonstrationsobjekt. Auf dem abgebildeten Halbkreise, der ungefähr der Mitte des Eies entnommen ist, sind 8 Entodermzellen zu bemerken, von denen nicht weniger als 5 karyokinetische Figuren aufweisen. Es ist nun nicht nötig, daß alle Spindeln nach derselben Richtung zeigen, vielmehr sehen wir, daß sie regellos angeordnet sind. Die Entodermzellen teilen sich also nicht etwa nur in radialer Richtung, wie das Ektoderm, sondern auch in tangentialer und zum Radius in allen beliebigen Winkeln stehenden Richtungen. Fig. 36 zeigt einen solchen Fall. Die 3 Kernteilungsfiguren sind nach 3 verschiedenen Richtungen orientiert.

Die Figg. 32—35 sind einer frontalen Längsschnittserie entnommen, die durch ein Ei mit schon ziemlich weit entwickeltem Keimstreifen ausgeführt wurde. Wir ersehen aus ihnen das Verhalten des Ektoderms zu dem Entoderm. In dem Schnitt, den Fig. 32 darstellt, bemerken wir außer dem ventralen Ende des schon recht weit entwickelten Dorsalorgans (*dc*) nur Ektoderm, sowie einige Dotterzellen. Das Ektoderm zeigt lateral zwei Verdickungen, entsprechend der Kopfanlage + Leberregion. Zwischen den beiden Verdickungen flachen sich die Ektodermstreifen allmählich ab. Die Verdickungen selbst bestehen aus nur einer Zellreihe, die sich aus hohen, cylinderförmigen Elementen zusammensetzt. Dasselbe Verhalten der verdickten Ektodermanlage sehen wir auch auf den 3 anderen Schnitten, Fig. 33—35. Frontale Längsschnitte lehren, daß das Entoderm auf diesem Stadium in zwei Streifen angelegt wird, die quer über das Ei verlaufen und auf dem in Fig. 33 abgebildeten Stadium sich etwa über $\frac{2}{3}$ des halben Eiumfanges erstrecken. Die Entodermstreifen verlaufen nicht parallel, sondern konvergieren nach der Ventralseite zu, um

sich füglich an einer bestimmten Stelle zu vereinigen. Die Stelle, an der die beiden Entodermstreifen zusammentreten, liegt annähernd in der mittelsten Transversalebene in der Ventralhälfte des Embryos.

Dieses Verhalten der beiden Entodermstreifen hat auch BERGH (16) beobachtet. Er kam, da er sich nur nebenbei mit der Keimblätterentwicklung beschäftigte, zu der Annahme, daß diese Vereinigungsstelle dem Blastoporus entsprechen würde. Wenn diese Annahme richtig wäre, so müßte von hier aus die gesamte Entodermbildung vor sich gehen. Dieses widerspricht aber den Tatsachen, denn im ganzen Verlaufe der beiden Entodermstreifen kann man Ektodermzellen auswandern und zu Entodermzellen sich umwandeln sehen.

Die beiden Entodermstreifen sind zumeist ziemlich gleichmäßig stark ausgebildet (Fig. 34), doch eilt zuweilen auch einer in der Entwicklung voran (Fig. 35).

4. Der parallel zur Längsachse gelegene Keimstreifen.

Wenn das Ektodermepithel die Eioberfläche vollständig bedeckt, hört die Einwanderung von Ektodermzellen in den Dotter auf. Gleichzeitig mit der Ausbreitung des Ektoderms über die ganze Peripherie des Embryos ist die Drehung des Keimstreifens vor sich gegangen. Von der lateralen Seite aus, auf welcher der Keimstreifen ursprünglich lag, hat er sich um 90° bis in die Längslage des Eies gedreht. Es ist dies ein Verhalten der Gammarideneier, auf welches BERGH (16) zuerst hingewiesen hat.

Nachdem der Keimstreif seine endgültige Lage erreicht hat, erscheint auch das Ei allseitig vom Ektodermepithel bedeckt. Auf der Dorsalseite besteht dieses mehr aus flachen, lang ausgestreckten Zellen, während man auf der ventralen Seite des Embryos etwas höhere, kubische und selbst cylindrische Elemente antrifft. In dem Querschnitt Fig. 43 ist deutlich der Unterschied zwischen den beiden Regionen und dem allmählichen Uebergang einer Zellform in die andere zu erkennen. Wenn sich zwischen einzelnen Zellen dieses Schnittes Lückenräume befinden, so sind das keine normalen Bildungen, sondern Kunstprodukte. Im allgemeinen bildet das Ektoderm einen festen, geschlossenen Epithelverband, der an keiner Stelle unterbrochen ist, nur das Dorsalorgan ist in ihm eingesenkt.

Im späteren Verlaufe der Entwicklung bildet das Ektoderm Einbuchtungen und Ausstülpungen, aus denen verschiedene Organe

entstehen. Auf den früheren Stadien ist von derartigen Bildungen noch nichts zu bemerken. In älteren Stadien ändert sich der histologische Charakter des Ektoderms insofern ein wenig, als bei reichlicher Vermehrung der Zellen auf der Ventralseite des Embryos ein fast typisches Cylinderepithel zur Entwicklung gelangt. Nach der Dorsalseite des Eies zu flacht sich das Ektoderm etwas ab, und es besteht dann in der Nähe des Dorsalorgans sogar aus einem typischen Plattenepithel (Fig. 43, 45—48).

Wie schon etwas früher kurz angedeutet wurde, legt sich, bald nach dem ersten Eintreten der Ektodermzellen in den Nahrungsdotter, das eigentliche Entoderm an. Es ist dieser Vorgang auf dem Entwicklungsstadium zu beobachten, wo der Keimstreifen seine Drehung schon begonnen, aber noch nicht vollendet hat. Die Anlage des Entoderms haben wir oben als zwei auf einer Seite dicht unter dem Entoderm quer über die Mitte des Eies verlaufende Zellstreifen kennen gelernt. Entsprechend der Drehung des gesamten Keimstreifens erhalten auch die Entodermstreifen, indem sie sich der Ventralseite allmählich nähern, zunächst eine schräge Stellung. Die Drehung des Keimstreifens schreitet weiter fort, und füglich liegt auch das Entoderm ventral. Die Entodermbildung erfährt während dieser Lageveränderung keine Unterbrechung, sondern es wachsen die beiden Streifen bedeutend an Umfang, indem ihre Zellen sich rege vermehren.

Die Folge dieser Vorgänge ist die Bildung der provisorischen Leberschläuche, wie sie schon von früheren Autoren beschrieben worden ist. Die beiden Entodermstreifen, welche vom aboralen Pol ventral rechts und links neben dem Ektoderm bis zum oralen Pol des Eies sich erstrecken, zeigen das Bestreben, mit ihren beiden freien, ventral und dorsal gelegenen Rändern in den Dotter hineinzuwachsen und einen Teil desselben zu umgreifen. Es entstehen dadurch zwei röhrenförmige Gebilde, die jedoch noch nicht überall vollständig geschlossen sind. Am aboralen Pol bemerkt man nur eine Zellplatte; weiter nach vorn trifft man die geschlossene Röhre (Fig. 40), die jedoch sehr bald in eine Rinne sich umgestaltet (Fig. 41). Zunächst besteht diese im Querschnitt aus ziemlich zahlreichen Zellen. Weiterhin, nach dem oralen Pol des Eies zu, nimmt ihre Zahl bedeutend ab. Die Rinne bleibt vorläufig noch etwas bestehen (Fig. 42), um dann schließlich nur eine seichte, dellenförmige Vertiefung zu bilden und endlich in zwei flache Entodermstreifen auszulaufen, wie wir sie in Fig. 43 antreffen. In

dieser Körperregion ist überhaupt die Entodermbildung ziemlich im Rückstand, nur einzelne, dem Ektoderm aufgelagerte flache Zellen machen sich bemerkbar.

Das Entoderm besteht auf den in Fig. 40—42 abgebildeten Schnitten aus kubischen und cylinderförmigen Zellen, die sich, je näher sie dem oralen Pole gelegen sind, mehr und mehr abflachen, so daß wir schließlich ziemlich flache, längliche Zellen beobachten können (Fig. 43). Im Innern des Nahrungsdotters finden wir immer noch einige Dotterzellen, die verschieden vorgeschrittene Stadien des Zerfalls aufweisen.

Zu erwähnen ist noch, daß die provisorischen Leberschläuche, entsprechend den beiden Entodermstreifen, von Anfang an paarig angelegt werden und sich symmetrisch auf beiden Längsseiten des Embryos, parallel zur Längsachse, ausbreiten. Zwischen beiden Leberschläuchen läßt sich immer noch eine feine Verbindung aus kleinen, länglichen Entodermzellen nachweisen.

Die provisorischen Leberschläuche haben in der eben beschriebenen Form nur transitorische Bedeutung, denn es entwickeln sich aus ihnen die definitiven Leberschläuche und der Mitteldarm des ausgebildeten Tieres.

Im weiteren Verlaufe der Entwicklung werden die provisorischen Leberschläuche mehr und mehr rückgebildet, und zwar beginnt dieser Prozeß auf der ventralen Seite der Schläuche. Die ventralen, in das Innere des Dotters hineinragenden Enden der Rinne verschwinden mehr und mehr; sie verschmelzen mit der ventralen, entodermalen Verbindungszone, die zwischen den beiden Leberschläuchen sich ausdehnt. Gleichzeitig verdickt sich diese entodermale Verbindungsschicht, indem die Zellen kubisch und cylindrisch werden, ihre einschichtige Anordnung aber bewahren. Die dorsal gelegenen Seiten der Rinnen bleiben vorläufig noch bestehen. Durch diesen Vorgang erklärt sich der in Fig. 44 abgebildete Halbschnitt eines Querschnittes, der ungefähr durch die Mitte des Eies geführt wurde. Das Entoderm bildet auf diesem Schnitt eine weite, große Rinne, die fast die ganze ventrale Hälfte des Eies einnimmt und deren Dorsalränder nach innen zu sich einkrümmen.

Infolge der außerordentlichen Schwierigkeit, die Eier vollkommen genau im Paraffin zu orientieren, ist dieser Schnitt leider nicht ganz senkrecht zur Längsachse des Eies geführt worden; doch wird durch diese etwas schräge Orientierung das Bild in

keiner Weise gestört oder die Deutung unsicher. Die Lücken im Ektoderm sind nur als Kunstprodukte aufzufassen.

Einzelne Entodermzellen haben auf diesem Stadium schon kleine Dotterkügelchen aufgenommen. Wie wir später noch sehen werden, füllen sie sich im weiteren Entwicklungsverlaufe fast vollständig damit an. Die Gestalt der einzelnen Zellen ist prismatisch, nur nach der ventralen Mitte zu erscheinen sie ein wenig abgeflachter, ein Verhalten, welches fast durch die ganze Länge der Entodermanlage auf diesem Stadium beobachtet werden kann.

Der Dotter zeigt die Neigung, die einzelnen Dotterkügelchen zu größeren Dotterballen zusammentreten zu lassen.

Ein weiteres Entwicklungsstadium des Embryos zeigen uns die Figg. 45 und 46. Beides sind Querschnitte durch dasselbe Ei, es ist nur die rechte Hälfte und die Medianregion dieser Schnitte abgebildet worden. Das Entoderm ist weiter nach der Dorsalseite zu gewachsen, hat sich dem Dorsalorgan bereits stark genähert, ohne es aber noch ganz zu erreichen. Daher bildet es noch kein vollkommen geschlossenes Epithel um den Dotter, sondern dieser grenzt dorsal noch unmittelbar an das Ektoderm und das Dorsalorgan. Fig. 45 ist dem vorderen Teile des Embryos entnommen, Fig. 46 dagegen entspricht einem Schnitte, welcher ungefähr 80 μ mehr nach der Mitte zu geführt wurde. Auf dem ersten Schnitte sehen wir noch ungefähr in der Mitte zwischen der ventralen Mittellinie und dem oberen Ende des Entoderms eine Verdickung des inneren Blattes. Sie entspricht der Stelle, an welcher das ventrale Ende des rechten provisorischen Leberschlauches in den Dotter hineinragte. Zwischen dieser Verdickung des Entoderms, in deren Bereich die Entodermzellen zweischichtig angeordnet erscheinen, und dem Dorsalrand des Entoderms fallen 2 Zellen dadurch auf, daß sie ziemlich große Dottermassen in sich aufgenommen haben. In Fig. 46 ist ein derartiges Verhalten des Entoderms in dieser Region nicht nachzuweisen. Wohl aber sind auf beiden Schnitten die mit Dotter angefüllten Entodermzellen auf der Ventralseite vorhanden. Ihre Zahl hat auf dem zweiten Schnitte sogar zugenommen.

Die Gestalt der Entodermzellen ist die gleiche wie auf dem vorher beschriebenen Stadium; bedeutende Größenunterschiede sind nur an den Zellen wahrzunehmen, die Dotterkügelchen aufgenommen haben. Diese sind dann doppelt, teilweise sogar dreimal so groß wie die übrigen Entodermzellen. In beiden Figuren finden wir

übrigens eine im Nahrungsdotter eingesenkte Dotterzelle mit stark reduziertem Protoplasma.

Ein weiteres Entwicklungsstadium zeigen Figg. 47 und 48. Das Abdomen des Embryos ist schon deutlich abgesetzt; die Extremitäten, die, weil für unsere Untersuchungen nicht von Belang, in den Zeichnungen nur angedeutet wurden, sind schon fast vollständig angelegt, und die Bauchganglienkeite hat schon einen ziemlich beträchtlichen Umfang angenommen. Einzelne Mesodermzellen umgeben das Entodermrohr.

Das Entoderm hat sich auf der Dorsalseite vollständig geschlossen und den gesamten Dotter völlig umwachsen. Von der ursprünglichen Anlage der provisorischen Leberschläuche ist nichts mehr zu beobachten. Fig. 47 ist dem vorderen Körperteil näher gelegen als der Schnitt Fig. 48, der von der ersten Abbildung ungefähr 40 μ entfernt ist.

Auf beiden Schnitten sehen wir die einzelnen Entodermzellen zum größten Teil mit kolossalen Dottermassen angefüllt. In Fig. 47 sind die Seitenteile des Ektodermrohres noch gänzlich frei von Dotter. In Fig. 48 sind zwar auch noch dotterfreie Zellen lateral zu erkennen, doch hat ihre Zahl beträchtlich abgenommen. In Schnitten, die dem oralen Pol mehr genähert sind (Fig. 47), findet man dagegen auf der ventralen Seite die reich mit Dotter beladenen Entodermzellen stellenweise in zwei Schichten übereinander gelagert. Auf welche Weise übrigens die Entodermzellen mit Dotter angefüllt werden, ist weiter unten beschrieben.

Auch auf diesem Stadium erblickt man noch ab und zu im Nahrungsdotter eingesenkte Zellen, die zur Assimilation des Dotters beitragen.

Mit diesem Stadium ist die Bildung des inneren Keimblattes abgeschlossen. Durch Faltung und Lostrennung einzelner Entodermpartien entstehen in den folgenden Embryonalstadien die definitiven Leberschläuche, sowie der Mitteldarm.

Im Anschluß an die Darstellung der Entwicklung des Entoderms sei noch mit einigen Worten der Dotteraufnahme durch die Entodermzellen besonders gedacht.

In Fig. 50 ist der Beginn der Dotteraufnahme dargestellt. Wir sehen 3 Entodermzellen, in denen sich größere Dottermassen befinden. Der Verlauf der Auflösung des Dotters ist folgender: Zuerst lagert sich eine Entodermzelle an einen Dotterballen auf

einer Seite an. Es beginnt dann ein allmähliches Umfließen dieses Dotters durch das Zellplasma. Ist dieses vollendet, so wird der nun im Innern der Zelle liegende Dotterballen von pseudopodienähnlichen Fortsätzen des peripher liegenden Protoplasmas durchgesetzt. Der erste Vorgang ist in dieser Figur nicht ersichtlich. Dagegen finden wir aber 2 Zellen, die je einen Dotterballen umflossen haben; die noch ganz peripher liegenden Kerne sind auf den Nachbarschnitten zu sehen. Die dritte Zelle ist schon mit der Spaltung des Dotters beschäftigt. Es ist eine Trennung desselben in 4 Teile eingetreten, zwischen denen der Kern gelegen ist, der sich seiner Umgebung anpassen mußte und infolgedessen seine ursprüngliche, kugelige Gestalt veränderte. Die Zwischenräume zwischen den einzelnen Zellen in dieser Abbildung sind wohl als Kunstprodukte aufzufassen, denn die einzelnen Entodermzellen hängen stets miteinander zusammen.

Ein etwas anderes Bild gewährt uns Fig. 49. In Fig. 45 sahen wir in der Nähe der in den Dotter hineinragenden Entodermstreifen 2 mit Nahrungsdotter erfüllte Zellen, die in Fig. 49 bei starker Vergrößerung gezeichnet worden sind. Die dorsale und auf diesem Schnitte größer erscheinende Zelle zeigt nur im Innern außer 2 kleinen Dotterkügelchen noch eine große, kompakte Dottermasse, in welche das Protoplasma 3 feine Ausläufer hineinsendet. Es wird auf diese Weise, wenn die Ausläufer sich im Innern des Dotters begegnen, dieses in kleine Kügelchen zerteilt, die leichter vom Protoplasma resorbiert werden können. In diesem Verfahren ist die kleiner erscheinende zweite Zelle schon weiter fortgeschritten. Es ist ihr gelungen, 2 Dotterkügelchen vollständig von der großen Masse loszutrennen. Ein dritter Ausläufer des Protoplasmas ist ebenfalls in den Dotter hineingedrungen. Die Kerne liegen in beiden Zellen dem Dotter dicht an.

Die Aufnahme des Nahrungsdotters geht nicht überall in der gleich lebhaften Weise vor sich. Einzelne Dotterschollen werden wohl überall resorbiert, aber im umfangreichsten Maße geht dieser Prozeß an der ventralen Seite und, wenn auch nicht mit der ganz gleichen Lebhaftigkeit, auf der dorsalen vor sich.

Ein anderes Bild der Dotterverarbeitung innerhalb der Entodermzellen gewährt uns Fig. 51. Es entspricht diese Zeichnung dem ventralen Teil des Entodermrohres in Fig. 47. Die Zellen sind der Partie entnommen, wo das Entodermrohr aus zwei übereinander liegenden Schichten von dotterhaltigen Zellen besteht. Die

Zerteilung des Dotters in kleine Kügelchen geht in den einzelnen Zellen wohl nach denselben Prinzipien wie in den vorhin erwähnten Entodermzellen vor sich. Die einzelnen Dottermassen zerfallen nämlich teils in größere, teils in kleinere Kügelchen. Nicht immer bleiben aber die dotteraufnehmenden Entodermzellen einzeln und bis zu einem gewissen Grade isoliert, sondern 2 und auch 3 vereinigen sich zur Bewältigung einer großen Dotterscholle. So erscheinen neben einzelnen riesig vergrößerten Zellen Gruppen von mehreren Entodermelementen (Fig. 51 t), die eine größere Dottermenge umflossen haben.

Nachdem das Ektoderm schon längst das ganze Ei als einschichtiges Deckepithel umgeben hat und die Anlage der Extremitäten als papillenförmige Erhebungen zu erkennen sind, beginnt die Bildung der Bauchganglienkeite. In derselben sind verschieden geformte Kerne wahrzunehmen; teils erscheinen sie länglich oder bohnenförmig und ziemlich groß, teils zeigen sie kleine, kreisrunde Gestalt. Einige recht instruktive Schnitte, die gerade die Entstehung dieses Organs erkennen lassen, sind in den Figg. 53 und 54 abgebildet worden. Sie erklären uns den Bildungsvorgang, den man auf allen derartigen Stadien nachzuweisen Gelegenheit hat, vollständig. Fig. 53 entstammt einem Schnitte durch die Mitte des Embryos. In dem Zwischenraum, der vom Ekto- und Entoderm gebildet wird, liegen zerstreut einzelne Mesodermzellen. In der ventralen Medianzone der Ektodermanlage finden wir die Ursprungsstelle der Bauchganglienkeite. Wie fast überall bei den Arthropoden, so sehen wir auch hier 2 Medullarwülste, dazwischen den Mittelstrang. Auf der rechten Seite der Abbildung finden wir eine typische Kernteilung. Die beiden Tochterplatten sind bereits gebildet, aber noch ziemlich dicht aneinander gelagert. Es war leider nicht möglich, die einzelnen chromatischen Elemente zu zählen, obwohl die U-förmige Schleifenbildung teilweise recht deutlich zu erkennen war. Ein noch schöneres Bild einer schon weiter vorgeschrittenen Teilung zeigt uns Fig. 54. Der dorsale Teil des Plasmas dieser in Teilung begriffenen Zelle hat bei der Tinktion eine etwas dunklere Färbung angenommen. Die Kernspindeln, die aus den großen Kernen der ventralen Ektodermzellen entstehen, stehen senkrecht oder doch nahezu senkrecht zur Oberfläche, und die Tochterplatten rücken in der Weise auseinander, daß 2 übereinander gelagerte Kerne entstehen und das Ektoderm

zwei- und mehrschichtig wird. Es schien mir, daß fast stets die dorsalwärts sich verschiebenden Kerne und Zellen kleiner waren als die ventral und peripher gelegenen, doch gleicht sich später dieser Größenunterschied teilweise, wenn auch nicht vollkommen, wieder aus. Einzelne der dorsalen Kerne der Anlage des Bauchmarks besitzen aber eine bedeutendere Größe und gleichen fast durchaus den oberflächlichen ventralen. Ich glaube, daß auf diese beiden Zellarten die großen und kleinen Zellelemente zurückzuführen sind, die im Bauchmark entwickelterer Stadien vorkommen.

In Fig. 57 und 58 sehen wir solche größeren Zellen, die aus dem festen Ektodermverbande dorsalwärts gerückt sind.

Wie schon oben angedeutet wurde, bilden die beiden streifenförmigen Verdickungen des Ektoderms, von denen jede rechts und links neben der ventralen Medianlinie fast durch die ganze Embryonalanlage sich hinzieht, die beiden Primitivwülste. An den Stellen, an welchen später die Bauchganglienzellen liegen, erscheinen die Streifen sehr frühzeitig knopfförmig verdickt. Die Entwicklung sowohl der Ganglienknoten wie auch der Primitivwülste schreitet vorn schneller vor als am hinteren Embryonalende, so daß an diesem stets noch jüngere Ausbildungsstufen angetroffen werden können. Der die Primitivwülste verbindende Mittelstrang ist nicht überall gleich breit, teilweise sind die ihn bildenden Zellen ganz flach ausge dehnt, so daß nur eine schmale Brücke zwischen den beiden Wülsten besteht, teilweise sind die ihn zusammensetzenden Zellelemente jedoch ziemlich hoch, fast cylinderförmig. An den Stellen, wo Ganglien entstehen, stülpt er sich tief, rinnenförmig, ein und stellt eine Verbindung zwischen dem rechten und linken Teil des Ganglienpaares dar (Fig. 56). In dieser Figur sind auch noch deutlich die Zellgrenzen der ursprünglichen Ektodermzellen des Mittelstranges zu sehen, die auf anderen Schnitten (Fig. 47 und 55) vollständig geschwunden sind.

Auch das Mesoderm entwickelt sich erst in einem verhältnismäßig späten Stadium der Embryonalanlage, nämlich dann, wenn die provisorischen Leberschläuche schon längst angelegt sind, das Entoderm also einen hohen Grad der Entwicklung bereits erreicht hat. Es tritt niemals auf, bevor das Ektoderm die zur Extremitätenbildung führenden Ausstülpungen aussendet, wohl aber erscheint es gleichzeitig mit diesen, oder doch kurz darauf. Sein Erscheinen fällt ungefähr mit dem Auftreten der Bauchganglien-

kette zusammen. Im vorderen Teile des Embryos entwickelt sich zuerst das Nervensystem, während im hinteren Körperabschnitt die Mesodermbildung voraneilt. Ebenso, wie die Banchganglien-kette, nimmt das Mesoderm seinen Ursprung in der Nähe der ventralen Mittellinie des Embryos. Zu beiden Seiten dieser Stelle entstehen symmetrisch die Mesodermelemente, wie wir das in Fig. 58 und 59 sehen können. Von Anfang an zeigen sie das Bestreben, zwischen Ekto- und Entoderm dorsalwärts zu wandern, indem sie auf diesem Wege eine einschichtige Zellplatte bilden oder aber auch an manchen Stellen Verdickungen entstehen lassen, die meistens in der lateralen Mitte des Embryos gelegen sind, wie wir sie in den Figg. 46, 48 und 52 wahrnehmen können.

Ein ziemlich frühes Entwicklungsstadium des Mesoderms zeigen uns die Figg. 57—59. Da die Mesodermbildung von hinten nach vorn zu vorschreitet, so findet sich auf Querschnitten, welche durch verschiedene Regionen des Körpers geführt sind, das Mesoderm auf verschiedenen Entwicklungsstufen. In Fig. 45 z. B. sind nur wenige Mesodermelemente zu bemerken, die alle mehr oder weniger der ventralen Mittellinie genähert erscheinen, während sie in Fig. 46 schon bis zur dorsalen Mittellinie vorgedrungen sind, und zwar erstrecken sie sich nach dort hin in Form eines zusammenhängenden Streifens. Dieser besteht aus einzelnen aneinander gelagerten Zellen, die stellenweise zweischichtig angeordnet erscheinen. Teilweise haben sich die Mesodermzellen dem Entoderm fest angelegt, teilweise liegen sie in der Mitte der primären Leibeshöhle zwischen beiden Keimblättern. Alle Zellen zeigen gleiche histologische Beschaffenheit, und auch ihre Größe stimmt so ziemlich überein.

Nicht vollständig sicher konnte ich die Frage entscheiden, ob das Mesoderm lediglich in der ventralen Mittelzone entsteht; es scheint vielmehr, daß auch an anderen Körperstellen Mesoderm durch Auswandern von Ektodermzellen gebildet werden kann. Vor allem glaubte ich diesen Bildungsmodus in den Extremitätenanlagen beobachten zu können. Fig. 60 und 61 scheinen mir darauf hinzudeuten, daß an den Stellen, an denen bereits die Kerne in zwei Schichten übereinander liegen, später eine Auswanderung erfolgen dürfte.

In dem folgenden Stadium finden wir das Mesoderm bedeutend weiter entwickelt. Die Zellen haben sich stark vermehrt. Diese Vermehrung erklärt sich einerseits aus Teilung der in oben be-

schriebener Weise gebildeten ersten Mesodermzellen, und Teilungsspindeln sind in diesen leicht zu beobachten; andererseits kommt allem Anschein nach auch Einwanderung von neuen Zellen aus dem Ektoderm vor. Wenigstens lassen Befunde, welche ich an einigen Stellen des Ektoderms machte, sich in diesem Sinne verwerten (Fig. 60 und 61).

Die oben erwähnten Figg. 57—59 zeigen deutlich die Ablösung der Mesodermelemente aus der ventralen Mittelzone des Ektoderms. Wenn auch nicht auf allen Schnitten in gleich deutlicher Weise, so ist doch in Fig. 57 klar zu sehen, daß das Mesoderm eine paarige Ursprungsstelle hat. Rechts und links vom Mittelstreifen, da, wo dieser in die Primitivwülste übergeht, lösen sich die Mesodermzellen ab, und zwar in so reicher Zahl, daß sie zu langen, seitlich und dorsalwärts sich erstreckenden Ketten verbunden erscheinen. Ich habe aber allerdings nicht volle Gewißheit erlangen können, ob nicht auch noch weiter seitlich aus dem Bereiche der Primitivwülste selbst Mesenchymelemente sich abtrennen. In manchen Fällen schien mir das aber tatsächlich vorzukommen, und es waren dann stets nur die kleinkernigen dorsalen Zellen der Ektodermverdickung, die in die primäre Leibeshöhle einwanderten. Weiter vorn (Fig. 44) treffen wir nur wenige freie Mesodermzellen, die wohl von hinten nach vorn gewandert sind. Ihrer Gestalt nach unterscheiden sie sich von ihren Mutterzellen, den Ektodermzellen, insofern, als sie spindelförmig erscheinen, während letztere cylindrisch sind.

Am weitesten ist in Fig. 47 und 48 das Mesoderm auf der Ventralhälfte des Embryos ausgebildet. Auch hier ist wieder die Beobachtung zu machen, daß am vordersten Körperende die Mesodermbildung zurückbleibt. In Fig. 47 sind verhältnismäßig wenig Mesodermzellen zu bemerken, während auf dem Schnitte, den Fig. 48 wiedergibt, eine ganz bedeutende Anzahl dieser Zellen zu erblicken ist. Das Mesoderm zieht sich fast bis zum Dorsalorgan hinauf und bildet ungefähr in der Mitte dieser Strecke mehrschichtige Zellansammlungen. Eine dieser Verdickungen, und zwar die rechte, zeigt Fig. 52 bei stärkerer Vergrößerung. Von dieser Zellgruppe aus setzt sich der Mesodermstreifen nach der Dorsalseite zu fort. Wie wir aus Fig. 48 ersehen können, hat sich eine Zelle dorsal bis zur Medianebene vorgeschoben. Ganz so weit sind die Mesodermzellen auf der linken Hälfte des Embryos noch nicht vorgedrungen. Es ist aber möglich, daß diese Erscheinung

so zu erklären ist, daß der Schnitt nicht genau senkrecht zur Längsachse geführt worden ist, denn auf den benachbarten, weiter nach hinten zu folgenden Schnitten ist das Mesoderm auf beiden Seiten dorsal neben der Mittellinie zu erkennen. Eine größere Ansammlung von Mesodermzellen liegt stets in der Nähe der Mitte beider Mesodermstreifen, also etwa dort, wo die durch die Hauptachse gelegte Frontalebene die Seitenteile des Embryos schneidet.

Rostock, den 13. Juli 1903.

Literaturverzeichnis.

- 1) H. RATHKE, Zur Morphologie. Reisebemerkungen aus Taurien, 1837.
- 2) G. MEISSNER, Beobachtungen über das Eindringen der Samenelemente in den Dotter. Zeitschr. f. wiss. Zool., Bd. VI.
- 3) A. DE LA VALETTE ST. GEORGE, Studien über die Entwicklung der Amphipoden. Abhandl. d. Naturhist. Gesellsch. zu Halle, Bd. V, 1860.
- 4) FRITZ MÜLLER, Für DARWIN, Leipzig 1864.
- 5) A. DOHRN, Studien zur Embryologie der Arthropoden. Habilitationsschrift, 1868.
- 6) E. VAN BENEDEN und E. BESSELS, Mémoire sur la formation du blastoderme chez les Amphipodes, les Lernéens et les Copépodes. Mémoires couronnés Acad. Belgique, T. XXXIV, 1870.
- 7) E. BESSELS, Einige Worte über die Entwicklungsgeschichte und den morphologischen Wert des kugelförmigen Organs der Amphipoden. Jen. Zeitschr. f. Medizin und Naturwissensch., Bd. V, 1870.
- 8) A. DOHRN, Die Ueberreste des Zoëa-Stadiums in der ontogenetischen Entwicklung der verschiedenen Crustaceen-Familien. Jen. Zeitschr. f. Medizin und Naturwissensch., Bd. V, 1870.
- 9) B. ULIANIN, Zur Entwicklungsgeschichte der Amphipoden. Zeitschr. f. wiss. Zoologie, Bd. XXXV, 1881.
- 10) SOPHIE PEREYASLAWZEWA et MARIE ROSIISKAYA, Études sur le développement des Amphipodes. I. Teil: PEREYASLAWZEWA, Le développement de *Gammarus poecilurus*, RTHK. Bull. Soc. Imp. Natur. Moscou, 1888, (Nouv. Sér.) T. II, p. 183 ff.
- 11) Desselben Werkes II. Teil: M. ROSIISKAYA, Le développement d'*Orchestia littorea* SPENCE BATE. Ibid. p. 561 ff.
- 12) Desselben Werkes III. Teil: PEREYASLAWZEWA, Le développement de *Caprella ferox* CHRNW. Ibid. p. 582 ff.
- 13) Desselben Werkes IV. Teil: ROSIISKAYA - KOSCHEWNIKOWA, Développement de la *Sunamphithoë valida* CZERNIAVSKI, et de l'*Amphithoë picta* RATHKE. Ibid. 1890, (Nouv. Sér.) T. IV, p. 82 ff.
- 14) Desselben Werkes V. Teil: C. WAGNER, Développement de la *Melita palmata*. Ibid. p. 401 ff.
- 15) A. DELLA VALLE, *Gammarini del Golfo di Napoli*. Fauna und Flora des Golfes von Neapel, Bd. XX, 1893.

- 16) R. S. BERGH, Beiträge zur Embryologie der Crustaceen. II. Die Drehung des Keimstreifens und die Stellung des Dorsalorgans bei *Gammarus pulex*. Zoolog. Jahrbücher, Abt. f. Anatomie, Bd. VII, 1894.
 - 17) KORSCHULT und HEIDER, Lehrbuch der vergleichenden Entwicklungsgeschichte der wirbellosen Tiere. Spezieller Teil. 2. Heft, 1892.
 - 18) ROSIISKAYA-KOSCHEWNIKOWA, Étude sur le développement du *Gammarus pulex*. Bull. Soc. Impér. Natur. Moscou, 1896.
 - 19) LANGENBECK, CLARA, Formation of the germ layers in the Amphipod *Microdeutopus gryllotalpa* COSTA. Journ. Morph., Boston, Vol. XIV.
-

Erklärung der Abbildungen.

Buchstabenbezeichnungen.

<p><i>a', a''</i> etc. im Stadium der Einwanderung sich befindende Zellen.</p> <p><i>b</i> Anlage der Bauchganglienkeette.</p> <p><i>blz</i> Blastodermzellen.</p> <p><i>d</i> Dotter.</p> <p><i>do</i> Dorsalorgan.</p> <p><i>dz</i> Dotterzellen.</p> <p><i>ec</i> Ektoderm.</p> <p><i>en</i> Entoderm.</p> <p><i>een</i> einwandernde Entodermzellen.</p>	<p><i>g</i> Ganglion.</p> <p><i>m</i> Mesoderm.</p> <p><i>n</i> Kern.</p> <p><i>nc</i> Nucleolus.</p> <p><i>ndz</i> übrig gebliebene Kerne von Dotterzellen.</p> <p><i>pe</i> Plattenepithel.</p> <p><i>prl</i> provisorischer Leberschlauch.</p> <p><i>s</i> Sekret.</p> <p><i>t</i> Dotter aufnehmende Entodermzellen.</p>
--	--

Sämtliche Zeichnungen wurden mit dem Zeißschen Zeichenapparate entworfen. Bei den Untersuchungen wurde ein Seibert-sches Mikroskop benutzt. Tubuslänge 170 mm.

Tafel XIII.

- Fig. 1. Totalpräparat. Befruchtetes Ei. Vergr. 100 : 1.
- Fig. 2. Totalpräparat. 2-zelliges Stadium. Vergr. 100 : 1.
- Fig. 3. Totalpräparat. 4-zelliges Stadium. Vergr. 71 : 1.
- Fig. 4. Querschnitt durch ein 4-zelliges Stadium. Vergr. 100 : 1.
- Fig. 5. Eine Blastomere des 4-zelligen Stadiums. Protoplasma umfließt sämtliche Dotterkugeln und bildet eine Randschicht. Vergr. 230 : 1.
- Fig. 6. Eine andere Blastomere eines 4-zelligen Stadiums. Kernteilung ist schon vor sich gegangen. Ungleiche Teilung des Protoplasmas. Vergr. 171 : 1.
- Fig. 7. Totalpräparat. 8-zelliges Stadium. Ventralansicht. Vergr. 100 : 1.
- Fig. 8. Dasselbe Ei. Dorsalansicht. Vergr. 100 : 1.
- Fig. 9. Totalpräparat. 14-zelliges Stadium. Ventralansicht. Vergr. 100 : 1.
- Fig. 10. Dasselbe Ei, um 180° gerollt. Vergr. 100 : 1.
- Fig. 11. Totalpräparat. 16-zelliges Stadium. Ventralansicht. Vergr. 100 : 1.
- Fig. 12. Dasselbe Ei, um 90° gerollt. Vergr. 100 : 1.

Fig. 13. Totalpräparat. Ei nach beendigter Furchung. Blastodermzellen bedecken die ganze Oberfläche. Vergr. 71 : 1.

Fig. 14. Quetschpräparat. Ein Stück aus dem Blastoderm eines Eies, welches ungefähr dem Stadium Fig. 13 entspricht. Vergr. 780 : 1.

Fig. 15. Blastodermbildung. Querschnitt annähernd durch die Mitte des Eies. Vergr. 171 : 1.

Fig. 16—18. Verschiedene Entwicklungsphasen der Blastodermbildung. Querschnitte durch verschiedene Eier. Fig. 16 Vergr. 171 : 1, Fig. 17 und 18 Vergr. 100 : 1.

Fig. 19. Dotterabgabe einer Blastodermzelle darstellend. Vergr. 1040 : 1.

Fig. 20. Teil eines Querschnittes. Blastodermbildung. Eine Zelle rückt aus dem Innern des Eies an die Oberfläche. Protoplasma hierbei die einzelnen Dotterkügelchen umfließend. Vergr. 171 : 1.

Tafel XIV.

Fig. 21. Querschnitt, die erste Anlage des Dorsalorgans und des Ektoderms zeigend. Vergr. 171 : 1.

Fig. 22. Querschnitt durch dasselbe Ei, dem oralen Pol etwas genähert. Vergr. 171 : 1.

Fig. 23. Dorsalorgan vollständig ausgebildet. Teil eines Querschnittes. Vergr. 443 : 1.

Fig. 24. Dorsalorgan auf der Höhe seiner Ausbildung. Querschnitt. Vergr. 443 : 1.

Fig. 25. Querschnitt durch das Ei, ungefähr die Mitte getroffen. Typische Entodermbildung. *a, a', a''* einwandernde Entodermzellen, *ec* Ektoderm, *do* Dorsalorgan. Vergr. 171 : 1.

Fig. 26. Querschnitt durch die Mitte des Eies, aber Längsschnitt durch den Keimstreifen. Eingewanderte Entodermzellen *een*. Vergr. 171 : 1.

Fig. 27. Querschnitt ungefähr in der Mitte des Eies, Längsschnitt durch den Keimstreifen, Einwanderung des Entoderms zeigend. Dorsalorgan schon weiter ausgebildet als in Fig. 24. Vergr. 171 : 1.

Fig. 28. Querschnitt durch die Mitte des Eies. Die eingewanderten Entodermzellen teilen sich lebhaft. Vergr. 171 : 1.

Fig. 29. Querschnitt durch das Ei, zwischen oralem Pol und Mitte geführt. Einwandern von zusammenhängenden Zellen in den Nahrungsdotter. Vergr. 171 : 1.

Fig. 30. Querschnitt durch die Mitte des Eies. Längsschnitt durch den Keimstreifen. Dorsalorgan typische Rosettenform. Einzelne Zellkomplexe im Innern des Eies. Vergr. 171 : 1.

Fig. 31. Querschnitt durch die Mitte des Eies. Längsschnitt durch den Keimstreifen. Vergr. 171 : 1.

Fig. 32—35. Längsschnitte durch das Ei. Querschnitte durch den Keimstreifen. Entoderm in 2 Streifen angelegt. In Fig. 35 Einwandern von Zellen in den Nahrungsdotter. Vergr. 120 : 1. 35 α, β, γ Kernfiguren, durch Resorption entstanden. Vergr. 1680 : 1.

Fig. 36. Querschnitt, dem oralen Pol genähert. Lebhaftes Teilung der Entodermzellen. Vergr. 171 : 1.

Fig. 37—39. Querschnitte durch dasselbe Ei, zwischen der Mitte und dem oralen Pol liegend. Dotteraufnahme in die Ento- und Ektodermzellen zeigend. Vergr. 171 : 1. — (Fig. 39 befindet sich auf Tafel XV.)

Tafel XV.

Fig. 40. Querschnitt durch ein etwas älteres Stadium, in der Nähe des aboralen Poles geführt. Links provisorischer Leberschlauch als geschlossene Röhre. Vergr. 171 : 1.

Fig. 41. Querschnitt durch dasselbe Ei, der Mitte etwas genähert, jedoch immer noch in der hinteren Hälfte; der Leberschlauch erscheint als Rinne. Vergr. 171 : 1.

Fig. 42. Querschnitt fast durch die Mitte desselben Eies. Vom provisorischen Leberschlauch schon noch weniger zu sehen. Vergr. 171 : 1.

Fig. 43. Querschnitt durch dasselbe Ei, etwas über die Mitte hinaus nach vorn zu geführt. Querschnitt durch den Keimstreifen, der jetzt seine definitive Lage eingenommen hat. Von den Leberschläuchen sind auf jeder Seite der ventralen Mittellinie nur noch 2 Zellen zu erkennen. Vergr. 171 : 1.

Fig. 44. Querschnitt durch ein älteres Stadium. Entoderm bildet eine weite, große Rinne. Einzelne Entodermzellen haben Dotterkügelchen aufgenommen. Erstes Erscheinen der Bauchganglienkette, *b*. Vergr. 171 : 1.

Fig. 45. Querschnitt durch ein etwas älteres Stadium. Ei und Keimstreifen quer getroffen. Ektoderm bildet Ausstülpungen; Mesoderm. Entoderm hat sich schon nach dem Dorsalorgan mehr hinauf gezogen. Einzelne entodermale Zellen enthalten Dottermassen. Mesodermanlage. Vergr. 171 : 1.

Fig. 46. Querschnitt durch dasselbe Ei, dem aboralen Pole genähert. Zwischen Ekto- und Entoderm liegen mesodermale Zellen. Im Entoderm schon mehr Dotter aufgenommen. Vergr. 171 : 1.

Fig. 47. Noch etwas älteres Stadium. Querschnitt fast durch die Mitte eines Embryos. Entoderm auf der Höhe seiner Ausbildung. Dotter in großen Mengen in den Entodermzellen vorhanden. Mesoderm zwischen Ekto- und Entoderm. Vergr. 171 : 1.

Fig. 48. Querschnitt durch dasselbe Stadium, dem aboralen Pole etwas näher liegend. Dotter im Dorsalorgan. Ventrale Mitte durchgerissen. Vergr. 171 : 1.

Fig. 54. Ein Stück aus der Bildungszone der Bauchganglienkette. Es entspricht diese Figur den in Fig. 44 abgebildeten Verhältnissen. Zellteilung behufs Bildung der Bauchganglienkette. Vergr. 1040 : 1.

Fig. 60. Ueberwiegen des Mesoderms der Bauchganglienanlage gegenüber. Sprossen des Ektoderms in der rechten Extremitätenanlage. Vergr. 310 : 1.

Fig. 61. Teil der linken lateralen Mitte des Embryos, Sprossen des Ektoderms, sowie Teilung einer Mesodermzelle zeigend. Vergr. 580 : 1.

Tafel XVI.

Fig. 49 und 50 zeigen die Aufnahme und Verarbeitung des Nahrungsdotters innerhalb der Entodermzellen. Vergr. 1040 : 1.

Fig. 51. Zerklüftung des Dotters in kleine Kügelchen zeigend. Die Figur zeigt das ventrale Stück des in Fig. 47 abgebildeten Entodermrohres stark vergrößert. Vergr. 730 : 1.

Fig. 52. Ansammlung der Mesodermzellen zwischen Ekto- und Entoderm. Dieses Stück ist dem Schnitt in Fig. 48, rechte Seite, in Höhe der Lateralachse, entnommen. Vergr. 580 : 1.

Fig. 53. Bildung der Bauchganglienke t e, *b*, zeigend. Die Figur würde ungefähr Fig. 44 entsprechen. Sie ist zwar von demselben Ei entnommen, doch um 20 μ dem aboralen Pol genähert. Vergr. 406 : 1.

Fig. 55. Ventraler Teil des in Fig. 47 abgebildeten Schnittes vergrößert. Vergr. 406 : 1.

Fig. 56. Ein Teil der medianen Ventralhälfte. Derselben Ei entnommen, wie 47, 48 und 55. Vergr. 406 : 1.

Fig. 57, 58 und 59 zeigen die Entwicklung der Bauchganglienke t e und des Mesoderms. Sie sind derselben Schnittserie entnommen, wie Fig. 45, 46, 49 und 50. Fig. 57 ist dem aboralen Pol am nächsten gelegen, dann folgt Fig. 58, am weitesten dem oralen Pole zu liegt Fig. 59. Vergr. 406 : 1.





